U
Li
Be
Pb
Mg
Hg
Al
Au
Ti
Pt
V
W
Cr
Ta
Mn
Sn
Fe
Ag
Co
Mo
Ni
Nb
Zr
Cu
س. فينيتسكى
قصص
وطرائف
عن الفلزات

فينيتسكى سرغى يوسفوفيتش ، من مواليد ١٩٢٥ ، مهندس تعدين ، عضو اتحاد الصحفيين فى الاتحاد السوفييتى ، محرر علمى لقسم « التعدين » فى الموسوعة السوفييتية الكبرى ، والسكرتير المسؤول لهيئة التحرير للطبعة الجارى تحضيرها لموسوعة « التعدين » . وهو مؤلف لعدة كتب ومقالات كثيرة علمية مبسطة فى مجال التعدين ، فى الصحف والمجلات .

صدر كتاب « طرائف عن الفلزات » ثلاث مرات باللغة الروسية (١٩٧٠ ، ١٩٧٥ ، ١٩٧٨) وحاز على عدة جوائز لمسابقات اتحاد الصحفيين فى الاتحاد السوفييتى ، وجوائز الجمعية العامة « المعرفة » ، لكونه يعتبر احد افضل الكتب العلمية المبسطة . اعيد طبعه فى المانيا الديمقراطية (مرتان) ، وفى تشيكوسلوفاكيا وبلغاريا وبولونيا ، وصدر باللغة الانكليزية فى دار « مير » .

فى عام ١٩٨١ اصدرت دار النشر « ميتالورجيا » كتابا للمؤلف فينيتسكى « حول الفلزات النادرة والمبعثرة » ، يمكن اعتباره تكملة لكتاب « طرائف عن الفلزات » . وحاز هذا الكتاب على دبلوم وجائزة مسابقة الجمعية العامة « المعرفة » ، ويعاد حاليا طبعه فى المانيا الديمقراطية ، وباللغة الانكليزية فى دار مير .

س. فينيتسكى

قصص وطرائف عن الفلزات

ترجمة الدكتور
عيسى مسوح

ИЗДАТЕЛЬСТВО МИР

تقدمة

منذ عدة قرون ، والفلزات (المعادن)* تقوم باخلاص بخدمة الانسان ، اذ تساعده على التغلب على الكوارث الطبيعية واكتشاف أسرار الطبيعة واختراع محركات وآليات رائعة .

وعالم الفلزات (المعادن) غنى ومثير للاهتمام . ففيه أصدقاء قدامى للانسان ، كالنحاس والحديد والرصاص والزئبق والذهب والفضة والقصدير ، وهذه الصداقة عريقة وتمتد آلاف السنين ، وفيه فلزات لم يتم التعرف عليها الا فى الفترة الأخيرة .

وخواص الفلزات عجيبة ومتنوعة . فالزئبق ، مثلا ، لا يتجمد حتى فى البرد القارص ، والتنجستن (الولفرام) يتحمل أى لهب مهما كان ساخنا ، وبامكان الليثيوم أن يصبح سباحا ماهرا ، فهو أخف من الماء بمرتين ، ولا يستطيع الغرق مهما حاول ذلك . أما الأزميوم ، وهو بطل بين الفلزات ذات الوزن الثقيل ، فيغرق كالحجر . والفضة تنقل «بكل سرور «التيار الكهربائى ، بينما «ينفر» التيتانيوم من ذلك ، فناقليته الكهربائية أقل بثلاثمائة مرة منها عند الفضة . والحديد متوفر فى كل مكان ، فى حين أن الهولميوم نادر جدا فالحبة الصغيرة منه لا تقدر بثمن . والهولميوم النقى أغلى من الذهب بمئات المرات .

ولكن ، مهما اختلفت وتنوعت خواص هذه العناصر ، الا أنها تنتمى جميعا الى عائلة كبيرة واحدة هى عائلة الفلزات . ويحدثنا هذا الكتاب عن مصير أهم هذه الفلزات وعن «خططها للمستقبل» .

وفى هذا الصدد ، لم يضع المؤلف أمامه مهمة سرد معلومات كلاسيكية ومعروفة عن كل فلز ، بل اختار طريقا آخر . فتاريخ الفلزات حافل بشتى الحقائق والوقائع المثيرة بعضها رومانتيكى ، والآخر فكاهى ، وأحيانا مأساوى . وغاية المؤلف هى اطلاع القارئ على ذلك .

وهذا الكتاب مخصص لكل من يحب الاستطلاع والتزود بالمعرفة سواء كان فتى يخطو الخطوات الأولى فى مضمار العلم والمعرفة أو انسانا بالغا ترك مقاعد الدراسة منذ مدة طويلة ولكنه ما زال يستغل كل فرصة ومناسبة لتعميق معرفته والاطلاع على أسرار الكون المحيط بنا .

---

* فيما يلى سوف نستعمل كلمة «فلز» بمعنى metal ، فى حين تترجم هذه الكلمة الى كلمة «معدن» فى بعض البلدان العربية الاخرى ، وهذه الكلمة ««معدن» سوف نقصدبها « mineral » .

Li

أخف ما هو خفيف

فى ربعان الصبا — جولة فى القرن الماضى — مياه كارلسباد الناجعة — ما هو الأخف ؟ — حمامات الفازلين — الطيارون يرتدون الصدرة — دواء ضد النقرس — الحاجة هى الدافع — جناح فى معرض منجزات الاقتصاد الوطنى — لا يأبه بالبرد والحر — فى أعماق القطب الجنوبى — مادة تشحيم أبدية — هل الزجاج لذيذ الطعم ؟ — اللهب الأزرق — «الكمان الأول» — نتائج القصف — الليثيوم «يبلع» النيوترونات — عشرون محطة كمحطة دنيبر الكهرمائية — الكيروسين القديم واللطيف — الليثيوم ضد . . . الليثيوم — «الصمغ» النووى — بلورة من ولاية داكوتا الجنوبية — «افتح يا سمسم» — لحم مقلى مريب .

فى عام ١٩٦٧ احتفل الليثيوم — وهو عنصر يتصدر الفلزات فى جدول مندلييف الدورى — بذكرى مرور مئة وخمسين عاما على اكتشافه . وقد استقبل الفلز المذكور هذا الحدث الهام فى تاريخه وهو فى ريعان الصبا ، ذلك أن نشاطه ودوره فى التكنيك الحديث هام ومتعدد الجوانب . ومع ذلك ، فان الاخصائيين يعتقدون بأن هذا العنصر لم يكشف بعد عن جميع امكانياته ويتنبؤون له بمستقبل باهر . ودعونا نقوم بجولة فى القرن الماضى ونزور المخبر الهادئ الذى يعمل فيه الكيميائى السويدى آرفدسون . اذن ، نحن الآن فى السويد عام ١٨١٧ .

. . . الايام تتوالى والعالم آرفدسون لا يزال يحلل معدن البتاليت المأخوذ من منجم أوتو بالقرب من ستوكهولم ، ويتحقق المرة تلو الأخرى من نتائج التحليل ولكنه يجد فى كل مرة أن مجموع نسب جميع مكونات المعدن يساوى ٩٦ % . فأين اختفت النسبة الباقية ٤ % ؟ ألا يعنى ذلك أن . . . ؟ نعم ، فمما لا شك فيه أن هذا المعدن يحوى عنصرا ما غير معروف حتى الآن . وراح آرفدسون يجرى التجربة تلو الأخرى حتى بلغ أخيرا الهدف المنشود : فقد اكتشف فلزا قلويا جديدا ، وقرر تسميته بالليثيوم (من الكلمة اليونانية "Lithos" وتعنى الحجر) نظرا لأنه اكتشف فى معدن ، خلافا للعنصرين القريبين منه ، البوتاسيوم والصوديوم ، اللذان اكتشفا لأول مرة فى المواد العضوية .

وسرعان ما وجد آرفدسون هذا العنصر فى معادن أخرى ، ثم اكتشفه الكيميائى السويدى برزيليوس فى مياه كارلسباد وماريينباد المعدنية . وبالمناسبة ، فان ينابيع منتجع فيشى فى فرنسا ذات شهرة عالمية فى الوقت الحاضر ، فمياهها تتمتع بخواص طبية وعلاجية جيدة نظرا لاحتوائها على أملاح الليثيوم .

فى عام ١٨٥٥ تمكن الكيميائى الألمانى بنزن والفيزيائى الانكليزى ماتيسن ، كل على حده ، من الحصول على الليثيوم النقى بالتحليل الكهربائى لصهارة من كلوريد الليثيوم . وتبين أنه فلز لين أبيض—فضى اللون وأخف من الماء مرتين تقريبا . ففى هذا المجال ليس لليثيوم منافس بين الفلزات : فالألومنيوم أثقل منه بخمس مرات والحديد أثقل بخمس عشرة مرة والرصاص بعشرين مرة والأزميوم بأربعين مرة . والليثيوم يتفاعل بنشاط مع نتروجين وأكسجين

الهواء حتى فى درجة حرارة الغرفة . فلو حاولتم مرة ترك قطعة من الليثيوم فى وعاء زجاجى ذى سدادة مسنفرة ، لوجدتم أن هذا الفلز يمتص كل الهواء الموجود فى الوعاء وينشأ عندئذ فراغ فيه يجعل الضغط الجوى يضغط بشدة على السدادة بحيث يصبح من المتعذر جدا سحبها . ولهذا فان قضية حفظ الليثيوم ليست بالأمر السهل أبدا . فاذا كان الصوديوم ، مثلا ، يحفظ فى الكيروسين أو البنزين ، فان هذه الطريقة لا تصلح لحفظ الليثيوم نظرا لأنه يعوم على السطح ويشتعل فى الحال . وعليه تحفظ قطع وعيدان الليثيوم بغمسها فى حمام من الفازلين أو البارافين الذى يغطى سطح الفلز ولا يسمح له بالتفاعل .

وتفاعل الليثيوم مع الهيدروجين أشد وأقوى منه مع الأكسجين والنتروجين ، اذ تستطيع كمية ضئيلة من هذا الفلز امتصاص حجوم هائلة من هذا الغاز . فالكيلوجرام الواحد من هيدريد الليثيوم يحتوى على ٢٨٠٠ لتر من الهيدروجين ! ولهذا السبب كان الطيارون الأمريكان فى الحرب العالمية الثانية يحملون معهم أثناء الطيران حبات صغيرة من هيدريد الليثيوم (وهو مركب الليثيوم مع الهيدروجين) كمصدر للهيدروجين يساعدهم على النجاة فيما اذا أصيبت الطائرة وسقطت فى عرض البحر . ذلك أن هذه الحبات تتفكك فورا بفعل الماء وتطلق الهيدروجين الذى يملأ بدوره وسائل الانقاذ كقوارب النجاة أو أحزمة النجاة أو غيرها .

ولمركبات الليثيوم قدرة عالية جدا على امتصاص الرطوبة الأمر الذى جعلها تستخدم على نطاق واسع لتنقية الهواء فى الغواصات ووحدات تكييف الهواء وأقنعة التنفس المستخدمة فى الطائرات .

بدئ باستخدام الليثيوم فى الصناعة فى مطلع القرن الحالى . فقبل ذلك ، وفى غضون مئة عام تقريبا ، كان استخدامه ينحصر أساسا فى مجال الطب كعلاج ضد مرض النقرس .

كانت ألمانيا أثناء الحرب العالمية الأولى تعانى نقصا كبيرا فى انتاج القصدير الضرورى جدا للصناعة . ولم تكن تتوفر فيها مكامن للقصدير ، وبالتالى المادة الأولية لانتاجه ، الأمر الذى دفع العلماء للتفتيش عن بديل لهذا الفلز . وقد جاء الليثيوم ليحل هذه المشكلة : اذ تبين أن سبيكة الرصاص مع الليثيوم مادة مقاومة جدا للاحتكاك . ومنذ تلك اللحظة والصناعة لا تفارقها سبائك الليثيوم المعروفة كسبائكه مع الألومنيوم والبيريليوم والنحاس والزنك والفضة وعناصر أخرى . ويتوقع مستقبل جيد لسبائك الليثيوم مع فلز آخر من «الوزن الخفيف» هو المغنسيوم الذى يتصف ، الى جانب ذلك ، بخواص جيدة تجعله يستخدم فى الانشاءات ، والملاحظ أن سبيكة كهذه تكون أخف من الماء عندما لا تزيد نسبة المغنسيوم فيها عن ٥٠ % . ولقد تيسر حتى الآن صهر عدة سبائك من هذا النوع ولكنها مع الأسف غير ثابتة اذ تتأكسد بسهولة فى الهواء . ويعكف العلماء الآن على ايجاد طرائق تكنولوجية تؤمن لسبيكة من هذا النوع البقاء فترة أطول . هذا وتعرض فى معرض منجزات الاقتصاد الوطنى فى موسكو عينة لسبيكة من الليثيوم والمغنسيوم لا تتعتم أو تكمد مع الزمن .

ان القدرة العالية لليثيوم على التفاعل ، ودرجة انصهاره المنخفضة ، وكذلك الكثافة القليلة لمركباته تجعله عنصرا لا بديل له فى

صناعة التعدين (الميتالورجيا) كمادة رائعة لنزع الهواء (deaerator) وكمختزل (deoxidizer) ومعدل (modifier)

وفى صناعة الألومنيوم يقوم الليثيوم بدور المسرع للعملية . اذ أن اضافة مركباته الى الالكتروليت ترفع انتاجية جهاز التحليل الكهربائى المخصص للحصول على الألومنيوم ، وتنخفض عندئذ درجة الحرارة الضرورية للمغطس ويقل استهلاك الطاقة الكهربائية .

كان الكتروليت المركمات (البطاريات) القلوية سابقا يتألف من محاليل الصودا الكاوية فقط . ولكن اضافة عدة جرامات من هيدروكسيد الليثيوم اليه ترفع فترة خدمة المركم بثلاث مرات ، أضف الى ذلك أن مجال عمله فى درجات الحرارة المختلفة يتسع من جراء ذلك أيضا : فهو لا يتفرغ حتى ولو ارتفعت درجة الحرارة الى ٤٠ مئوية ، ولا يتجمد فى الدرجة عشرين مئوية تحت الصفر . وطبيعى أن الالكتروليت الخالى من الليثيوم لا يستطيع تحمل مثل ذلك . ولقد تم مؤخرا فى اليابان تصميم بطارية كهربائية من نوع جديد أحد الكتروديها من الليثيوم . وتبين أن احتياطى الطاقة فى هذه البطارية أكبر بست أو سبع مرات منه عند «أسلافها» المصنوعة من الزنك .

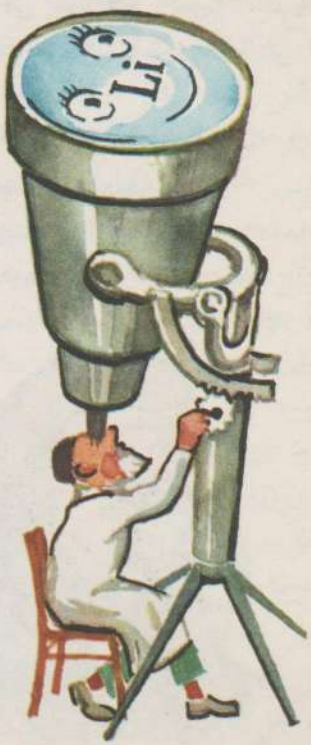
تحافظ بعض المركبات العضوية لليثيوم (كالاستيارات والبالميات وغيرها) على خواصها الفيزيائية فى مجال واسع من درجات الحرارة ، مما يسمح باستخدامها كأساس لمواد التشحيم المعتمدة فى الصناعة الحربية . فمادة التشحيم التى يدخل فى تركيبها الليثيوم ضرورية جدا للسيارات الجرارة التى تعمل فى منطقة القطب الجنوبى حيث تصل درجة الحرارة أحيانا الى ٦٠ درجة مئوية تحت الصفر ، وهى المساعدة الأمينة لأصحاب السيارات ، فقناعة أصحاب سيارات «اللادا» السوفييتية بذلك أكيدة ، وليس عبثا انهم يسمونها بمادة التشحيم «الأبدية» اذ يكفى أن تشحم بها بعض أجزاء السيارة المعرضة للاحتكاك المستمر مرة واحدة لدى شرائها حتى تخدم سنوات طويلة ولن تحتاج بعد ذلك الى تشحيم .

لعلكم شاهدتم الفيلم المشهور «جو الليمونى» وهو فيلم فكاهى يقلد أفلام الكاوبوى الأمريكية . وربما تذكرون أن أحد أبطال هذا الفيلم كان يشرب «عصيرا جهنميا» ثم يأكل بعده . . . الكؤوس الزجاجية ! ويروى شهود عيان أن الهنود اليوغا كانوا «يتلذذون» بتناول مثل هذا «الطعام» : فكانوا يقطعون باسنانهم أطراف الكأس الزجاجى الى قطع صغيرة ثم يقضمونها ويبلعونها بشهية ، وكأنهم لم يتذوقوا فى حياتهم شيئا ألذ وأطيب . وهل سبق لكم أن استخدمتم الزجاج فى طعامكم ؟ «ما هذا السؤال السخيف ؟ بالطبع ، لا» . وهكذا سيجيب كل قارئ لهذه السطور ، وسيخطئ فى اجابته هذه . فالواقع أن الزجاج العادى

يذوب فى الماء ، ليس كالسكر طبعا ، غير أنه يذوب بنسبة ضئيلة جدا . فالموازين التحليلية الدقيقة تؤكد أننا نشرب مع كأس من الشاى الساخن حوالى واحد من عشرة آلاف الجرام من الزجاج . ولكن اذا أضيفت الى الزجاج أثناء صهره حفنة من أملاح اللنثانوم والزركونيوم والليثيوم ، انخفضت ذوبانيته (قدرته على الذوبان) مئة مرة وأصبح مقاوما جدا ولن يتأثر حتى بحمض الكبريتيك .

ان دور الليثيوم فى صناعة الزجاج لا يقتصر على خفض ذوبانية الزجاج . فالزجاج الحاوى على الليثيوم يتصف بخواص ضوئية رائعة وثبات جيد تجاه الحرارة ومقاومة نوعية عالية وخسارة ضئيلة فى العزل الكهربائى . ونذكر هنا على وجه الخصوص أن الليثيوم يدخل فى تركيب أنواع الزجاج التى يصنع منها كينيسكوب التلفزيون (الكينيسكوب هو أنبوبة تمر بها أشعة الكاثود لتعطى الصور التلفزيونية على الشاشة) . واذا وضع زجاج المنافذ العادى فى صهارة من أملاح الليثيوم تشكلت على سطحه طبقة واقية كثيفة وأصبح أمتن بمرتين وأشد مقاومة لدرجات الحرارة العالية . كما أن اضافة كمية قليلة من هذا العنصر (٠,٥—١,٥%) تخفض كثيرا درجة صهر الزجاج .

منذ القدم وقطرات الندى تعتبر رمزا للشفافية . ولكن الزجاج الشفاف كالندى ، أصبح الآن لا يلبى متطلبات التكنيك الحديث الذى يحتاج الى مواد ضوئية تسمح بمرور ليس فقط أشعة الضوء المرئية بالعين المجردة ، وانما الأشعة غير المرئية أيضا ، كالأشعة فوق البنفسجية مثلا . وعلماء الفلك لا يستطيعون بواسطة المراصد الفلكية العادية رصد أو التقاط الاشعة الصادرة



عن الكواكب البعيدة جدا . وهنا لا بد من ذكر فلوريد الليثيوم الذى يحتل المركز الأول بين جميع المواد المعروفة فى علم البصريات من حيث شفافيته الكبيرة للأشعة فوق البنفسجية . فالعدسات المصنوعة من البلورات الأحادية لهذه المادة تساعد علماء الفلك على التغلغل أكثر فأكثر فى أعماق الكون واكتشاف أسراره .

ولليثيوم دور هام فى صناعة أنواع خاصة من الطلاء والمينا والأصبغة والخزف الصينى الجيد . وفى صناعة النسيج تستخدم بعض مركبات هذا العنصر لقصر وترسيخ الأقمشة بينما يستعمل البعض الآخر لصباغتها .

وتلون أملاح الليثيوم مسير القذائف والرصاصات الكاشفة بلون أخضر مزرق ساطع .

وللتأكد من قدرة الليثيوم على الاشتعال دعونا نجرى التجربة التالية : مهما حاولنا اشعال قطعة من السكر بعود ثقاب فلن نفلح فى ذلك نظرا لأن السكر يبدأ بالانصهار ولن يشتعل أبدا . ولكن اذا دلكنا قطعة السكر برماد التبغ ثم قربنا منها عود الثقاب لاحظنا أنها تشتعل بسهولة معطية لهبا أزرق جميلا . وتفسر هذه الحادثة بأن التبغ ، كغيره من النباتات الكثيرة الأخرى ، يحتوى على كمية لا بأس بها من الليثيوم . وعند احتراق أوراق التبغ يبقى قسم من مركبات هذا العنصر فى الرماد ، وهى التى تسمح باجراء هذه التجربة البسيطة واشتعال السكر .

ان كل ما تحدثنا عنه آنفا ليس سوى مهمات ثانوية لليثيوم ودعونا الآن نستعرض تطبيقاته الأكثر جدية .

أثبت العلماء أن نوى نظير الليثيوم — ٦ يمكن أن تتحطم بسهولة بالنيوترونات . ذلك أن نواة الليثيوم ، بامتصاصها للنيوترون ، تصبح غير ثابتة وتتفكك ، الأمر الذى يؤدى الى تشكل ذرتين جديدتين هما ذرة غاز الهليوم الخفيف والخامل وذرة الهيدروجين الثقيل النادر والذى يسمى بالترتيوم . وفى درجات الحرارة العالية جدا تتحد ذرات الترتيوم مع ذرات نظير آخر للهيدروجين يدعى الديوتريوم . ويرافق هذه العملية انتشار كمية هائلة من الطاقة المسماة عادة بالطاقة الحرارية النووية .

تنشط كثيرا التفاعلات الحرارية النووية عندما يقذف بالنيوترونات مركب نظير الليثيوم — ٦ مع الديوتريوم ، والذى يسمى بديوتريد الليثيوم . وتستخدم هذه المادة كوقود نووى فى مفاعلات الليثيوم التى تمتاز عن مفاعلات اليورانيوم بعدة مزايا منها أن الليثيوم أكثر توفرا وأرخص ثمنا من اليورانيوم وأنه لا تتكون أثناء التفاعل نواتج الانشطار المشعة ، كما أن العملية هنا يمكن ضبطها بسهولة أكبر .

يتصف الليثيوم — ٦ بقدرة عالية نسبيا على التقاط النيوترونات البطيئة ، الأمر الذى جعله يستخدم كمنظم للتفاعلات التى تجرى فى مفاعلات اليورانيوم أيضا . ولهذه الخاصة الفضل فى استخدام الليثيوم — ٦ فى الحواجز الواقية من الاشعاع وفى البطاريات الذرية التى تخدم فترة طويلة جدا . ولا يستبعد أن يستخدم الليثيوم — ٦ فى المستقبل القريب كماص للنيوترونات البطيئة فى أجهزة الطيران الذرية .

والليثيوم ، على غرار بعض الفلزات القلوية الأخرى ، يستعمل كحامل للحرارة فى الوحدات النووية . وهنا يمكن الاستعانة بنظيره الأكثر توفرا وهو الليثيوم — ٧ (تبلغ نسبة هذا النظير فى الليثيوم الطبيعى حوالى ٩٣٪) . فهذا

النظير ، خلافا «لأخيه» الأخف منه ، لا يمكن استخدامه كمادة أولية فى انتاج الترتيوم ، ولهذا فان التكنيك الحرارى النووى لا يهتم به أبدا . ولكنه ، برغم ذلك ، يقوم بدوره كحامل للحرارة على أكمل وجه . ويساعده على ذلك كون أن السعة الحرارية عنده عالية وكذلك الناقلية (الموصلية) الحرارية ، وأن لزوجته ليست كبيرة وكثافته قليلة وأنه يمكن أن يتواجد فى حالة سائلة فى مجال واسع من درجات الحرارة (١٨٠—١٣٣٦ م) .

وفى الفترة الأخيرة بدأت صناعة الصواريخ تعير اهتماما جديا لليثيوم . فالمعلـــوم أنه ينبغى صرف طاقة كبيرة جدا للتغلب على قوة الجاذبية الأرضية والانطلاق الى الفضاء الكونى . ولأخذ فكرة عن هذه الطاقة نذكر أن الصاروخ ، الذى دفع الى مدار حول الأرض سفينة الفضاء التى نقلت أول رائد فضاء فى العالم يورى غاغارين ، كان يحتوى على ستة محركات يبلغ مجموع استطاعتها ٢٠ مليون حصان بخارى أى ما يعادل استطاعة عشرين محطة كهرمائية ، كالمحطة الكهرمائية على نهر الدنيبر .

وطبيعى أن اختيار الوقود لمثل هذه الصواريخ قضية هامة جدا . والوقود المفضل حتى الآن لهذا الغرض هو الكيروسين — زيت الكاز — (نعم — نعم ، ذلك الكيروسين بذاته ، اللطيف والمعروف للجميع) المؤكسد بالأكسجين السائل . فالقيمة الحرارية لهذا الوقود تبلغ ٢٣٠٠ كيلوكالورى (كيلوحريرة أو كيلوســعر) للكيلوجرام الواحد (وللمقارنة نشير الى أنه عند انفجار كيلوجرام واحد من النيتروجليسرين ، وهو واحد من أقوى المتفجرات حاليا ، تنطلق كمية من الحرارة تبلغ ١٤٨٠ كيلوكالورى فقط) .

يتوقع مستقبل باهر للوقود الفلزى . وكان العالمان السوفييتيان كوندراتيوك وتساندر أول من وضع نظرية وطريقة لاستخدام الفلزات كوقود للمحركات الصاروخية . ويعتبر الليثيوم واحدا من الفلزات الأكثر ملاءمة لهذا الغرض . اذ تنتشر عند احتراق كيلوجرام واحد منه حرارة مقدارها ١٠٢٧٠ كيلوكالورى . ولا يتفوق عليه فى هذا المجال

سوى البيرليوم . ولقد نشرت فى الولايات المتحدة الأمريكية براءات اختراع لوقود صاروخى صلب تبلغ نسبة الليثيوم فيه ٥١—٦٨ ٪ .

والطريف هنا ، أن الليثيوم يتصرف ضد . . . الليثيوم أثناء عمل المحركات الصاروخية . فهو ، باعتباره أحد مكونات الوقود الصاروخى ، يساعد على الوصول الى درجات حرارة عالية جدا . هذا من ناحية ، ومن ناحية أخرى ، فان المواد الخزفية التى يدخل فى تركيبها الليثيوم (مثل الستوباليت) والتى تستعمل لتغطية الفوهات وجدران غرف الاحتراق ، ذات مقاومة عالية للحرارة ولا تتأثر بالنيران ، لذا فهى تمنع التأثير المخرب الذى يحدثه وقود الليثيوم .

يوجد تحت تصرف الصناعة فى الوقت الحاضر عدد كبير من المواد الاصطناعية تسمى بالبوليمرات ، وهى تستخدم بنجاح بدلا من الفولاذ والنحاس الأصفر والزجاج . ولكن المهندسين الصناعيين يواجهون أحيانا صعوبات جمة فى لصق وربط البوليمرات مع بعضها أو مع مواد أخرى . فالبوليمر الجديد الذى يحتوى على الفلور والمسمى بالتيفلون (وهو مادة رائعة ضد التآكل) لم يستعمل حتى الفترة الأخيرة على نطاق عملى نظرا لرداءة التصاقه بالفلزات .

وأخيرا وضع العلماء السوفييت طريقة تكنولوجية مبتكرة تقوم على اللحام النووى للبوليمرات مع مختلف المواد الأخرى . اذ تغطى السطوح المراد لحمها بطبقة رقيقة من مركبات الليثيوم أو البورون التى تقوم بدور «الضمغ النووى» . وعند تعريض هذه الطبقات للنيوترونات تحدث تفاعلات نووية يرافقها انتشار كمية كبيرة من الطاقة . عندئذ تظهر فى المواد ولفترة قصيرة جدا (جزء من عشرة مليارات من الثانية) نقاط تصل درجة الحرارة فيها الى مئات وحتى آلاف الدرجات المئوية . وخلال هذه اللحظات القصيرة جدا تستطيع جزيئات الطبقات السطحية المجاورة الانتقال من طبقة الى أخرى ، وقد تشكل أحيانا روابط كيميائية جديدة فيما بينها ، وهذا يعنى حدوث اللحام النووى .

والمعروف بوجه عام أن العناصر الواقعة فى الزاوية اليسرى العليا من جدول مندلييف الدورى منتشرة بشكل واسع فى الطبيعة . ولكن الليثيوم ، خلافا لمعظم جيرانه كالصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم والألومنيوم المتوفرة جدا على الأرض ، يعتبر عنصرا نادرا نسبيا اذ يشكل ٠,٠٠٦٥ ٪ فقط من القشرة الأرضية . ويصادف فى الطبيعة حوالى عشرين معدنا تحوى هذا العنصر الثمين . والمركب الطبيعى الرئيسى لليثيوم هو السبوديومن أو التريفان ، وتشبه بلورات هذا المعدن من حيث الشكل عوارض السكك الحديدية أو جذوع الأشجار ، وتكون أحيانا كبيرة جدا : فقد عثر فى ولاية داكوتا الجنوبية (فى الولايات المتحدة الأمريكية) على بلورة من هذا النوع يزيد طولها عن ١٥ مترا ويبلغ وزنها عشرات الأطنان . وفى مكامن هذا المعدن فى أمريكا اكتشف نوعان من السبوديومن جميلان جدا أحدهما ذو لون أخضر زمردى والآخر وردى بنفسجى هما الجيدنيت والكونزيت .

يمكن أن يلعب الجرانيت المتوفر جدا على الأرض دورا هاما كمادة أولية فى انتاج الليثيوم . ولقد حسب أنه يوجد فى الكيلومتر المكعب الواحد من الجرانيت ١١٢ ألف طن من الليثيوم . وهذا أكثر بثلاثين مرة مما يستخرج حاليا فى جميع البلدان الرأسمالية . ويحوى الجرانيت الى جانب الليثيوم كلا من

النيوبيوم والتنتالوم والزركونيوم والثوريوم واليورانيوم والنيوديوم والسزيوم والسريوم والبراسيوديميوم وعناصر نادرة أخرى . ولكن كيف يمكن اجبار الجرانيت على أن يتقاسم ثروته هذه مع الانسان ؟

ان الاجابة على هذا السؤال جعلت العلماء فى الوقت الحاضر منهمكين فى التفتيش عن وسائل فعالة ، كالكلمتين السحريتين «افتح يا سمسم !» ، لكشف أسرار الجرانيت . وسيفلحون فى ذلك حتما .

وأخيرا سننهى حديثنا عن الليثيوم بقصة طريفة لعب فيها هذا العنصر دورا هاما جدا . ففى عام ١٨٩١ وصل خريج جامعة هارفارد روبرت وود (وقد أصبح فيما بعد من مشاهير علماء الفيزياء فى أمريكا) الى مدينة بالتيمور للعمل عند البروفسور المعروف رمسن فى مجال الكيمياء ، وحل فى أحد البانسيونات الجامعية . وسرعان ما سمع من الطلبة القاطنين هناك أن صاحبة البانسيون كثيرا ما تحضر اللحم المشوى لوجبة الصباح من فضلات اللحوم المتبقية على الصحون فى وجبة الغذاء من اليوم الفائت . وهم حائرون من أمرهم ولا يعلمون كيف يمكنهم اثبات ذلك .

وكان وود مولعا جدا فى فك الألغاز وايجاد الحلول المبتكرة والبسيطة لأية مشكلة . ولم يغير من هوايته هذه المرة . ففى أحد الأيام قدمت صاحبة البانسيون وجبة غذاء عبارة عن شطائر من البفتيك (اللحم المقلى) . وما كان من روب (هكذا كان زملاءه ينادونه فى ذلك الوقت) الا أن أبقى عدة شطائر فى الصحن ورشها بمسحوق من كلوريد الليثيوم وهو مادة غير ضارة أبدا وتشبه من حيث الشكل والطعم ملح الطعام العادى . وفى اليوم التالى أخذ روب قطع اللحم المشوى المقدمة للطلبة فى وجبة الصباح وقام «بحرقها» أمام فتحة جهاز الاسبكتروسكوب (المطياف أو منظار التحليل الطيفى) . وسرعان ما ظهر على اللوحة خط طيف أحمر يدل على وجود الليثيوم فى المادة المحروقة . وهكذا وضعت النقاط على الحروف ، وتم فضح صاحبة البانسيون «المقتصدة» . أما وود ، فكان دائما يتذكر بسرور وعلى مدى سنوات عديدة تجربته الرائعة فى علم «التحقيقات الجنائية» .

Be

فلز عصر الفضاء

الخرافات تتحول الى حقيقة — مناجم الزمرد فى مملكة كليوباتره — هوايات أمبراطور روما — «وهو أخضر ، صاف ، مرح ، ولطيف . . .» — الكنوز فى قبور المكسيك — لغز الهنود الحمر الامريكان — تفتيش مفاجئ — الحجر الرائع يعود الى روسيا — «صباح أخضر ومساء دموى» — جيلدا تفتش عن البيرليوم — المعروض «الجريح» — بيان مثير لفوكلين — «خالق المشاكل» — اتهام خطير — مراجعة «الحكم» — الى الفضاء ! — طلب غريب — لن يحدث انفجار — اتحاد بين خفيفين — اكتشاف هام — النيوترونات تبطئ الركض — الصوت يسجل رقما قياسيا — «الابرة» الذرية .

«يعتبر البيرليوم من العناصر الهامة نظريا وعمليا وان السيطرة على الأجواء العليا وكذلك تحليق الطائرات والمناطيد ليس ممكنا دون استخدام الفلزات الخفيفة ، ونتوقع أن يأتى البيرليوم لمساعدة فلزى الطيران : الالومنيوم والمغنسيوم وعندها ستحلق طائراتنا فى الجو وستطير بسرعة آلاف الكيلومترات فى الساعة .

المستقبل للبيرليوم !

أيها الجيولوجيون : فتشوا عن مكامن جديدة للبيرليوم . ويا أيها الكيميائيون تعلموا فصل وفرز هذا الفلز الخفيف عن رفيقه الألومنيوم . والنداء موجه أيضا الى المهندسين الصناعيين : اصنعوا سبائك خفيفة جدا لا تغرق فى الماء ، وقاسية كالفولاذ ، ومرنة كالمطاط ، ومتينة كالبلاتين ، وأبدية كالأحجار الكريمة . . .

قد تبدو هذه الكلمات الآن وكأنها خرافات . ولكن كم من خرافة تحولت على مرأى من أعيننا الى حقيقة واقعة دخلت بيوتنا وأصبحت من مستلزمات حياتنا اليومية . وهل نسينا أن الحديث عن الراديو والسينما الناطقة كان قبل عشرين سنة مضت ضربا من ضروب الخيال والخرافة» .

كاتب هذه السطور العالم السوفييتى المشهور فيرسمان . وقد مضى على كتابته هذه عدة عشرات من السنين . وتؤكد كلماته أنه استطاع فى ذلك الوقت أن يقدر حقا أهمية البيرليوم .

نعم ، فالبيرليوم هو فلز المستقبل . وليس فى الجدول الدورى سوى عدد قليل من العناصر التى يعود تاريخها ، كتاريخ البيرليوم ، الى الماضى البعيد .

. . . منذ أكثر من ألفى عام ، كانت صحراء النوبة القاحلة تشتهر بمناجم الزمرد التابعة للملكة كليوباتره . وكان العبيد آنذاك يستخرجون بلورات مدهشة من حجر الزمرد الأخضر ، ثم تأتى قوافل الجمال لتنقلها الى شواطىء البحر الأحمر ومن هناك تأخذ طريقها الى قصور حكام اوروبا والشرقين الأوسط والأقصى — الأباطرة البيزنطيين وشاهات بلاد الفرس وراجات الهند .

وكان الزمرد يسحر الانسان على مر العصور ببريقه الرائع وصفاء لونه وتلألئه الجميل من لون أخضر عاتم تقريبا الى أخضر ساطع براق وقد كتب عنه الكاتب الروسى الشهير كوبرين يقول : «انه اخضر وصاف ، مرح ولطيف كالحشيش فى فصل الربيع» . وكان الأمبراطور الرومانى نيرون يهوى مشاهدة مصارعة العبيد من خلال بلورة كبيرة من الزمرد .

ومع اكتشاف أمريكا سطرت صفحة جديدة فى تاريخ هذا الحجر الأخضر . فقد اكتشف الاسبان فى مقابر ومعابد المكسيك والبيرو وكولومبيا كميات هائلة من أحجار الزمرد الأخضر العاتم ، واستمروا عدة سنوات ينهبون ويسلبون هذه الثروة الهائلة . وثم حاولوا طويلا ، ودون جدوى ، العثور على مكان استخراج هذا الحجر الكريم ، الذى كان سرا لدى الهنود الحمر الامريكان (الاينكيين) ، حتى منتصف القرن السادس عشر حيث تمكنوا أخيرا من اكتشاف مناجم الزمرد فى كولومبيا .

وبقى الزمرد الكولومبى الجميل سائدا فى صناعة المجوهرات حتى القرن التاسع عشر ، ففى عام ١٨٣١ ، وبينما كان مكسيميليان كوجيفنيكوف ، وهو عامل فى منجم للزمرد فى الأورال ، يجمع أغصان الأشجار المتساقطة فى الغابة بالقرب من نهر توكوفايا ، فاذا به

يعثر على أول حجر زمرد فى روسيا . وسرعان ما حاز زمرد الأورال على ثقة الصاغة فى جميع أنحاء العالم .

وفى عام ١٨٣٤ تم العثور فى أحد المناجم فى الأورال على زمرد ضخم جميل بلغ وزنه كيلوجرامين و ٢٢٦ جراما . وقرر مدير ورشة نقش الاحجار هناك كاكوفين الاحتفاظ لنفسه بهذا الحجر السحرى ، وطمس هذا الخبر وعدم الاعلان عنه . ولكن يبدو أن الحديث عن هذه اللقية الفريدة وصل الى العاصمة بطرسبرج حيث تقرر ارسال لجنة تفتيش للتحقيق فى الحادث . وتمكنت اللجنة من العثور على الحجر وتم نقله الى العاصمة وألقى القبض على مدير الورشة وأودع السجن حيث انتحر هناك . (ونشير هنا الى أن الأبحاث الأخيرة للمؤرخين تتحدث عن براءة كاكوفين من محاولة اخفاء الزمرد) .

وفى بطرسبرج لم يوضع الحجر فى خزانة الدولة ، بل حل فى البداية «ضيفا» على الكونت بيروفسكى ، ثم انتقل الى الأمير كوتشوبيه وفى عام ١٩٠٥ ، وبعد الاستيلاء على ممتلكات كوتشوبيه ، ظهر هذا الحجر فى فيينا حيث دفعت الحكومة الروسية مبلغا كبيرا من المال لاعادته وامتلاكه مجددا . وهو الآن يزين مجموعة الأحجار الكريمة فى متحف أكاديمية العلوم السوفييتية فى موسكو .

والزمرد واحد من المعادن الكثيرة للبيرليوم ، مثل الأكوامارين ذى اللون الأخضر المزرق كلون ماء البحر والبيريل الأخضر المصفر والفناكيت الأصفى من الماء والاكلاز ذى اللون الأزرق اللطيف والكريزوبيريل الأخضر الشفاف والألكسندريت ذى اللون الأخضر الكثيف فى النهار والقرمزى تحت الضوء الكهربائى («الصباح الأخضر والمساء الدموى» هكذا وصفه مجازا الكاتب الروسى ليسكوف) . وهذه ليست سوى بعض الأفراد الهامة فى عائلة أحجار البيرليوم الكريمة .

بدأت تظهر مؤخرا فى الصحف أنباء حول البحث عن الثروات الطبيعية بواسطة . . .

2-843

الكلاب . فالكلب ، الصديق الوفى للانسان ، مشهور منذ القدم بحاسة شمه القوية وقدرته على كشف الأشياء من رائحتها . ولكن ما هى يا ترى «قدرته الجيولوجية» ؟ وأى المعادن يستطيع اكتشافها «عالم الخامات» الأشعث هذا ؟ ويحدثنا الدكتور فى العلوم البيولوجية فاسيليف (وهو صاحب فكرة هذا الاتجاه الجديد فى التنقيب عن الثروات الطبيعية المدفونة فى باطن الأرض) قائلا : «ان مجموعة المعادن المعروضة فى متحف أكاديمية العلوم السوفييتية ساعدتنا فى الاجابة على هذا السؤال . وكان لفلز البيريليوم دور حاسم هنا ، فقد قدم هذا الفلز للكلبة دجيلدا كى تشمه ثم وضعت أمامها مجموعة كبيرة من المعادن وكم كانت الدهشة كبيرة حين اختارت دجيلدا من بينها الزمرد والأكوامارين والفناكيت والبرتراندیت ، أى تلك المعادن الحاوية على البيريليوم فقط . وبعد ذلك قمنا بتوزيع جميع المعادن الحاوية على البيريليوم بين العينات الأخرى الموجودة فى المتحف وطلبنا من دجيلدا أن تعثر عليها . فبدأت دجيلدا بالتجوال فى المتحف فترة من الزمن ثم انبطحت فجأة على صدرها عند واجهة العرض التى يوجد فيها حجر كبير من الزمرد وبدأت تنبح» .

والبيريل هو المعدن الوحيد بين جميع معادن البيريليوم الذى يستخدم فى الصناعة . وتصادف فى الطبيعة بلورات ضخمة منه يبلغ وزنها عشرات ومئات وحتى آلاف الكيلوجرامات . وقد بلغ طول أضخم بلورة منها حوالى تسعة أمتار .

وتعرض فى المتحف الجيولوجى فى لينينغراد بلورة من البيريل طولها متر ونصف . ولهذه البلورة قصة مثيرة : ففى شتاء عام ١٩٤٢ ، وعندما كانت القوات النازية الفاشية تحاصر المدينة اخترقت احدى قذائف العدو سطح المتحف وسقطت فى القاعة الرئيسية حيث انفجرت وأحدثت شظاياها أضرارا جسيمة بهذه البلورة مما دفع على الاعتقاد بأنه لم يعد لها مكان بعد ذلك بين معروضات المتحف . ولكن منذ عدة سنوات نجح الفنانون المختصون بتجديد الآثار والتحف القديمة ، بعد عمل شاق ودقيق ، فى اعادة البلورة الى شكلها الأصلى . وهى الآن تأخذ مكانها فى المتحف وكأن شيئا لم يحدث لها سابقا ولم يبق من الماضى الأليم سوى شظيتين يعلوهما الصدأ ملفوفتين بصفيحة من الزجاج العضوى ومعروضتين الى جانب البلورة بالاضافة الى لوحة تحكى هذه القصة المثيرة .

وليس غريبا أن أحجار البيريليوم الكريمة كانت منذ قديم الزمان تسترعى اهتمام ليس فقط هواة جمع المجوهرات وانما كانت محط اهتمام الكيميائيين أيضا .

ففى القرن الثامن عشر لم يكن معروفا بعد العنصر الموجود حاليا فى الجدول الدورى تحت

الرقم ٤٠ وقد حاول آنئذ العديد من العلماء تحليل البيريل ، الا أن أحدا منهم لم يتمكن من اكتشاف الفلز الجديد الموجود فيه . فقد بدى وكأنه يختبئ وراء الألومنيوم ومركباته ، ذلك أن خواص هذين العنصرين متشابهة جدا والى حد غريب . ولكن يوجد مع ذلك تباين فيما بينهما . وأول من لاحظ هذا التباين ، الكيميائى الفرنسى لوى نيكولا فوكلين . ففى ١٥ شباط (فبراير) من عام ١٧٩٨ أعلن فوكلين فى اجتماع لأكاديمية العلوم الفرنسية نبأ مثيرا مفاده أن البيريل والزمرد يحتويان على «تراب» جديد يختلف فى خواصه عن الألومينا أو أكسيد الألومنيوم .

اقترح فوكلين تسمية العنصر المكتشف «بالجليسينيوم» نظرا لطعم أملاحه الحلو (اشتقاقا من الكلمة اليونانية (glykys) وتعنى الحلو) . والآن لا تزال هذه التسمية تستعمل فى فرنسا فقط ، بينما يطلق على هذا العنصر فى البلدان الأخرى اسم «البيريليوم» وقد اقترح ذلك الكيميائيان المشهوران كلابروت واكيبرج .

ان التشابه بين البيريليوم والألومنيوم خلق صعوبات جمة أمام مندلييف لدى ترتيبه للجدول الدورى . فالمشكلة هنا هى أن البيريليوم فى منتصف القرن التاسع عشر كان يعتبر ، بسبب هذا التشابه ، فلزا ثلاثى التكافؤ يساوى وزنه الذرى ١٣,٥ ، وبالتالى كان من المفروض أن يشغل فى الجدول الدورى مكانا بين الكربون والسيليكون . وقد أدى ذلك الى تشوش واضطراب واضح فى ظاهرة التغير القانونى لخواص العناصر ، وشكك فى صحة الجدول الدورى . ولكن مندلييف ، الذى كان مقتنعا فى صحة رأيه بالنسبة الى القانون الدورى ، اعتبر أن تعيين الوزن الذرى للبيريليوم كان خاطئا وأن هذا العنصر يجب أن يكون ثنائى التكافؤ وليس ثلاثى التكافؤ وله خواص المغنسيوم . وبناء على ذلك وضع مندلييف البيريليوم فى الفصيلة الثانية وصحح وزنه الذرى وجعله مساويا ٩ . وسرعان ما اضطر الكيميائيان السويديان نيلسون وبيترسون الى قبول ذلك بعد أن كانا سابقا على يقين تام بأن البيريليوم ثلاثى التكافؤ . ثم قاما بعد ذلك بابحاث دقيقة أكدا فيها أن الوزن الذرى للبيريليوم يساوى ٩,١ . وهكذا يعود الفضل للبيريليوم «خالق المشاكل فى الجدول الدورى» فى انتصار أحد أهم القوانين الكيميائية .

ان تاريخ هذا العنصر يشبه الى حد كبير تاريخ اخوته — الفلزات . فقد تم فصله فى حالة حرة عام ١٨٢٨ من قبل فيولر وبيوسى . وبعد مرور سبعين عاما على ذلك تمكن الفرنسى لبو من الحصول على فلز البيريليوم النقى وذلك بالتحليل الكهربائى لأملاحه المصهورة . وليس غريبا أن المراجع الكيميائية بقيت حتى مطلع القرن الحالى تتهم البيريليوم بأنه «طفيلى كسول» «وليس له تطبيقات عملية» .

ولكن التطور السريع للعلم والتكنيك ، والذى تميز به القرن العشرين ، أجبر الكيميائيين على اعادة النظر فى هذا الحكم الجائر على البيريليوم . اذ دلت دراسة البيريليوم النقى على أنه يتمتع بخواص قيمة عديدة .

فالبيريليوم واحد من الفلزات الخفيفة ، ويتصف فى الوقت ذاته بمتانة أكبر منها عند أنواع الفولاذ المخصص للانشاءات . والى جانب ذلك ، فهو يمتاز بدرجة انصهار أعلى من درجة انصهار كل من المغنسيوم والألومنيوم . وهذا الجمع الموفق بين الخواص

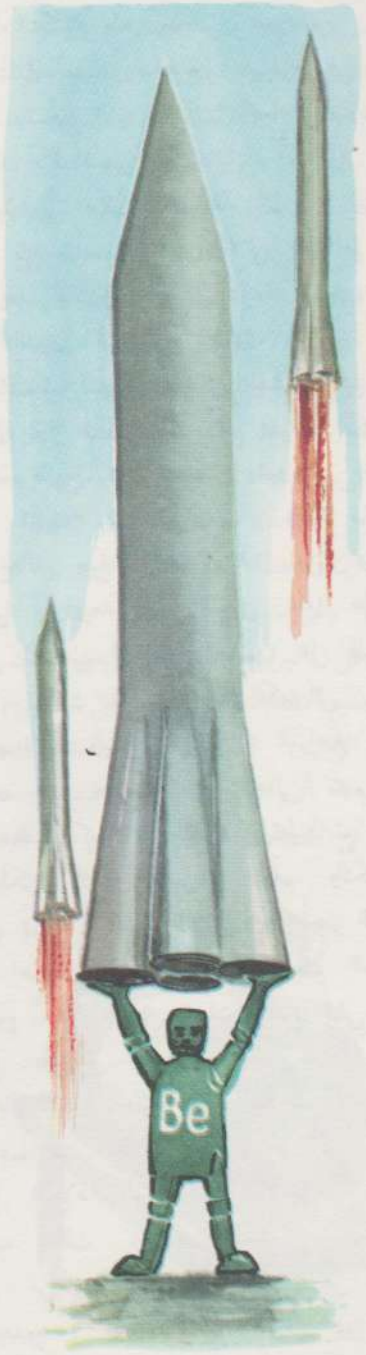
يجعل البيرليوم فى الوقت الحاضر من المواد الأساسية اللازمة فى صناعة الطائرات . ذلك أن أجزاء الطائرة المصنوعة من البيرليوم أخف بمرة ونصف من تلك الاجزاء المصنوعة من الألومنيوم .

ان الناقلية الحرارية الممتازة والسعة الحرارية العالية والمقاومة الجيدة للحرارة عند البيرليوم تسمح باستخدامه هو ومركباته فى صناعة الصواريخ كمادة واقية من الحرارة . فقد نشر فى الصحافة الأمريكية أن مقدمة وأرضية قمرة (غرفة) سفينة الفضاء «فرندشيب — ٧» التى حلق فيها جون جلن كانت مصنوعة من البيرليوم .

والأجزاء المصنوعة من البيرليوم تبقى محافظة على أبعادها بدقة عالية ، لذا فهى تستخدم فى الجيروسكوبات (gyroscope) أى الأجهزة الداخلة فى مجموعة توجيه وحفظ توازن الصواريخ وسفن الفضاء والأقمار الصناعية .

وثمة خاصة أخرى للبيرليوم هامة جدا بالنسبة الى صناعة الصواريخ : وهى أنه تنتشر عند احتراقه كمية هائلة من الحرارة تقدر بـ ١٥٠٠٠ كيلوكالورى للكيلوجرام الواحد . لذا يمكن استخدامه كمكون فى وقود الصواريخ المتوجهة نحو القمر والكواكب الأخرى .

تستعمل سبائك النحاس مع البيرليوم ، المسماة ببرونز البيرليوم ، بشكل واسع فى الطيران . اذ يصنع منها العديد من السلع التى يطلب منها أن تكون متينة جدا وجيدة المقاومة للكلال (fatigue) والتآكل وتحافظ على مرونتها فى مجال واسع من درجات الحرارة وذات ناقلية عالية للحرارة والكهرباء . ويقدر عدد الأجزاء المصنوعة من هذه السبائك والمستخدمة فى الطائرة الحديثة بأكثر من ألف



جزء . وتصنع من برونز البيرليوم ، بفضل خواصه المرنة ، نوابض رائعة لا تعرف الكلال عمليا وقادرة على تحمل حتى ٢٠ مليون شوط من الحمولات المتغيرة الاتجاه .

وبالمناسبة ، اليكم هذه الحادثة الطريفة من تاريخ الحرب العالمية الثانية ، والتى لها علاقة بالنوابض : فقدت الصناعة فى ألمانيا الهتلرية أثناء الحرب الصلة بالمصادر الأساسية لخامات البيرليوم . وكانت الولايات المتحدة الأمريكية آنئذ تسيطر عمليا على مجمل الانتاج العالمى من هذا الفلز الاستراتيجى الثمين . عندئذ لجأ الألمان الى الخدعة وقرروا استخدام البلد المحايد سويسرا من أجل الحصول على برونز البيرليوم بصورة غير شرعية : فقد تلقت الشركات الأمريكية من أصحاب مصانع الساعات السويسرية طلبات لشراء برونز البيرليوم لاستخدامه كنوابض فى الساعات . وكانت الكميات المطلوبة كبيرة جدا بحيث تكفى العالم كله على مدى خمسمئة عام قادمة . وسرعان ما اكتشفت هذه اللعبة ولم تنفذ الطلبات المذكورة . ومع ذلك ، فقد كانت تظهر من حين الى آخر نوابض من برونز البيرليوم فى المدافع الرشاشة المركبة على أحدث ماركات الطائرات فى الجيش النازى .

يعتبر الكلال من «الأمراض المهنية» التى يعانى منها العديد من الفلزات والسبائك . اذ أنها تتحطم تدريجيا لعدم تحملها للجهود المتغيرة . ولكن اضافة ولو كمية قليلة من البيرليوم الى الفولاذ تزيل عنه الكلال فورا . فاذا كان زنبرك السيارة المصنوع من الفولاذ الكربونى العادى يتكسر بعد ٨٠٠ — ٨٥٠ ألف صدمة ، فانه يتحمل بعد اضافة «الفيتامين Be» الى الفولاذ ١٤ مليون صدمة ولا تظهر فيه أية اثار للكلال .

وبرونز البيرليوم ، خلافا للفولاذ ، لا يعطى شرارة عند اصطدامه بحجر أو فلز ، ولهذا فهو يستعمل على نطاق واسع فى صنع الآلات اللازمة للعمل فى الاماكن الخطرة الانفجار كالمناجم ومصانع البارود ومستودعات البترول .

يؤثر البيرليوم تأثيرا ملموسا على خواص المغنسيوم . فاضافة ولو نسبة قليلة منه لا تتعدى ٠,٠١ % الى سبائك المغنسيوم تحول دون اشتعال هذه السبائك أثناء صهرها وسكبها (أى فى الدرجة ٧٠٠ مئوية تقريبا) ، كما تخفف كثيرا من تآكلها سواء فى الهواء أو فى الماء .

ولسبائك البيرليوم مع الليثيوم ، على ما يبدو ، مستقبل باهر . فربما أدى اتحاد هذين الفلزين الخفيفين الى الحصول على سبائك أخف من الماء .

والبيرليوم مختزل رائع للفولاذ ولكنه ، مع الأسف ، غالي الثمن (اذ يبلغ حاليا سعر الجرام الواحد منه فى الولايات المتحدة الأمريكية ١٥٠ دولارا تقريبا أى أغلى من التنتالوم والزركونيوم والنيوبيوم فضلا عن أنه أغلى من الفضة مثلا ذلك الفلز الرخيص نسبيا) .

ولم يترك خبراء صناعة التعدين البيرليوم جانبا بل وجدوا له تطبيقا هاما ، يقوم على اشباع سطح السلع الفولاذية به فتزداد عندئذ قساوتها ومتانتها ومقاومتها للتلف

والاختصاصيون فى الطب الاشعاعى يتعاطفون مع البيرليوم ويحترمونه جدا . فهو أفضل من جميع الفلزات الأخرى الثابتة فى الهواء من حيث تمرير الأشعة السينية (أشعة رونتجن أو أشعة إكس) والآن تصنع منه فى جميع أنحاء العالم «المنافذ» الخاصة بأنابيب الأشعة السينية نظرا لأن قدرة هذه «المنافذ» على تمرير الأشعة المذكورة أكبر بسبع عشرة مرة منها عند «المنافذ» المصنوعة من الألومنيوم ، والتى كانت تستخدم سابقا لهذا الغرض .

ولقد لعب البيرليوم دورا ملحوظا فى تطوير علم بناء الذرة ونواتها . ففى بداية الثلاثينات من القرن الحالى وبينما كان عالما الفيزياء الألمانيان بوته وبيكر يقذفان البيرليوم بالجسيمات ألفا اكتشفا ما يسمى «بالاشعاع البيرلى» وهو اشعاع ضعيف جدا ولكنه ذو قوة اختراق قوية : اذ يمر خلال طبقة من الرصاص يبلغ سمكها عدة سنتيمترات . وقد أوضح العالم الانكليزى تشدفيك فى عام ١٩٣٢ طبيعة هذا الاشعاع ، فتبين أنه سيل من الجسيمات المحايدة كهربائيا تساوى كتلتها كتلة البروتون تقريبا . وقد سميت هذه الجسيمات الجديدة بالنيوترونات .

ان عدم وجود شحنة كهربائية عند النيوترونات يجعلها تدخل بسهولة فى نوى ذرات العناصر الأخرى . وقد أصبح النيوترون بفضل هذه الخاصة أكثر «القذائف» فعالية فى «المدفعية» الذرية . والآن تستخدم «المدافع» النيوترونية بشكل واسع لتحقيق التفاعلات النووية .

ولقد تبين من دراسة البنية الذرية للبيرليوم أن التقاطه للنيوترونات ضئيل وبالتالى فهو يشتتها ويغير اتجاه حركتها كما يبطئ سرعتها لدرجة تجرى عندها التفاعلات المتسلسلة بشكل أكثر فعالية . ويعتبر البيرليوم أفضل المواد الصلبة جميعا على ابطاء النيوترونات . وهو يصد جيدا النيوترونات ويعيدها الى المنطقة الفعالة من المفاعل ويحول دون تسربها من هناك . وأخيرا يتصف البيرليوم بثبات اشعاعى كبير لا يتغير فى درجات الحرارة العالية جدا .

ان كل هذه الخواص الرائعة تجعل البيرليوم واحدا من العناصر الضرورية جدا فى التكنيك الذرى .

ويمتاز البيرليوم بقدرة جيدة على نقل الصوت . وهذه خاصة هامة جدا فى مجال العلم والتكنيك . فالمعروف أن سرعة الصوت فى الهواء تبلغ ٣٣٠ مترا فى الثانية وفى الماء ١٤٥٠ مترا فى الثانية . أما فى البيرليوم فيسجل الصوت رقما قياسيا ويحطم جميع الأرقام الأخرى ، اذ يجتاز ١٢٥٠٠ متر فى الثانية .

يتمتع أكسيد البيرليوم بخواص ثمينة عديدة ، منها مقاومته العالية للاشتعال (تبلغ درجة انصهاره ٢٥٧٠ م) وثباته الكيميائى الجيد وناقليته الكبيرة للحرارة . وقد ساعد ذلك على استخدامه لتبطين الأفران التى تعمل بالحث (induction furnaces) وفى صناعة البواتق اللازمة لصهر الفلزات والسبائك

المختلفة . فلصهر البيريليوم فى الفراغ مثلا لا تستعمل الا البواتق المصنوعة من أكسيد البيريليوم الذى لا يتفاعل أبدا مع البيريليوم . ويشكل هذا الأكسيد المادة الأساسية فى أغلفة العناصر الناشرة للحرارة فى المفاعلات الذرية .

ومن المحتمل أن تستغل فى المستقبل الخواص العازلة للحرارة عند أكسيد البيريليوم بغية استخدامه فى دراسة الطبقات العميقة من الكرة الأرضية . وثمة مشروع لأخذ عينات من أعماق فى القشرة الأرضية تصل الى ٣٢ كيلومترا وذلك بواسطة ما يسمى «بالابرة الذرية» ، وهى عبارة عن مفاعل ذرى صغير جدا يحاط بغلاف عازل للحرارة مصنوع من أكسيد البيريليوم .

. . . وهكذا تحققت تنبؤات العالم المشهور فيرسمان . فلم يحتاج البيريليوم سوى وقت

قصير جدا كى يحقق الآمال الملقاة عليه . اذ تحول اليوم من عنصر نادر قليل الشهرة الى واحد من أهم فلزات القرن العشرين .

Mg

مناضل ضد الاعياء

مشاكل الكيميائيين القدامى — الحل الصحيح يكمن فى الماء — بديل «حجر الفلاسفة» — الاحتفال دون ألعاب نارية — فى لهب عود الثقاب — الخوف من الماء — فى الطبقات السفلى من القشرة الأرضية — «الجلد الجبلى» — أى الطرائق أفضل ؟ — نبتون ينام مطمئنا — كل واحد يقدم حسناته — فى ظروف قاسية — فى ميدان علم التعدين — لا داع للانتظار — «انتبه ، اننى التقط الصورة» — ثمة قضايا أهم — فى قشرة البيض — عليكم بأكل الدراق — يهدد باحتشاء العضلة القلبية — «أتريدون ابنا أم ابنة ؟» — على غرار البقر — مادة جديدة صامدة للنار والحرارة — مساهمة جرينيار — الدور المفضل فى المستقبل .

كانت احدى المشاكل التى شغلت «الكيميائيين» فى القرون الوسطى هى البحث عن «حجر الفلاسفة» المزعوم . وكانوا يأملون بواسطة هذا الحجر حل لغز الحصول على الذهب من الفلزات «غير الثمينة» .

وكان البحث يجرى فى اتجاهات مختلفة . فالبعض من هؤلاء «الكيميائيين» ارتأى أن يستخدم الرصاص لهذا الغرض . وكانوا يسخنونه حتى بلوغ حالة «الأسد الأحمر» (أى حتى الانصهار) ثم يغلونه فى كحول العنب الحامض . أما البعض الآخر ، فكان يعتقد بأن المادة الأولية الملائمة لصنع «حجر الفلاسفة» هى بول الحيوانات . وكان هنالك اتجاه ثالث يؤكد بأن الحل الصحيح يكمن فى الماء .

وفى نهاية القرن الثامن عشر قام أحد الكيميائيين الانكليز (وهو على ما يبدو من أنصار الاتجاه الثالث) بتبخير ماء ينبع من أرض بالقرب من مدينة ابسوم ، فبدلا من أن يحصل على «حجر الفلاسفة» ، كما كان يبغى ، اذا به يحصل على ملح ذى طعم مر وله تأثير ملين . وبعد مرور عدة سنوات اتضح أن هذا الملح يشكل بتفاعله مع «القلوى الدائم» (هكذا كانت تسمى فى ذلك الوقت الصودا والبوتاس) مسحوقا خفيفا وهشا وأبيض اللون . وقد تم الحصول على المسحوق ذاته أثناء تحميص معدن عثر عليه فى ضواحى مدينة مغنيسيا اليونانية . ونظرا لهذا التشابه سمى ملح مدينة ابسوم بالمغنيسيا البيضاء .

وفى عام ١٨٠٨ ، وبينما كان العالم الانكليزى الشاب همفرى دفى يقوم بتحليل المغنيسيا البيضاء فاذا به يحصل على عنصر جديد أسماه المغنسيوم . وقد جرى الاحتفال بمناسبة اكتشاف العنصر الجديد دون أن تتخلله حفلة ألعاب نارية ، وذلك لأنه لم يكن معروفا فى ذلك الوقت أن هذا العنصر هو الأساس فى صنع الصواريخ النارية .

والمغنسيوم فلز خفيف جدا ذو لون أبيض – فضى . فهو أخف من النحاس بخمس مرات تقريبا ، وأخف من الحديد بأربع مرات ونصف ، وأكثر من ذلك ، فان الألومنيوم ، الذى يوصف لخفته بأنه «مجنح» ، هو أثقل بمرة ونصف من المغنسيوم . ودرجة انصهار المغنسيوم ليست عالية نسبيا وهى تساوى ٦٥٠ م . ولكن من الصعب جدا صهره فى الشروط العادية : ذلك أن المغنسيوم المسخن فى الهواء حتى الدرجة ٥٥٠ م يشتعل ويلتهب فورا بلهب باهر ساطع (وهذه الخاصة تجعل المغنسيوم يستخدم بشكل واسع فى صنع الصواريخ النارية) . ولاشعال هذا الفلز يكفى أن يقرب منه عود ثقاب مشتعل . ومن ناحية أخرى ، فهو يشتعل فى جو من الكلور حتى فى درجة حرارة الغرفة . وتنتشر أثناء اشتعال

المغنسيوم كمية كبيرة من الحرارة والأشعة فوق البنفسجية : اذ تكفى أربعة جرامات من هذا «الوقود» لغلى كأس من الماء المثلج .

يتعتم المغنسيوم بسرعة فى الهواء نظرا لأنه يتغطى بطبقة من الأكسيد تقى باقى الفلز من الأكسدة فيما بعد .

ويتصف المغنسيوم بروح عدوانية : فهو يخطف الأكسجين والكلور بسهولة من معظم العناصر . وبالرغم من مقاومته لتأثير بعض الأحماض والصودا والقلويات الكاوية والبنزين والكيروسين والزيوت المعدنية ، الا أنه يقف عاجزا أمام ماء البحر ويكون مضطرا للذوبان فيه . وهو لا يتفاعل تقريبا مع الماء البارد ولكنه يطرد جيدا الهيدروجين من الماء الساخن .

والقشرة الأرضية غنية بالمغنسيوم (أكثر من ٢,٣%) . ولا تتفوق عليه فى هذا المجال سوى ستة عناصر فقط . ويعتقد العلماء بأن نسبة هذا العنصر كبيرة جدا فى الطبقات الدنيا من باطن الأرض . ويدخل المغنسيوم فى تركيب حوالى مئتى (٢٠٠) معدن معروف ، يوجد بينها معدن غريب جدا : فهو يطوى بسهولة كالمنديل ، ويمكن أن تلف الأشياء به كالورق ، وأخيرا يمكن تفتيته بالأصابع .

ولقد عثر على عينة فريدة من هذا المعدن فى الشرق الأقصى للاتحاد السوفييتى منذ عشرين عاما تقريبا : فبينما كان العمال يحفرون منجما لخامات المعادن اكتشفوا مغارة (كهفا) صغيرة تتدلى من سطحها «ستارة» ذات لون أبيض باهت ، وتبدو وكأنها مطوية مرتين ويبلغ طولها مترا ونصف وعرضها حوالى المتر الواحد . وهى ، باللمس ، تشبه جلد الغزال بنعومتها وليونتها وتدهش المرء بخفتها الغريبة .

أرسلت هذه اللقية الهامة الى موسكو حيث أجرى لها تحليل كيميائى أظهر أنها تتألف أساسا من ألومينوسليكات المغنسيوم وهى نوع من أنواع الباليجورسكيت (وهو معدن من فئة الأسبستوس اكتشفه لأول مرة الأكاديمى فيرسمان فى العشرينات من القرن الحالى فى مكمن باليجورسك فى منطقة الأورال) . وكثيرا ما يسمى هذا المعدن ، نظرا لخواصه الغريبة ، «بالجلد الجبلى» . وتحفظ الآن هذه العينة فى المتحف الجيولوجى التابع لأكاديمية العلوم السوفييتية وهى الأولى من نوعها فى العالم .

وأكثر خامات المغنسيوم استخداما فى الصناعة هى المغنيسيت والدولوميت والكرناليت .

يحضر المغنسيوم صناعيا بطريقتين هما الطريقة الكهربائية الحرارية وطريقة التحليل الكهربائى . ففى الطريقة الأولى يحصل على المغنسيوم مباشرة من أكسيده بعد التأثير عليه بمختزل ما كالفحم والألومنيوم وغيرهما . وهذه الطريقة بسيطة جدا ويزداد انتشارها فى الفترة الأخيرة . ولكن طريقة التحليل الكهربائى لأملاح المغنسيوم المنصهرة ، وبشكل رئيسى املاحه الكلورية ، لا تزال تعتبر الطريقة الصناعية الأساسية فى الحصول على المغنسيوم ، فبواسطتها يمكن الحصول على فلز نقى جدا يحوى أكثر من ٩٩,٩٩ % مغنسيوم .

وليست القشرة الأرضية وحدها الغنية بالمغنسيوم ، فمياه البحار والمحيطات تحتوى على كميات هائلة منه لا تنضب عمليا وتزداد باستمرار . ويكفى أن نذكر أن المتر المكعب الواحد من ماء البحر يحوى حوالى أربعة كيلوجرامات من المغنسيوم . ويبلغ مجموع كميته الذائبة فى مياه البحار والمحيطات أكثر من ٦×١٠^{١٦} طنا .

وبامكانكم أن تتصوروا مدى ضخامة هذا الرقم حتى ولو كنتم ضعفاء فى علم الرياضيات . وعلى أى حال ، فاننا سنورد لكم ، زيادة فى الايضاح ، المثال التالى : ان مجموع ما عاشته البشرية منذ بداية التقويم التاريخى وحتى الآن يزيد قليلا عن ٦٠ مليار (6×10^{10}) ثانية . فلو بدأ البشر منذ الأيام الأولى للتقويم الميلادى باستخراج المغنسيوم من ماء البحر حتى نفاده كليا ، لكان عليهم أن يستخرجوا فى كل ثانية مليون طن من هذا العنصر !

ولكن «نبتون» يبقى مع ذلك مطمئنا على ثروته ، فحتى فى أيام الحرب العالمية الثانية ، حيث كان انتاج المغنسيوم على أوجه ، لم يستخرج من ماء البحر سوى ٨٠ ألف طن من المغنسيوم فى العام (وليس فى الثانية !) . وطريقة استخراجه بسيطة جدا . اذ يخلط ماء البحر فى صهاريج ضخمة مع لبن الجير (الكلس) المحضر من الصدف البحرى ، فيتكون من جراء ذلك ما يسمى «باللبن المغنسيومى» الذى يتحول فيما بعد الى كلوريد المغنسيوم . ثم يفرز المغنسيوم عن الكلور بالتحليل الكهربائى . ومؤخرا قامت الشركة اليابانية «كوريتا كوجيو» بتصميم مصنع للاستفادة من ماء البحر . وتدل معطيات هذا المشروع على أنه يمكن الحصول من ٤ ملايين لتر من الماء على ١٠٨ طن من ملح الطعام و ٢,٢ طن من الميرابيليت (أو ملح جلاوبير) و ١٦,٧ طن من الكلور و ١٥,٩ طن من المغنسيوم . وبالاضافة الى ذلك ، يعطى المصنع ثلاثة ملايين لتر من ماء الشرب وكمية كبيرة من محلول ملحى ضرورى لصناعة الصودا الكاوية .

وكمصدر آخر للمغنسيوم يمكن استغلال مياه البحيرات المالحة التى تحتوى على كلوريد المغنسيوم وتوجد فى الاتحاد السوفييتى مثل هذه «المستودعات» للمغنسيوم فى منطقة القرم ومنطقة نهر الفولغا ومناطق أخرى .

وهكذا فقد أصبحت لديكم فكرة واضحة

عن المغنسيوم وكيفية الحصول عليه . ولكن دعونا الآن نبحث عن تطبيقات هذا العنصر ومركباته . . .

كان من المفروض أن يستخدم المغنسيوم النقى ، نظرا لخفته ، كمادة انشائية رائعة لو لا أنه لين وغير متين . ولهذا لجأ المهندسون ، بالضرورة ، الى استعمال سبائكه مع الفلزات الأخرى مثل الألومنيوم والزنك والمنجنيز . عندئذ يقدم كل منها حسناته للمجموع : فالألومنيوم والزنك يرفعان متانة السبيكة ، ويزيد المنجنيز من مقاومتها للتآكل . ولكن ما هى مساهمة المغنسيوم ؟ الجواب هو أن المغنسيوم يكسب السبيكة خفة عالية ، فالاجزاء المصنوعة من سبائك المغنسيوم أخف بـ ٢٠ — ٣٠ % من سبائك الألومنيوم وأخف بمقدار ٥٠ — ٧٥ % من سبائك الفولاذ والحديد . ولا عجب فى أن سبائك هذا العنصر «تستدعى بكل سرور للعمل» فى مصانع انتاج السيارات وصناعة النسيج والطباعة .

ولسبائك المغنسيوم أصدقاء كثيرون ، مثل الليثيوم والبيريليوم والكالسيوم والسيريوم والكادميوم والتيتانيوم ، ترفع مقاومة السبائك للحرارة وتخفض قابليتها على التأكسد . ولها ، مع الأسف ، أعداء أيضا ، مثل الحديد والسليكون والنيكل تسىء الى خواصها الميكانيكية وتخفض مقاومتها للتآكل .

تستخدم سبائك المغنسيوم بشكل واسع فى صناعة الطائرات . ففى عام ١٩٣٥ صنعت فى الاتحاد السوفييتى طائرة «سيرجو أوردجونيكيدزى» وكان ٨٠ % منها مصنوعا من سبائك المغنسيوم . وقد اجتازت هذه الطائرة بنجاح جميع التجارب وبقيت فترة طويلة تستخدم فى ظروف قاسية .

ونذكر هنا أن الصواريخ والمفاعلات النووية وأجزاء المحركات وصهاريج البنزين والزيوت وهياكل القاطرات والباصات والسيارات السياحية ومضخات الزيوت ومطارق المعادن وآلات التصوير السينمائية والعادية والمناظر كلها تدخل فى قائمة الأجهزة والأدوات التى تستخدم فى صناعتها سبائك المغنسيوم .

ولا يقل دور المغنسيوم فى صناعة التعدين أهمية عن دوره فى فروع الصناعة الأخرى . فهو يستعمل هنا كمختزل فى صناعة عدد من الفلزات (كالفانديوم والكروم والتيتانيوم والزركونيوم) . كما أن اضافة المغنسيوم الى حديد الصب المصهور تؤدى الى تحسين بنيته وخواصه الميكانيكية . ويمكن الاستعاضة عن المطروقات (forgings) الفولاذية بمصبوبات (castings) من هذا الحديد . وعلاوة على ذلك ، فان المغنسيوم يساعد على اختزال الفولاذ والسبائك (أى أنه يخفض فيها كمية الأكسجين الذى يعتبر شائبة ضارة غير مرغوب بها) .

ومن المعلوم أن لمبات الراديو العادية لا تبدأ بالعمل الا بعد أن تسخن وتصل درجة حرارتها الى ٨٠٠ م . وكنا فى الماضى عندما نفتح المذياع أو التلفزيون ننتظر فترة من الوقت حتى نسمع الصوت أو نرى الصورة . ولازالة هذا النقص فى عمل لمبات الراديو اقترح العلماء البولنديون أن تغطى الكاثودات بأكسيد المغنسيوم : وأصبحت اللمبات الجديدة تعمل مباشرة بعد فتح الراديو أو التلفزيون .

ان قدرة المغنسيوم (على شكل مسحوق أو أسلاك أو أشرطة) على الاشتعال بلهب أبيض باهر تستغل بشكل واسع فى الصناعة الحربية وذلك من أجل انتاج صواريخ الاشارة والصواريخ

المضيئة والقذائف الكاشفة والقنابل المحرقة . وكان المصورون فى الماضى على صلة وثيقة بهذا العنصر . وكم مرة كنا نسمع منهم العبارة التالية : «انتبه ! اننى ألتقط الصورة !» وفجأة يظهر وميض ساطع من مسحوق المغنسيوم يضىء وجه كل من يرغب فى أخذ صورة تذكارية . ولكن الأمر تغير فى الوقت الحاضر ، وتوقف المغنسيوم عن القيام بدوره هذا نظرا لأن اللمبات الكهربائية القوية قد حلت محله واضطرته على الاستقالة من هذه المهمة .

ولكن المغنسيوم لم يأسف لذلك . فلديه من الأعمال والمهمات ما هو أهم وأكثر نفعا . فهو يشارك فى عمل جبار هو تجميع الطاقة الشمسية ، ويدخل فى تركيب الكلوروفيل ، ذلك الساحر العظيم الذى يمتص الطاقة الشمسية ويحول غاز الكربون والماء بواسطتها الى مواد عضوية معقدة (كالسكر والنشا وغيرها) ضرورية لتغذية الانسان والحيوان . ويرافق عملية تشكل المواد العضوية ، التى تسمى بالتخليق الضوئى ، انطلاق الأكسجين من أوراق الأشجار . فلو لا الكلوروفيل لما كانت هناك حياة على الأرض ، ولو لا المغنسيوم لما كان الكلوروفيل . والمعلوم أن نسبة المغنسيوم فى الكلوروفيل تبلغ ٢ % فقط . فهل هذا بالشىء الكثير يا ترى ؟ تعالوا واحكموا بانفسكم : يبلغ مجموع كمية المغنسيوم فى كلوروفيل النباتات فقط حوالى ١٠٠ مليار طن ! وبالاضافة الى النباتات ، يدخل المغنسيوم فى تركيب جميع الكائنات الحية تقريبا . فاذا كان وزنك ٦٠ كيلوجراما ، فان ٢٥ جراما منها تقريبا يعود الى المغنسيوم .

منذ عدة سنوات اختار علماء جامعة مينيسوت فى الولايات المتحدة الأمريكية موضوعا للبحث

العلمى هو دراسة قشرة البيض وأثبتوا أن متانة القشرة تزداد كلما ازدادت نسبة المغنسيوم فيها . وهذا يعنى أنه يمكن رفع متانة القشرة بتغيير تركيب العلف المقدم للدجاج . ولتصور مدى أهمية هذه النتيجة بالنسبة الى الاقتصاد الزراعى نورد الاحصائية التالية : ففى ولاية مينيسوت وحدها كانت الخسارة المادية الناجمة عن تكسر البيض تزيد عن مليون دولار فى العام . وبعد هذا الرقم لن يتجرأ أحد منكم على القول بأن هذا البحث «لا يساوى بيضة مسلوقة» .

وللمغنسيوم تطبيقات واسعة فى ميدان الطب : فقد تعرضنا آنفا لذكر «الملح الانكليزى» وهو ملح مغنسيومى لحمض الكبريتيك يستخدم كملين جيد . ويستعمل أكسيد المغنسيوم النقى لمعالجة الحموضة الزائدة فى المعدة وحوادث التسمم بالأحماض . والمعروف عن فوق أكسيد المغنسيوم أنه مادة مطهرة تستعمل فى حالات الاضطرابات الهضمية والمعدية .

وتدل الاحصائيات على أن أمراض الأوعية

الدموية أقل عند سكان المناطق الدافئة منها عند سكان المناطق الشمالية . والمعروف أن حقن محاليل بعض أملاح المغنسيوم فى الوريد أو فى العضل يزيل التشنج والتقلص . والفواكه والخضار (وبخاصة الغنية منها بالمغنسيوم كالمشمش والدراق والقرنبيط) تساعد جسم الانسان على اختزان الكمية الضرورية من هذه الأملاح . ففى آسيا ، مثلا ، حيث الوجبة الغذائية غنية بالمغنسيوم تكون الاصابات بامراض القلب وتصلب الشرايين أقل منها فى أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية .

وتؤكد التجارب التى أجراها العلماء المجريون على الحيوانات أن نقص المغنسيوم فى الجسم يزيد من احتمال الاصابة باحتشاء العضلة القلبية . فقد قدموا لمجموعة من الكلاب طعاما غنيا بأملاح هذا العنصر وقدموا لمجموعة أخرى طعاما فقيرا بهذه الأملاح . وانتهت التجربة بأن أصيب أفراد المجموعة الثانية باحتشاء العضلة القلبية .

والأشخاص العصبيون أكثر تعرضا للاصابة بأمراض العضلة القلبية من الأشخاص ذوى الطبع الهادئ . ويعود السبب فى ذلك الى أن المغنسيوم الموجود فى الجسم «يحترق» أثناء التهيج والنرفزة .

ويعتقد البيولوجيون الفرنسيون بأن هذا العنصر سيساعد الأطباء فى التغلب على مرض شائع فى القرن العشرين ألا وهو الاعياء . فقد دلت الأبحاث على أن دم الشخص المنهك يحوى كمية من المغنسيوم أقل منها عند الشخص العادى ، كما أن أى انحراف «لمنحنى المغنسيوم» عن وضعه الطبيعى ، حتى ولو كان ضئيلا ، لن يمر عبثا .

ومؤخرا اكتشف علماء البيولوجيا فى فرنسا ظاهرة طريفة وهى أن بعض العناصر يؤثر على جنس الجنين . فقد تبين أن توفر البوتاسيوم بكمية زائدة فى طعام الأم يؤدى الى انجابها للذكور غالبا . أما اذا كان طعامها غنيا بالكالسيوم والمغنسيوم ، فان الغالب عندئذ هو الجنس اللطيف . وربما تمكن العلماء قريبا من تحضير وجبة خاصة لأمهات المستقبل تضمن لهن ولادة ذكر أم أنثى «حسب الطلب» . ولكن يبقى عليهم أن يتأكدوا من أن التأثير المذكور لهذه العناصر هل يسرى على الانسان أم لا ؟ ذلك أن التجارب فى هذا المجال قد أجريت على . . . البقر فقط .

ان مجال تطبيق مركبات المغنسيوم لا يقتصر على ميدان الطب فحسب بل يتعداه الى مجالات أخرى . فأكسيد المغنسيوم ، مثلا ، يستخدم فى صناعة المطاط وانتاج الاسمنت بمختلف أنواعه والآجر (الطوب) الحرارى . ومؤخرا ، وضعت احدى الشركات الكندية طريقة تكنولوجية للحصول على مادة

جديدة صامدة للحرارة لا تتأثر بالخبث وتتمتع بمتانة عالية ومسامية ضعيفة . والمادة الأساسية فيها هى أكسيد المغنسيوم النقى جدا . ويستعمل فوق أكسيد المغنسيوم لقصر الأقمشة ، كما تستخدم كبريتات المغنسيوم كمرسخ (mordant) فى صباغة النسيج والورق ، ويستعمل محلول كلوريد المغنسيوم فى الماء فى تحضير الاسمنت المغنيزى والزيلوليت وغيرها من المواد الاصطناعية . أما كربونات المغنسيوم ، فتستخدم فى صناعة المواد العازلة للحرارة .

وأخيرا هناك مجال واسع آخر لنشاط المغنسيوم هو الكيمياء العضوية . وهنا يستعمل المغنسيوم على شكل مسحوق لنزع الماء من بعض المواد العضوية الهامة كالكحول والأنيلين . ولمركبات المغنسيوم العضوية (ترتبط فيها ذرة المغنسيوم مباشرة بذرة الكربون) أهمية كبيرة أيضا . فهذه المواد ، وبخاصة ألكيل هاليدات المغنسيوم (كاشف جرينيار) ، تدخل فى تركيبها الهالوجينات (الكلور أو البروم أو اليود) وتستعمل بشكل واسع فى التخليق الكيميائى . ولتصور مدى أهمية هذه المركبات يكفى أن نذكر أنه فى عام ١٩١٢ منح الكيميائى الفرنسى فيكتور جرينيار جائزة نوبل فى الكيمياء تقديرا لنجاحه فى اصطناع المركبات العضوية والحصول على ألكيل هاليدات المغنسيوم .

. . . وهكذا فان نشاط المغنسيوم فى الطبيعة وكذلك تطبيقاته فى الصناعة متعددة الجوانب . ولكن من السابق لأوانه القول بأن هذا العنصر «قد أنجز كل ما يستطيع» . فمنذ وقت قريب قامت سبائك المغنسيوم بزيارة القمر ، وهى على شكل أجزاء فى جهاز السبر الاوتوماتيكى للمحطة «لونا ٢٤» ، واشتركت فى استخراج عينات من تربة القمر . ولقد وضعت مواصفات قاسية لدى تصميم هذا الجهاز . فهو ، أولا ، يجب أن يكون خفيفا ، ذلك أن الوزن الزائد يتطلب فى هذه الرحلة الطويلة كمية اضافية من الوقود . وثانيا ، يجب أن تكون أجزاء الجهاز متينة جدا : فليس من المعقول أن ترسل الأجهزة المذكورة فى رحلة هامة كهذه وهناك شك بأنها قد

تخزلنا فى اللحظة الحرجة ، وذلك أن العمل على سطح القمر قد يكون صعبا جدا .

ولهذا قرر مصممو جهاز السبر الاوتوماتيكى استخدام سبائك التيتانيوم والمغنسيوم الخفيفة جدا والمتينة فى الوقت نفسه .

ولقد أخضع هذا الجهاز لتجارب قاسية جدا على الأرض قبل ارساله الى القمر ، واستعمل فى سبر صخور متنوعة وقاسية جدا فى ظروف مناخية عادية ومن ثم فى غرفة الضغط العالى وعند درجات حرارة عالية ومنخفضة تحاكى الظروف الحرارية على القمر حيث «قيظ» النهار (حتى +١١٠° م) يتبعه «صقيع» الليل (حتى −١٢٠° م) . وقد نجحت جميع هذه التجارب على الأرض . وسرعان ما تكللت مهمة المحطة الأوتوماتيكية على القمر بالنجاح أيضا : اذ وصلت الى الأرض عينات من سطح القمر .

A1

« فضة » من الطين

الامبراطور تيبرى يزيل «الخطر» — لقد استمرت التجارب طويلا — رداء فاخر عند الملك — حدث مثير فى معرض باريس — مأدبة غذاء فى قصر الامبراطور — خطة جريئة لنابوليون الثالث — فروع جديدة — «الألومنيوم فى كل مكان» — مندلييف يستلم هدية — شكوى أهالى بلدة لاجلاسيرا — لغز ضريح القائد المشهور شاو شو فى الصين — فطنة المهندس — البحث عن «رفاق» — ويلم لا يصدق عينيه — وداعا أيتها «الطائرات الخشبية» — تحفة أثرية — مادة معروضة فى المتحف تغير هويتها — لاشر بدون خير — التابع «اكوا — ١» يعكس الاشارات اللاسلكية — الغواصة «الومیناوت» تصل الى قاع المحيطات — قطار جديد اسمه «الترويكا الروسية» — تجربة استمرت نصف قرن — قماش عجيب — لحاف بحجم علبة السجائر — على القمر والمريخ — الألومنيوم من . . . . القمامة .

يتحدث المؤرخ بلیناس الأكبر عن حادثة طريفة وقعت منذ حوالى ألفى سنة : فى أحد الأيام وصل الى قصر الامبراطور الرومانى تيبرى شخص مجهول وقدم للأمبراطور هدية صنعها بنفسه عبارة عن كأس من فلز لماع كالفضة ولكنه خفيف جدا . وصرح بأنه حصل على هذا الفلز غير المعروف لأحد من الطين . ويبدو أن الشعور بالشكر والامتنان لم يكن من صفات الأمبراطور فضلا عن أنه كان حاكما قصير النظر . فخوفا من أن يتفوق الفلز الجديد بخواصه الرائعة على الذهب والفضة المخزونين فى الخزينة ، أمر الأمبراطور بقطع رأس هذا الانسان البرىء وتهديم بيته كى لا يعلم أحد سر صناعة هذا الفلز «الخطير» .

هل هذه القصة حقيقة أم خرافة ؟ من الصعب الحكم بذلك الآن . وعلى كل حال فان «خطر» الألومنيوم قد زال ولفترة طويلة ، مع الأسف ، حتى القرن السادس عشر ، أى بعد مرور حوالى ألف وخمسمائة عام على الحادثة المذكورة ، حيث ظهرت صفحة جديدة فى تاريخ الألومنيوم . ويعود الفضل فى ذلك الى الطبيب والعالم الألمانى الفذ بارازلس فيليب أوريول تيوفراست بومباست فون جوجنجيم .

فقد أثبت بارازلس ، بدراسته لعدد من المواد والمعادن المختلفة ، بما فى ذلك الشب (Alum) ، أن هذه المواد هى «ملح لأرض ما للشب» يدخل فى تركيبها أكسيد فلز مجهول سمى فيما بعد بالألومينا .

والشب الذى شغل اهتمام بارازلس كان معروفا منذ القدم . فالمؤرخ اليونانى هيرودوت الذى عاش فى القرن الخامس قبل الميلاد يؤكد أن الشعوب القديمة كانت تستخدم لتثبيت الألوان أثناء صبغ الأقمشة حجرا معدنيا أطلقوا عليه اسم «الأليومن» ، أى «الرابط» ، وهو الشب بعينه .

وفى الفترة الواقعة بين القرنين الثامن والتاسع بدأ الحديث عن تحضير الشب فى روسيا القديمة حيث كان يستخدم فى صبغ الأقمشة وصناعة جلود السختيان (جلد فاخر منسوب الى مراكش يتخذ من جلد الماعز) . وفى القرون الوسطى بدأت تعمل فى اوروبا عدة مصانع لانتاج أنواع الشب .

وفى عام ١٧٥٤ استطاع الكيميائى الألمانى مارجراف فصل «أرض الشب» التى كتب عنها بارازلس قبل مئتى عام . وقد مضت عشرات السنين على هذا التاريخ قبل أن يحاول الانكليزى ديفى الحصول على الفلز المختبىء فى الشب . ففى عام ١٨٠٧ استطاع هذا العالم بالتحليل الكهربائى للقلويات اكتشاف الصوديوم والبوتاسيوم ولكنه فشل فى تفكيك الألومينا بواسطة التيار الكهربائى . وبعد مرور عدة سنوات على ذلك قام السويدى برزيليوس بمحاولات مماثلة باءت جميعها بالفشل . وبالرغم من هذا كله قرر العلماء اعطاء اسم لهذا الفلز «غير المطيع» : ففى البداية أسماه برزيليوس بالألوميوم ، ثم قام ديفى بتغيير الألوميوم الى ألومنيوم .

وأول من استطاع (على غرار الحرفى المجهول الذى قطع رأسه الأمبراطور) الحصول على فلز الألومنيوم هو العالم الدانماركى ارستد . ففى عام ١٨٢٥ نشر ارستد مقالا فى احدى المجلات الكيميائية يذكر فيه أنه قد حصل بنتيجة التجارب التى أجراها على «قطعة من فلز يشبه القصدير بلونه ولمعانه» . ولم ينتشر هذا الخبر فى الأوساط العلمية نظرا لأن المجلة

المذكورة لم تكن مشهورة جدا ، فضلا عن أن ارستد نفسه لم يعر اكتشافه هذا ما يستحقه من الأهمية ، فقد كان منهمكا آنئذ بابحاثه فى مجال المغنطيسية الكهربائية .

وبعد مرور عامين على هذا الخبر جاء لزيارة ارستد فى مدينة كوبنهاجن شاب ألمانى معروف ككيميائى جيد يدعى فيولر . وأخبره ارستد بأنه لا ينوى متابعة تجاربه فى الحصول على الألومنيوم ولدى عودته الى ألمانيا انكب فيولر على دراسة هذه المشكلة التى اهتم بها كثيرا . وفى نهاية عام ١٨٢٧ نشر طريقته فى الحصول على الفلز الجديد . والحقيقة أن الألومنيوم المستحصل بهذه الطريقة كان على شكل حبيبات بحجم رأس الدبوس ولكن فيولر تابع تجاربه حتى تمكن أخيرا من الحصول على الألومنيوم بشكل كتلة متماسكة . وقد كلفه ذلك ١٨ عاما من البحث المتواصل .

وفى ذلك الوقت أصبح الفلز الجديد معروفا فى الأوساط ، ولكن انتاجه كان ضئيلا جدا بحيث أن ثمنه فاق ثمن الذهب ، والحصول عليه لم يكن بالأمر السهل .

وليس عجبا أنه عندما امتلك أحد ملوك أوروبا رداء ذا أزرار من الألومنيوم بدأ يتمختر متباهيا برداءه هذا أمام الحكام الآخرين الذين كانوا عاجزين عن شراء مثل هذا الرداء الفاخر ، ولم يبق لهم سوى الحسد والغيرة من صاحب هذه الأزرار النادرة والانتظار بفارغ الصبر حتى يحل الفرج عليهم ويقتنون هذه الأزرار .

ولحسن الحظ لم ينتظروا طويلا : ففى عام ١٨٥٥ عرضت فى معرض باريس العالمى «قصة من الطين» حازت على اعجاب الزوار وأحدثت ضجة كبيرة فى الأوساط العلمية

والصناعية . ولم تكن هذه «الفضة» سوى صفائح وسبائك من الألومنيوم حصل عليها العالم الفرنسى سانت — كلير ديفيل .

ولقد سبقت ظهور هذه المعروضات حوادث طريفة نذكر منها ما يلى : فى ذلك الوقت كان نابوليون الثالث أمبراطور فرنسا . وكان يعرف بغطرسته وتبجحه . ففى أحد الأيام أقام مأدبة غذاء دعا اليها أفراد العائلة المالكة وكبار المسؤولين وأصحاب النفوذ وعددا كبيرا من الضيوف الآخرين . وقد أنعم على أفراد العائلة المالكة وكبار المسؤولين بشرف كبير حين أمر بأن توضع أمامهم ملاعق وسكاكين من الألومنيوم ، بينما استخدم الضيوف الآخرون الأقل مرتبة ملاعق وسكاكين عادية (بالنسبة الى مآدب الملوك طبعا) من الذهب والفضة . فيا للأسف ، ويا للحسرة ، فحتى الامبراطور لم يستطع فى ذلك الحين أن يؤمن لكل ضيف أدوات طعام من الألومنيوم .

وسرعان ما خطرت فى ذهن نابوليون الثالث خطة جريئة تبشر بالمجد والعظمة ، والأهم من ذلك ، أنها تجعل حكام البلدان الأخرى «ينموتون» حسدا : فقد قرر الأمبراطور أن يزود جنوده بدروع من الألومنيوم ، وأمر سانت — كلير ديفيل بالبحث عن طريقة للحصول على الألومنيوم بكميات كبيرة وقدم له مبالغ ضخمة لتحقيق ذلك . واستطاع ديفيل ، معتمدا على طريقة فيولر ، أن يضع الطريقة التكنولوجية المناسبة ولكن الفلز الناتج بقى غالى الثمن جدا .

ولهذا السبب لم يحصل الجنود الفرنسيون على الدروع المنشودة . ولكن الامبراطور لم ينس حرسه الخاص : فسرعان ما ظهر أفراده يتغندرون فى دروع جديدة مصنوعة من الألومنيوم .

وفى هذه الحقبة من الزمن ظهرت «فضة ديفيل» فى المعرض العالمى . وربما أراد منظمو المعرض أن يضعوا الألومنيوم بين الفلزات الشائعة الاستعمال ، ولكنهم لم ينجحوا ، مع الأسف ، فى تحقيق ذلك . والحقيقة

أن العلماء فى ذلك الوقت كانوا على يقين من أن الأزرار والدروع ليست سوى مجال صغير من مجالات نشاط الألومنيوم . فما أن شاهد تشرنيشفسكى الكاتب الروسى المشهور السلع المصنوعة من الألومنيوم حتى قال مبتهجا «لهذا الفلز مستقبل باهر ! فأمامكم ، أيها الأصدقاء ، فلز عصر الاشتراكية» وفى قصته «ما العمل» ؟ التى صدرت عام ١٨٦٣ السطور التالية : «. . . يا لها من هندسة جميلة وناعمة لهذا البيت وما أصغر الحواجز بين النوافذ — فالنوافذ عريضة وعالية تصل الى السقف . ومن أى شىء صنعت هذه الأبواب واطارات النوافذ ؟ ما هذا ؟ هل هو فضة ؟ أم بلاتين ؟ . . . نعم ، لقد عرفت الآن . فقد أرانى ساشا لوحة من هذا النوع ، كانت خفيفة ، كالزجاج ، والآن توجد أقراط ودبابيس منها ، وقال ان الألومنيوم سيحل ، عاجلا أم آجلا ، محل الخشب ، وربما ، محل الحجر أيضا . ويا للعظمة فالألومنيوم فى كل مكان . . .» .

ولكن الألومنيوم فى تلك الفترة التى كتبت فيها هذه الكلمات الخلاقة بقى على عهده كفلز ثمين لا يستعمل الا فى صنع الأدوات الفاخرة . والطريف أنه حتى فى عام ١٨٨٩ ، وعندما كان مندليف يزور لندن قدمت له هدية ثمينة ، تقديرا لجهوده فى تطوير علم الكيمياء ، هى ميزان مصنوع من الذهب والألومنيوم .

واتسع نشاط سانت — كلير ديفيل فى هذا الميدان . فقد أنشأ فى بلدة لاجلاسيير أول مصنع للألومنيوم فى العالم . ولكن فرحته لم تتم . فأثناء عملية الصهر كانت تنطلق

من مدخنة المصنع غازات ضارة بدأت تلوث جو البلدة . ولكن الأهالى الذين كانوا يحرصون جدا على صحتهم ولا يرغبون بالتفريط فيها لصالح التقدم التكنولوجى تقدموا بشكوى حول هذا الموضوع الى الحكومة . وتقرر نقل المصنع الى ضاحية من ضواحى باريس تدعى نانتر وبعدها نقل الى جنوب فرنسا .

وفى هذه الأثناء أصبح واضحا للعديد من العلماء أن طريقة ديفيل هذه فى الحصول على الألومنيوم ليست مجدية بالرغم من جهوده ومساعيه فى تطويرها . وتابع الكيميائيون فى مختلف البلدان البحث عن طريقة أخرى . ففى عام ١٨٦٥ اقترح العالم الروسى المشهور بيكيتوف طريقة جديدة سرعان ما بدأ تطبيقها فى مصنع للألومنيوم فى فرنسا (فى مدينة ديان) وآخر فى ألمانيا (فى هملينجن بالقرب من بريمن) .

يعتبر عام ١٨٨٦ حقبة هامة فى تاريخ الألومنيوم . ففى هذا العام تمكن الطالب الأمريكى هول والمهندس الفرنسى ارو كل على حده من وضع طريقة لانتاج هذا الفلز بالتحليل الكهربائى . ولم تكن هذه الفكرة جديدة . ففى عام ١٨٥٤ طرح العالم الألمانى بونزن فكرة الحصول على الألومنيوم بالتحليل الكهربائى لأملاحه . ولكن مضى أكثر من ثلاثين عاما قبل أن تأخذ هذه الفكرة طريقها نحو التطبيق العملى . وبما أن طريقة التحليل الكهربائى تحتاج الى كمية كبيرة من الطاقة ، فان أول مصنع لانتاج الألومنيوم بالتحليل الكهربائى فى اوروبا تم بناؤه فى مدينة نيهاوزن (سويسرا) بالقرب من شلال الرين — وهو مصدر رخيص للتيار الكهربائى .

والآن ، وبعد مضى مئة عام على ذلك ، فانه لا يمكننا أن نتصور انتاج الألومنيوم بمعزل عن التحليل الكهربائى . وهذا التصور بالذات هو الذى جعل العلماء ينهمكون بالتفكير فى حقيقة محيرة فعلا . ففى الصين يوجد ضريح للقائد المشهور شاو شو الذى توفى فى مطلع القرن الثالث . ومنذ وقت قصير أجرى تحليل طيفى على بعض قطع الزخرفة التى تزين الضريح . وكانت النتيجة مفاجئة وغير متوقعة لدرجة أن التحليل أعيد عدة مرات ، وفى كل مرة كان الطيف النزيه وغير المتحيز يؤكد تأكيدا قاطعا على أن السبيكة التى صنعت منها قطع الزخرفة هذه تحوى ٨٥ % ألومنيوم . فبأية طريقة حصل الحرفيون القدامى على هذا الفلز فى القرن الثالث ، ومن أين جاؤوا به ؟ فالانسان لم يكن على علم بالكهرباء فى ذلك

الوقت الا من خلال البرق ، ولكن هيهات أن «يوافق» البرق على الاشتراك فى عملية التحليل الكهربائى . اذن لا يبقى لنا الا أن نفترض بأنه كانت توجد فى تلك الأزمنة الغابرة طريقة أخرى ما للحصول على الألومنيوم ضاعت وطمست آثارها ، مع الأسف ، فى غياهب القرون الوسطى .

وفى نهاية الثمانينات من القرن الماضى سطرت صفحة هامة جدا فى تاريخ الألومنيوم : فقد قام الكيميائى النمساوى باير الذى كان يعمل آنئذ فى روسيا بتصميم وتطبيق طريقة تكنولوجية للحصول على الألومينا وهى المادة الأولية الصناعية لانتاج الألومنيوم . وسرعان ما انتشرت هذه الطريقة فى العالم ولا تزال تحتفظ بأهميتها حتى الوقت الحاضر .

وفى الأعوام اللاحقة ازداد انتاج الألومنيوم ، وانخفض كثيرا ، كنتيجة لذلك ، سعر هذا الفلز الذى كان يعد منذ وقت قصير من الفلزات الثمينة . فاذا كان سعر الكيلوجرام الواحد من الألومنيوم يساوى ١٢٠٠ روبل فى عام ١٨٥٤ ، فان سعره فى نهاية القرن التاسع عشر هبط الى روبل واحد فقط . وطبيعى أن الصاغة لم تعد تهتم به وفى مقابل ذلك تركز حوله اهتمام رجال الصناعة الذين كانوا يتوقعون أحداثا مهمة فى المستقبل العاجل : فقد بدأت صناعة الآلات تتطور تطورا سريعا وتركزت صناعة السيارات ، والأهم من ذلك ، أنه كانت من المفروض بين لحظة وأخرى أن تبدأ الخطوات الأولى فى علم الطيران حيث كان من المتوقع أن يلعب الألومنيوم دورا هاما جدا .

فى عام ١٨٩٣ صدر فى موسكو كتاب للمهندس جوكوف بعنوان «الألومنيوم وتعدينه» وقد جاء فيه ما يلى : «ينتظر أن يحتل الألومنيوم مكانا بارزا فى الصناعة وأن يحل محل العديد من الفلزات الاعتيادية ، ان لم نقل جميعها» ولم يكن هذا التأكيد على دور الألومنيوم مجرد تنبؤ محض ، بل كان مبنيا على أسس معلومة : ففى ذلك الحين أصبحت الخواص الرائعة «للفضة المصنوعة من الطين» معروفة لدى الجميع ، والألومنيوم من أخف الفلزات ، فهو أخف من النحاس بثلاث مرات وأخف من الحديد بـ ٢,٩ مرة . وهو يأتى بعد الفضة والذهب والنحاس من حيث ناقليته للحرارة والكهرباء . وهذا الفلز ثابت كيميائيا فى الشروط الاعتيادية . والألومنيوم ، بفضل لدونته العالية ، قابل للطرق والسحب بصورة جيدة فيمكن عمل صفائح رقيقة منه يصل سمكها الى ٣ ميكرونات ، كما تصنع منه أسلاك رفيعة جدا : فالسلك الذى يبلغ طوله ١٠٠٠ م يزن ٢٧ جراما فقط ويمكن وضعه فى علبة كبريت . وبالاضافة الى ذلك ، فان متانته ليست على ما يرام ، وأقل مما يراد لها أن تكون . وهذا ما دفع العلماء الى البحث عن وسائل تجعل الألومنيوم أكثر متانة مع محافظته فى الوقت ذاته على جميع خواصه الجيدة الأخرى .

كلنا نعلم ، ومنذ وقت بعيد ، أن متانة العديد من السبائك كثيرا ما تكون أعلى من متانة الفلزات النقية المؤلفة لها . ولهذا تركز اهتمام العاملين فى صناعة التعدين على البحث عن «شركاء» للألومنيوم تساعده على أن يصبح «قويا» . وسرعان ما نجحوا فى ذلك بفضل . . . الصدفة . وليس هذا بالأمر العجيب ، فكم

مرة فى تاريخ العلوم لعب عامل الصدفة دورا حاسما فى الاكتشافات والاختراعات . وعلى كل حال ، اليكم القصة بالتفصيل :

فى يوم من الأيام (وكان ذلك فى مطلع القرن العشرين) حضر الكيميائى الألمانى ويلم سبيكة تحتوى ، الى جانب الألومنيوم على النحاس والمغنسيوم والمنجنيز . وتبين أن متانتها أعلى من متانة الألومنيوم الصافى . ولكن ويلم شعر بأن هذه السبيكة تصبح أكثر متانة فيما اذا تعرضت للتصليد (أو التقسية hardening) وعليه قام بتسخين عدة عينات من هذه السبيكة حتى الدرجة ٦٠٠ م تقريبا ثم غمسها فورا فى الماء . وتبين بعد ذلك أن التصليد قد رفع متانة السبيكة بدرجة ملحوظة ولكنها تختلف من عينة الى أخرى وشكك ويلم عندئذ فى صحة الجهاز ودقة القياسات . وقام طيلة عدة أيام بمعايرة وضبط الجهاز تاركا العينات على الطاولة . ولما أصبح الجهاز جاهزا للعمل تبين أن العينات لم تكن مصلدة فحسب ، بل معبرة أيضا . وتابع ويلم التجربة تلو التجربة وكم كانت دهشته كبيرة عندما لاحظ أن الجهاز يشير الى أن متانة العينات قد ازدادت مرتين تقريبا .

ولم يبق لويلم الا أن يعيد تجاربه من جديد . وكان بعد كل تجربة يزداد قناعة فى أن متانة سبيكته هذه استمرت ، بعد التصليد وعلى مدى ٥ — ٧ أيام ، فى الارتفاع شيئا فشيئا . وهكذا تم اكتشاف ظاهرة هامة جدا ألا وهى التقادم أو التعتيق وتعنى تغير الخواص مع الزمن الطبيعى لسبائك الألومنيوم بعد التصليد .

لم يعلم ويلم نفسه ما الذى يحدث للفلز

أثناء عملية التقادم ، ولكنه حدد تجريبيا التركيب الأمثل للسبيكة وشروط معالجتها الحرارية وسجل اختراعه هذا عند الحكومة وسرعان ما اشترته شركة ألمانية . وفى عام ١٩١١ أنتجت هذه الشركة أول دفعة من السبيكة الجديدة التى أطلق عليها اسم ديورالومين (ديورن — اسم المدينة التى بدأ فيها انتاج السبيكة على نطاق صناعى) . وفيما بعد أصبحت تسمى بالدورالومين .

وفى عام ١٩١٩ ظهرت أولى الطائرات المصنوعة من الدورالومين . ومنذ ذلك التاريخ ارتبط مصير الألومنيوم بعلم الطيران ، واستحق فعلا لقب «الفلز المجنح» ، فبفضله تحولت الطائرات البدائية المصنوعة من الخشب الى مركبات ضخمة تسبح فى الجو . ولكن احتياطى الألومنيوم فى تلك الفترة لم يكن كافيا لتلبية الحاجة المتزايدة اليه ، لذا استمر صنع العديد من الطائرات ، وبخاصة الخفيفة منها ، من الخشب . وفى الاتحاد السوفييتى كان يوجد فى ذلك الحين مصنع وحيد لانتاج سبائك الألومنيوم التى كانت تسمى بكولتشوجالومين

(كولتشوجينو — اسم المدينة التى يقع المصنع بالقرب منها) . وهى تشبه بتركيبها وخواصها الديورالومين . وكان انتاج المصنع من هذه السبائك قليلا مما دعا الى ضرورة خلق صناعة ضخمة لانتاج الألومنيوم .

ففى مطلع عام ١٩٢٩ أجريت فى مصنع «كراسنى فيبورجتس» فى مدينة لينينغراد تجارب للحصول على الألومنيوم . وقد أشرف عليها العالم فيدوتييف الذى ارتبطت باسمه صفحات عديدة من تاريخ «الفلز المجنح» .

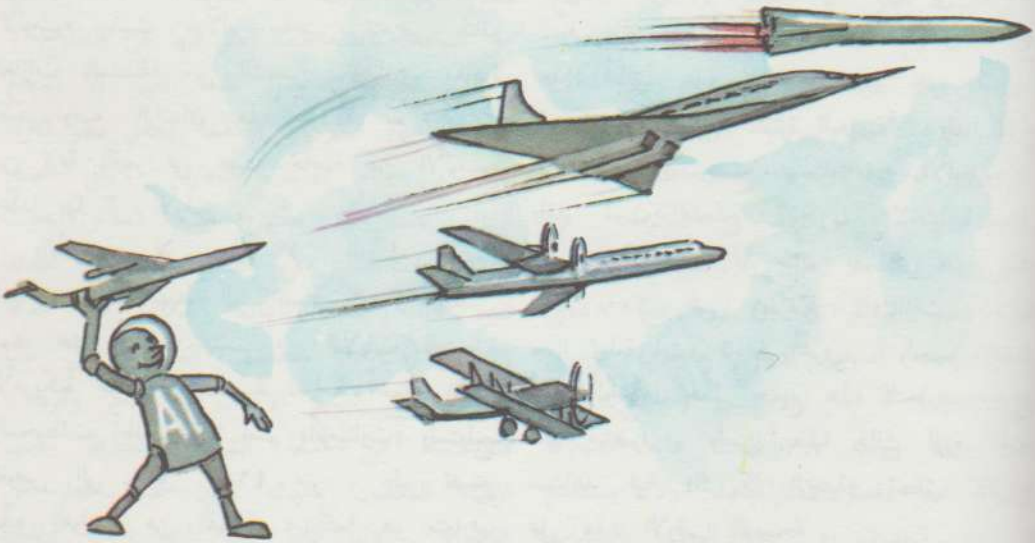
وفى ٢٧ مارس (آذار) عام ١٩٢٩ تم الحصول على أول ثمانية كيلوجرامات من الألومنيوم . وكتب فيدوتييف فيما بعد يصف هذا الحدث قائلا : «ان هذه اللحظة تعتبر ميلاد صناعة الألومنيوم فى الاتحاد السوفييتى من مواد محلية وطاقة محلية أيضا» . وقد أشارت الصحافة فى مدينة لينينغراد آنئذ الى أن «السبيكة الأولى من الألومنيوم تعتبر تحفة أثرية ويجب حفظها كشاهد حى على احدى المنجزات الضخمة للصناعة السوفييتية» . وقد قدم عمال مدينة لينينغراد الى المؤتمر الخامس لمجالس السوفييت عينات وسلع من الألومنيوم المحضر فى هذا المصنع .

وبعد نجاح هذه التجارب شرع فى بناء مصنعين للألومنيوم فى مدينتى فولخوفسكى وزاباروجيا . وبدأ انتاج المصنع الأول عام ١٩٣٢ وتبعه فى العام التالى المصنع الثانى .

وفى تلك الفترة اكتشف فى منطقة الأورال احتياطى طبيعى ضخم من خامات الألومنيوم . ويعود الفضل فى ذلك ، الى الحادثة الطريفة التالية : ففى عام ١٩٣١ ، وبينما كان جيولوجى شاب يدعى كارجافين يزور متحفاً تابعاً لأحد مناجم الأورال ، استرعت انتباهه عينة معروضة فى المتحف كانت تعتبر حتى ذلك التاريخ من خامات الحديد التى تحتوى على نسبة قليلة منه . وقد دهش كارجافين للتشابه الكبير بين هذه العينة والبوكسيت (حجر طينى غنى بالألومنيوم) وقرر تحليل هذا المعدن . وجاءت نتيجة التحليل مفاجأة للجميع اذ تبين أن هذا «المعدن الفقير بالحديد» ما هو الا مادة خام ممتازة غنية بالألومنيوم . وتقرر أن تبدأ الأبحاث الجيولوجية فى المكان الذى أخذت منه العينة . وسرعان ما أعطت هذه الأبحاث نتائج مرضية مما استدعى بناء مصنع للألومنيوم فى ذلك المكان تبعه بعد عدة سنوات بناء مصنع آخر (تم تشييده أثناء الحرب العالمية الثانية) فى مدينة بوجاسلفسكى . وقد أعطى هذا المصنع أول انتاج له فى يوم تاريخى عظيم هو يوم النصر على القوات النازية ، أى فى التاسع من أيار (مايو) عام ١٩٤٥ .

تعتبر جزيرة جامايكا المورد الرئيسى للبوكسيت فى العالم . ففيها احتياطى هائل من هذه المادة الأساسية اللازمة لتحضير الألومنيوم . وقد تم العثور على هذا الاحتياطى مؤخرا عن طريق الصدفة .

فقد قرر أحد سكان الجزيرة أن يزرع الطماطم (البندورة) فى أرضه . فغرس شتلات منها آملا أن تعطيه محصولا لا بأس به . ولكن ما حدث هو أن الشتلات سرعان ما ذبلت وماتت . فأعاد الكرة مرة أخرى دون جدوى . أسف هذا المزارع جدا لحظه السئ وقرر البحث عن سبب فشله . فأرسل عينة من تربة أرضه لاجراء تحليل عليها فى أحد المخابر فى الولايات المتحدة الأمريكية .



وجاء الجواب سريعا ليؤكد أن الأرض المذكورة لا تصلح بتاتا لزراعة الطماطم لأن البوكسيت يشكل فيها نسبة قدرها ٩٩ ٪ .

وانتشر الخبر فى الجزيرة . وما أن مرت عدة سنوات حتى بدأت تظهر على أرض الجزيرة ، بدلا من شتلات الطماطم ، ورشات التقيب التى ترسل حاليا انتاجها الى مصانع الألومنيوم فى الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وبلدان أخرى .

وفى الوقت الحاضر توجد فى الاتحاد السوفييتى عدة مصانع لانتاج «الفلز المجنح» ويكن الحاجة اليه فى ازدياد مستمر . وطبيعى أن تبقى صناعة الطائرات المستهلك الرئيسى للألومنيوم . فهو يحتل المرتبة الأولى بين المعادن التى تستخدم فى صناعة الطائرات والصواريخ وتتراوح كميته فى طائرة الركاب من ثلثى الى ثلاثة أرباع وزنها الاجمالى وفى الصاروخ من $\frac{1}{20}$ الى نصف وزنه الاجمالى .

ولقد صنع غلاف أول قمر صناعى سوفييتى من سبائك الألومنيوم كما أن غلاف هياكل الصواريخ الأمريكية «افانجارد» و «تيتان» التى كانت تستعمل لاطلاق الاقمار الصناعية الأمريكية الاولى ، ومن بعدها المركبات الفضائية ، كان يصنع من سبائك الألومنيوم أيضا . وتزود أجهزة الفضاء بقطع مختلفة صنعت جميعها من سبائك الألومنيوم .

وفى عام ١٩٦٠ أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية القمر الصناعى «أكو —١» المخصص لالتقاط وبث الاشارات اللاسلكية . وكان عبارة عن صفيحة بلاستيكية كروية ضخمة قطرها حوالى ٣٠ مترا ومغطاة بطبقة رقيقة جدا من الألومنيوم . وبالرغم من هذا الحجم الكبير للقمر ، الا أن وزنه لم يتجاوز ٦٢ كيلوجراما .

ولقد استخدمت الرقائق المصنوعة من الألومنيوم النقى جدا كشاشة فلورية فى أحد الأقمار الصناعية المخصصة لدراسة الجسيمات المشحونة المنطلقة من الشمس . وعندما هبط رائدا الفضاء الأمريكيان نيل ارمسترونج وادفين أولدرين

على القمر بسطا على سطحه رقيقة من رقائق الألومنيوم بقيت خلال ساعتين تتعرض لتأثير الغازات المنطلقة من الشمس . ولدى مغادرة القمر وضع الرائدان هذه الرقيقة مع عينات من تربة القمر فى علب خاصة من الألومنيوم وعادا بها الى الأرض .

والألومنيوم لا يحلق فى الفضاء الكونى فحسب ولكنه يهبط الى أعماق البحار أيضا . فمنذ عدة سنوات بنيت فى الولايات المتحدة الأمريكية غواصة مخصصة لدراسة أعماق البحار والمحيطات أطلق عليها اسم «ألوميناوت» وتستطيع الغوص الى عمق ٤٦٠٠ متر . ولم تصنع هذه الغواصة من الفولاذ ، كما هو متعارف عليه ، وانما صنعت من الألومنيوم فقط .

وتملك فرنسا باخرة ركاب ضخمة عابرة للمحيطات تزيد حمولتها عن ٥٠ ألف طن ويبلغ طولها ٣١٥ مترا ويمكن أن تستقبل على متنها ألفى مسافر . والمهم هنا أن الهيكل والمداخن وقوارب النجاة وحتى الأثاث فى هذه الباخرة العملاقة مصنوعة كلها من الألومنيوم .

يتسع باستمرار مجال تطبيق الألومنيوم . ففى سنوات ما بعد الحرب العالمية الثانية نظمت فى الولايات المتحدة قائمة بالسلع المصنوعة من الألومنيوم فتبين أن عددها يبلغ حوالى الألفى سلعة .

تعتبر صناعة الأدوات الكهربائية والالكترونية مستهلكا هاما لهذا الفلز . فأسلاك خطوط التوتر العالى ، ولفائف المحركات والمحولات ، والكابلات ، ورؤوس اللمبات الكهربائية ، والمكثفات وغيرها من السلع تصنع جميعها من الألومنيوم .

وللألومنيوم تطبيقات جمة فى مجال وسائل النقل . ففى الوقت الحاضر تجرى فى الاتحاد السوفييتى تجارب لبناء قطار حديدى سريع جدا أطلق عليه اسم شاعرى هو «الترويكا الروسية» وله شكل الطائرة الحديثة . وقد اقترح المهندسون أن يصنع هيكله من الألومنيوم . ولقد تمت بنجاح التجارب الاختبارية على هذا الهيكل : اذ كان يضغط عليه بقوة تبلغ ٢٠٠ طن ويعرض لاهتزازات شديدة جدا و«لعقوبات» قاسية أخرى . ولحسن الحظ أن الألومنيوم تحمل جميع هذه التجارب وخرج منها منتصرا . وليس بعيدا ذلك اليوم الذى سنشاهد فيه «الترويكا الروسية» تنطلق كالريح على هذه الارض الفسيحة .

يتصف الألومنيوم بمقاومة عالية للتآكل نظرا لأن طبقة رقيقة جدا من أكسيد الألومنيوم سمكها ٠,٠٠٠١ ملم تكسو سطحه وتقى جسم الفلز من الأكسجين . ولولا وجود هذه الطبقة الواقية لاحترق الألومنيوم فى الهواء واشتعل بلهب باهر يعمى البصر . وهذا «الدرع» الواقى يجعل الأدوات المصنوعة من الألومنيوم تعمل عشرات السنين فى مختلف المجالات الصناعية وحتى فى ذلك المجال الضار «بصحة» الفلزات ألا وهو الصناعة الكيميائية .

واكتشف العلماء أن للألومنيوم خاصة هامة أخرى وهى أنه لا يؤثر كيميائيا على الفيتامينات . ولهذا تصنع منه الأجهزة والأدوات اللازمة لمعاصر الزيوت ومخض الألبان وفى صناعة السكر والحلويات والمشروبات . ولقد وطد هذا الفلز أقدامه فى مجال البناء منذ فترة طويلة . ففى عام ١٨٩٠ استعمل الألومنيوم لأول مرة فى بناء منزل سكنى فى احدى المدن الأمريكية . وبعد مرور خمسين عاما

على ذلك ظهر أن جميع الأجزاء والقطع الألومنيومية التى استخدمت فى هذا البناء لا تزال فى حالة جيدة جدا . وصنع أول سقف للبيت من الألومنيوم عام ١٨٩٧ وهو قائم الآن ولم تجرى له أية تصليحات تذكر .

ويشاهد المرء أثناء زيارته للكرملين فى موسكو بناء ضخما من الألومنيوم والبلاستيك يدعى قصر المؤتمرات . وفى عام ١٩٥٨ بنى الاتحاد السوفييتى فى معرض بروكسل الدولى جناحا له من الألومنيوم والزجاج أذهل الزوار بجماله وروعته ، وأطلقت عليه الصحافة البلجيكية اسم «قصر الاشتراكية» . والآن يستخدم هذا الفلز الخفيف فى بناء الجسور والمنشآت الصناعية الهيدرولية والأبنية الحديثة وحظائر الطائرات .

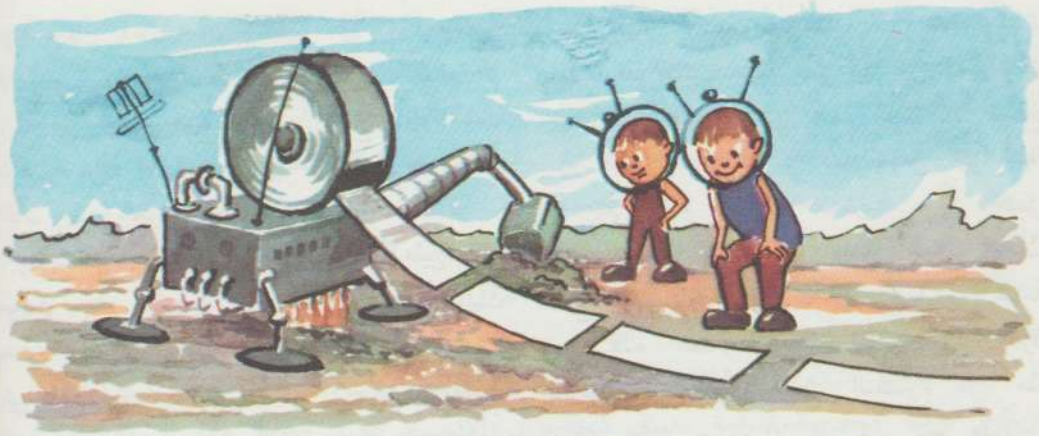
وفى صناعة التعدين يستعمل الألومنيوم على نطاق واسع لفصل الأكسجين من الفولاذ . ويدخل مسحوق الألومنيوم كمكون أساسى فى تركيب المخاليط الثرميتية (خليط من مسحوق الألومنيوم وأكسيد معدنى مثل الحديد أو الكروم أو غيرها) المستخدمة فى الحصول على العديد من السبائك .

وقد يشاهد الألومنيوم عند هواة جمع الطوابع : ففى عام ١٩٥٥ أصدرت المجر طابعا بريديا فريدا من نوعه على رقيقة من الألومنيوم سمكها ٠,٠٠٩ ملم . وبعد ذلك ظهرت هذه الطوابع فى بلدان أخرى أيضا .

ولقد ظهر فى الأسواق مؤخرا قماش ألومنيومى (أى نسيج مغطى بطبقة رقيقة جدا من الألومنيوم) يتمتع بخواص رائعة ، فهو يقوم بالتدفئة والتبريد حسب الطلب . فالستائر المصنوعة من هذا القماش يمكن أن تحل محل جهاز التدفئة أو التبريد . فاذا علقت على النوافذ وكانت طبقة الفلز فيها من الخارج ، فانها تسمح عندئذ بمرور أشعة الضوء ولا تسمح بمرور الأشعة الحرارية ، مما يجعل جو الغرفة باردا فى أيام الصيف الحارة . وفى فصل الشتاء يجب أن يعكس وضع الستائر بحيث تصبح طبقة الفلز فى داخل الغرفة ، عندئذ تقوم هذه الستائر باعادة الدفء الى الغرفة وتحافظ عليه . والمعطف المصنوع من هذا القماش يقى جسم الانسان من الحر والبرد . فللاحتماء من أشعة الشمس الحارقة يجب ارتداء المعطف بحيث تكون طبقة الفلز من الخارج . واذا كان الجو باردا وجب ارتداؤه بالمقلوب وعندها يعيد الفلز الحرارة الى الجسم . وبدأت صناعة النسيج فى تشيكوسلوفاكيا بانتاج ملاحف مريحة جدا يدخل فى تركيبها الألومنيوم وتستعمل سواء فى الأبنية الدافئة أو الباردة . وتزن الملحفة منها ٥٥ جراما فقط ويمكن طيها ووضعها فى علبة بحجم علبة السجائر .

ولا شك فى أن الجيولوجيين والسواح وصيادى الأسماك وكل من يعمل تحت أشعة الشمس المحرقة أو تعصف به الرياح الباردة سيقدرون حق التقدير الألبسة والخيم المصنوعة من هذا القماش . وستلقى القبعات والجبات والشماسى «الألومنيومية» رواجا واسعا فى المناطق الحارة . وسيساعد هذا القماش عمال صهر الفولاذ فى عملهم الشاق ورجال المطافىء فى مكافحة الحرائق .

يركز العلماء والمهندسون فى الفترة الأخيرة اهتماما خاصا نحو خلق مواد جديدة تماما تدعى الفلزات الرغوية . ولقد نجحوا الآن فى وضع طريقة تكنولوجية للحصول على الألومنيوم



الرغوى وهو الأول من نوعه فى هذه العائلة الكريمة . والغريب فيه أنه خفيف جدا فالسنتمتر المكعب منه يزن ٠,١٩ جرام فقط . ولتصور خفة هذه المادة نذكر أن سدادة الزجاجة ، التى تعتبر دوما معيارا للخفة لا يمكنها منافسة الألومنيوم الرغوى فى هذا المجال ، فهى أثقل منه بنسبة ٢٥—٣٠ % . هذا ومن المحتمل أن تظهر فى المستقبل القريب أفراد أخرى من هذه العائلة مثل البيريليوم الرغوى والتيتانيوم الرغوى وغيرها .

. . . نشر الكاتب الخيالى المشهور جربرت ويلز فى مطلع القرن العشرين قصة بعنوان «حرب العوالم» يصف فيها آلة اخترعها سكان المريخ لانتاج الألومنيوم : «. . . فمن غروب الشمس حتى مطلع النجوم كانت هذه الآلة الماهرة تنتج من الطين مباشرة لا أقل من مئة قطعة من الألومنيوم» .

وفى تلك الفترة اقترح فلكى أمريكى فرضية طريفة حول القمر اعتبر فيها أن كل هكتار من سطح القمر يحتوى على ٢٠٠ طن من الألومنيوم الصافى . وطرح فكرة مفادها أن القمر ليس الا مصنع طبيعى ضخم تقوم فيه «الريح الشمسية» (هكذا كان يسمى سيل البروتونات التى تطلقها الشمس) بتحويل خامات الحديد والمغنسيوم والألومنيوم الى فلزات صافية . ولم تتأكد هذه الفرضية حتى الآن الا أن تحليل عينات من تربة القمر التى حملها الى الأرض رائدا الفضاء الأمريكان والمحطات الأوتوماتيكية السوفييتية أثبت أن نسبة أكسيد الألومنيوم فى هذه التربة كبيرة وتبلغ حوالى ١٥ % .

ولدى تحليل العينة التى التقطتها المحطة الفضائية الاوتوماتيكية «لونا —٢٠» من على سطح القمر وحملتها الى الأرض تبين أنها تحوى كتلة فطرية من معدن الألومنيوم وأثبت التحليل الذى أجرى عليها فى معهد الجيولوجيا التابع لأكاديمية العلوم السوفييتية وجود ثلاث حبات من الألومنيوم الصافى فيها مستوية ومتطاولة قليلا يبلغ طولها ٠,٢٢ و ٠,١٥ و ٠,١ ملم . وظهر أن أبعاد الشبكة البلورية لهذا الألومنيوم الموجود على سطح القمر مماثلة تقريبا لما هى عليه عند عينات الألومنيوم النقى المحضر فى المخابر .

والمعروف أن الألومنيوم الفطرى غير متوفر على سطح الأرض ولم يعثر عليه سوى مرة واحدة فقط فى سيبيريا . ويعتقد العلماء أن هذا الفلز يجب أن يتوفر بحالة نقية على سطح القمر نظرا لأن تربة القمر تتعرض «لقذف» متواصل بالبروتونات وغيرها من جسيمات الاشعاع الفضائى الأمر الذى يؤدى الى حدوث خلل فى بنية الشبكة البلورية وقطع روابط الألومنيوم مع العناصر الكيميائية الأخرى فى المعادن التى تتألف منها تربة القمر . ونتيجة لذلك تكون جسيمات من الألومنيوم النقى فى هذه التربة .

اذن ، يمكن القول أن «مشكلة الألومنيوم» محلولة على القمر والمريخ . ولكن ما هو الوضع على الأرض ؟ فالأرجح أن الأمور هنا على ما يرام أيضا . فبالرغم من أنه لا تتوفر لدينا بعد آلات كالتى يملكها «سكان المريخ» وأن الألومنيوم لا يتبعثر بالاطنان على سطح الأرض الا أن سكان الارض راضون عن وضعهم هذا ولا يعانون من أزمة نقص فى هذا الفلز العجيب . فالألومنيوم يأتى بعد الأكسجين والسليكون من حيث توفره فى القشرة الأرضية ويتفوق على جميع الفلزات الأخرى فى هذا المجال .

ومهما كانت الطبيعة غنية بعطائها الا أن الانسان يجب أن يحرص عليها ويعتنى بها . ولهذا الغرض يوجد الآن عدد من الوحدات الصناعية التى تستخلص موادا مفيدة من القمامة . وفى هذه الوحدات جهاز كهربائى مغنطيسى لالتقاط الألومنيوم من القمامة . ولكننا نعلم أن المجال المغنطيسى لا يؤثر على الألومنيوم ، فكيف يمكن بواسطته التقاط هذا الفلز ؟ الواقع أنه عندما توضع قطعة من الألومنيوم فى مجال كهربائى مناسب وتثار بتيار متناوب فان الألومنيوم يتمغنط لفترة ما ويمكن أن يلتقطه المغنطيس وهو فى هذه الحالة .

اذن ، فخامات الألومنيوم متوفرة على الأرض . وليس على المهندسين والعلماء سوى العمل على تحسين وسائل الحصول على «الفلز المجنح» وايجاد تطبيقات جديدة له .

Ti

وليد الارض

الصاروخ يتوقف فى السماء — «هل غيرت اسم عائلتك (الكنية) يوما ما ؟» — على شرف أبناء جيا (الهة الأرض) — مهمة جبارة «تيتانية» — الخطأ تلو الخطأ — خطوة أخرى — النجاح حليف هانتر — ملعقة قطران — دور ثانوى — لا مجال للتهكم هنا — الشوائب تتحرر من الأسر — «العصفور الأسود» — تنبؤات الأخصائيين — تناقض ظاهري يا ترى ؟ — رأى سخيف — التآكل لا يخيف — منذ ألف سنة — فى عباب المحيطات — نصب تذكارى فى جنيف — تيتانيوم لقلعة أكروبولس — يا له من فلز نادر — منجم فى بحر الأمان على القمر — فى أحضان الأكسجين — تجارب قاسية — الأسرار أصبحت مكشوفة .

فى صباح الثامن عشر من أغسطس (آب) عام ١٩٦٤ ارتفع صاروخ فضائى فى شارع «بروسبكت ميرا» فى موسكو . ولم يقدر لهذا الصاروخ أن ينطلق الى القمر أو الزهرة وانما توقف فى سماء موسكو الى الأبد ليبقى رمزا يذكر الأجيال القادمة بأول طريق شقه الانسان السوفييتى الى الفضاء الكونى .

ولقد احتار مصممو المشروع طويلا فى انتقاء مادة لتلبيس هذا النصب التذكارى الجليل . فبدأوا بصنع نموذج مصغر له من الزجاج ثم صنعوه من البلاستيك وبعدها من الفولاذ الذى لا يصدأ ، ولكنهم رفضوها جميعا ووقع اختيارهم فى نهاية الامر على التيتانيوم اذ قرروا بعد تجارب طويلة أن يغطى جسم النصب التذكارى بصفائح منه مصقولة حتى اللمعان .

فلماذا عهد للتيتانيوم بالقيام بهذه المهمة المشرفة ؟

ليس من باب الصدفة أن يسمى التيتانيوم بالمادة الأبدية . ولكن دعنى أيها القارئ العزيز أتوقف قليلا عن الحديث عن خواص هذا الفلز وأنتقل الى سرد قصة حياته :

لو قدر للتيتانيوم أن يملأ استمارة تحقيق الشخصية (الهوية) ، لاضطر الى الاجابة على السؤال التقليدى فيها : «هل غيرت يوما ما اسم عائلتك (كنيتيك)» ؟ كما يلى : قبل عام ١٧٩٥ كنت أدعى «ميناكين» . ففى عام ١٧٩١ أطلق العالم الانكليزى ويليام جريجور هذا الاسم على عنصر جديد اكتشفه فى معدن يدعى الميناكانيت . ويبدو أن هذا الاسم لم يعجب صاحبه الذى قرر أن يغيره فى أول فرصة مناسبة (وهذا ما حدث فعلا فى عام ١٧٩٥ عندما اكتشف الكيميائى الألمانى مارتن كلابروت عنصرا جديدا فى معدن آخر هو الروتيل) . واتخذ العنصر لنفسه اسما جميلا هو «التيتانيوم» نسبة الى أبناء الهة الأرض جيا .

وبعد مرور عامين اتضح أن جريجور وكلابروت اكتشفا نفس العنصر وتقرر أن يطلق عليه اسم التيتانيوم .

ولكن اكتشاف عنصر ما لا يعنى بالضرورة أنه يمكن فصله فى حالة نقية . فالعالمان جريجور وكلابروت تمكنا من الحصول على مركب كيميائى للتيتانيوم مع الأكسجين (ثنائى أكسيد التيتانيوم) عبارة عن مسحوق بلورى أبيض . وتبين أن فصل التيتانيوم من مركباته مهمة صعبة جدا (تيتانية) . وقد حاول ذلك العديد من الكيميائيين المشهورين فى القرن الماضى ولكن محاولاتهم باءت جميعها بالفشل .

بدا لفترة من الزمن وكأن أبحاث العالم الانكليزى ولاستون قد تكللت بالنجاح . فقد توصل هذا العالم فى عام ١٨٢٣ ، بعد دراسته لبلورات اكتشفت بين الخبث المتبقى فى مصنع التعدين «مرتير — تيدفيل» ، الى نتيجة مفادها أن المادة البلورية هذه ما هى

الا تيتانيوم نقى . وبعد مرور ثلاثة وثلاثين عاما على ذلك أثبت الكيميائى الألمانى فيولر أن البلورات المذكورة هى مركب للتيتانيوم مع النتروجين والكربون وليست أبدا بتيتانيوم نقى كما كان يدعى ولاستون .

كان الرأى السائد على مدى سنوات عديدة أن الحصول لأول مرة على فلز التيتانيوم قد تم فى عام ١٨٢٥ على يد العالم السويدى برزيليوس ، وذلك عند اختزاله لفلور تيتانات البوتاسيوم بواسطة فلز الصوديوم . ولكن يمكننا فى الوقت الحاضر القول بأن رئيس أكاديمية العلوم السويدية برزيليوس كان مخطئا فى استنتاجه ، وذلك لأن مقارنة خواص التيتانيوم بخواص الناتج الذى حصل عليه تبين أن التيتانيوم النقى يذوب بسرعة فى حمض الهيدروفلوريك بينما لا يذوب فيه «تيتانيوم» برزيليوس .

وبقى الوضع على ما هو عليه حتى عام ١٨٧٥ حيث تمكن العالم الروسى كيريلوف من الحصول على فلز التيتانيوم ونشر نتائج أبحاثه هذه فى كتيب صغير بعنوان : «دراسات حول التيتانيوم» . ولكن الوضع العلمى فى روسيا القيصرية كان مترديا فى ذلك الوقت ولم يهتم أحد بهذا الانتاج العلمى الجيد .

وفى عام ١٨٨٧ حصل العالمان السويديان نيلسون وبترسون على مادة نقية تبلغ نسبة التيتانيوم فيها حوالى ٩٥ % وذلك عند اختزالهما لرباعى كلوريد التيتانيوم بفلز الصوديوم فى قنبلة كتيمة من الفولاذ .

وتبع ذلك محاولة أخرى للحصول على التيتانيوم النقى قام بها الكيميائى الفرنسى هنرى مواسان فى عام ١٨٩٥ ، فقد اختزل ثنائى أكسيد التيتانيوم بالكربون فى فرن قوسى ثم أخضع الناتج مرتين لعملية تنقية . وحصل فى نهاية الأمر على تيتانيوم يحوى ٢ % شوائب فقط .

وأخيرا تمكن الكيميائى الأمريكى هانتر عام ١٩١٠ ، بعد تطويره لطريقة نيلسون وبترسون ، من الحصول على عدة جرامات من التيتانيوم النقى نسبيا . وقد لقى هذا الحدث صدى واسعا فى مختلف البلدان مما دفع خطأ العديد من العلماء حتى الوقت الحاضر الى اعطاء الأولوية فى الحصول على التيتانيوم النقى لهانتر وليس لكيريلوف .

وهكذا تم الحصول على التيتانيوم النقى . ولكن نقاوته ليست على أكمل وجه ، فقد بقى يحتوى على بضعة أعشار فى المئة من الشوائب . وقد يفكر القارئ بأن بضعة أعشار فى المئة هى نسبة هزيلة ، ولكن المثل القائل بأن «ملعقة قطران تفسد برميلا من العسل» ينطبق هنا تماما . فهذه النسبة الهزيلة من الشوائب جعلت التيتانيوم هشا ، غير متين ، ولا يتحمل المعالجة الميكانيكية . ولهذا ساءت سمعته بين العلماء واعتبروه فلزا لا نفع منه ولا يصلح لأى شىء .

وطبيعى أن التيتانيوم ، بمواصفاته السيئة هذه ، لم يكن ليحلم بالقيام بمهمة رئيسية ، بل كانت تعطى له أدوار ثانوية .

ولنعد الى الوراء قليلا . ففى عام ١٩٠٨ اقترح روزى وبارترن فى الولايات المتحدة الأمريكية وفاروب فى النرويج أن تصنع دهانات التبييض (المبيضات) من ثنائى أكسيد التيتانيوم وليس من مركبات الرصاص ، كما فى الماضى ، وتبين أن المبيضات المصنوعة من التيتانيوم أفضل وأجود من المبيضات الرصاصية بالاضافة الى كونها غير سامة نظرا لأن ثنائى أكسيد

التيتانيوم لا يضر بجسم الانسان . ويسجل تاريخ الطب حادثة مشهورة عندما ابتلع أحد الأشخاص حوالى نصف كيلوجرام من ثنائى أكسيد التيتانيوم دفعة واحدة ولم يصب بأذى بالغ .

ومع مرور الزمن بدأ ثنائى أكسيد التيتانيوم يستخدم فى صباغة الجلود والأقمشة وفى صناعة الزجاج والخزف والحصول على الالماس الاصطناعى .

وسرعان ما استدعى الى العمل مركب آخر من مركبات التيتانيوم هو رباعى كلوريد التيتانيوم الذى كان الكيميائى الفرنسى ديوما قد حصل عليه لأول مرة فى عام ١٨٢٦ . فقد تبين أن لهذا المركب قدرة على نشر سحب كثيفة من الدخان مما أدى الى استعماله للتمويه أثناء الحرب العالمية الأولى ولحماية النباتات من الصقيع فى ظل السلام .

ولكن التيتانيوم كان على حق ، كما سنرى فيما بعد ، فى أن يبحث لنفسه عن عمل أهم وأكثر جدية .

وقد أفلح فى نهاية الأمر . ففى عام ١٩٢٥ قام العالمان الهولنديان فان آركل ودى بور بتفكيك رباعى كلوريد التيتانيوم على سلك من التنجستن محمى حتى الدرجة الحمراء وحصلا نتيجة لذلك على تيتانيوم نقى جدا . وعندئذ اتضح أن اصرار هانتر على هشوشة (تقصف) التيتانيوم ليس فى محله أبدا نظرا لأن الفلز الذى حصل عليه فان آركل ودى بور يتمتع بلدونة عالية جدا : فهو قابل للطرق على البارد ، كالحديد ، ويمكن تصفيحه وصنع أسلاك وشرائط وصفائح رقيقة جدا منه .

ولم تعد تسمية هذا العنصر بالتيتانيوم تثير

التهكم والاستهزاء ، كما كان سابقا ، وانفتح أمامه طريق واسع فى ميدان الصناعة والتكنيك .

والآن وبعد أن تحرر التيتانيوم من الأسر فى معتقل الشوائب ظهر وكأن هذا الفلز يرد الجميل للعلماء الذين ساعدوه فى ذلك . فبدأ يدهشهم بخواصه الرائعة . اذ اتضح مثلا أن التيتانيوم أمتن من العديد من أنواع الفولاذ بالرغم من أنه أخف من الحديد بمرتين .

والتيتانيوم لا ينافسه أحد بين الفلزات الصناعية من حيث المتانة النوعية ، حتى أن الألومنيوم المشهور بخفته ومتانته يتخلف عنه فى عدد من النواحى . فبالرغم من أن التيتانيوم أثقل من الألومنيوم بمرة ونصف الا أنه أمتن منه بست مرات . والمهم هنا بوجه خاص هو أن التيتانيوم يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة (حتى الدرجة ٥٠٠ م ، وعند اضافة . عناصر اشابة اليه ترتفع هذه الدرجة الى ٦٥٠ م) فى حين أن متانة معظم سبائك الألومنيوم تنخفض فجأة عند الدرجة ٣٠٠ م .

4-843

والتيتانيوم فلز قاس جدا : فهو أقسى من الألومنيوم بـ ١٢ مرة وأقسى من الحديد والنحاس بأربع مرات . وكلما ازداد حد مطاوعة الفلز تحسنت مقاومة الأجزاء المصنوعة منه للجهود التى تتعرض لها أثناء التشغيل وحافظت على شكلها وأبعادها فترة أطول . وحد مطاوعة التيتانيوم أعلى بـ ١٨ مرة منه عند الألومنيوم وأعلى بمرتين ونصف منه عند الحديد .

وليس غريبا أن يقع اختيار مصممى الطائرات على التيتانيوم ليعهد اليه بمهمة اختراق جدار الصوت . فقد نشرت الصحافة الأجنبية نبأ تصميم طائرة نفاثة فى الولايات المتحدة الأمريكية أطلق عليها اسم «العصفور الأسود» تفوق سرعتها سرعة الصوت وتصل الى ٣٢٠٠ كم فى الساعة . وقد صنع هيكل هذه الطائرة من التيتانيوم ، كما صنعت من هذا الفلز أيضا الأجزاء الخارجية الرئيسية فى الطائرة المشهورة السوفييتية «تو ــ ١٤٤» وهى أول طائرة ركاب فى العالم تفوق سرعتها سرعة الصوت .

ولا يزال التيتانيوم يستعمل باستمرار فى صنع أجزاء عديدة من الطائرات ابتداء من المحرك وحتى المسامير الملولبة (البراغى) والصمولات (الحزقات) . وبمناسبة ذكر المسامير ، نعرض رأى الأخصائيين الأمريكيين فى هذا المجال . فقد قاموا بابدال المسامير الفولاذية بمسامير من التيتانيوم فى محرك احدى الطائرات المقاتلة مما أدى الى خفض وزن المحرك بمقدار مئة كيلوجراما تقريبا . وبما أن كل كيلوجرام من هذه الكيلوجرامات الموفرة يخفض وزن الطائرة بمقدار ١٠ كيلوجرامات (بفضل تخفيف الحمل على جسم الطائرة) لذا تصبح الطائرة أخف بمقدار طن واحد . ولتصور مدى أهمية خفض وزن الطائرة طنا واحدا نذكر أن خفض وزن طائرة ركاب عادية كيلوجراما واحدا يوفر مبلغا يصل الى ٤٠٠ روبل فى العام . ويتوقع الأخصائيون أن ترتفع فى السنوات القادمة نسبة الأجزاء المصنوعة من التيتانيوم وسبائكه فى الطائرات التى تفوق سرعتها مرتين أو ثلاث مرات سرعة الصوت الى ٦٠ــ٩٠ % .

والمركبات الفضائية لا تخلو من التيتانيوم . فصهاريج حفظ الأكسجين السائل والهيدروجين فيها المصنوعة من التيتانيوم ذات مواصفات جيدة : ذلك أن التيتانيوم لا يتخرب ، كما هو الحال عند معظم الفلزات ، فى درجات الحرارة المنخفضة جدا ، وانما يصبح أكثر متانة فيها .

ويبدو أن التيتانيوم سيصبح المادة الرئيسية للمشاريع التى ستبنى مباشرة فى الفضاء الكونى . فقد دلت التجارب التى قام بها رائدا الفضاء السوفييتيان جيورجى شونين وفاليرى كوباسوف فى عام ١٩٦٩ على أن هذا الفلز يمكن قطعه ولحمه بسهولة فى ظروف الفراغ الكونى .

والتيتانيوم يعامل باحترام فائق فى السماء وعلى الأرض أيضا . اذ تقوم احدى الشركات بصنع اطارات للدراجات منه يزن الواحد منها كيلوجراما ويبلغ وزن الدراجة عندئذ أقل من سبعة كيلوجرامات .

ولقد حظى التيتانيوم باهتمام الكيميائيين أيضا . ففى أحد المصانع أجريت التجربة التالية : صنعت ثلاث مضخات لضخ السوائل الضارة ، الأولى من الحديد الصب والثانية من الفولاذ الذى لا يصدأ والثالثة من التيتانيوم . وكانت النتيجة أن «تآكلت» المضخة الأولى بعد عمل استمر ثلاثة أيام وصمدت المضخة الثانية عشرة أيام فقط ، أما المضخة الثالثة ، فبقيت تعمل باستمرار فترة نصف عام دون أن تمس بأذى .

وبالرغم من أن التيتانيوم لا يزال غالى الثمن جدا ، الا أن احلاله محل مواد أرخص منه يعتبر عملية مربحة فى حالات كثيرة . وكبرهان على ذلك نذكر أن صنع هيكل من الفولاذ الذى لا يصدأ لمفاعل فى أحد الأجهزة الكيميائية يكلف ١٥٠ روبلا بينما يكلف صنعه من سبائك التيتانيوم ٦٠٠ روبلا أى أغلى باربع مرات . ولكن المفاعل المصنوع من الفولاذ يخدم ستة شهور فقط بينما يخدم المفاعل المصنوع من التيتانيوم عشر سنوات متواصلة . واذا ما أضفنا الى ذلك النفقات المترتبة علي ابدال المفاعلات الفولاذية من فترة الى أخرى وكذلك الخسارة المادية الناجمة عن توقف العمل من جراء ذلك ، أصبح واضحا تماما أن التيتانيوم الغالى أرخص ، بالرغم من التناقض فى التعبير ، من الفولاذ الرخيص .

نظم فى لندن منذ عدة سنوات معرض للتيتانيوم ومجالات استخدامه فى الصناعة . وعرضت فيه مجموعة كبيرة من الأدوات والأجهزة المصنوعة من التيتانيوم والمخصصة للعمل فى المصانع الكيميائية وكان من بينها منافث (nozzles) صنعت من التيتانيوم وأخرى من الفولاذ . وعند عرض كيفية عمل هذه المنافث تبين أن الأولى منها واصلت العمل أكثر من شهرين فى جو من الغازات الساخنة الحاوية على ثنائى أكسيد الكبريت ولم يحدث لها أى شىء بينما تحطمت المنافث الفولاذية بعد عدة ساعات من بدء عملها .

ويستعمل التيتانيوم بنجاح فى صنع الأدوات التى تعمل فى جو من أبخرة الكلور وحمض

الكبريتيك وحمض النتريك وغيرها من المواد الكيميائية ذات «النوايا السيئة» . وقد بنيت فى بعض المصانع مداخن ضخمة من هذا الفلز يصل ارتفاعها الى ١٢٠ مترا . وبالرغم من أنها غالية جدا الا أنها تخدم دون تصليح وصيانة مئة عام وتعوض بربح زائد كل الأموال التى صرفت على بنائها .

ويدخل التيتانيوم فى صناعة السبائك القاسية المخصصة لأدوات القطع ، حيث تغطى بطبقة رقيقة جدا من كربيد التيتانيوم مما يزيد من حدة قطعها ويحسن نوعية سطح السلع المقطوعة .

وللأدوات الجراحية المصنوعة من سبائك التيتانيوم سمعة طيبة عند الجراحين . ونذكر هنا أن الطبيب السوفييتى يورى سنكيفيتش (وهو أحد المشتركين فى البعثة الدولية التى قامت برحلة بحرية على ظهر المركب «راع» باشراف الرحالة النرويجى المشهور تور هييردال) حمل معه أدوات جراحية مصنوعة من التيتانيوم .

ومؤخرا نجح العلماء فى صنع سبيكة من النيكل والتيتانيوم تدعى «النيتينول» . وتتصف هذه السبيكة بخاصة مدهشة وهى أنها «لا تنسى» ماضيها ، وبتعبير أدق ، فانها تعود الى شكلها السابق مهما تعرضت لتغيرات وتحورات مختلفة (وسنتحدث عن ذلك بالتفصيل فى الباب المخصص للنيكل) .

كان الرأى السائد عند العاملين فى صناعة التعدين فى مطلع القرن الحالى أن التيتانيوم من أخطر الشوائب على الحديد . واستمر الحال على ذلك عدة سنوات قبل أن يدحض هذا الرأى نهائيا . واليوم تعتبر صناعة التعدين من المستهلكين الرئيسيين للتيتانيوم . فهناك مئات الماركات من الفولاذ والسبائك التى يدخل هذا العنصر فى تركيبها بنسبة أو بأخرى . فهو يضاف الى أنواع الفولاذ الذى لا يصدأ للحيلولة دون حدوث تآكل بين الكريستالات . ويؤدى تواجده فى السبائك المقاومة للحرارة والحاوية على نسبة كبيرة من الكروم الى خفض أبعاد الحبيبات بحيث تصبح بنية الفلز متجانسة وذات بلورات ناعمة . كما يضاف الى سبائك أخرى من هذا النوع لجعلها أكثر متانة .

ان الفة التيتانيوم العالية نحو الأكسجين (سنعود للحديث عن ذلك فيما بعد) تجعله يستخدم لاختزال الفولاذ ، أى لنزع الأكسجين منه . وهو فى هذا المجال أشد تأثيرا بعشر مرات من السليكون الذى يعتبر من المختزلات الرئيسية . وللتيتانيوم دور مماثل بالنسبة الى النتروجين . والمعلوم أن تحرير الفولاذ من الغازات الموجودة فيه يحسن خواصه الميكانيكية ويرفع من مقاومته للتآكل .

يفتخر التيتانيوم بخاصة من خواصه الرائعة ألا وهى مقاومته العجيبة للتآكل الذى يعتبر من ألد أعداء الفلزات . وللتأكيد على ذلك وضعت صفيحة من التيتانيوم فى ماء البحر طيلة عشر سنوات ولم يظهر عليها بعد ذلك أى أثر للصدأ (فلو وضعت بدلا منها صفيحة من الحديد لما بقى منها شىء يذكر) . ويا لتفاهة هذه العشر سنوات ! فالحسابات تدل على أنه لو بدأت هذه التجربة منذ ألف سنة واستمرت حتى يومنا هذا لاستطاع التآكل النفوذ الى جسم التيتانيوم مسافة قدرها ٠,٠٢ ملم فقط . وليس عجبا أن يتهافت العاملون فى بناء السفن والمنشآت المائية ، وكذلك مصممو الأجهزة المخصصة للعمل فى أعماق البحار

على التيتانيوم ويكنون له من الود ما لا يقل عنه عند الكيميائيين ومصممى الطائرات . وتقوم الشركة الأمريكية «جنرال الكتريك» بتصميم مشروع لسفينة مأهولة تعمل على أعماق تصل الى ٣٧٠٠ م . ولقد خصص دور هام لسبائك التيتانيوم فى هذا المشروع .

والآن أصبح واضحا أن مقاومة التيتانيوم العالية للتآكل هى السبب فى اختيار هذا الفلز بالذات كمادة تلبيس للنصب التذكارى الذى يخلد ذكرى اقتحام الانسان للفضاء الكونى . ومنذ فترة قصيرة استدعى التيتانيوم للمساهمة فى بناء نصب تذكارى آخر . فقد نظمت اليونسكو مسابقة لمشروع نصب تذكارى بمناسبة اليوبيل المئوى لمنظمة الاتحاد الدولى للمواصلات الالكترونية . وكانت الجائزة الأولى (من بين ٢١٣ مشروعا مقدما) من نصيب مجموعة من المهندسين المعماريين السوفييت . وكان من المقرر أن يقام هذا النصب التذكارى فى ساحة الأمم فى مدينة جنيف . وهو عبارة عن صدفتين من الخرسانة المسلحة ارتفاعيهما ١٠,٥ مترا وملبستين بصفائح من التيتانيوم اللماع . وعندما يمر المرء بينهما فى ممر خاص فانه يسمع صوته وخطواته ويرى نفسه فى مركز دوائر تتباعد الى ما لانهاية .

لو كان التيتانيوم معروفا لدى قدماء اليونان ، لكانوا استعملوه حتما فى بناء الأكروبولس الشهير فى آثينا . فهذه التحفة المعمارية الرائعة صمدت طويلا أمام المؤثرات الخارجية ولكنها ، مع الأسف ، أخذت تتعرض ، مع مرور الزمن ، للتلف والتصدع .

ففى مطلع القرن الحالى تمت عملية ترميم واصلاح للأكروبولس جرى فيها تدعيم بعض أجزاء البناء بهياكل من الفولاذ . وبعد مرور عشرات السنين بدأ الفولاذ يتعرض للصدأ ويتآكل تدريجيا وأخذت الأعمدة الرخامية تتصدع وتغوص فى الأرض ، ولانقاذ الأكروبولس تقرر استبدال هياكل التدعيم الفولاذية بهياكل من التيتانيوم الذى لا يتعرض للتآكل نظرا لأنه لا يتأكسد عمليا فى الهواء . ولهذا الغرض وقعت الحكومة اليونانية مؤخرا صفقة تجارية

مع الحكومة اليابانية لشراء دفعة ضخمة من هذا «الفلز الأبدى» .

وللتيتانيوم خاصة مهمة بالنسبة للعديد من فروع الصناعة وهى عدم قابليته للمغنطة . ويتصف بمقاومة عالية للكهرباء : فاذا اعتبرنا أن الناقلية الكهربائية للفضة تساوى ١٠٠ كانت الناقلية الكهربائية للنحاس ٩٤ وللألمنيوم ٥٥ وللحديد والزئبق ٢ ولن تتعدى الناقلية الكهربائية للتيتانيوم عندئذ ٠,٣ . ولهذه الخاصة فوائد جمة تجعل التيتانيوم يستعمل على نطاق واسع فى الصناعة الالكترونية . اذن فللتيتانيوم الحق فى أن يفتخر بخواصه الهامة العديدة . ولكن السؤال المطروح الآن هو : لماذا لا يستعمل التيتانيوم حتى الآن بشكل واسع فى الصناعة كالفولاذ أو الألومنيوم مثلا ؟ والجواب هو أن التيتانيوم غالى الثمن جدا . والواقع أن هذه «العلة» ليست خلقية عنده وانما تعود الى صعوبة استخلاصه من خاماته . فاذا اعتبرنا أن السعر النسبى للتيتانيوم فى المادة الخام يساوى الواحد وجدنا أن هذا السعر يزداد ٥٠٠ — ٦٠٠ مرة بعد الطريق التكنولوجى الطويل والمعقد الذى يمر به التيتانيوم كى يتحول الى سلعة جاهزة . ولكن هذا الوضع ليس بالكارثة الأبدية بل يمكن اصلاحه . فصناعة التيتانيوم تتطور وتتحسن باستمرار ، ولن يمر وقت طويل حتى يصبح هذا الفلز رخيصا كالألمنيوم الذى كان يعتبر حتى نهاية القرن الماضى من المنافسين الأشداء للفلزات الكريمة . وليس بعيدا ذلك اليوم الذى سنرى فيه أدوات المطبخ المصنوعة من التيتانيوم معروضة للبيع فى المخازن .

كان التيتانيوم حتى وقت قريب جدا ينسب الى الفلزات النادرة . ولكن الواقع عكس ذلك تماما اذ لا يوجد سوى عدد قليل جدا من العناصر يتفوق على التيتانيوم من حيث انتشاره فى الطبيعة . فاحتياطى التيتانيوم فى القشرة الأرضية يفوق عدة مرات مجموع احتياطى فلزات مشهورة مثل النحاس والزنك والرصاص والذهب الفضة والبلاتين والكروم والتنجستن والزئبق والموليبدنوم والبزموت والأنتيمون والنيكل والقصدير . فهل هو نادر يا ترى ؟

وعلى أي حال ، فان كلمة «نادر» ، بمفهومها العام ، تنطبق الى حد ما على التيتانيوم : اذ أن الصخور والخامات النادرة لا تحتوى أبدا على هذا العنصر (عثر على التيتانيوم فى ٧٨٤ صخرا من أصل ٨٠٠ صخر) .

يعرف الآن حوالى ٧٠ معدنا يوجد فيها التيتانيوم اما على شكل ثنائى أكسيد أو على شكل ملح لحمض التيتانيوم ، وأهمها الالمنيت (وكان يسمى سابقا بالميناكانيت) والروتيل والبيروفسكيت والسفين . ويزداد باستمرار عدد أفراد هذه المجموعة من المعادن . فمنذ وقت قريب جدا عثر الجيولوجيون فى شبه جزيرة كولسكى على حجر (أو بتعبير أدق ، حبة رمل يبلغ وزنها عشر الجرام فقط) لم يكن معروفا سابقا وأطلق عليه اسم الناتيسيت نظرا لأن مكوناته الرئيسية هى الصوديوم والتيتانيوم والسليكون . وهناك أكثر من ١٥٠ منجما ومكمنا لخامات التيتانيوم موزعة على الكرة الأرضية فى الاتحاد السوفييتى والولايات المتحدة الأمريكية والهند والنرويج وكندا واستراليا .

طرح بعض العلماء فى السابق فرضية تقول بأن تربة القمر غنية بثنائى أكسيد التيتانيوم ولم يتمكنوا مع الأسف من تأكيد ذلك تجريبيا . واليوم أصبحت هذه الفرضية حقيقة مؤكدة

بعد أن تم تحليل عينات من تربة القمر حملتها الى الأرض مركبات الفضاء الأمريكية «أبولون» والمحطات الأوتوماتيكية السوفييتية «لونا» . ولن نتعجب يوما ما اذا سمعنا بأن أول منجم للتيتانيوم قد بدأ بالعمل على سطح القمر فى منطقة بحر الأمان أو محيط العواصف .

وثمة معلومات هامة نقلها الى الأرض رائدا الفضاء السوفييتيان بيوتر كليموك وفالنتين ليبديف (طاقم سفينة الفضاء «سويوز — ١٣») . فقد تمكنا من أخذ صورة طيفية بالاشعة فوق البنفسجية لسديم كان دوما محط اهتمام الفلكيين ، وهو عبارة عن ضباب غازى يقع فى مركزه نجم ملتهب . وبما أن هذه الأجرام السماوية تبعد مسافة هائلة عن الأرض لذا فان معلوماتنا عنها ضئيلة جدا . ولم يكتشف فيها طيلة سنوات عديدة من الدراسة سوى ١٧ عنصرا كيميائيا ، أضف الى ذلك أنه لم تصلنا منها خلال الربع الأخير من القرن الحالى أية معلومات بهذا الصدد ، حتى جاءت الأجهزة المركبة على متن السفينة «سويوز —١٣» لتثبت بشكل قاطع وجود عنصرين آخرين فى هذا السديم ، هما الألومنيوم والتيتانيوم .

اذن فلا يحق لكوكبنا ولا للكواكب والأجرام السماوية الأخرى أن تشكو من نقص فى التيتانيوم . ولكن المهمة الصعبة هنا هى استخلاص هذا الفلز من خاماته وتحويله الى حالة يكون فيها جاهزا للاستعمال فى الصناعة .

والواقع أن اتحاد التيتانيوم مع الأكسجين (وهكذا يوجد التيتانيوم عادة متحدا مع الأكسجين فى الطبيعة) يعتبر من أكثر الاتحادات متانة فى الكيمياء . فلا التيار الكهربائى ولا درجات الحرارة المرتفعة تستطيع انتزاع التيتانيوم من أحضان الأكسجين . وهذا هو السبب الذى دفع العلماء للبحث عن طرق غير مباشرة للحصول على التيتانيوم فى حالة حرة . ففى عام ١٩٤٠ نجح العالم الأمريكى كرول فى وضع طريقة لانتاج التيتانيوم صناعيا . وتتلخص هذه الطريقة فيما يلى : يحول فى البداية ثنائى أكسيد التيتانيوم بواسطة الكلور والكربون الى رباعى كلوريد التيتانيوم . وهنا يصبح التعامل مع الكلور الذى يحل الآن محل

الأكسجين أبسط وأسهل من التعامل مع الأكسجين . وتعطى هذه المهمة لعنصر المغنسيوم الذى يتفاعل مع رباعى كلوريد التيتانيوم مكونا كتلة اسفنجية مؤلفة من التيتانيوم والمغنسيوم وكلوريد المغنسيوم . وللحصول على تيتانيوم متراص نقى يعاد صهر هذه الكتلة فى الفراغ أو فى جو من غاز خامل (كى لا يمتص الفلز مرة أخرى نتروجين وأكسيجين الهواء) .

وتطبق فى الصناعة طريقة أخرى للحصول على فلز التيتانيوم تعتمد على فلز الصوديوم وتشبه من حيث المبدأ الطريقة السابقة . وللحصول على تيتانيوم نقى جدا يستعان فى الوقت الحاضر بطريقة اليوديد التى اقترحها العالمان فان آركل ودى بور : يحول التيتانيوم التجارى الذى تم الحصول عليه من الكلوريد الى يوديد التيتانيوم الذى يخضع بعدها لعملية تصعيد فى الفراغ . وتصادف أبخرة اليوديد فى طريقها سلكا من التيتانيوم محميا (حتى الدرجة ١٤٠٠ م) ، فيتفكك اليوديد عندئذ وتترسب على السلك طبقة من التيتانيوم النقى . ولا تطبق هذه الطريقة فى الصناعة نظرا لكلفتها وغلائها ولكن يستعان بها فى المخابر الكيميائية للحصول على هذا التيتانيوم النقى للأبحاث العلمية .

لقد اقتنعتم الآن بأن خواص التيتانيوم تعتمد الى حد كبير على درجة نقاوته لذا فان احدى المهمات الرئيسية فى الصناعة هى وضع طرائق لانتاج التيتانيوم النقى صناعيا . والواقع أن هذا الاحتياطى الطبيعى الضخم من خامات التيتانيوم لا يقدم لنا سوى النذر اليسير من هذا الفلز . وبالرغم من الازدياد المطرد فى انتاج التيتانيوم الا أن الحاجة اليه تفوق كثيرا حجم انتاجه . وليس من قبيل الصدفة أن الحكومة الأمريكية منعت لفترة طويلة الشركات المنتجة لصفائح التيتانيوم من بيع انتاجها لغير المؤسسات العسكرية .

ان جعل التيتانيوم أرخص ثمنا مهمة يقوم بحلها الآن عدد من معاهد الأبحاث العلمية فى العالم . فمنذ عدة سنوات افتتح فى مدينة كليفلند فى الولايات المتحدة الأمريكية معهد جديد للفلزات الخفيفة . والطريف هنا أنه فى حفلة افتتاح هذا المعهد كان الشريط التقليدى الممدود أمام مدخل المعهد مصنوعا من . . . . . التيتانيوم . وعندما تقدم رئيس بلدية المدينة ليقص الشريط معلنا افتتاح المعهد وضع على عينيه نظارات واقية وحمل معه ، بدلا من المقص العادى ، حراقا غازيا (كالحملاج) .

وفى أيامنا هذه يتركز اهتمام الآلاف من العلماء نحو التيتانيوم . ففى العديد من المخابر تتعرض عينات من هذا الفلز لشتى أنواع «التعذيب» يوميا : اذ تقطع وتثنى و«تسلق» فى الأحماض والقلويات وتحمى حتى الدرجة الحمراء ثم تبرد حتى درجات منخفضة جدا وتطبق عليها أحمال ثقيلة ويمرر فيها تيار كهربائى عالى التردد . . . وكل ذلك من أجل أن يكشف التيتانيوم المعذب أسراره للانسان .

V

« الفيتامين V »

لقية فى مكان حادث الاصطدام — الفكرة تتحقق — الالهة لا تفتح الباب للطارق — الحظ حليف نيلس سيوفسترم — فيولر يكرر خطأ دل ريو — ميلاد ثان للفانديوم — «تصرف غبى» — تجارب ناجحة لهنرى روسكو — ٥٠ ألف روبل ثمن الكيلوجرام الواحد ! — مادة خام من كوكب الزهرة — الفولاذ لا يعرف الكلل — المدفع يحلق فى السماء — هجوم ودفاع — خدعة «الدبلوماسيين» — الأنيلين الأسود — الخنازير مسرورة — النباتات والحيوانات البحرية من هواة جمع الفانديوم — مزارع فى قاع البحر — الرسالة من القرون الماضية .

«لو لا الفانديوم لما كانت السيارة» . هذه الكلمات لملك السيارات هنرى فورد . وفى عام ١٩٠٥ حضر فورد سباقا ضخما للسيارات . وكما هو مألوف فى مثل هذه المباريات فقد حصل اصطدام بين سيارتين احداهما فرنسية الصنع . وبعد فترة قصيرة تقدم فورد الى مكان الحادث وانتقى من بين حطام هذه السيارة قطعة هى جزء من محور ارتكاز الصمام . ولم يعر أحد اهتماما لذلك ، الا أن فورد المحنك فى مثل هذه الأمور دهش لخفة هذه القطعة وقساوتها الكبيرة فى الوقت نفسه ، وأرسلها الى المخبر لاجراء تحليل كيميائى عليها . وكانت النتيجة أن القطعة المذكورة مصنوعة من فولاذ غير عادى يحتوى على الفانديوم .

عندئذ خطرت لفورد فكرة استخدام هذا الفولاذ فى صناعة السيارات . ويا لها من فكرة مغرية : فاذا تحققت ، أصبحت السيارة أخف مما هى عليه الآن وأمكن توفير كمية كبيرة من الفلز ، وعندها يمكن بيع السيارة بسعر أرخص وهذا يعنى أن عدد المشترين سيزداد ، وبالتالى سيزداد الربح عندئذ . وانكب فورد يعمل على تحقيق فكرته هذه . وقد صادفته صعوبات جمة تمكن من التغلب عليها قبل أن يصل الى هدفه المنشود وتتحقق الفكرة . وبعد مرور عدة سنوات على سباق السيارات المذكور الذى اعتبر فى الواقع نقطة انعطاف فى تاريخ صناعة السيارات ، قامت وزارة التجارة والصناعة الفرنسية باجراء تجارب على قطع من سيارة فورد الجديدة وتبين أن الفولاذ الأمريكى أفضل بكثير من الفولاذ الفرنسى ويتفوق عليه فى جميع المواصفات .

فما هو اذن هذا الفانديوم الذى أحدث ثورة حقيقية فى صناعة السيارات ؟

واليكم ما كتبه الكيميائى السويدى المشهور برزيليوس فى استعراضه لقصة اكتشاف الفانديوم .

«فى قديم الزمان كانت تعيش فى أقصى الشمال الهة فاتنة ومحبوبة من الجميع تدعى فانادیس . وفى أحد الأيام وبينما كانت فانادیس ترتاح فى غرفتها سمعت طرقا على الباب . ولم تأبه فى أول الأمر لذلك وقالت لنفسها : «دعه يطرق مرة أخرى» . ولكن

الطرق لم يتكرر وسمعت خطوات الزائر وهو يبتعد عن الباب عائدا من حيث أتى واهتمت الالهة بالأمر وأسرعت الى النافذة لترى من هو هذا الطارق المتواضع والخجول . فاذا به فيولر الكيميائى الألمانى المعروف .

وبعد عدة أيام تكرر الحادث ولكن الطارق فى هذه المرة كان عنيدا واستمر يطرق الباب حتى انفتح . واذا بالالهة تشاهد أمامها فتى جميلا يدعى نيلس سيوفسترم . وسرعان ما أحبا بعضهما بعضا ورزقا بمولود أسمياه فانديوم . وهذا هو اسم ذلك الفلز الجديد الذى اكتشفه فى عام ١٨٣١ الكيميائى والفيزيائى السويدى نيلس سيوفسترم» .

فى هذه القصة خطأ بسيط ، وهو أن أول من «طرق» باب غرفة الالهة فانانديس هو العالم المكسيكى المشهور اندرس مانويل دل ريو وليس الكيميائى الألمانى فريدريخ فيولر كما جاء فيها . فقبل فيولر بكثير ، وبالتحديد فى عام ١٨٠١ ، كان دل ريو يدرس خامات الرصاص المتوفرة فى المكسيك واذا به يكتشف فيها فلزا لم يكن معروفا فى ذلك الحين . وكانت مركبات هذا الفلز الجديد ملونة بشتى الألوان مما دفع دل ريو الى أن يسمى العنصر الجديد بـ «البانكروم» أى «متعدد الألوان» ثم غير هذا الاسم فيما بعد الى «الاريترونيوم» ويعنى «الأحمر» .

ولكن دل ريو لم يتمكن من اثبات اكتشافه علميا . والأكثر من ذلك أنه توصل فى عام ١٨٠٢ الى نتيجة مفادها أن عنصره الجديد ما هو الا الكروم الذى اكتشف قبله بفترة قصيرة . وقد وقع فيولر فى الخطأ نفسه بعد عدة سنوات .

ولقد قدر للفانديوم أن يولد مرة ثانية بعد ثلاثين عاما من ولادته الأولى ، وكان ذلك على يد العالم السويدى الشاب نيلس سيوفسترم . ففى ذلك الحين بدأت صناعة التعدين تتطور فى السويد وشرع ببناء المصانع فى مختلف أنحاء البلاد . ولقد لوحظ آنئذ أن خامات الحديد المستخرجة من أحد المكامن تعطى فلزا هشا ، بينما تعطى الخامات المستخرجة من مكمن آخر فلزا لدنا . واهتم سيوفسترم بالأمر وقرر حل هذا اللغز ، فقام بدراسة التركيب الكيميائى للخامات التى تعطى فلزا جيدا وأثبت بعد تجارب طويلة أن هذه الخامات تحتوى على عنصر جديد هو العنصر ذاته الذى اكتشفه دل ريو فى حينه وظن خطأ بانه الكروم . وقرر سيوفسترم أن يسمى الفلز الجديد بالفانديوم .

وهكذا لم يقدر لدل ريو ولا لفيولر أن يكتشفا العنصر الجديد بالرغم من أنهما كانا على وشك تحقيق ذلك . وبعد النجاح الذى أحرزه سيوفسترم فى هذا المجال كتب فيولر

رسالة لصديقه يقول فيها «لقد تصرفت بغباء عندما أهملت العنصر الجديد فى خامات الرصاص البنية ، ولقد كان برزيليوس على حق عندما سخر منى لاننى لم أطرق باب الالهة فناديس باصرار وعناد» .

وفى روسيا اكتشف الفانديوم لأول مرة عام ١٨٣٤ فى خامات الرصاص المستخرجة من منجم برزوفسك فى منطقة الأورال ثم عثر عليه عام ١٨٣٩ فى الأحجار الرملية بالقرب من مدينة برم . وفى ذلك الوقت كان للمهندس الروسى شوبين رأى بأن الفانديوم يؤثر تأثيرا ايجابيا على خواص سبائك الحديد والنحاس . فقد جاء فى احدى المقالات التى نشرها آنذاك أن «حديد الصب النحاسى والنحاس الأسود والنحاس الذى تصنع منه الحراب تشكل سبائك مع الفانديوم والمحتمل أن وجوده فيها يكسبها قساوة كبيرة» .

لقد جرت محاولات عديدة للحصول على الفانديوم فى حالة نقية ولكنها فشلت جميعها حتى عام ١٨٦٩ اذ تمكن الكيميائى الانكليزى هنرى روسكو من الحصول على فانديوم اعتبر نقيا فى ذلك الحين بالرغم من أنه كان يحتوى على شوائب نسبتها ٤ % . وفى غضون ذلك ، فان وجود ولو نسبة ضئيلة من الشوائب فى الفانديوم يؤثر تأثيرا قويا على خواص هذا العنصر . والفانديوم النقى ذو لون فضى رمادى وهو لدن جدا وقابل للطرق . ولكن وجود ولو كمية قليلة من الشوائب فيه ، وبخاصة النتروجين والأكسجين والهيدروجين ، يجعله قاسيا وقصيفا ولا يتحمل المعالجة الميكانيكية عندئذ . والحصول على الفانديوم النقى كان يعتبر لفترة طويلة مهمة صعبة جدا نظرا لأنه نشيط بشكل عجيب فى درجات الحرارة المرتفعة : فقد كان من المتعذر اختيار المادة المناسبة لصنع البواتق التى يصهر فيها الفانديوم بحيث لا تذوب فيه ولا تلوثه أثناء الصهر . ولما فشلت جميع المحاولات لجأ العلماء الى أسلوب آخر وظهرت مؤخرا طريقة الكتروليتية للحصول على فانديوم مكرر تبلغ نسبة نقاوته ٩٩,٩٩% ولا مجال للمقارنة الآن بين نسبة الشوائب السابقة ٤ % والنسبة الحالية ٠,٠١ % .

بقى الفانديوم فترة طويلة يبحث عن عمل له فى الصناعة وكان مجموع الانتاج العالمى منه فى عام ١٩٠٧ لا يتجاوز ثلاثة أطنان ، أضف الى ذلك أن سعره كان خياليا فى البداية ويبلغ ٥٠ ألف روبل ذهبى للكيلوجرام الواحد .

ولكن هذا الانتاج الهزيل من الفانديوم وكذلك سعره الخيالى لم يثيرا دهشة العلماء لسبب بسيط وهو أنه بالرغم من احتواء القشرة الأرضية على نسبة لا بأس بها منه تبلغ حوالى ٠,٢ % (أى أكبر بـ ١٥ مرة من نسبة

الرصاص وأكبر بـ ٢٠٠٠ مرة من نسبة الفضة) الا أنه مبعثر فى الأرض ويندر أن يعثر على توضعات منه لكميات كبيرة (ولهذا يعد الفانديوم من الفلزات النادرة) . فالمادة الخام الحاوية على ١ % فانديوم تعتبر غنية به . والأكثر من ذلك ، فان المادة الخام الحاوية على ٠,١ فقط من هذا العنصر الثمين والنادر تعتبر صالحة للمعالجة الصناعية .

والطريف أن النيازك التى تسقط على الأرض تحوى نسبة من الفانديوم أكبر بمرتين أو ثلاث مرات منه فى القشرة الأرضية . وباعتبار أن طيف الشمس يحوى عددا من الخطوط الخاصة بذرات الفانديوم لذا يمكن القول بأن الشمس أغنى بهذا العنصر من كوكبنا الأرضى .

وفى المستقبل ، ربما يبدأ وصول دفعات من المادة الخام الغنية بالفانديوم الى مصانع التعدين من المريخ أو الزهرة مثلا وتصبح عملية النقل هذه أمرا طبيعيا لا غرابة فيه . ولكن الوضع فى الوقت الحاضر يفرض على سكان الأرض الاعتماد على المصادر المحلية فقط .

والواقع أن صعوبة استخلاص الفانديوم من خاماته هى السبب فى عدم استخدام هذا الفلز العجيب فى الصناعة على مدى عشرات السنين . ولكن التطور السريع للتكنيك فتح الباب أمامه كى يدخل عالم الصناعة . فقدرة هذا العنصر على دعم الفولاذ واكسابه خواص جيدة هى التى حددت مصيره وبدأ يلعب دور «الفيتامين» المنشط للفولاذ .

والمعلوم أن اضافة الفانديوم بنسبة قليلة جدا الى الفولاذ تجعل هذا الأخير ناعما وتكسبه متانة ومرونة عالية . وهذا النوع من الفولاذ يتحمل الصدمات والثنى والاحتكاك لذا فهو

المفضل لصنع أجزاء السيارة كالنوابض والمحاور والمسننات . والآن نفهم لماذا اهتم هنرى فورد كثيرا بالفانديوم وقدر عاليا دوره فى صناعة السيارات . وليس من باب الصدفة أن يصف الأكاديمى فرسمان هذا العنصر قائلا «يا له من قوة عجيبة ، تلك القوة التى يقدمها الفانديوم للحديد والفولاذ . فهو يكسبها قساوة ومتانة ، لزوجة ومرونة ، ومقاومة جيدة للصدمات لا بد منها لمحاور السيارة» .

وفى الحرب العالمية الأولى فاجأ المهندسون الفرنسيون العالم بتصميمهم لطائرة لم تكن مسلحة ، كالمعتاد ، برشاش ، وانما زودت بمدفع أرعب الطيارين الألمان . ولكن السؤال هنا هو كيف تمكنوا من تحميل المدفع على الطائرة علما أن حمولة الطائرات فى ذلك الوقت لم تكن كبيرة ؟ فقد تبين أن الفضل فى ذلك يعود الى الفانديوم نظرا لأن هذه المدافع الفرنسية كانت مصنوعة من الفولاذ الحاوى على الفانديوم ، فبالرغم من وزنها القليل نسبيا الا أنها كانت متينة جدا وتوجه نارا حامية تدمر طائرات العدو .

وعلى أثر ذلك بدئ باستخدام الفولاذ الحاوى على الفانديوم فى صنع خوذات للجنود تحميهم من الرصاص وشظايا القنابل اليدوية . وفكر فى صنع دروع لحماية طاقم المدفع من طلقات البنادق على الأقل . ولهذا الغرض تم فى مدينة شفيلد فى انكلترا صنع فولاذ مدرع يحوى نسبة كبيرة من السليكون والنيكل . ولكن التجارب التى أجريت على صفائح منه أثبتت مع الأسف أن الطلقات والقذائف تخترقها بسهولة ، عندئذ تقرر أن يجرب نوع آخر من الفولاذ يحوى ٠,٢ % فانديوم فقط . وقد تجاوزت النتيجة كل التوقعات : اذ تبين أن هذا الفولاذ اجتاز امتحانا قاسيا فى المتانة ونجح فى ٩٩ حالة من أصل ١٠٠ حالة .

وهكذا أصبح الفانديوم يستعمل للهجوم والدفاع معا . وبدأت الشركات الأمريكية والفرنسية والانكيزية باستخدام الفولاذ الحاوى على الفانديوم فى شتى المجالات . ولكن مهندسى التعدين الألمان الذين اشتهروا دوما بمهارتهم فى هذا المجال اتخذوا موقفا سلبيا وغامضا للوهلة الأولى : اذ اعتبروا الفانديوم غير صالح كعنصر اشابة وامتنعوا عمليا عن استعمال الفولاذ الحاوى على الفانديوم ، حتى أن ادارة أحد المصانع الألمانية قررت أن صهر الفانديوم عملية لا جدوى منها وليس لها أى معنى . وكان هذا تناقض عجيب .

وسرعان ما اتضح الأمر : فالألمان لا تتوفر على أرضهم أية توضعات لخامات الفانديوم ، وكان من مصلحتهم أن يبقى سعر الفانديوم فى السوق العالمية موازيا للطلب عليه ، ولهذا حاولوا بشتى الوسائل التشويش على الصناعة فى البلدان الأخرى ومنعها من استخدام الفولاذ الحاوى على الفانديوم كى لا يزداد الطلب عليه . وقاموا ، من جهتهم ، بالبحث عن عناصر أخرى لتحل محل الفانديوم فى تأثيره الايجابى على الفولاذ . ولكنهم اقتنعوا فى نهاية الأمر أنه لا يمكن الاستغناء عن الفانديوم وليس له بديل فى هذا المجال . وهكذا فشلت محاولات مهندسى التعدين «الدبلوماسيين» فى تشويه سمعة الفولاذ الحاوى على الفانديوم واستمر انتاجه يزداد عاما بعد عام .

واليوم يستعمل الفولاذ الحاوى على الفانديوم فى العديد من فروع الصناعة كصناعة الطائرات والقطارات والصناعة الالكترونية والصناعة الحربية وغيرها .

والحديد الصب أو الزهر لا يستغنى هو الآخر عن «خدمات» الفانديوم الذى يحسن مواصفاته ويجعله يستخدم فى صنع المكابس والصبات والدحارج المدلفنة وقوالب الكبس على البارد وغيرها .

ولكن عمل الفانديوم لا يقتصر على أنه فيتامين منشط للفولاذ . فأملاحه الخضراء والصفراء والحمراء والسوداء والذهبية (تذكروا أن دل ريو سمى هذا العنصر «بالبانكروم» أى متعدد الألوان) تطبق بنجاح فى صناعة الأصبغة والزجاج والخزف . وبالمناسبة فان صناعة الخزف كانت المجال الصناعى الأول الذى بدأ فيه الفانديوم نشاطه العملى بعد اكتشافه مباشرة من قبل سيوفسترم . اذ كانت الأدوات الخزفية تطلى بطلاء ذهبى بواسطة مركبات الفانديوم وكان الزجاج يصبغ باللون الأخضر أو الأزرق .

وفى عام ١٨٤٢ تمكن الكيميائى الروسى المشهور زينين من تحضير مركب الأنيلين وكان ذلك بمثابة قفزة فى مجال انتاج الأصبغة . وهنا ظهرت أهمية الفانديوم أيضا : فقد تبين أن جراما واحدا من خماسى أكسيد الفانديوم

يكفى لتحويل ٢٠٠ كيلوجرام من ملح للأنيلين عديم اللون الى مادة صباغة هى الأنيلين الأسود .

والكيمياء لا تستغنى فى الوقت الحاضر عن خدمات الفاناديوم أيضا : اذ يعتبر خامس أكسيد هذا العنصر حافزا جيدا فى صناعة حمض الكبريتيك المسمى «بخبز الكيمياء» . وكان يعهد بهذا الدور أعواما طويلة للأسبستوس المبلتن وهو عبارة عن أسبستوس مطلى بمسحوق البلاتين . بيد أن هذا المسرع للتفاعل كان غالى الثمن من جهة ، ومن جهة أخرى فهو غير ثابت : فكثيرا ما كان يتوقف عن العمل «لتسممه» بمختلف الشوائب الغازية . وهذا هو السبب الذى دفع العاملين فى صناعة حمض الكبريتيك الى الامتناع فورا عن استخدام الاسبستوس المبلتن بعد أن نجح معهد الكيمياء فى مدينة أوديسا فى الاتحاد السوفييتى فى وضع طريقة صناعية لانتاج حمض الكبريتيك باستخدام أكاسيد الفاناديوم كمواد حفازة . كما وتستغل خواص أكسيد الفاناديوم الرائعة فى عملية تكسير البترول وفى تحضير العديد من المركبات العضوية المعقدة .

وحتى الخنازير قدرت فوائد الفاناديوم ! ففى الأرجنتين أضيف هذا العنصر الى طعام الخنازير ، وكانت النتيجة أن ارتفعت شهيتها بشكل ملحوظ وازداد وزنها بسرعة .

وقام العلماء الأمريكيون فى مستشفى مدينة لونج — بيتش بدراسة تأثير الفاناديوم على نمو الجرذان ، فأعطوا فئة منهم طعاما خاليا تماما من هذا العنصر وكانت النتيجة أن نمو هذه الجرذان أصبح أبطأ بمرتين من نمو فئة أخرى كانت تحصل على الطعام الطبيعى . ولكن ، ما أن أضيف الى طعام الفئة الأولى قليل من الفاناديوم حتى عادت سرعة نمو الجرذان الى وضعها الطبيعى بعد عدة أيام فقط .

ويبدو أن الفاناديوم عنصر ضرورى لنشاط العديد من أنسجة الجسم الحى : فقد اكتشف فى بيض ولحم الدجاج وحليب البقر وكبد الحيوانات وحتى فى دماغ الانسان .

والطريف هنا أن بعض النباتات والحيوانات البحرية ، كخيار البحر والزقيات والقنافذ ، تعتبر من «هواة جمع» الفاناديوم ، فهى تستخلصه من حولها بطريقة غير معروفة للانسان . ويعتقد بعض العلماء أن الفاناديوم يقوم عند هذه المجموعة من الكائنات الحية بوظيفة الحديد فى دم الانسان والحيوانات العليا ، أى أنه يساعد الدم على تشرب الأكسجين ، أو بتعبير مجازى ، يساعده على «التنفس» . أما البعض الآخر ، فيعتبر أن الفاناديوم ضرورى لسكان قاع البحر كغذاء ، وليس من أجل التنفس . فمن المصيب يا ترى ؟ هذا ما ستجيب عليه الدراسات فى المستقبل . والثابت حتى الآن ، هو أن دم خيار البحر يحوى حتى ١٠ % من فاناديوم فى حين أن تركيز هذا العنصر فى دم بعض أنواع الزقيات أعلى بمليارات المرات من تركيزه فى ماء البحر . وطبيعى أن يهتم العلماء بهذه «المستودعات» الحقيقية للفاناديوم بهدف الحصول عليه منها . ففى اليابان ، مثلا ، أنشئت على شاطئ البحر «مزارع» للزقيات تمتد عدة كيلومترات . والمعروف أن الزقيات تتوالد بكثرة : فالمتر المربع الواحد من هذه «المزارع» الزرقاء يعطى حوالى ١٥٠ كيلوجراما من هذه الحيوانات . وبعد جمع المحصول ينقل هذا «الخام» الحى الحاوى على الفاناديوم الى مخابر خاصة كى يستخلص منه الفاناديوم اللازم للصناعة . ومؤخرا

نشرت الصحافة العالمية خبرا مفاده أن عمال التعدين فى اليابان بدأوا بصنع فولاذ يحتوى على الفاناديوم «المستخرج» من الزقيات .

ويجرى العمل حاليا فى أحد المعاهد فى الاتحاد السوفييتى على تصميم سفينة خاصة لجمع النباتات والحيوانات من قاع البحر . وستزود هذه السفينة بأحدث أجهزة الملاحة وبآلات تلفزيونية لكشف الأعماق وبمختلف الأدوات الميكانيكية . وليس من المستبعد أن تصبح مثل هذه السفن فى المستقبل القريب «ناقلات خامات» بحرية ضخمة .

وثمة «هواة لجمع» الفاناديوم على الأرض أيضا منها الفطور السامة المعروفة للجميع وبعض

أنواع العفن التى لا يمكنها التطور بدون الفاناديوم . وتسمى النباتات القادرة على اختزان هذا العنصر أو ذاك «بالمجمعات البيولوجية» . وهى كثيرا ما تقدم مساعدة كبرى للجيولوجيين بقيامها بدور الكواشف أثناء التنقيب عن خامات بعض الفلزات الثمينة .

ففى عام ١٩٧١ اكتشف علماء المستحاثات (المتحجرات النباتية) السوفييت فى سفوح جبال تيان — شان بقايا نبات مجهول (أسموه الميتيريا) عبارة عن عشب مائى وحيد الخلية كان يعيش على الأرض منذ مليار ونصف سنة . ولعل القارئ سيطرح السؤال التالى : «ولكن ، ما هى العلاقة بين هذا العشب والفاناديوم ؟» . والجواب أن العلاقة مباشرة بينهما : اذ يعتقد العلماء أن الميتيريا لعبت فى حينها دورا هاما فى تكوين الجو المحيط حول كوكبنا وتشكيل توضعات فى القشرة الأرضية لبعض العناصر الكيميائية مثل الفاناديوم واليورانيوم .

. . . والآن وبعد أن تحدثنا عن ماضى الفاناديوم وحاضره دعونا نتساءل عن مصير هذا الفلز الرائع فى المستقبل وعما ينتظره فى الغد القريب .

من الصعب الاجابة على هذا السؤال ، ولكن معرفتنا لخواص الفاناديوم القيمة ، مثل متانته العالية ومقاومته الكبيرة للتآكل ، ودرجة انصهاره العالية ، ووزنه النوعى الأقل من الوزن النوعى للحديد ، تجعلنا نتوقع بأن الفاناديوم سيصبح فى المستقبل مادة رائعة للانشاء والتصميم ولكن الانسان يجب أن يتعلم ، قبل ذلك ، كيف يحصل على الفاناديوم بكميات كبيرة (أكبر بكثير مما هى عليه الآن) من الطبيعة التى ترعى هذا الفلز وتحتفظ به فى «مستودعاتها» التى لا تنضب .

Cr

لغز «الرصاص الأحمر»

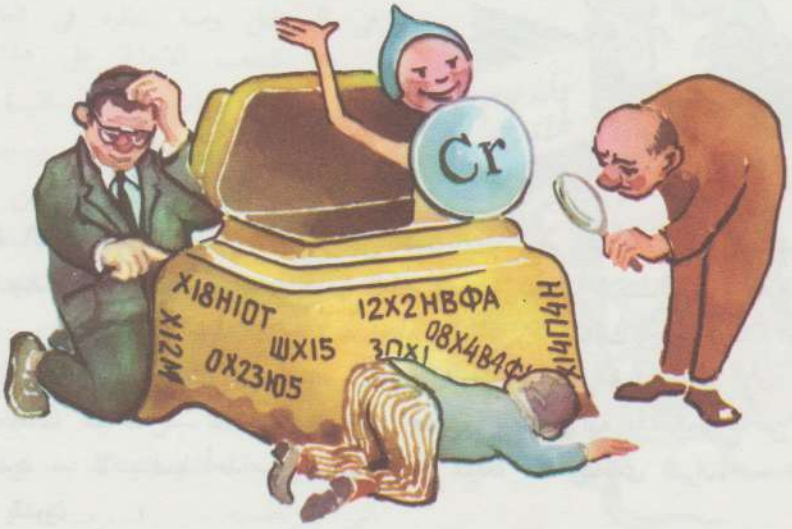
الهيروغليفية الصينية — «الرصاص الأحمر من سيبيريا» — ابر رمادية فى البوتقة — الأصدقاء ينصحون — ومضات على الشمس — أكاديمية العلوم الفرنسية تسجل الاكتشاف — الحظ حليفه — سلوك غريب — الكربون مضر — «الحراشف» تغطى الفولاذ — سبائك حساسة — الامتياز الأول — خطوات السلحفاة — حديث مع مهندس تعدين ألمانى — لا عبودية بعد الآن — احتياطى ضخم — الخامات الساخنة — أحذية كرومية — حجر من دم الآلهة — الخروج من المأزق — اختصاص جديد — لا ينافسه أحد — صعوبات غير متوقعة — «يتحدى النيران» — درع للماس — «الانكليز يقدرون . . .»

اذا حاولتم تصفح اى مرجع تعدينى ، فلا بد ان تصادفوا مرات عديدة ، بين ماركات الفولاذ الكثيرة ، تلك الماركات الحاوية على الحرف «X» (الحرف «X» هو اول حرف من الكلمة الروسية «خروم» ، التى تعنى كروم) مثـــل : X18H10T ، X12M ، OX23Ю5 ، ШX15 ، 8X4B4Ф1 ، X14Г14H3T ، 12X2HBФA وغيرها . فالشخص الغير المطلع فى هذا المجال سوف يفهم هذه الشيفرة كما لو كان يقرأ الهيروغليفات الصينية . ولكن العاملين فى حقل التعدين يفهمون هذه المجموعات من الارقام والحروف ، العشوائية كما يبدو لأول وهلة تماما كالموسيقى الذى يقرأ النوطة الموسيقية يسمع الموسيقى المختبئة فيها . وحتى النظرة الخاطفة تكفى لرؤية الشىء العام لتلك الماركات المذكورة اعلاه للفولاذ : كلها تحتوى على عنصر الكروم بهذه الكمية او تلك (وهذا ما يدل عليه الحرف «X») .

والكروم مع «رفاقه» فى الاشابة (كالنيكل والتنجستن والموليبدنيوم والفاناديوم والتيتانيوم والزركونيوم والنيوبيوم وغيرها) يساعد على صهر أنواع من الفولاذ تستعمل فى شتى المجالات . وينبغى على الفولاذ المستخدم فى التكنيك الحديث أن يقوم بمهمات عديدة : فعليه أن يقاوم الضغوط الكبيرة ويصمد أمام المواد الكيميائية الضارة وألا يعرف الكلل وأن يتحمل الجهود الطويلة الأمد ويكون سهل المعالجة ولا يخشى الحرارة والبرودة . وللكروم نصيب فى جعل الفولاذ يتمتع بهذه المجموعة من الخواص الجيدة .

. . . فى عام ١٧٦٦ قام ليمان استاذ الكيمياء فى جامعة بطرسبرج بدراسة معدن جديد عثر عليه فى منجم بيريزوفسكى الواقع فى منطقة الأورال وعلى بعد ١٥ كيلومترا من مدينة كاترينبرج (مدينة سفيردلوفسك حاليا) . فبعد معالجته لحجر من هذا المعدن بحمض الهيدروكلوريك حصل على محلول أخضر — زمردى وعلى راسب أبيض يحتوى على الرصاص .

وبعد عدة سنوات ، وبالتحديد عام ١٧٧٠ ،



كتب الأكاديمى بالاس يصف هذا المنجم : «يتألف مجمع بيريزوفسكى من أربعة مناجم تستغل منذ عام ١٧٥٢ ويستخرج فيها ، بالاضافة الى الذهب ، الفضة وخامات الرصاص ومعدن رصاصى أحمر لم يعثر عليه فى أى منجم آخر من مناجم روسيا ويصادف هذا المعدن بالوان مختلفة (ويشبه لونه أحيانا لون الزنجفر) وهو ثقيل ونصف شفاف . . . وأحيانا تصادف فى الكوارتز رقط صغيرة من هذا المعدن تشبه حبات الياقوت الأحمر ، وتعطى عند سحقها لونا أصفر جميلا . . .» وقد سمى هذا المعدن فى البداية «بالرصاص الأحمر من سيبيريا» ثم انتقى له اسم آخر هو «الكروكويت» .

وفى نهاية القرن الثامن عشر وصل «بالاس» الى باريس ومعه عينة من هذا الكروكويت . فاهتم الكيميائى الفرنسى المعروف لوى نيكولا فوكلين بهذا المعدن وقام فى عام ١٧٩٦ بتحليله كيميائيا . وكتب تقريرا حول نتيجة التحليل جاء فيه أن «جميع العينات من هذه المادة الموجودة فى عدة متاحف فى أوروبا تم الحصول عليها من هذا المنجم الذهبى (أى منجم بيريزوفسكى) الذى كان سابقا غنيا جدا بهذا المعدن ، ولكن يقال أن الاحتياطى منه فى المنجم قد نفد منذ عدة سنوات والآن يباع هذا المعدن بأسعار خيالية وبخاصة اذا كان أصفر اللون . وتستعمل القطع المتكسرة منه فى أعمال الرسم والتصوير لأنها تعطى لونا أصفر برتقالى لا يتغير فى الهواء . . . . واللون الأحمر الجميل ، والشفافية والشكل البلورى لهذا المعدن السيبيرى جعلت خبراء التعدين تهتم بطبيعته ومكان وجوده ، كما أن الوزن النوعى الكبير ، وما يرافق المعدن من خامات الرصاص ، دفع الى الاعتقاد بوجود الرصاص فى هذا المعدن . . .» .

وفى عام ١٧٩٧ أعاد فوكلين تحليل المعدن . فأخذ مسحوقا من الكروكويت ووضعه فى محلول كربونات البوتاسيوم ثم غلى المحلول وحصل بالنتيجة على كربونات الرصاص ومحلول أصفر كان يحتوى على ملح بوتاسيومى لحمض لم يكن معروفا فى ذلك الحين . وعندما أضاف الى المحلول ملحا للزئبق تشكل راسب أحمر . ولدى التفاعل مع ملح للرصاص ظهر راسب أصفر . ولما أضاف كلوريد القصدير تلون المحلول بلون أخضر . وبعد ترسيب الرصاص بحمض الهيدروكلوريك قام فوكلين بتبخير الرشاحة ثم خلط البلورات الحمراء المترسبة (وكانت هذه بلورات من أنهيدريد الكروميك) مع الفحم ووضعها فى بوتقة من الجرافيت وسخنها حتى درجة حرارة عالية . وبعد انتهاء التجربة شاهد فوكلين فى البوتقة عددا كبيرا من الابر الفلزية الرمادية وكان وزنها أقل بثلاث مرات من وزن

المادة الأصلية . وهكذا تم لأول مرة الحصول على عنصر جديد ، ولقد اقترح أحد أصدقاء فوكلين عليه بأن يسمى هذا العنصر بالكروم (اشتقاقا من الكلمة اليونانية "chroma" وتعنى اللون) نظرا لتعدد لون مركباته . وبالمناسبة نذكر أن المقطع اللفظى «كروم» بمعناه «الملون» يدخل فى تعابير كثيرة لا تمت بصلة الى عنصر الكروم : فكلمة «الكروموسوم» ، مثلا ، تعنى فى اللغة اليونانية «الجسم الذى يتلون» ، وللحصول على صورة ملونة يستعان بجهاز الكروموسكوب ، كما أن هواة التصوير يعرفون جيدا أفلام التصوير «ايسوبانكروم» و «بانكروم» و «اورتوكروم» ، هذا ويسمى الفيزيائيون الفلكيون الومضات الساطعة فى جو الشمس بالومضات «الكروموسفرية» .

وفى البداية رفض فوكلين الاسم المقترح ولم يعجبه اعتقادا منه بأن عنصره الجديد لا يستحق هذا التكريم . ولكن أصدقاءه أقنعوه فى نهاية الأمر بقبول هذا الاسم ، وما أن سجل هذا الاكتشاف فى أكاديمية العلوم الفرنسية حتى تبنى الكيميائيون فى جميع أنحاء العالم هذه التسمية وأضافوا كلمة «الكروم» الى قائمة العناصر المعروفة فى ذلك الوقت .

وأصبح الحظ حليف الفلز الجديد . فدرجة الانصهار العالية للكروم وقساوته الكبيرة وسهولة تشكيله سبائك مع الفلزات الأخرى وبخاصة الحديد ، جعلت خبراء التعدين يهتمون به قبل غيرهم ، ولم يخف هذا الاهتمام مع الزمن واستمرت صناعة التعدين كالسابق ، تحتل المركز الأول فى الوقت الراهن بين مختلف المجالات التى يستخدم فيها الكروم .

والكروم يتصف بجميع الصفات الخاصة بالفلزات ، فهو ينقل جيدا الحرارة والتيار الكهربائى وهو لماع كمعظم الفلزات ، وله خاصة طريفة وهى أنه يسلك سلوكا «غريبا» بالقرب من الدرجة ٣٧°م اذ يتغير فجأة العديد من خواصه الفيزيائية ويبلغ الاحتكاك الداخلى فيه نهايته العظمى بينما ينخفض معامل مرونته الى أقل قيمة له فى هذه الدرجة ، كما تتغير فورا ناقليته الكهربائية ومعامل تمدده الطولى والقوة الدافعة الكهربائية والحرارية . وحتى الآن لم يتمكن العلماء من تفسير هذه الظاهرة الشاذة .

يصبح الكروم قصيفا عند وجود شوائب فيه حتى ولو كانت نسبتها قليلة ، ولهذا لا

يصلح كمادة للتصميم والانشاء ، ولكنه يعتبر منذ القدم عنصر اشابة هام . فالكمية القليلة منه تكسب الفولاذ قساوة ومقاومة للتلف . وهذا ما يتصف به الفولاذ الذى تصنع منه محامل الكريات والذى يدخل فى تركيبه الكروم (حتى ١,٥%) والكربون (حولى ١%) ، وتكون فيه كربيدات الكروم التى تتميز بقساوة كبيرة مما يجعل الفولاذ يقاوم جيدا عدوا لدودا وهو التلف أو البلى .

والفولاذ الذى لا يصدأ يحوى حوالى ١٧ — ١٩% كروم و٨ — ١٣ %نيكل ولكن الكربون مضر لهذا الفولاذ نظرا لأنه يتحد مع الكروم مكونا كربيدات تتجمع على سطح حبيبات الفولاذ وتجعلها فقيرة بالكروم وبالتالى غير قادرة على مقاومة الأحماض والأكسجين . ولهذا يجب أن تكون نسبة الكربون فى الفولاذ الذى لا يصدأ أقل ما يمكن اى لا تتجاوز ٠,١ %.

وقد يتغطى سطح الفولاذ فى درجات الحرارة العالية «بحراشف» من الخبث . فللحيلولة دون ذلك ، وبخاصة عند بعض أجزاء المحركات التى ترتفع درجة حرارتها أثناء العمل حتى مئات الدرجات ، يضاف الى الفولاذ ٢٥ — ٣٠ % كروم مما يجعله يتحمل درجات الحرارة حتى ١٠٠٠ م .

تستخدم سبائك الكروم مع النيكل المسماة بالنيكروم فى صنع أدوات التسخين . واذا ما أضيف الكوبلت والموليبدنيوم الى هذه السبيكة ، أصبحت قادرة على تحمل الجهود الكبيرة بين الدرجتين ٦٥٠ و ٩٠٠ م . وتصنع من هذه السبائك مثلا مراوح العنفات الغازية . وتستعمل سبيكة الكروم مع الكوبلت والموليبدنيوم (الكومكروم) فى الجراحة لأنها لا تضر بجسم الانسان .

ولقد نجحت مؤخرا احدى الشركات الأمريكية فى صنع مادة جديدة تتغير خواصها المغنطيسية بتغير درجة الحرارة وتتألف أساسا من مركبات المنجنيز والكروم والأنتيمون . ويعتقد العلماء أن هذه المادة ستستخدم فى مختلف الأجهزة الأوتوماتيكية التى تتأثر بتقلبات درجة الحرارة وستحل محل المزدوجات الحرارية الغالية الثمن .

يستهلك القسم الرئيسى من خامات الكروم

المستخرجة فى العالم كله فى مصانع سبائك الحديد حيث يحضر منها فلز الكروم ومختلف أنواع الكروم الحديدى (أو الفروكروم) .

تم الحصول على الفروكروم لأول مرة فى عام ١٨٢٠ وذلك باختزال مزيج من أكاسيد الحديد والكروم بواسطة الفحم الخشبى فى بوتقة عادية . وفى عام ١٨٥٤ حصل على كروم نقى بالتحليل الكهربائى لمحاليل كلوريد الكروم المائية . وتنسب الى هذه الفترة بالذات المحاولات الأولى لصهر الفروكروم الكربونى فى الفرن العالى . وفى عام ١٨٦٥ سجلت أول براءة اختراع لانتاج الفولاذ الكرومى وبدأ الطلب يزداد على الفروكروم .

لعب التيار الكهربائى ، وبالتحديد الطريقة الكهربائية الحرارية فى الحصول على الفلزات والسبائك ، دورا هاما فى تطوير انتاج الفروكروم . ففى عام ١٨٩٣ تمكن العالم الفرنسى مواسان من الحصول فى فرن كهربائى على فروكروم كربونى يحوى ٦٠ % كروم و ٦ % كربون .

كان تطور صناعة السبائك الحديدية فى روسيا القيصرية بطيئا كخطوات السلحفاة . وكان انتاج سبائك الحديد مع السليكون والمنجنيز ضئيلا جدا . وفى عام ١٩١٠ أنشىء على ضفة نهر ساتكا (فى جنوب الأورال) مصنع صغير لانتاج الفروكروم ثم الفروسليكون . ولكن القسم الأعظم من السبائك الحديدية كان يستورد من الخارج .

ولم تقبل الدولة السوفييتية الفتية أن يبقى هذا الفرع الهام من الصناعة يعتمد كليا على الدول الرأسمالية . ولتنفيذ خطط تصنيع البلد كانت الحاجة ماسة الى الفولاذ بمختلف أنواعه التى يعتبر الكروم من أهم مكوناتها .

وفى عامى ١٩٢٧ — ١٩٢٨ شرع فى تصميم وبناء المصانع لانتاج سبائك الحديد . وفى عام ١٩٣١ بدأ الانتاج فى أول مصنع منها بالقرب من مدينة تشيليابنسك . وفى هذه الفترة كان العضو المراسل فى أكاديمية العلوم السوفييتية يميليانوف (وهو من الأوائل الذين ساهموا فى بناء صناعة التعدين السوفييتية) يزور المانيا فى مهمة للاطلاع على خبرة وتجربة الأخصائيين هناك فى هذا المجال .

وفى مذكراته يسرد يميليانوف حديثا طريفا جرى بينه وبين أحد الاخصائيين فى التعدين : «فى عام ١٩٣٣ طرحت السؤال التالى على كبير المهندسين فى مصنع ألمانى صغير :

— لمن تبيعون انتاجكم من الفروكروم ؟

فأجابنى معددا :

— نوزع حوالى خمسة بالمئة من انتاجنا على المصانع الكيميائية المجاورة ، ويشترى مصنع بيكر اثنين فى المئة وهنالك حوالى ثلاثة فى المئة تباع الى . . .

وقاطعته سائلا :

— حسنا . وهل يشترى الاتحاد السوفييتى نسبة كبيرة ؟

— نعم ، فاحيانا نصدر خمسة وسبعون بالمئة وأحيانا ثمانون فى المئة من انتاجنا الى الاتحاد السوفييتى . والواقع أن انتاج مصنعنا يقوم على خامات الكروم التى تصلنا من منطقة الأورال» .

نعم ، فقد كانت خامات الكروم المستخرجة من أراضينا تباع الى ألمانيا والسويد وايطاليا وأمريكا . وكنا نضطر الى شراء الفروكروم من هناك .

ولكن الوضع تغير فى عام ١٩٣٣ حيث

تم بناء مصنعين آخرين لانتاج سبائك الحديد أحدهما فى زابوروجى والآخر فى زستافونى وأصبحت المصانع الثلاثة قادرة ليس فقط على تلبية متطلبات السوق المحلية من سبائك الحديد ، بما فى ذلك الفروكروم ، وانما بدأت بتصدير قسم من انتاجها الى الخارج .

وقد جاء فى التقرير الذى قدمه وزير الصناعة الثقيلة سرجو أوردجونيكيدزى الى المؤتمر السابع عشر للحزب الشيوعى السوفييتى ما يلى : «لو لم تقدم لنا الصناعة المحلية أنواعا جيدة من الفولاذ ، لما قامت عندنا صناعة السيارات والجرارات . ويقدر سعر الفولاذ الذى يستهلك عندنا حاليا بأكثر من ٤٠٠ مليون روبل . فلو كنا مضطرين لشراء ما نحتاجه من الفولاذ من الخارج ، لكان علينا أن ندفع سنويا ٤٠٠ مليون روبل للشركات الأجنبية ، ولوقعنا فى عبودية الرأسماليين وأصبحنا تحت رحمتهم» .

وفى عام ١٩٣٦ عثر فى كازاخستان على توضعات ضخمة من الكروميت الذى يعتبر المادة الأولية الرئيسية لانتاج الفروكروم . وخلال الحرب العالمية الثانية بنى فى هذا المكان مصنع ضخم لانتاج الفروكروم والكروم بأنواعها المختلفة .

ومنطقة الأورال غنية بخامات الكروم ، وفيها عدد كبير من توضعات هذا الفلز . هذا ويحتل الاتحاد السوفييتى مركزا مرموقا فى العالم من حيث الاحتياطى المكتشف من خامات الكروم .

وتوجد خامات الكروم فى تركيا والهند نيوكاليدونيا وكوبا والنمسان ويوغسلافيا وبعض بلدان أفريقيا . ومن ناحية أخرى فان بلدانا صناعية مثل انكلترا وفرنسا والمانيا الاتحادية وايطاليا والسويد والنرويج خالية تماما من هذه الخامات . وتتوفر فى الولايات المتحدة الأمريكية وكندا خامات فقيرة جدا بهذا الفلز ولا تصلح عمليا لانتاج الفروكروم . هذا وتبلغ نسبة الكروم فى القشرة الأرضية ٠,٠٢ % .

وبينما كان العلماء الفرنسيون يقومون مؤخرا بأبحاث فى أعماق البحر الأحمر ، اذا بهم يكتشفون بالقرب من شواطئ السودان حفرة ضخمة يبلغ عمقها ٢٢٠٠ م وتبين أن المياه فى هذه الحفرة حارة جدا .

وتقرر عندئذ أن يقوم البحاثة بدراسة هذه الحفرة فى غواصة الأعماق «سيانا» . وما أن بدأوا بالغوص فيها حتى اضطروا للرجوع والعدول عن ذلك نظرا لأن الجدران الفولاذية للغواصة بدأت تسخن بسرعة ووصلت درجة حرارتها الى ٤٣ درجة مئوية . وتبين من عينة الماء التى أخذها البحاثة معهم أن «الحفرة» مملوءة بخامات سائلة حارة تحوى نسبة كبيرة من الكروم والحديد والذهب والمنجنيز وغيرها . ولا يستبعد أن يقوم الأخصائيون فى المستقبل القريب باستغلال هذا «المكمن» الكرومى السائل .

والكروميت يستعمل على نطاق واسع فى صناعة المواد الصامدة للنار والحرارة . فالطوب المصنوع من المغنيسيت والكروميت يعتبر من المواد الممتازة المقاومة للحرارة ويستعمل فى تبطين أفران مارتن ووحدات أخرى فى التعدين . وهو يتميز بمقاومة عالية للحرارة ولا يتأثر بالتغيرات المفاجئة لدرجة الحرارة .

والكيميائيون يستعملون الكروميت لتحضير بيكرومات البوتاسيوم والصوديوم والحصول على أنواع الشب الكرومى التى تستخدم فى دباغة

الجلود واعطائها متانة ولمعانا جميلا . وتصنع من هذا النوع من الجلود أحذية «كرومية» .

والكروم يساهم مساهمة فعالة فى انتاج الأصبغة اللازمة فى صناعة الزجاج والخزف والنسيج ، وكأنه بذلك يثبت جدارته بالاسم الذى أطلق عليه .

كل مساء تشتعل فوق الكرملين فى سماء موسكو نجوم حمراء من الياقوت . والياقوت يحتل المركز الثانى بعد الماس فى قائمة الأحجار الكريمة . وتحكى الاسطورة الهندية القديمة أنه تشكل من قطرات دم الآلهة : «تتساقط قطرات الدم فى النهر وتحتضنها مياهه العميقة التى تعكس خيال أشجار النخيل الرائعة . وسمى النهر برافاناجانجا . وتلألأت قطرات الدم هذه متحولة الى أحجار من الياقوت كانت تشتعل مع حلول الظلام بنار ساخنة من الداخل تنفذ أشعتها الحامية من خلال الماء . . .» . وهكذا تشكل الياقوت حسبما جاء فى هذه الاسطورة الشرقية القديمة .

ولكن الأمر تغير فى الوقت الحاضر وأصبحت طريقة الحصول على هذا الحجر الأحمر الجميل أكثر بساطة من الماضى ولا تحتاج الى ذلك الدم المقدس الذى كانت الآلهة تهرقه عبثا . ويكفى هنا أن تضاف الى أكسيد الألومنيوم دفعات من أكسيد الكروم الذى يعطى بلورات الياقوت ذلك اللون الساحر الفتان . ولكن الياقوت الصنعى لا يثمن لشكله الخارجى فقط ، ولكن شعاع اللازر الذى ينشأ بفضله قادر على صنع المعجزات . فهو ، كالشعاع السحرى الذى تصوره الخيال الخصب للكاتب الروسى الكسى تولستوى ، قادر بسهولة على قطع أى فلز كان ، كما يقص المقص قطعة من الورق وبامكانه ثقب الماس أو الكورندم دون أن يأبه بقساوتهما المعترف بها عالميا .

ولقد ساعد أكسيد الكروم على اختصار فترة اختبار محركات الجرارات . وكانت هذه العملية فى السابق تستغرق وقتا طويلا كى «تتعود» قطع المحرك على بعضها البعض .

ولقد وجد حل لهذه المشكلة عندما اكتشفت مادة جديدة تضاف الى الوقود ويدخل فى تركيبها أكسيد الكروم . والغاية من هذه المادة بسيطة : فعندما يحترق الوقود تتشكل جسيمات دقيقة متكونة من أكسيد الكروم تترسب على الجدران الداخلية للاسطوانات وغيرها من السطوح التى تتعرض للاحتكاك فتقضى بسرعة على خشونتها وتصقلها جيدا . ولقد اختصرت هذه المادة ، باضافتها الى نوع جديد من الزيوت ، فترة الاختبار بثلاثين مرة .

ومؤخرا حصل أكسيد الكروم على «وظيفة» جديدة . فقد صنع فى الولايات المتحدة شريط تسجيل تحتوى الطبقة الشغالة منه على جسيمات من أكسيد الكروم وليس من أكسيد الحديد كما هو مألوف ، وتبين بعد التجربة أن الصوت تحسن كثيرا وأصبح الشريط يعمل على نحو أفضل . وبدأ هذا الشريط يستخدم فى وحدات الذاكرة المغنطيسية فى الآلات الحاسبة الالكترونية .

والكروم يستعمل فى صنع مواد التصوير والأدوية وكحافز للعمليات الكيميائية وفى الطلاء بالفلزات . ولا بد هنا من الحديث بالتفصيل عن الطلاء بالكروم .

عرف الكروم منذ القديم بأنه لا يتميز بقساوة كبيرة (ليس له منافس بين الفلزات من هذه الناحية) فحسب ، بل ويقاوم جيدا الأكسدة فى الهواء ولا يتفاعل مع الأحماض . ولقد جرت محاولات شتى لترسيب طبقة رقيقة من هذا الفلز بواسطة التحليل الكهربائى على سطح سلع مصنوعة من مواد أخرى وذلك لحفظها من التآكل والخدوش وغيرها من «الاصابات» الأخرى . ولكن الطلاء الكرومى ظهر مساميا وتقشر بسهولة وبالتالى لم يحقق الهدف المطلوب منه .

واستمر العلماء طيلة ثلاثة أرباع القرن وهم يحاولون بجهد حل مشكلة الطلاء بالكروم ولم يتسن لهم ذلك الا فى العشرينات من القرن الحالى . وكانت العثرة الرئيسية التى واجهتهم تتخلص فى أن الالكتروليت المستعمل كان يحتوى على كروم ثلاثى التكافؤ لم يكن بامكانه توفير الطلاء اللازم . ولما تبين أن «شقيقه» سداسى التكافؤ يستطيع القيام بهذه المهمة ، بدأ يستخدم الكتروليت آخر من حمض الكروميك حيث يساوى تكافؤ الكروم ٦ . ويبلغ ثخن الطبقة الواقية من هذا الطلاء (فى بعض قطع السيارات والدراجات النارية والعادية) ٠,١ ملم . ولكن الطلاء الكرومى يستعمل أحيانا لأغراض الزينة اذ تطلى به الساعات ومقابض الأبواب وغيرها من الأدوات والسلع التى لا تتعرض للتآكل السريع . وهنا تطلى السلعة بطبقة رقيقة جدا من الكروم (٠,٠٠٠٢ — ٠,٠٠٠٥ ملم) .

وثمة طريقة أخرى للطلاء بالكروم تدعى الطريقة الانتشارية وهى تجرى فى أفران خاصة وليس فى المغاطس الجلفانية . ففى البداية كانت قطعة الفولاذ المراد طلاؤها تغمر فى مسحوق الكروم وتسخن فى جو اختزال حتى درجات حرارة مرتفعة . عندئذ كانت تظهر على سطح القطعة طبقة غنية بالكروم وأقسى من الفولاذ وأشد منه مقاومة للتآكل . ولكن المشكلة هنا أن مسحوق الكروم يتلبد حوالى الدرجة ١٠٠٠ م وتتكون على سطح القطعة المراد طلاؤها كربيدات تحول دون انتشار الكروم فى الفولاذ . واضطر العلماء

للبحث عن حامل آخر للكروم . فعوضا عن المسحوق بدأت تستعمل لهذا الغرض أملاح الكروم الهالوجينية الطيارة مثل الكلوريد واليوديد مما ساعد على خفض درجة حرارة العملية .

يحضر كلوريد (أو يوديد) الكروم فى وحدة الطلاء مباشرة وذلك بامرار ابخرة من الحمض الهالوجينى المناسب خلال مسحوق الكروم أو الفروكروم . عندئذ يغطى الكلوريد السلعة المراد طلاؤها ويتشبع سطحها بالكروم . وتعطى هذه الطريقة طلاء أشد ارتباطا والتصاقا بالمادة الأساسية من الطلاء بالطريقة الجلفانية .

ونجح الكيميائيون فى جمهورية ليتفا السوفييتية فى وضع طريقة لطلاء بعض الأدوات والقطع الهامة «بدرع» واق متعدد الطبقات . وتتألف الطبقة العليا الدقيقة لهذا الطلاء من الكروم (وهى تشبه الدرع حقا تحت المجهر) . وهى التى تأخذ على عاتقها مهمة الحماية . وتمر الأعوام قبل أن يتأكسد الكروم فى هذه الطبقة وتستمر القطعة فى العمل بهدوء طيلة هذه الفترة ودون أن يطرأ عليها أى أذى .

كان الطلاء بالكروم مقتصرا فى الماضى على القطع الفلزية والمعدنية . ولكن العلماء السوفييت نجحوا مؤخرا فى تلبيس «درع» كرومى للسلع المصنوعة من البلاستيك . وهكذا أصبح بولى الستيرين (وهو البوليمر المشهور) بعد تلبيسه بالكروم أشد متانة وأكثر مقاومة للصدمات والحك والثنى وبالتالى ازدادت فترة خدمته بشكل واضح .

وحتى الماس ، ملك القساوة فى العالم ، لم يستغن عن اقتناء «درع» كرومى لنفسه . والواقع أن أنواع الماس الطبيعى ليست جميعها صالحة لصنع أدوات القطع ، فهى تحتوى ، بوجه عام ، على شقوق وتصدعات كثيرة تجعلها غير صالحة للاستعمال فى المقاطع أو الحفارات : فما أن تلمس هذه الآلة فلزا ما أو صخرا قاسيا حتى يتحطم الماس فيها الى قطع صغيرة ، أضف الى ذلك أن بلورات الماس كثيرا ما تتناثر من على ممسك الآلة . ولتفادى ذلك اقترح العلماء بأن يطلى الماس بطبقة رقيقة من الكروم الذى يرتبط ارتباطا وثيقا بالماس وممسك الآلة النحاسى أيضا .

ولقد اجريت اختبارات وتجارب على هذا النوع من الماس وكانت النتيجة أنه ارتبط جيدا بآلة القطع وازدادت فترة خدمته عدة مرات . ولدى فحص بلورة من هذا الماس تحت المجهر ظهر على أحد وجوهها شق عميق مملوء بالقشرة التى تغطى سطح الماس . وتبين أن ذرات الكروم تتحد مع كربون الماس وتشكل على سطحه كربيدات قاسية كما أن الكروم ينفذ الى الشقوق التى يغطى جدرانها «درع» كربيدى . أما طبقة الكروم النقى المتاخمة لممسك الآلة ، فتشكل مع النحاس سبيكة تجعل الماس يرتبط جيدا بالآلة . وهكذا تيسر بواسطة الكروم «قتل عصفورين بحجر واحد» : فالآلة أصبحت أطول عمرا ، وأصبح الماس أمتن من . . . . الماس !

. . . . وقبل أن ننهى حديثنا عن الكروم نعود مرة أخرى الى مذكرات يميليانوف . فقد كتب هذا العالم عام ١٩٦٧ ما يلى : منذ عامين سمعت خبرا أثارنى وأفرحنى كثيرا بالرغم من أن الكثيرين فى بلدنا لم يهتموا به مع الأسف . والخبر هو أن الاتحاد السوفييتى باع صفقة من الفروكروم لانكلترا البلد الذى كان دوما بالنسبة لنا رمز التقدم التكنولوجى . والآن تشترى انكلترا الفروكروم من عندنا ! والانكليز يعرفون ما يعملون .

Mn

رفيق دائم للحديد

أعمدة قصر تحت الأرض — مسحوق أسود عجيب — «صابون زجاجى» — غان أم كايم ؟ — شيل يتابع البحث — «النار الجهنمية» تفعل فعلها — هادفيلد يحصل على براءة الاختراع — حاول أن تحطم الخزانة الحديدية — الأجراس لا تقرع — بديل البلاتين والبلديوم — تعرفه منذ الطفولة — النمل الأصفر — فى أسنان سمك القرش — الاحصاءات الأولية — سفينة «فيتياس» تجوب المحيطات — الجراثيم تقوم بدورها — مصيدة فى كابل هاتفى تحت الماء — رمي خطأ في الماء — العمل فى أعماق المحيطات — «طرد بريدى» من الفضاء — هل روسيا كانت بحاجة اليه ؟ الطريق يقود الى أفران مارتن .

عندما يزور المرء مترو موسكو لا بد وأن يتوقف قليلا فى احدى محطاته الجميلة «مایاكوفسكايا» ليستمتع بروعة وجمال هذا القصر القابع تحت الأرض وأعمدته الخلابة المحاطة باطار رقيق من حجر وردى يدعى الرودونيت ، وهو معدن يحتوى على المنجنيز . فاللون الوردى اللطيف ("rhodon" كلمة يونانية وتعنى الوردة) وسهولة التصنيع تجعل هذا الحجر مادة رائعة للزخرفة والزينة . وتوجد سلع كثيرة من الرودونيت فى متحف الارميتاج وكاتدرائية بطرس وبولس فى لينينغراد وفى متاحف كثيرة فى الاتحاد السوفييتى . وفى منطقة الأورال توضعات ضخمة من هذا المعدن (وقد عثر هناك على كتلة صخرية منه وزنها ٤٧ طنا) لا مثيل لها فى العالم .

ولكن البيرولوسيت (ثنائى أكسيد المنجنيز) ، وليس الرودونيت ، هو المادة الخام الرئيسية للمنجنيز . فهذا المعدن الأسود معروف للانسان منذ القدم .

ففى القرن الأول بعد الميلاد كتب بلیناس الاكبر (وهو عالم طبيعة مشهور فى بلاد الرومان توفى أثناء انفجار بركان فيزوف) يصف هذا المسحوق الأسود (البيرولوسيت الفتى) وقدرته العجيبة على جعل الزجاج وضاء ومنيرا .

وفى عام ١٥٤٠ كتب العالم والمهندس الايطالى فانوتشو بيرينجوتشو فى موسوعته عن أعمال التعدين والتنقيب عن الفلزات : «. . . يكون البيرولوسيت عادة ذا لون بنى غامق : . . . وعندما تضاف اليه مواد زجاجية فانه يلونها بلون بنفسجى جميل . ويستخدمه عمال نفخ الزجاج لتلوين الزجاج بلون بنفسجى كما يستعمل لزخرفة الفخار . وعلاوة على ذلك ، فان البيرولوسيت عند صهره مع الزجاج المسكوب ينقى الزجاج ويغير لونه الأخضر أو الأصفر الى لون أبيض» .

ولكن تسمية هذا المعدن «بالبيرولوسيت» جاءت بعد ذلك بكثير ، وكان يسمى فى تلك الفترة اما «بالصابون الزجاجى» ، لقدرته على ازالة لون الزجاج ، أو «بالمنجنيز» (اشتقاقا من الكلمة اليونانية وتعنى ينقى) . وكان يعرف لهذا المعدن اسم آخر هو «المغنسيا السوداء» نظرا لأن البيرولوسيت كان يستخرج منذ قديم الزمان فى آسيا الصغرى بالقرب من مدينة مغنسيا وكانت تستخرج هناك «المغنسيا البيضاء» أيضا وهى عبارة عن أكسيد المغنسيوم .

ينسب تاريخ الكيمياء اكتشاف المنجنيز كفلز الى الكيميائى السويدى غان (١٧٧٤) . ولكن ثمة دلائل تشير الى أن أول شخص حصل على حبيبات من فلز المنجنيز هو اجناتيوس جوتفريد كايم الذى وصف هذا الفلز فى اطروحته التى نشرت فى فيينا عام ١٧٧٠ . ولكن كايم لم ينه أبحاثه فى

هذا المجال وبقيت مجهولة ولم يطلع عليها معظم الكيميائيين فى ذلك الوقت . وعلى أى حال ، فقد ورد فى أحد المعاجم الكيميائية ذكر لهذا الاكتشاف : «قام كايم بتسخين مزيج مؤلف من جزء واحد من مسحوق البيرولوسيت وجزءين من صهور (flux) أسود وحصل على فلز هش ذى لون أبيض مزرق له شكل بلورة ذات وجوه متعددة لماعة تعكس جميع الألوان من الازرق حتى الأصفر» .

ثم قام العالم السويدى توربرن برجمان بمحاولة أخرى لتحديد هوية المنجنيز والتعرف عليه فكتب يقول : «ان المعدن الذى يسمى بالمغنسيا السوداء هو تراب جديد لا يجوز الخلط بينه وبين الكلس المحمص أو المغنسيا البيضاء» ، ولكن برجمان لم يتمكن من فصل المنجنيز من البيرولوسيت .

تابع الكيميائى المشهور كارل شييل ، وهو صديق حميم لبرجمان ، دراسة هذا المعدن . ففى عام ١٧٧٤ قدم تقريرا لأكاديمية العلوم فى استوكهولم حول «المنجنيز (وكان يقصد بذلك البيرولوسيت) وخواصه» أعلن فيه عن اكتشافه لعنصر جديد هو غاز الكلور وأكد ، الى جانب ذلك ، أن فلزا جديدا يدخل فى تركيب البيرولوسيت ويختلف عن جميع الفلزات المعروفة فى ذلك الوقت . ولكنه لم يفلح فى الحصول عل هذا الفلز .

ولكن غان تمكن فى العام نفسه ، أى عام ١٧٧٤ ، من تحقيق ما عجز عن تحقيقه برجمان وشييل : ففى بوتقة طليت جدرانها الداخلية بنثارة من الفحم الخشبى الرطب وضع هذا العالم مزيجا من مسحوق البيرولوسيت فى الزيت ورش فوقه مسحوقا من الفحم الخشبى . وبعد تسخين شديد للمزيج استمر ساعة كاملة عثر فى البوتقة على حبيبات من فلز المنجنيز . وقد جلب هذا الاكتشاف لغان شهرة عالمية وانضم الى أسرة الفلزات عضو جديد هو المنجنيز وكان رقمه فى ذلك الوقت الخامس عشر .

وفى السادس عشر من مايو (أيار) عام ١٧٧٤ أرسل شييل الى غان عينة من البيرولوسيت المنقى ومعها الرسالة التالية : «اننى أنتظر بفارغ الصبر ماذا سيحصل لهذا البيرولوسيت النقى عندما ستضيف اليه «نارك الجهنمية» وآمل أن ترسل لى فى أقرب وقت ممكن قطعة صغيرة من هذا الفلز» .

وهكذا فعلت «النار الجهنمية» فعلها .

وفى السابع والعشرين من يونيو (حزيران) بعث شييل الى غان رسالة ثانية يشكره فيها على ارساله له قطعة من المنجنيز وأضاف يقول فيها : «. . . أعتقد أن القطعة الناتجة من البيرولوسيت ما هى الا شبه فلز يختلف عن جميع أشباه الفلزات الأخرى وله علاقة وثيقة بالحديد» .

وفى روسيا بدأ الحصول على المنجنيز فى الربع الأول من القرن التاسع عشر وذلك على شكل سبيكة له مع الحديد تدعى المنجنيز الحديدى أو الفرومنجنيز . فقد جاء فى «مجلة التعدين» عام ١٨٢٥ ذكر لعملية صهر الفولاذ باستخدام المنجنيز . ومنذ ذلك الوقت ارتبط مصير هذا العنصر بصناعة التعدين التى تعتبر حاليا المستهلك الرئيسى (٩٥٪) لخامات المنجنيز .

وفى عام ١٨٤١ نشر عالم التعدين الروسى المشهور أنوسوف مجموعة دراسات حول «الفولاذ

الدمشقى» وصف فيها نتائج أبحاثه لأنواع من الفولاذ تحوى نسبا مختلفة من المنجنيز . ولاضافة هذا المنجنيز الى الفولاذ استخدم أنوسوف الفرومنجنيز المحضر فى البواتق . واعتبارا من عام ١٨٧٦ بدأ الصهر الصناعى للفرومنجنيز فى الأفران العالية فى مصنع للفولاذ فى مدينة نيجنى تاجيل .

يعتبر عام ١٨٨٢ فترة هامة فى تاريخ المنجنيز . ففى هذا العام تمكن عالم التعدين الانكليزى روبرت هادفيلد من الحصول على فولاذ يحوى نسبة عالية من هذا العنصر (حوالى ١٣٪) .

وكان بدأ هادفيلد فى عام ١٨٧٨ وهو لا يتجاوز التاسعة عشرة من عمره بدراسة سبائك الحديد مع عناصر أخرى ، وبخاصة المنجنيز ، وبعد مرور أربع سنوات سجل هذا العالم الشاب من مدينة شفيلد فى دفتر أبحاثه ما يلى : «لقد بدأت هذه التجارب بهدف الحصول على فولاذ قاس ولزج فى الوقت نفسه وكان من بين النتائج التى حصلت عليها ما هو هام وقادر على تغيير الرأى الحالى عن خلائط الحديد عند العاملين فى صناعة التعدين» .

وفى عام ١٨٨٣ حصل هادفيلد على أول براءة بريطانية للفولاذ المنجنيزى المحضر باضافة الفرومنجنيز الى الحديد وبقى يتابع فى السنوات التالية دراسته للمشاكل المتعلقة بالفولاذ المنجنيزى وظهرت مؤلفاته «حول المنجنيز وتطبيقاته فى صناعة التعدين» و «حول بعض الخواص المكتشفة حديثا للحديد والمنجنيز» و«حول الفولاذ المنجنيزى» . وأثبتت هذه الدراسات أن تسقية الفولاذ فى الماء تكسبه خواص رائعة جديدة . وحصل هادفيلد على عدد آخر من براءات الاختراع تتعلق بالمعالجة الحرارية للفولاذ المنجنيزى وفى عام ١٩٠١ سجل امتيازا بتصميمه لفرن مخصص لتسخين هذا النوع من الفولاذ قبل التسقية .

وسرعان ما حصل فولاذ هادفيلد على ثقة العاملين فى التعدين وصناعة الآلات . وبدأ يستخدم ، نظرا لمقاومته العالية للتلف ، فى صنع القطع التى تتعرض للاحتكاك والتلف أثناء الخدمة مثل مقصات السكك الحديدية

وفكوك الكسارات أو الجراشات ، ودواحل المطاحن والزحافات المجنزرة وغيرها . والغريب فى الأمر هنا أن هذا الفولاذ يزداد قساوة أكثر فأكثر تحت الأحمال والجهود . ويعزى سبب هذه الظاهرة الغريبة الى ما يلى : تبقى بين حبيبات الفولاذ المنجنيزى بعد صبه كمية زائدة من الكربيد الذى يخفض متانته . ولا بد عندئذ من تسقية الفولاذ كى يذوب هذا الكربيد فى الفلز . وبنتيجة التصليد (تحت تأثير الأحمال) الذى تتعرض له القطعة المصنوعة من هذا الفولاذ أثناء الخدمة يتحرر الكربون من الكربيد ويتجمع على الطبقة السطحية مما يجعل الفولاذ أكثر متانة .

وليس عجبا أن تهتم الشركات المنتجة للخزائن الحديدية والأقفال بفولاذ هادفيلد .

والحديد الزهر المنجنيزى يتصف هو الآخر بالقدرة على رفع متانته بنفسه فالحفارات ذات المحامل المصنوعة من هذا الحديد بقيت تعمل دون تصليح وصيانة فترة أطول بمرتين من فترة عمل «أشقائها» ذوات المحامل المصنوعة من البرونز .

يستعمل المنجنيز فى صناعة التعدين من أجل اختزال الفولاذ ونزع الكبريت منه . ويدخل كعنصر اشابة فى تركيب الفولاذ المعد لصنع النوابض وأنابيب البترول والغاز والفولاذ اللامغنطيسى . . . والحقيقة أنه لا داع لتعداد جميع أنواع الفولاذ الحاوية على المنجنيز ، ذلك أن هذا العنصر الذى اكتشفه غان يدخل بهذه النسبة أو تلك فى جميع أنواع الفولاذ والحديد بلا استثناء . وليس من باب الصدفة أن يسمى بالرفيق الدائم للحديد ، وهما يشغلان فى الجدول الدورى مكانين متجاورين رقميهما ٢٥ و ٢٦ (ويتواجدان معا فى أسنان سمك القرش ، وسنتحدث عن ذلك فيما بعد) .

وبعد أن اكتشف العالمان الروسيان جيمتشوجنى وبيتراشيفيتش فى عام ١٩١٧ أن اضافة كمية قليلة من النحاس (حوالى ٣,٥%) الى المنجنيز تكسبه لدونة واضحة بدأ العاملون فى صناعة التعدين يعيرون اهتماما زائدا لسبائك المنجنيز نفسه .

يستعمل المنجانين بأنواعه المتعددة فى التكنيك الحديث . وهو سبيكة من المنجنيز والنحاس والنيكل تتميز بمقاومة كهربائية عالية لا تتعلق عمليا بدرجة الحرارة . ويقوم مبدأ عمل المانومترات (مقاييس الضغط) الكهربائية على قدرة المنجانين على تغيير مقاومته تبعا للضغط الذى تتعرض له السبيكة . والمعلوم أن المانومترات العادية (السائلة أو الغازية) لا تصلح لقياس الضغوط الكبيرة التى تبلغ عشرات الآلاف من الضغوط الجوية ، وذلك لأن السائل أو الغاز يندفع تحت تأثير الضغط العالى من خلال جدران انبوبة المانومتر مهما

كانت متينة وقوية . أما المانومتر الكهربائى ، فيقوم بهذه المهمة على أحسن وجه : فبقياس المقاومة الكهربائية للمنجانين الواقع تحت ضغط معين يمكن ، بواسطة علاقة معروفة ، حساب هذا الضغط بدقة .

وللمنجانين خاصة هامة أخرى هى المضاءلة (damping) أى القدرة على امتصاص طاقة الاهتزازات . فلو خطر فى بال أحد أن يصنع ناقوسا من المنجانين لضاع عمله سدى ، ولما استطاع أن يستفيد منه أبدا لأن هذا الناقوس يعطى دقات جوفاء خافتة بدلا من الرنين المدوى الذى يصدر عن الناقوس العادى .

واذا كان «الصمت» من عيوب النواقيس فانه صفة حسنة ترغب أن تتحلى بها عجلات القطارات والحافلات الكهربائية ومفاصل السكك الحديدية وغيرها من القطع المقرقعة والضجوجة . هذا ويمكن تخفيض القرقعة والضجيج الذى تصدره هذه الأدوات الصناعية بواسطة سبائك «خرساء» . وأكثر هذه السبائك قدرة على «الخرس» وعدم احداث الضجيج هى السبائك المؤلفة من ٧٠ % منجنيز و ٣٠ % نحاس ، والبعض منها لا يقل متانة عن الفولاذ .

والطريف أن البرونز المنجنيزى ، وهو سبيكة المنجنيز مع النحاس ، يتمغنط بالرغم من أن كلا من هذين المكونين على حده لا يظهر أية خواص مغنطيسية .

اشتهرت وتعددت فى الآونة الأخيرة السبائك ذات «الذاكرة» (سنتحدث فى بند «الشيطان النحاسى» عن أشهر سبيكة منها تدعى النيتينول) . ومؤخرا نجح علماء معهد بايكوف للتعدين باشراف العضو المراسل فى اكاديمية العلوم السوفييتية سافيتسكى فى صنع سبيكة أساسها المنجنيز (مع النحاس) قادرة على «تذكر» شكلها السابق وتتفوق فى هذا المجال حتى على النيتينول المشهور . وهى سهلة الصنع وتتحمل المعالجة بسهولة ، ولا شك فى أنها ستجد تطبيقات لها فى عدد من المجالات الصناعية الهامة .

كان الحصول فى الماضى على نتروجين نقى جدا يتطلب استخدام مادة حفازة من الفلزات الغالية الثمن كالبلاتين والبلديوم . ولكن العاملين فى معهد الكيمياء اللاعضوية والكيمياء الكهربائية التابع لأكاديمية العلوم فى جمهورية جورجيا السوفييتية نجحوا مؤخرا فى وضع طريقة لهذا الغرض يقوم فيها المنجنيز بدور الحفاز . وأنشئت فى مصنع الخيوط الصنعية فى مدينة روستافى فى الجمهورية نفسها وحدة صناعية فريدة من نوعها للحصول من الهواء على نتروجين نقى ضرورى لانتاج الكابرون .

وكل منا يعرف منذ الطفولة مركبا من مركبات المنجنيز يدعى برمنجنات البوتاسيوم ، أو كما تعودنا على تسميته بالبرمنجنات فقط . وهو مادة مطهرة جيدة تستخدم لتطهير الخضار والفواكه وغسل الجروح ودهن الحروق . وبرمنجنات البوتاسيوم مادة أساسية فى المخابر الكيميائية تعتمد عليها طريقة هامة فى التحليل الكمى هى المعايرة بالبرمنجنات .

والمنجنيز ، كغيره من العناصر ، ضرورى لنمو الاجسام الحية والنباتات التى لا تتجاوز عادة نسبة المنجنيز فيها عدة أجزاء من الألف بالمئة . ولكن بعض فصائل الحيوانات والنباتات تهتم كثيرا بهذا العنصر . فمثلا تبلغ نسبة المنجنيز فى جسم النمل الأمغر ٠,٠٥ % .

وهو يوجد فى بعض أنواع الفطور وأعشاب البحر (حتى ١%) . وتصل نسبته فى بعض أنواع الجراثيم الى عدد صحيح فى المئة . أما دم الانسان ، فيحوى ٠,٠٠٢—٠,٠٠٣ % منجنيز . وتبلغ حاجة جسم الانسان اليه فى اليوم الواحد ٣ — ٥ ملجم .

وطالما أن الحديث يدور حول الحيوانات والنباتات ، فقد آن الأوان لذكر الاسماك ، وبالتحديد سمك القرش الذى أتينا على ذكره آنفا : فقد عثر فى قاع المحيط على سن لهذا الوحش البحرى يعود أصله الى عدة آلاف عام مضى . ولدى دراسة هذا السن تبين أنه لا يزال على حاله ولكنه كان مغطى بمركبات الحديد والمنجنيز . فمن أين جاء بها هذا السن يا ترى ؟

وفى القرن الماضى ، وبالتحديد عام ١٨٧٦ ، قام المركب الشراعى البريطانى ذو السوارى الثلاث «تشلنجر» برحلة علمية استغرقت ثلاثة أعوام جاب خلالها البحار والمحيطات . ومن بين «الغنائم» التى حملها معه الى بريطانيا كتل غريبة سوداء بشكل الأكواز استخرجت من مناطق مختلفة من قاع البحر . ولما كان المنجنيز العنصر الرئيسى فى هذه «الأكواز» لذا سميت «بالعقيدات المنجنيزية» أو بتعبير علمى أدق الكتل المتحجرة (concretions) الحديدية المنجنيزية . وأكدت البعثات العلمية التى أرسلت فيما بعد أن ثمة توضعات ضخمة من «العقيدات المنجنيزية» منتشرة فى أماكن مختلفة من قاع المحيط . ولكن أحدا لم يهتم بذلك حتى منتصف القرن العشرين حيث بدأ الاحتياطى العالمى من خامات المنجنيز يتناقص تدريجيا . وعندها أخذ العلماء يركزون اهتمامهم على الثروة الضخمة المتوفرة فى قاع البحار والمحيطات وبدأوا بدراسة مناطق توضع هذه الكتل المتحجرة دراسة مفصلة ، وجاءت النتيجة مذهلة تماما . اذ دلت الاحصائيات والحسابات الأولية على أنه يتوضع فى قاع المحيط الهادئ وحده حوالى ١٠٠ مليار طن (!) من خامات الحديد والمنجنيز الجيدة التى تصل نسبة المنجنيز فيها الى ٥٠ % والحديد ٢٧ % (وبعض هذه الكتل المتحجرة يحوى ٩٨ % ثانى أكسيد المنجنيز

ويمكن أن تستخدم مباشرة ودون معالجة تمهيدية لانتاج المركمات الكهربائية مثلا) .

والمحيط الأطلسى يمتلك ثروة ضخمة من هذه الخامات لا تقل عن ثروة المحيط الهادئ . وقد عثرت مؤخرا البعثة العلمية السوفييتية التى تعمل على الباخرة «فيتياس» على كتل متحجرة من الحديد والمنجنيز فى قاع المحيط الهندى أيضا . ودلت الحسابات على أن هذا المحيط ليس أفقر من «شقيقيه» فى هذا المضمار .

يعتقد الخبراء فى البحار والمحيطات أن الكتل المتحجرة ظهرت نتيجة انفصال المواد المعدنية من محاليلها المائية وتراكمها حول جسم ما . ويرى بعض العلماء أن الجراثيم البحرية قد ساهمت فى هذه العملية . فمنذ وقت قريب اكتشف علماء البيولوجيا فى لينينغراد أنواعا من الجراثيم لم تكن معروفة من قبل وقادرة على استخلاص وتجميع المنجنيز من الماء . وقد أظهرت هذه الجراثيم فى الظروف المخبرية نشاطا تحسد عليه : فقد جمعت فى غضون ثلاثة أيام كتلا من المنجنيز بحجم رأس عود الثقاب . واذا أخذنا بعين الاعتبار أن هذه الجراثيم نفسها بالكاد أن تكتشف تحت المجهر اقتنعنا بأن مثل هذه الانتاجية فى العمل لا يجوز الا أن تعتبر عالية .

وللكتل المتحجرة المستخرجة من المحيطات شكل حبة البطاطس ولونها يختلف من البنى الى الأسود تبعا للعنصر الموجود فيها بنسبة أكبر (الحديد أم المنجنيز) . فهو أسود تماما عندما تعود النسبة الكبرى للمنجنيز .

يتراوح قطر هذه الكتل عادة من أجزاء من المليمتر الى ١٥ سم . ولكن يصادف منها ما هو أكبر بكثير . ففى متحف معهد علم المحيطات فى مدينة سكريبس (فى الولايات المتحدة الأمريكية) تعرض كتلة منها وزنها ٥٧ كيلوجراما ، وقد عثر عليها فى جزر هاواى . وثمة كتلة أكبر تزن ١٣٦ كجم اكتشفت صدفة فى عقد الكابل البحرى عندما سحب هذا الكابل من قاع البحر لاجراء تصليحات عليه . ولكن هذه العينة الفريدة من نوعها لم يقدر لها ، مع الأسف ، أن تصبح تحفة أثرية ، فقد ألقيت فى البحر خطأ بعد دراستها وأخذ صورة لها . ولكن الرقم القياسى فى هذا المجال قد تحطم على ظهر الباخرة العلمية «فيتياس» عندما انتشل العاملون فيها من قاع المحيط الهادئ كتلة متحجرة من الحديد والمنجنيز طولها متر ونصف ووزنها حوالى الطن .

اهتم العديد من البلدان جديا بقضية استغلال الثروة الكامنة فى قاع المحيطات . وطبيعى أن العلماء والمهندسين سيواجهون فى هذا المجال الكثير من المشاكل التكنولوجية المعقدة جدا . والآن يجرى تصميم أنواع خاصة من الغواصات والجرارات والحفارات وغيرها من الآليات اللازمة لاستخراج هذه الثروة . وسيكون لصناعة «التعدين فى المحيطات» بعض المزايا الواضحة امام صناعة التعدين التقليدية : فهى لا تحتاج لشق الطرق وخطوط المواصلات الاخرى ، بل ان البواخر هنا تنقل العمال والفنيين والاليات المختلفة الى أية بقعة فى المحيط ، ثم تعود حاملة معها المادة الخام المستخرجة . ولقد وضع المهندسون الهولنديون ، مثلا ، مشروعا لحفارة اوتوماتيكية تعمل تحت الماء ومخصصة لاستخراج خامات المنجنيز والخامات الأخرى من قاع البحر

وتستطيع العمل فى اعماق تصل الى ٥ كيلومترات . وتوجه هذه الآلة من على سطح الباخرة بواسطة جهاز تلفزيونى خاص . وان القلب الدوار الحلزونى للآلة الحفارة ، سوف يغرف دفعة من الخامات ، ويوجهها الى جسم الآلة .

ويعمل العلماء فى اليابان على تصميم مشروع لغواصة أعماق مخصصة للتنقيب عن البترول والغاز وخامات المنجنيز فى قاع البحر ولأغراض أخرى أيضا . وتتسع هذه الغواصة لثلاثة أشخاص وحمولتها ٣٠ طنا وبامكانها الغوص الى عمق ٢ كم وهى سريعة وسهلة الحركة والمناورة فى الماء . وتستطيع البقاء فى قاع المحيط ثلاثة أيام متواصلة دون أن تحتاج خلالها للارتفاع الى سطح الماء . ومن المتوقع أن يشرع المهندسون والعلماء اليابانيون قريبا فى بناء غواصة أبحاث للتنقيب عن الخامات ودراسة الثروات السمكية فى المحيطات تعمل على أعماق تصل الى ستة كيلومترات .

وتجرى فى الاتحاد السوفييتى أعمال ضخمة تهدف الى الاستفادة من الثروات الهائلة المتوفرة تحت الماء . فهناك مئات البعثات العلمية التى تجوب سنويا البحار والمحيطات التى تغطى أكثر من ٧٠ % من سطح الأرض . وليس بعيدا ذلك اليوم الذى سيبدأ فيه استغلال خامات المحيطات صناعيا . ولكن الجيولوجيين منهمكون فى الوقت الحاضر بالغوص فى جوف الأرض فقط .

يحتل المنجنيز المركز الخامس عشر بين العناصر من حيث نسبته فى القشرة الأرضية (٠,٠٩%) . وأثبت الجيولوجيون أن جميع مكامنه تقريبا ذات «عمر» جيولوجى واحد . ويرى بعض العلماء أن هذه الظاهرة تؤكد المنشأ الكونى لتوضعات المنجنيز واقترحوا فرضية بهذا الخصوص تقول بأنه منذ حوالى ملياري سنة سقط على الأرض غبار نيزكى غنى بالمنجنيز وشكل مكامن له على اليابسة وفى قاع البحار والمحيطات .

وتوجد خامات هذا العنصر فى الهند وغانا وجنوبى أفريقيا والمغرب والبرازيل ولا يوجد بين هذه البلدان بلد ينافس الاتحاد السوفييتى فى هذا المجال ، ففيه أضخم مكمن للمنجنيز فى العالم يقع بالقرب من مدينة نشياتورا . والطريف فى الأمر هنا أن مياه نهر ريونى الذى يمر فى تلك المنطقة تحمل معها الى البحر الأسود اكثر من مئة ألف طن من المنجنيز سنويا .

بدأ استغلال مكمن تشياتورا فى عام ١٨٧٩ . وفى عام ١٨٨٦ اكتشف مكمن ضخم آخر فى منطقة نيكوبول . والمحزن هنا أن روسيا القيصرية قررت «عدم حاجتها» للمنجنيز . وتفيد الاحصائيات أن مجموع ما استخرج من خامات المنجنيز فى روسيا القيصرية عام ١٩١٣ بلغ ١٢٤٥ ألف طن ولقد صدر منها الى الخارج ١١٩٥ ألف طن . وفى سنوات الحرب العالمية الثانية بدأ استغلال مكامن جديدة للمنجنيز فى الأورال وكازاخستان وسيبيريا . وفى الوقت الحاضر يملك الاتحاد السوفييتى مخزونا ضخما من هذا الخام الثمين ويحتل فى هذا المجال مركزا قياديا فى العالم .

تعتبر مصانع السبائك الحديدية المستهلك الرئيسى لخامات المنجنيز . ففيها يحصل ، بعد عدة عمليات تكنولوجية مختلفة ، على سبائك المنجنيز (مع الحديد والسليكون) أو على الفلز نفسه فى حالة نقية . وبعدها يتوجه المنجنيز الى وحدة صهر الفولاذ .

Fe

الكادح العظيم

هل ينفد الحديد ؟ — ضحية الحب — وجبة من برادة الحديد — فى اطار ذهبى — الحلم الجميل لسكان الجزر — وليمة فى قصر الملك سليمان — «الحجر السماوى» — الحقائق عنيدة — حفرة عميقة فى صحراء أريزونا — العصر البرونزى يستقيل — المهنة القديمة للقبيلة — أين صنع سيف صلاح الدين ؟ — لقية فى النوبة — العصا «السحرية» — العقاب والعفو عند بطرس الأول — تحققوا من جودة الدرع — عشرون جلدة لفرول فوكس — مطاردة فى الأورال — السفينة العجيبة — ايفل يتصدى للمشككين — قصور الشمس — اضمر ما تشاء — الفولاذ «الخشبى» — لا تتهموا الحديد — هل يحال الحديد على التقاعد ؟ — أتوميوم فى بروكسل .

فى عام ١٩١٠ انعقد فى استوكهولم مؤتمر دولى للجيولوجيين . وكانت من بين القضايا الهامة التى بحثت فى المؤتمر قضية خطر نفاد الحديد على الأرض . وشكل المؤتمر لجنة خاصة كلفت بتقدير الاحتياطى العالمى من الحديد . وجاء فى التقرير الذى قدمته اللجنة الى المؤتمر حول هذا الموضوع أن مكامن الحديد ستستهلك كليا بعد ٦٠ عاما ، أى بحلول عام ١٩٧٠ .

ولحسن الحظ لم تتحقق تنبؤات أعضاء اللجنة والعالم لا يشعر فى الوقت الراهن بالحاجة الى التقنين فى استهلاك الحديد . ولكن ما كان سيحدث لو تحققت التنبؤات ونفدت خامات الحديد ؟ وما كان سيحصل للعالم لو اختفى الحديد نهائيا على الأرض ولم يبق منه جراما واحدا ؟

اليكم ما كتبه عالم التعدين السوفييتى المشهور فيرسمان فى هذا الصدد مؤكدا الدور الهام الذى يلعبه الحديد فى حياتنا اليومية :

« . . . دمار مخيف فى كل مكان ، فلا سكك حديدية ولا قاطرات ولا سيارات حتى أن أحجار الأرصفة تحولت الى بقايا عفنة من الغضار وهلكت النباتات لعدم توفر الفلز المنعش .

وبدأ الخراب يعم أرجاء العالم وأصبح مصير البشرية فى خطر .

ولما عاش الانسان حتى هذه اللحظة المخيفة لأن حرمانه من جرامات الحديد الثلاثة الموجودة فى جسمه ودمه والتى لا تشكل سوى خمسة بالألف فى المئة من مجموع وزنه يعنى الموت المحتم ! » .

ولو لا الحديد لما استطاع أى كائن حى العيش على الأرض : فهذا العنصر الكيميائى يوجد فى دم جميع فصائل العالم الحى على كوكبنا . والحديد ثنائى التكافؤ يدخل فى تركيب الهيموغلوبين ، أى المادة التى تؤمن الأكسجين لأنسجة الكائنات الحية . والحديد ذاته هو الذى يصبغ دم الأحياء باللون الأحمر ، مع أن بعض أنواع الديدان تملك دما أخضر اللون يدخل فى تركيبه الحديد أيضا . ومنذ فترة اكتشفت البعثة العلمية السوفييتية التى تعمل فى منطقة القطب الجنوبى سمكة نادرة من سمك الكراكى دمها شفاف وصاف كالماء . وتبين أن نسبة الحديد فى دم هذه السمكة أقل بعشر مرات منها عند الأسماك ذات الدم الأحمر .

اكتشف الفرنسى مرى فى القرن الماضى الحديد لأول مرة فى دم الانسان . ويحكى أن طالبا فى فرع الكيمياء قرر بعد سماعه هذا الخبر أن يقدم لحبيبته هدية عبارة عن خاتم مصنوع من . . . . حديد دمه . وكان يجرح نفسه من وقت لآخر ويجمع الدم النازف من الجرح ثم يحصل منه بطريقة

كيميائية على الحديد . ولكن هذا العاشق المسكين توفى لاصابته بفقر الدم قبل أن يتمكن من جمع كمية الحديد اللازمة لصنع الخاتم : ذلك أن مجموع ما يحتويه دم الانسان من هذا العنصر لا يتعدى بضع جرامات فقط .

تظهر عند نقص كمية الحديد فى الدم أعراض واضحة عند الانسان منها الشعور بالتعب والانهاك وأوجاع فى الرأس والمزاج السئ . وكان الناس منذ قديم الزمان يتناولون عند الحاجة شتى أنواع الأدوية «الحديدية» . ففى عام ١٧٨٣ نشر فى «المجلة الاقتصادية» مقال جاء فيه «أن الحديد نفسه يعتبر فى بعض الحالات دواء جيدا ويمكن تناول برادة الحديد صرفة أو محلاة بالسكر» . وينصح فى المقال نفسه بتناول أدوية أخرى كانت مشهورة فى ذلك الوقت مثل : «الثلج الحديدى» و«الماء الحديدى» و «النبيذ الفولاذى» («نبيذ حامض من العنب ينقع مع برادة الحديد فيعطى دواء جيدا هو النبيذ الحديدى أو الفولاذى») .

وطبيعى أن المرضى فى النصف الثانى من القرن العشرين لا يتناولون برادة الحديد ولكن هناك عدد كبير من مركبات الحديد يستعمل على نطاق واسع فى الطب الحديث ، كما أن بعض المياه المعدنية غنى بالحديد أيضا . واليكم قصة اكتشاف أول نبع للمياه الحديدية فى روسيا عام ١٧١٤ : فى أحد الأيام وبينما كان العامل فى مصنع صهر النحاس فى مدينة كونتشزرسك ايفان ربّبوييف (وكان يعانى من مرض فى القلب ويتثاقل جدا فى مشيته) يتجول عند مستنقع غنى بمعادن حديدية بالقرب من بحيرة لادوجسكويا اكتشف نبعا فشرب من مائه . «واستمر يشرب من ماء النبع ثلاثة أيام متواصلة حتى شفى تماما من مرضه» . ولما سمع القيصر بطرس الأول بالخبر أصدر أمرا أعلن فيه عن اكتشاف «المياه المارسية (نسبة الى اله الحرب والحديد مارس) بالقرب من مدينة اولونتس» . وقد زار القيصر مع عائلته هذا المكان عدة مرات وكان يشرب من هذا الماء . وبعد وفاة القيصر أهمل النبع ولم يعد أحد يهتم به .

عرف الحديد منذ القدم بخواصه الناجعة وبخاصة خواصه المغنطيسية الرائعة . فالمصريون القدامى ، مثلا ، كانوا يعتقدون بأن المغنطيس يقهر الموت ويؤمن حياة أبدية وكانوا ينصحون المرضى بتناول برادة الحديد . وكان البحاثة والطبيب اليونانى جالن يعتبر المغنطيس مادة ملينة للأمعاء . وكان العلامة المشهور ابن سينا يصفه للمصابين بالوهم والوسواس .

والحديد ضرورى ليس فقط للاجسام الحية وانما للنباتات أيضا . ففى مطلع القرن الثامن عشر اكتشف الكيميائى الطبيب الفرنسى ليمرى الحديد فى رماد أعشاب محترقة . وتبين فيما بعد أن هذا العنصر يدخل فى تركيب جميع النباتات نظرا لأنه ضرورى جدا لتشكل الكلوروفيل . ويوجد الحديد فى انزيمات التنفس ويؤثر تأثيرا قويا على عملية تنفس النباتات . والطريف هنا أن العوالق البحرية ، مثلا ، تستهلك نصف مليار طن من الحديد فى العام الواحد أى ما يعادل تقريبا الانتاج السنوى لجميع مصانع التعدين فى العالم .

والحديد كان على ارتباط وثيق بتطور الحضارة البشرية ، وهيهات أن نعثر فى الجدول الدورى على فلز آخر كانت له مثل هذه الصلة .

وكان الانسان على مر العصور والسنين يكن الاحترام الزائد للحديد وللناس الذين كانوا يستخرجونه ويصنعونه . وفى العصور القديمة كان الحديد عند بعض القبائل والشعوب يثمن كثيرا ويعتبر أغلى من الذهب .

ويروى أن أحد الفراعنة المصريين طلب من ملك الحثيين أن يرسل له حديدا مقابل الذهب الذى كان متوفرا لديه ، حسب قوله ، كالرمل فى الصحراء . أما الحديد ، فكان نادرا عنده . وكان الأعيان والنبلاء فقط هم القادرون على التزين بحلى من الحديد كانت توضع غالبا فى اطار ذهبى ، وحتى أن خواتم الزواج كانت تصنع عند الرومان من الحديد . ولكن تطور صناعة التعدين جعل هذا الفلز يصبح تدريجيا أرخص ثمنا وأكثر توفرا . وبالرغم من ذلك ، فان العديد من الشعوب النامية التى كانت تشكو من قلة الحديد بقيت حتى وقت قريب نسبيا تتهافت عليه وتدفع ثمنا خياليا للحصول عليه . ويحكى البحار الانكليزى المشهور فى القرن الثامن عشر جيمس كوك عن ولع سكان جزر البولينيزيا بالحديد : «. . . لا شىء غير الحديد كان يغرى زوار سفننا من سكان هذه الجزر . فالحديد كان دوما بالنسبة لهم البضاعة المفضلة والثمينة . وفى أحد الأيام اشترى البحارة من هؤلاء الزوار خنزيرا كاملا مقابل مسمار عتيق يعلوه الصدأ . وفى مرة أخرى أعطوهم عدة سكاكين قديمة وحصلوا بالمقابل على كمية من السمك تكفى طاقم السفينة لعدة أيام» .

كانت مهنة الحدادة من أشرف المهن على مر العصور . وتؤكد ذلك اسطورة قديمة مر عليها حوالى ثلاثة آلاف سنة . واليكم ما جاء فيها : بعد الانتهاء من بناء معبد أورشليم أقام الملك سليمان وليمة ، دعا اليها جميع الحرفيين الذين اشتركوا فى هذا البناء الضخم . وما أن بدأ الضيوف يتذوقون ما لذ وطاب من الأطعمة الشهية حتى سمعوا فجأة صوت الملك سليمان يتساءل :

— من منكم ، أيها الحرفيون ، له الفضل الأول فى بناء هذا المعبد العجيب ؟

فنهض فورا أحد البنائين وقال :

بديهى أن المعبد بنته أيادينا ولا مجال للنقاش هنا . فنحن الذين رفعناه حجرا على حجر . انظروا الى هذه الجدران والقناطر والقبب المتينة . انها ستبقى صامدة مدى الدهر تمجد الملك سليمان .

وتدخل أحد النجارين موضحا .

— لا شك أن المعبد قائم على الحجر ، ولكن احكموا بانفسكم أيها الضيوف الأعزاء : فهل بدا المعبد رائعا لو لم نساهم أنا ورفاقى فى بنائه ، وكم كان منظر هذه الجدران كئيبا لو لم نزينها بالخشب الأحمر وأرز لبنان ؟ انظروا الى أرض المعبد وتمتعوا بجمالها فقد صنعناها من أجود أصناف شجر البقس ! ولنا الحق فى أن ننسب لانفسنا الفضل الأول فى بناء هذا القصر الخيالى .

وقاطعه أحد الحفارين قائلا :

— انظروا الى الأصل . فبودى أن أعرف كيف كان هؤلاء المتبجحون (والتفت مشيرا الى البنائين والنجارين) سيبنون هذا المعبد لو لم نحفر له أساسا متينا . ولتطايرت جدرانه بزخرفتها وجمالها كبيت من الورق مع أول هبة ريح .

وكان يعرف عن الملك سليمان دهاؤه وحكمته ، فنادى الى البناء وسأله :

— من صنع أدوات البناء ؟ فأجاب البناء مندهشا :

— الحداد طبعا .

والتفت الملك الى النجار يسأله :

— من صنع أدوات النجارة ؟ وكان جوابه على الفور :

— لا أحد غير الحداد .

وتوجه الملك بالسؤال الأخير الى الحفار :

— من صنع المعول والمجرفة ؟ وكان جواب الحفار :

— أنت أعلم الجميع يا صاحب الجلالة . فمن غير الحداد قادر على صنعها ؟

عندئذ وقف الملك سليمان وتوجه نحو شخص متواضع ملطخ وجهه بالسخام ، وكان هو الحداد بعينه ، وأمره بالوقوف فى وسط القاعة ثم أشار اليه قائلا :

— لهذا الانسان الفضل الأول فى بناء المعبد . وما كان من الملك الا أن دعاه للجلوس بجانبه على معقد وثير وقدم له كأسا من النبيذ الطيب .

هذه هى الاسطورة . ولا نستطيع الحكم الآن بأن حوادثها وقعت فعلا أم لا . ولكن

مهما كان الأمر ، فان ما جاء فيها يعكس الأهمية الكبيرة التى كان الانسان يعيرها للحديد منذ القدم .

ويعتقد بأن أول قطعة من الحديد لمستها يد الانسان فى العصور القديمة جاءت من الفضاء الخارجى : فالحديد يدخل فى تركيب النيازك التى تسقط على كوكبنا الأرضى . وليس صدفة أن يسمى الحديد فى بعض اللغات القديمة «بالحجر السماوى» . وفى الوقت نفسه كان العديد من العلماء المشهورين فى نهاية القرن الثامن عشر لا يعتقد بأن الفضاء الخارجى يستطيع «تموين» الأرض بالحديد . وفى عام ١٧٥١ سقط نيزك بالقرب من مدينة واجرام الألمانية وبعد مرور أربعين عاما على ذلك كتب البروفسور شتوتس وهو من مدينة فيينا ، حول هذا الحادث ما يلى : «تصوروا أن معظم الناس فى ألمانيا ، بما فى ذلك النخبة النيرة والمثقفة منهم ، كان يؤمن فى عام ١٧٥١ بسقوط قطعة من الحديد من السماء . . . فكم كانت معرفتهم بالعلوم الأساسية ضعيفة فى ذلك الحين . ولكن تصديق مثل هذه الخرافات يعتبر فى الوقت الحاضر خطأ لا يغفر عليه» .

وكان الكيميائى الفرنسى المشهور لافوازيه من مؤيدى وجهة النظر هذه . فقد وافق عام ١٧٧٢ على رأى عدد من زملائه «بأن سقوط الاحجار من السماء غير ممكن من الناحية الفيزيائية» . وقد اضطرت أكاديمية العلوم الفرنسية فى عام ١٧٩٠ الى اتخاذ قرار خاص يحظر بحث أو دراسة أى خبر يتعلق بسقوط الاحجار على الأرض نظرا لأن العلماء مقتنعون تماما بسخافة «الخزعبلات والخرافات» حول سقوط أجسام غريبة من السماء على الأرض . ولكن النيازك لم تأبه بالقرار الصارم للأكاديميين الفرنسيين واستمرت تتساقط من وقت لآخر على الأرض مما أربك وأقلق جهابذة العلم فى ذلك الوقت . وبعد أن تجمع عدد كبير من الحقائق المؤكدة لهذه الظاهرة (والحقائق ، كما تعلمون ، عنيدة) اضطرت اكاديمية العلوم الفرنسية فى عام ١٨٠٣ الى الاعتراف «بالاحجار السماوية» ، «وسمح لها» منذ ذلك الحين بالسقوط على الأرض .

تتساقط سنويا على سطح الكرة الأرضية كميات هائلة من المادة النيزكية تقدر بمئات الآلاف من الاطنان وتصل نسبة الحديد فيها الى ٩٠ % . ولقد عثر على أضخم نيزك حديدى عام ١٩٢٠ فى الجزء الجنوبى الغربى من أفريقيا . وكان وزن هذا النيزك الذى يدعى «جوبا» حوالى ٦٠ طنا . وفى عام ١٨٩٦ اكتشف البحاثة الأمريكى المشهور فى مجال القطب الشمالى روبرت بيرى فى جليد

جرينلاند نيزكا حديديا وزنه ٣٣ طنا وقد تم نقله بصعوبة بالغة الى نيويورك حيث لا يزال يحفظ هناك حتى الآن .

ويذكر التاريخ حالات أخرى استقبلت فيها الأرض من الفضاء الكونى أجساما أخرى أكبر وأثقل وزنا من النيازك المذكورة . ففى عام ١٨٩١ اكتشفت فى صحراء الأريزونا حفرة ضخمة قطرها ١٢٠٠م وعمقهـا ١٧٥م ويعتقد أنها تشكلت نتيجة سقوط نيزك هائل فى عصور ما قبل التاريخ .

وقد اهتم الأمريكان فى فترة من الزمن اهتماما زائدا بهذا النيزك وخاصة بعد أن ترددت حوله شائعات تفيد بأنه قد عثر على البلاتين فى حطامه . وللفور شكلت شركة مساهمة للاستفادة من هذا النيزك فى الأغراض الصناعية . ولكن ، تبين أن الاثراء من وراء هذه «الهدية السماوية» لم يكن بالأمر الهين : ذلك أن المثقب الماسى فى الحفارة كان يتكسر لدى بلوغه الكتلة الأساسية للنيزك الواقعة على عمق ٤٢٠ مترا وتوقف العمل بعد أن تأكد أصحاب الشركة من عدم وجود البلاتين فى عينات الحفر . ويعتقد العلماء أن نيزك أريزونا يزن عدة عشرات الآلاف من الأطنان . وربما سيعود يوما ما خبراء التعدين للاهتمام به من جديد .

وحيث أن الحديد النيزكى سهل التصنيع نسبيا ، فقد بدأ الانسان يصنع منه أدواته البسيطة . ولكن النيازك ، مع الأسف ، لم تكن تتساقط حسب الطلب ، بينما كانت الحاجة الى الحديد مستمرة . ولهذا قرر الناس أن يتعلموا كيفية استخلاص الحديد من خاماته . وأخيرا حانت اللحظة الموعودة ونجح الانسان فى الاستفادة ليس فقط من الحديد السماوى وانما أصبح يستفيد من حديده الأرضى أيضا . وأقبل عصر جديد ليحل محل العصر البرونزى ألا وهو العصر الحديدى .

تقطن على الشاطئ الغربى من بحيرة فيكتوريا فى أفريقيا قبيلة عريقة تدعى قبيلة هايا . وتهتم هذه القبيلة حاليا بتربية المواشى وزراعة الموز والقهوة والشاى . ويضطر أهالى القبيلة حتى الآن «لاستيراد» أدوات العمل وغيرها من السلع المعدنية لعدم توفر الحديد عندهم . ولهذا كان الاعتقاد السائد لفترة طويلة أن أفراد القبيلة لا يفقهون شيئا بعملية صهر الحديد . ولكن هذا الرأى دحض تماما بعد أن قام علماء السلالات البشرية بدراسة مفصلة لأحوال القبيلة ومعيشة أفرادها . اذ تبين لهم أن عددا من شيوخ القبيلة الذين يبلغ عمرهم الثمانين عاما كانوا يتقنون جيدا بناء أفران مخروطية ارتفاعها متر ونصف . وكانوا يحفرون تحت الفرن حفرة عمقها حوالى ٤٠ سم

ويملؤونها بفحم القصب . وبعد تشغيل الفرن كانوا يرمون فى داخله فحم القصب والمادة الخام . وكانت منفخة من جلد الماعز تنفخ الهواء الى داخل الفرن مارا فى أنابيب خاصة . وبعد ثمان ساعات كانت درجة الحرارة فى الفرن تصل الى ١٨٠٠ درجة مئوية وعندها كانت المادة الخام تتحول الى خبث مصهور سرعان ما تتشكل فيه بلورات من الحديد .

واتضح من خلال هذه الدراسة أن هؤلاء الشيوخ كانوا يحترفون مهنة الحدادة منذ أكثر من نصف قرن ولكن القبيلة قررت بعد ذلك أن من الأفضل لها شراء الأدوات الحديدية .

وتم العثور نتيجة التحريات والتنقيب بالقرب من شاطىء البحيرة على ١٣ فرنا تعدينيا كان الحديد يصهر فيها منذ أكثر من ألف سنة . وهكذا ثبت أن الحضارة الافريقية القديمة بلغت منذ ألفى عام مضت مستوى رفيعا فى مجال صناعة التعدين .

يحكى أن القائد المشهور صلاح الدين تبارى فى الحذاقة وفن الحرب مع ملك الانكليز ريتشارد الأول الملقب بقلب الأسد . اذ سحب الملك ريتشارد سيفه وضرب رمح واحد من الفرسان فقطعه الى نصفين مبرهنا بذلك على متانة السيف وحدته ومؤكدا قوته الخارقة . فما كان من صلاح الدين الا ورمى فى الهواء منديلا حريريا رقيقا وقصه بسيفه . فدهش الملك لحذاقة القائد صلاح الدين وحدة سيفه .

ويحكى أن مدينة عجلون فى شمال الأردن كانت تشتهر بصناعة السيوف والرماح . فصناعة السلاح كانت متطورة فيها فى القرون الوسطى . وكانت عجلون تزود على مدى عدة مئات من السنين جيوش الخلفاء المسلمين بالسيوف والرماح والخناجر لتحارب بها الصليبيين وغيرهم من الغزاة .

ومؤخرا اكتشف علماء الآثار فى ضواحى عجلون ورشات حدادة ومناجم مهجورة كان الناس فى القرون الوسطى يستخرجون منها خامات الحديد . وجاء ذلك ليؤكد مرة أخرى المستوى الرفيع الذى وصلت اليه صناعة التعدين وصناعة السلاح عند العرب فى تلك الحقبة من الزمن .

فى الوقت الذى كان فيه المهندسون السوفييت يبنون سد أسوان فى مصر كان علماء الآثار يجرون التنقيب والحفريات فى صحراء النوبة التى كان من المفروض أن تغمرها مياه النيل بعد الانتهاء من بناء السد . وفى أحد الأيام عثروا على سكين من الفولاذ بقى مطمورا فى الأرض عدة آلاف من السنين . والغريب فى الأمر هنا أن شفرة السكين كانت حادة جدا لدرجة أنها كانت تقطع بسهولة رغيفا لينا من الخبز الكندى المستطيل . وقد جاءت هذه اللقية لتؤكد مرة أخرى على الجودة العالية للسلع التى كانت تصنعها أيادى المهرة فى مصر القديمة .

والحديد من أكثر العناصر انتشارا على الأرض وهو يشكل حوالى ٥ % وزنا من القشرة الأرضية أو ٧٥٥ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ طن ولكن واحدا من أربعين من هذه الكمية يتجمع على شكل توضعات تصلح للاستغلال . وأهم خامات الحديد : المغنتيت والهيماتيت والحديد البنى والسيدريت . والمغنتيت يحوى نسبة من الحديد تصل الى ٧٢ % . وكما يظهر من اسمه ، فانه يتمتع بخواص مغنطيسية . والهيماتيت أو الحديد الأحمر ، يحوى ٧٠ %

حديد وتشتق تسميته من الكلمة اليونانية «هيما haima" وتعنى الدم .

كانت وسائل التنقيب عن خامات الحديد فى قديم الزمان طريفة للغاية . فقد كانت تستخدم لهذا الغرض عصا «سحرية» خاصة عبارة عن عود من خشب الجوز الخفيف يتشعب الى فرعين فى احدى نهايتيه . وكان «المنقب الجيولوجى» يمسك طرفى العود بكلتا يديه ويقبض عليه جيدا ثم ينطلق فى طريقه . واذا أراد النجاح فى مهمته ، فعليه أن ينفذ بكل دقة وحذر «التعليمات التكنولوجية» التى تنص على أن تبقى أصابع يديه متجهة نحو السماء طيلة الوقت . واذا فشلت المهمة (وكانت حالات الفشل كثيرة جدا) كان الذنب يلقى على الجيولوجى المسكين لعدم اتباعه للتعليمات المذكورة . أما عندما تنفذ هذه التعليمات بدقة ، فانه فى اللحظة التى تطأ فيها قدما الجيولوجى عرق الحديد ينحنى العود فورا الى الأسفل مشيرا الى مكان الخامات .

ولكن فئة كبيرة من الناس فى ذلك الوقت كانت تعترف ببدائية هذه الطريقة . فقد كتب العالم الألمانى المشهور فى القرن السادس عشر جيورج أجريكولا (وهو مؤلف أول كتاب فى علم التعدين) : «ان الجيولوجى الحقيقى ، الذى نرى فيه ذلك الانسان الواعى والجدى ، لن يقدم أبدا على استخدام هذه العصا السحرية لأن أى انسان يفقه ولو قليلا بطبيعة الأشياء ويحكم عقله يفهم أن هذا العود لن يجدى نفعا فى ذلك ، وعلى الجيولوجى أن يهتدى ويسترشد بما لديه من أسس علمية فى الكشف عن الخامات» . وبالرغم من هذا ، فان البحث عن الخامات بواسطة العصا السحرية استمر عدة سنوات فى منطقة الأورال مثلا . وقد كتب لومونوسوف العالم الروسى الفذ مستهزئا ومتهكما على هواة هذه الطريقة : «برأيى ، أنه من الأفضل تجاهل هؤلاء المخادعين والمضللين» .

وفى دولة موسكو بدأت علائم الحاجة الماسة للحديد تظهر فى القرن السابع عشر ، وكان القيصر ألكسى رومانوف يرسل البعثة تلو الأخرى للبحث عن مكامن جديدة لخامات الحديد . وكان على هذه البعثات أن تحدد مكان ونوع الخامات وتعين كميتها . الا أن جميع هذه المحاولات باءت بالفشل .

وفى أول عهده أصدر القيصر بطرس الأول أمرا «بالبحث عن وسائل سكب وطرق الحديد وتفهم طريقة صنع الحديد السويدى كى يصبح الروس قادرين على صنعه فى دولة موسكو» كما أصدر أمرا آخر بمعاقبة كل من يحاول اخفاء الخامات والكتمان عنها «عقابا صارما يصل حتى الموت شنقا» .

وسرعان ما وصل خبر من الأورال يفيد بأنه تم العثور على مكمن غنى «بالحجر المغنطيسى» عند جبل فيسوكايا ، وجاء فى الخبر «أن عروقا من المغنطيس الصافى تمتد على سفح الجبل وتحيط بها غابات كثيفة وهضاب صخرية» . وأرسلت عينات من هذه الخامات الى موسكو حيث قام الأخصائيون بدراستها وأعطوا رأيهم فى جودتها وصلاحيتها للاستغلال . عندئذ أمر القيصر بالشروع فورا ببناء مصانع تعدين فى تلك المنطقة وسلم أضخمها ، وهو مصنع نيفيانسكى ، لخبير فى صناعة الحديد من مدينة تولا يدعى نيكيتا ديميدوفيتش أنتوفييف (وقد غير كنيته

فيما بعد الى ديميدوف) وطلب منه أن يعمل كل ما فى وسعه كى يصبح انتاج روسيا من الحديد كافيا لسد حاجتها وأن تتوقف عن شرائه من الخارج . وكان على المصنع أن ينتج «المدافع الميدانية ومدافع المورتار (الهاوين) والبنادق والسيوف بمختلف أنواعها والرماح والدروع والخوذ والأسلاك المعدنية» .

واليكم رواية طريفة تحكى كيف تعرف القيصر بطرس الأول على نيكيتا أنتوفييف — ديميدوف : فى أحد الأيام توقف القيصر فى مدينة تولا وهو فى طريقه الى بحر الآزوف . وهناك أمر باستدعاء صانع ماهر وخبير فى الأسلحة كى يصلح مسدسه الأجنبى . وفى المساء حضر نيكيتا أنتوفييف الى القيصر معلنا استعداده لتلبية رغبة جلالته . فوافق القيصر وأعطاه المسدس . وفى صباح اليوم التالى أحضر نيكيتا المسدس بعد أن قام باصلاحه وأصبح جاهزا للاستعمال . فدهش القيصر لهذه السرعة فى انجاز طلبه ولكن نيكيتا أجابه قائلا : «نحن الروس لسنا أسوأ من الأجانب» . فغضب القيصر لهذا الجواب واعتبره مجرد كلام فارغ وتبجح لا أساس له وما كان منه الا أن صفع نيكيتا صفعتين على خده . ولكن نيكيتا لم يرتبك أبدا وقال فورا : «أيها القيصر ! تحقق من الأمر أولا ثم اصفع» وأخرج من جيبه المسدس الذى أعطاه له القيصر لاصلاحه . وتبين أن هذا الصانع الفذ تمكن فى ليلة واحدة من صنع مسدس جديد يشبه تماما ذلك المسدس الأجنبى وقد نفذ عمله بمهارة ودقة فائقة لدرجة أن القيصر الذى كان مشهورا بخبرته فى الأسلحة لم يستطع اكتشاف التبديل . فذهل القيصر لهذه المفاجأة وزال غضبه وظهرت ملامح السرور والفخر على محياه . وأمر بادخال نيكيتا ذلك الصانع الماهر من مدينة تولا فى حاشيته . وبعد أن تبين عجز مصنع نيفيانسكى عن تنفيذ الطلبات العسكرية قام القيصر بتسليمه الى نيكيتا انتوفييف–ديميدوف .

وعمل نيكيتا ديميدوف ، ومن بعده ابنه أكينفى ديميدوف ، الكثير لتطوير صناعة التعدين الوطنية . وحاز حديد الأورال على شهرة طيبة فى السوق العالمية . ففى منتصف القرن الماضى كتبت الجريدة الانكليزية «مورنينج بوست» فى معرض مدحها لحديد الأورال ما يلى : «ان حديد ديميدوف يلعب دورا هاما فى تاريخ صناعتنا الوطنية . فهو أول نوع من الحديد تم تحويله الى فولاذ فى بريطانيا فى مطلع القرن الثامن عشر حيث كانت صناعة الفولاذ عندنا فى بداية تطورها . وله الفضل الكبير فى شهرة السلع المصنوعة فى مدينة شيفيلد» .

ومنذ القدم كانت تعار أهمية كبرى لجودة الحديد والسلع الحديدية . ويحكى أنه فى قديم الزمان كان صانع الأسلحة يجرب على نفسه الدروع الفولاذية التى صنعتها يداه . فكان يلبس الدرع ويقدم للشارى خنجرا كى يطعنه عدة طعنات . فاذا بقى حيا بعد ذلك اعتبر الدرع جيدا وصالحا للاستعمال ، وكان يحصل لقاء ذلك على كميات كبيرة من المال ، والا قطع رأسه .

وفى عهد القيصر بطرس الأول ظهرت أول تعليمات حكومية تتعلق بنوعية وجودة الحديد . ففى السادس من أبريل (نيسان) عام ١٧٢٢ أصدر مجلس التعدين قرارا حول

«اختبار الحديد» يعتبر النموذج البدائى للمواصفات الحكومية الحديثة للفولاذ . وقد جاء فى هذه الوثيقة ما يلى :

«اصدر جلالته أمرا بارسال بعثة من «دائرة التعدين» الى جميع مصانع الحديد للاطلاع على كيفية صنعه واختباره ولكى يتم توزيعه وبيعه من الآن فصاعدا مختوما بالعلامات التالية :

الاختبار الأول : تحفر فى الأرض حفرة عميقة وتغرس فيها أعمدة دائرية قطرها ٢٧ سم وتثبت جيدا ، ثم تثقب بعدة ثقـــوب . يمرر سلك الحديد فى الثقب ويلف حول العمود ثلاث مرات ثم يعاد الى وضعه السابق . فاذا لم يتكسر ولم تظهر عليه أية تشققات وجب أن يدمغ فوق علامة المصنع بالرقم ١ .

الاختبار الثانى : تؤخذ قطع من الحديد وتضرب من أحد طرفيها بمنتهى القوة على السندان ثلاث مرات ومن الطرف الآخر ثلاث مرات أيضا . وعندما تتحمل القطعة هذا الاختبار ولا تظهر عليها علامات الكسر يجب أن تدمغ فوق علامة المصنع بالرقم ٢ .

أما الحديد الذى لا يتحمل الاختبارين السابقين ، فيجب أن يدمغ بالرقم ٣ . ويحظر من الآن فصاعدا بيع الحديد دون دمغة عليه .

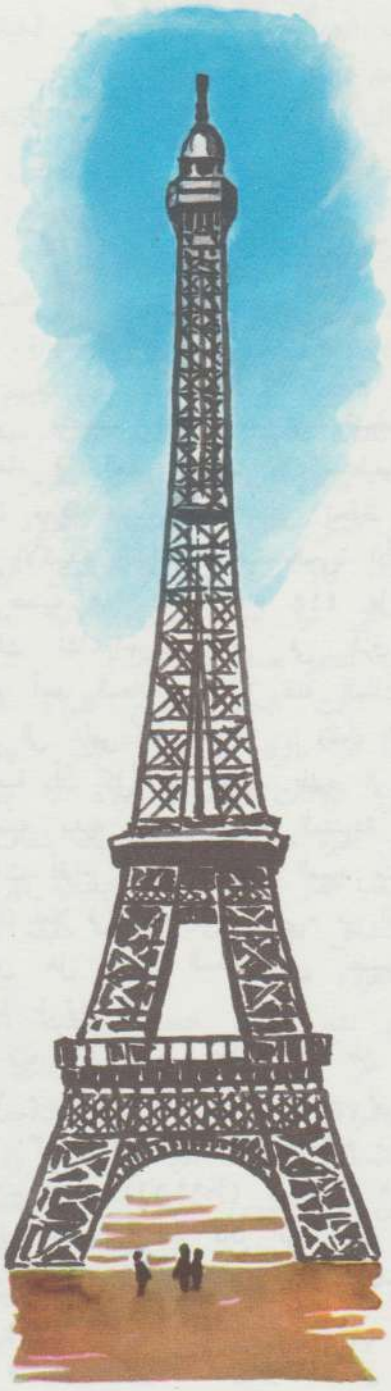
وكان العقاب صارما للغشاشين ولكل من يخالف هذه التعليمات . ويشهد على ذلك الأمر الذى أصدره القيصر بطرس الأول بحق صاحب مصنع الأسلحة فى مدينة تولا كورنيل بيلوجلازوف . فقد أمر القيصر بأن يجلد هذا الانسان وينفى للعمل فى أحد الأديرة النائية وذلك لأنه تجرأ أن يبيع أسلحة فاسدة لجيش جلالته ، كما أمر بجلد كبير المساعدين فرول فوكس ونفيه الى مدينة الآزوف لأنه وضع الدمغة الحكومية على الأسلحة الفاسدة .

وفى عام ١٧٣٧ عثر شخص يدعى ستيبان تشومبين على قطعة كبيرة من الحديد المغنطيسى بالقرب من جبل بلاجودات فى منطقة الأورال ، وعرضها على مهندس التعدين يارتسيف الذى اهتم بالأمر كثيرا وقام بدراسة المكان ثم قرر الذهاب الى مدينة يكاترينبورج لاطلاع المسؤولين هناك على ذلك . ولما سمع ديميدوف بالخبر ، وكان قد أصبح فى ذلك الوقت سيد المنطقة وملكا غير متوج على الأورال ، أسرع بارسال جماعة مسلحة لمطاردة يارتسيف ومنعه من ايصال الخبر الى السلطات الحكومية رغبة منه فى أن تبقى ثروة الأورال ملكا له وليس للحكومة . ولكن يارتسيف تمكن من الافلات من المطاردة وأوصل الخبر الى الحكومة فى يكاترينبورج . واتخذت ادارة التعدين قرارا بمكافأته هو «تشومبين» . ولم يـــمـــر وقت قصير على ذلك حتى عثر على ستيبان تشومبين مقتولا فى ظروف غامضة . ولم تتمكن السلطات المحلية من اكتشاف القاتل . وهكذا انتقمت عائلة ديميدوف من الذين وقفوا فى طريقها للسيطرة على كنوز الأورال .

اتسمت الفترة الممتدة بين نهاية القرن الثامن عشر ومطلع القرن التاسع عشر بغزو حقيقى للحديد فى عالم الصناعة : ففى عام ١٧٧٨ تم بناء أول جسر حديدى وفى عام ١٧٨٨ دخل حيز التنفيذ أول انبوب للمياه صنع من الحديد . وفى عام ١٨١٨ أنزلت الى الماء أول سفينة من الحديد . واليكم ما كتبته بهذا الصدد «المجلة البحرية»

اللندنية فى نوفمبر (تشرين الثانى) عام ١٨٦٨ أى بعد مرور نصف قرن على هذا الحدث : «يجرى حاليا فى مدينة «جرينكوك» اصلاح وترميم السفينة «فولكانو» وهى أول سفينة فى العالم بنيت من الحديد عام ١٨١٨ . ويقال أنه لما حان انزال هذه السفينة الى الماء ، أى منذ خمسين عاما ، تجمع الناس من جميع انحاء المنطقة ليشاهدوا هذه الأعجوبة وليتأكدوا بأنفسهم هل أن هذه السفينة المصنوعة من الحديد بامكانها حقا العوم على الماء» . ولم تمض سوى اربعة أعوام على ذلك (أى فى عام ١٨٢٢) حتى بدأت هذه السفينة تعمل على خط بحرى بين لندن وفرنسا . وسرعان ما أصبحت السكك الحديدية المستهلك الرئيسى للحديد . وكانت أول سكة حديدية فى العالم قد انشئت فى انكلترا عام ١٨٢٥ .

وفى عام ١٨٨٩ فى باريس تم بناء برج ضخم من الحديد قام بتصميمه المهندس الفرنسى المشهور جوستاف ايفل . وكان الكثيرون من معاصرى ايفل يعتقدون بأن هذا البناء الدقيق الذى يبلغ ارتفاعه ٣٠٠ م ليس متينا ولن يعمر طويلا . وكان مصمم المشروع يرد على هؤلاء المشككين مؤكدا أن برجه هذا سيبقى صامدا لا أقل من ربع قرن . وها قد مر أكثر من ثمانين عاما وبرج ايفل ، الذى أصبح رمزا لمدينة باريس ، لا يزال يجذب انتباه السواح من مختلف أنحاء العالم بروعته وجماله . وصحيح أنه فى عام ١٩٢٨ نشرت بعض الصحف الأمريكية نبأ يفيد بأن برج ايفل قد نخره الصدأ وقد يتهدم قريبا . وقامت لجنة من العلماء والمهندسين الفرنسيين على الفور بدراسة حالة الهياكل والأعمدة الحديدية



فى هذا البرج ، وتبين أن هذا الخبر مجرد اشاعة كاذبة وأن الحديد مغطى بطبقة سميكة من الدهان لا تسمح له بالصدأ .

ولكن يمكن القول بأن خطر الصدأ يبقى دائما مخيما على المنشآت والسلع الحديدية . فالصدأ أو التآكل عدو لدود للحديد . وتدل الاحصائيات على أنه فى الفترة الواقعة بين عامى ١٨٢٠ و١٩٢٣ «أكل» الصدأ ٧١٨ مليون طن من الحديد ، أى حوالى نصف مجموع الانتاج العالمى منه فى تلك الفترة البالغ ١٧٦٦ مليون طن . ونذكر على سبيل المثال أن انكلترا تخسر سنويا ٦٠٠ مليون جنيه استرلينى بسبب تآكل وصدأ الحديد .

وليس عجبا أن يهتم الناس منذ العصور القديمة بقضية حماية الحديد من الصدأ والتآكل . ففى مؤلفات المؤرخ اليونانى هيرودوت (القرن الخامس قبل الميلاد) نجد ذكرا لعملية طلاء الحديد بالقصدير بغية حمايته من التآكل والصدأ . وفى الهند شكلت منذ حوالى ١٦٠٠ سنة جمعية لمكافحة الصدأ . واشتركت هذه الجمعية منذ ألف وخمسمائة عام فى بناء قصور الشمس على الشاطىء عند مدينة كانراك . وبالرغم من أن ساحة القصور قد غمرتها مياه البحر لفترة من الزمن الا أن العوارض الحديدية بقيت فى حالة جيدة . وهذا يعنى أن الحرفيين الهنود كانوا فى تلك الأيام يعرفون كيف يتصدون للصدأ . ويشهد على ذلك النصب الحديدى المشهور فى العاصمة الهندية والذى يعتبر من أجمل معالمها الأثرية . واليكم ما كتبه جواهرلال نهرو بهذا الصدد فى كتابه «اكتشاف الهند» : «لا شك أن الهنود القدامى حققوا نجاحات كبرى فى معالجة الحديد . فبالقرب من مدينة

دلهى ينتصب عمود حديدى ضخم يحير العلماء فى العصر الحاضر ولا يستطيعون حتى الآن معرفة طريقة صنعه التى تحفظ الحديد من الأكسدة والظواهر الطبيعية والجوية الأخرى» .

نصب هذا العمود عام ٤١٥ على شرف الملك تشاندراجوت الثانى فى شرق البلاد أمام أحد المعابد ، ثم نقله الملك أنانج بولا الى دلهى عام ١٠٥٠ . وتقول الخرافات الشعبية أن كل من يحنى ظهره الى العمود ويلمسه بيديه تتحقق رغبته المنشودة فورا . وكانت أفواج الحجاج تقصد العمود منذ قديم الزمان أملا فى الحصول على شىء من السعادة . ولكن هل كانت السعادة من نصيب أحد منهم يا ترى ؟

يزن هذا العمود حوالى ٦,٥ طن وارتفاعه ٧,٣ م ويتراوح قطره من ٤٢ سم فى قاعدته الى ٣٠ سم فى رأسه . وهو مصنوع من حديد صرف تقريبا (٩٩,٧٢%) ، وهذا هو سبب «طول عمره» : فلو كان أقل نقاوة مما هو عليه لتحول دون أدنى شك الى حطام خلال الـ ١٥٠٠ عام التى مرت عليه .

والسؤال المحير هنا هو كيف تمكن الحرفيون

القدامى من صنع هذا العمود العجيب الذى لا يهاب الزمن ؟ ان بعض الكتاب الخياليين لا يستبعد أنه ربما صنع على كوكب آخر وحمله الينا طاقم سفينة فضاء كرمز لكوكبهم أو كهدية منهم لسكان كوكبنا الأرضى . وثمة رأى آخر يقول بأن العمود صنع من حطام نيزك حديدى ضخم .

وعلى أي حال ، فان أولئك العلماء الذين يعتبرون العمود دليلا على مهارة وفن الحرفيين الهنود القدامى محقون فى رأيهم . فالهند كانت تشتهر فى ذلك الوقت بصناعة الفولاذ . وليس صدفة أن يتبنى الفرس فى أحاديثهم المثل القائل : «يحمل الفولاذ معه الى الهند» وهو يشبه فى معناه المثل الروسى «ذهب الى تولا ومعه سماواره» (تولا مدينة فى روسيا تشتهر بصنع السماورات) .

وفى الوقت الحاضر أصبح الفولاذ الذى لا يصدأ أمرا مألوفا لدى جميع البشر . ومؤخرا ظهر فى الولايات المتحدة فولاذ لا يصدأ يمتاز عن غيره من أنواع الفولاذ بأنه شفاف . ويصنع هذا الفلز الجديد بطريقة كيميائية كهربائية حيث تتشكل بين بلوراته مسامات دقيقة جدا تجعل الفولاذ شفافا .

واليوم تنتج مصانع التعدين الحديثة أنواعا مختلفة من الفولاذ منها الفولاذ الذى لا يصدأ والفولاذ سريع القطع والفولاذ المخصص لصنع محمل الكريات وفولاذ النوابض والفولاذ المغنطيسى واللامغنطيسى والفولاذ المقاوم للحرارة والفولاذ المقاوم للبرودة . . . الخ . ولن تكفينا صفحة كاملة من هذا الكتاب لتعداد جميع ماركات وأنواع الفولاذ التى تصنع فى الوقت الحاضر .

ويستعمل حاليا لقطع ومعالجة المواد القاسية جدا فولاذ «ماسى» يحوى حوالى ٥ % تنجستن ولا تقل قساوته الا قليلا عن قساوة الماس نفسه .

وفى بلجيكا أدخلت منذ عدة سنوات فى أحد مصانع التعدين وحدة تصفيح للفولاذ تطبع على سطحه مختلف أنواع الزخرفة وتعطيه شكل الخشب أو الجلد أو القماش أو أية مادة أخرى . ولقد أعجبت هذه الصفائح الفولاذية ذات السطح المزخرف العاملين فى مصانع السيارات ومصانع الأدوات المنزلية والمهندسين المعماريين وبدأوا فورا باستخدامها فى مجال عملهم .

والسلع المصنوعة من الحديد والفولاذ كثيرة ومتنوعة . ففى جمهورية ألمانيا الديمقراطية صنع محمل ضخم يزن ١٢٥ طنا وفى سويسرا ينتج أحد المصانع محامل صغيرة (مينى) قطرها فى حدود المليمتر الواحد ويمكن أن يوضع ٣٤ ألف محمل من هذه المحامل فى علبة الكبريت . وهناك سلع فولاذية أخرى أصغر بكثير ، وهى القطع المستعملة فى تركيب الساعات اليدوية وتعتبر بالمقارنة مع مينى — المحامل المذكورة أعلاه «أشكالا ضخمة» فعلا : اذ يمكن أن توضع ٦ ملايين قطعة منها فى علبة كبريت .

ان الطلب على الحديد كبير جدا . ويكفى القول بأنه حتى نهاية القرن التاسع عشر كان نصيب الحديد بين الفلزات المستخدمة فى جميع مجالات الصناعة والزراعة والحياة اليومية يبلغ ٩٦ كجم من أصل ١٠٠ كجم . فتشييد المدن ومد السكك الحديدية وبناء السفن والأفران العالية والمفاعلات النووية واطلاق السفن الفضائية ،

كل ذلك لا يمكن تحقيقه دون اشتراك الحديد .

ولكن هذا الفلز لم يجلب الخير والرفاه للانسان فحسب بل كان مصدر شر له وارتبط اسمه بصفحات دموية فى تاريخ البشرية . فملايين القذائف والقنابل انهالت على البشر فى سنوات الحربين العالميتين الأولى والثانية . فالحديد حطم كل ما صنعته يد الانسان على مدى الزمن من الحديد وبواسطة الحديد .

منذ ألفى عام تقريبا كتب العالم والكاتب الرومانى القديم بلينياس الأكبر فى معرض حديثه عن الحديد : «ان مناجم الحديد تقدم للانسان سلاح الخير والشر معا . فبهذا السلاح نحرث الأرض ونغرس الاشجار ونقلم الأغصان . وبه نبنى البيوت ونقطع الأحجار ونقضى كل حاجاتنا . ولكن ، بهذا السلاح ذاته نحارب ونقاتل ، نسلب وننهب ، نهدم وندمر كل ما من حولنا ولا نكتفى بذلك بل نطلقه بعيدا بذراع قوى أو من فوهة مدفع أو على شكل سهام مجنحة . وهذا ، برأيى ، أسوأ ما ابتدعه عقل الانسان لأنه جعل الموت يطير بأجنحة من حديد ليسرع فى القضاء على البشر . ولهذا أقول ان المتهم فى هذا الجرم الشائن هو الانسان وليست الطبيعة» . ونحن من جهتنا لن نلقى التهمة على الحديد فيما تقوم به البشرية من خطايا وجرائم .

ظهر فى الفترة الأخيرة منافسون كثيرون للحديد منهم الألومنيوم والتيتانيوم والفاناديوم والبيريليوم والزركونيوم وغيرها . وتقوم هذه الفلزات حاليا بهجوم مكثف على مواقع الحديد . ولكن الحديد ، بالرغم من «تقدمه فى السن» (أكثر من خمسة آلاف عام) ، لا يفكر أبدا فى «الخروج على التقاعد» . وقد كتب الأكاديمى السوفييتى فيرسمان بهذا الصدد يقول : «المستقبل للفلزات الأخرى . ولكن الحديد سيبقى يحتل مركز الشرف كمادة قديمة استحقت التقدير وقامت بدورها على أحسن ما يرام . بيد أن هذا المستقبل الموعود بعيد جدا . . .

فالحديد لا يزال حتى الآن يشكل عماد صناعة التعدين وبناء الآلات والسكك الحديدية والسفن والجسور ووسائل النقل» .

. . . فى عام ١٩٥٨ أقيم على أرض المعرض الصناعى الدولى فى مدينة بروكسيل بناء فريد من نوعه يدعى الأوتوميوم . وهو عبارة عن تسع كرات معدنية ضخمة قطر كل منها ١٨ مترا تبدو وكأنها معلقة فى الهواء : وتتوزع ثمان كرات منها على رؤوس مكعب بينما تقع الكرة التاسعة فى مركز المكعب . وكان ذلك بمثابة نموذج للشبكة البلورية للحديد مكبرا ١٦٥ مليار مرة . وجاء الأوتوميوم رمزا لعظمة الحديد — هذا الفلز الكادح والمادة الأساسية فى الصناعة .

Co

طلقات مدافع السلام

برزيليوس يهوى الألعاب السحرية — خزف أزرق — خام عجيب فى جبال سكسونيا — برانت يدافع عن أطروحته — هواية طبيب بيطرى — لا تكرهوا شيئا لعله خير لكم — سلعة جديدة من انتاج شركة «هينس» — الفولاذ اليابانى — «لعب» خبيثة — خسارة للأسطول البريطانى — مفاجأة المحارث القديمة — اتحاد مع البلاتين — أمتن وأرخص — اكتشاف هام لزوجين عظيمين — مثل الجن الاسطوري — تجارب على «الصفائح» — مهنة الكوبلت المشع — قناع فرعون — الماس الأزرق — كيف يلتقط البرق ؟ — مساعد الأطباء .

يحكى أن الكيميائى والطبيب المشهور فى القرن السادس عشر برزيليوس كان يهوى القيام بألعاب سحرية كانت محط دهشة واعجاب المشاهدين . وفى أحد الأيام عرض هذا العالم لوحة تمثل منظرا للشتاء حيث الأشجار والروابى والسهول مغطاة بالثلج . وبعد أن أعطى المشاهدين فرصة للتأمل بهذا المنظر الجميل قام على مرأى منهم بتحويل الشتاء الى صيف : فاكتست الاشجار بأوراق خضراء وتغطت الروابى والسهول بعشب أخضر لطيف .

فدهش الجميع لهذه الاعجوبة ! والواقع أنه لم تحدث أية أعجوبة هنا ، بل قامت الكيمياء بدور الساحر فى هذه التجربة : فمحلول كلوريد الكوبلت الذى يضاف اليه قليل من كلوريد النيكل أو الحديد يكون عديم اللون فى درجة حرارة الغرفة . ولكن عندما يكتب أو يرسم به شىء ما ويترك ليجف ثم يسخن بلطف فانه يكتسب لونا أخضر جميلا .

وهذا ما فعله برزيليوس . فقد رسم اللوحة بهذا المحلول . وفى اللحظة المناسبة قام خلسة ودون أن يشعر به أحد من المشاهدين باشعال شمعة كان قد وضعها وراء اللوحة . وخلال لحظات تحول الشتاء الى صيف أمام دهشة واستغراب المشاهدين .

والحق يقال أن برزيليوس نفسه لم يكن يعلم فى ذلك الوقت التركيب الكيميائى لمحلوله هذا . فلا الكوبلت ولا النيكل لم يكن معروفا آنئذ . ولكن مركبات الكوبلت كانت تستخدم كمواد للصباغة قبل ذلك بمئات السنين . فمنذ خمسة آلاف سنة كانت صبغة الكوبلت الزرقاء تستخدم فى صناعة الخزف والزجاج . ففى الصين ، مثلا ، كان الكوبلت يستعمل فى صناعة الخزف الصينى ذى الشهرة العالمية . وكان قدماء المصريين يطلون القدر الفخارية بدهان أزرق يحتوى على الكوبلت . ففى مقبرة توت غنخ أمون عثر علماء الآثار على زجاج أزرق تم تلوينه بأملاح هذا العنصر . كما عثر على زجاج من هذا النوع أثناء التنقيب عن الآثار الآشورية والبابلية .

ويبدو أن سر تحضير أصبغة الكوبلت قد تلاشى وضاع فى مطلع العصر الحديث . فالزجاج الأزرق الذى كان يصنع فى تلك الفترة فى الاسكندرية وعند البيزنطيين والرومان

لم يكن يحتوى على الكوبلت بل كان النحاس يضاف الى الزجاج لاعطائه اللون الأزرق . وكان واضحا أن هذا اللون أسوأ بكثير من اللون السابق .

وطال «الفراق» بين الزجاج والكوبلت كثيرا حتى القرون الوسطى حيث بدأ صناع الزجاج فى مدينة فينيسيا بانتاج زجاج أزرق عجيب سرعان ما حاز على شهرة واسعة فى الكثير من البلدان . وفى هذه المرة كان الفضل الأول فى شهرة هذا الزجاج للكوبلت أيضا .

وقد أحاط صناع فينيسيا طريقة تحضيرهم لهذا الزجاج الفريد من نوعه بكتمان شديد ، حتى أن حكومة فينيسيا قامت فى القرن الثالث عشر ، رغبة منها فى الحيلولة دون تسرب أية معلومات عن هذه الصناعة ، بنقل جميع ورشات صناعة الزجاج الى جزيرة مورانو الصغيرة وأعلنت الحظر التام على دخول الغرباء الى الجزيرة ، كما منعت العاملين فى صناعة هذا الزجاج الملون من مغادرة الجزيرة دون اذن خاص من السلطات المسؤولة . وبالرغم من ذلك ، فقد تمكن أحدهم ، ويدعى جيورجيو بليرينو ، من الهرب بطريقة غامضة من الجزيرة ووصل الى ألمانيا حيث أقام لنفسه فى احدى المدن ورشة لصنع الزجاج ، ولكنها لم تعمر طويلا . ففى أحد الأيام «شب» فيها حريق هائل أتى على كل ما فيها ، وعثر على صاحبها — الهارب مقتولا بطعنة خنجر .

ويتبين من وثائق القرن السابع عشر أن صبغة الكوبلت الزرقاء كانت رائجة جدا فى روسيا بالرغم من غلاء ثمنها . وقد زينت بها جدران القاعة الملكية ومتحف الأسلحة فى الكرملين وكاتدرائية أرخانجل وأوسبنسك وغيرها من المبانى الرائعة التى شيدت فى ذلك الوقت .

وكان غلاء أصبغة الكوبلت يعزى الى ندرة المادة الخام لهذا العنصر ، نظرا لأنه قليل الانتشار ولا توجد توضعات ضخمة منه فى الطبيعة بل يصادف عادة على شكل مركبات مع الزرنيخ والنحاس والبزموت وبعض العناصر الأخرى . ولهذا السبب بالذات لم يخطر أبدا ببال عمال التعدين فى سكسونيا ذلك الوقت أن جبالهم تحتوى فى باطنها على فلز غير معروف بعد .

ولكن كانت تظهر من وقت الى آخر خامات غريبة تشبه بمظهرها الخارجى خامات الفضة . ولكن المحاولات التى أجريت للحصول منها على الفضة باءت جميعها بالفشل . أضف الى ذلك أنه كانت تنطلق أثناء عملية حرق الخامات غازات سامة كانت تلحق اضرارا بعمال التعدين . وفى نهاية الأمر تعلم السكسونيون التمييز بين خامات الفضة الحقيقية والخامات المشابهة لها التى تقرر أن تسمى «بالكوبولد» نسبة الى الروح الشريرة التى «تقطن» فيها .

وفى عام ١٧٣٥ قام الكيميائى السويدى برانت بتحليل عينات من الخامات السكسونية بما فى ذلك خامات «الكوبولد» ذات السمعة السيئة ، ودافع عن أطروحة أثبت فيها أن هذه الخامات تحتوى على فلز غير معروف فى ذلك الوقت ، وأطلق عليه ، كالخامات ، اسم «الكوبولد» أيضا . ولو حصل هذا الاكتشاف فى أيامنا هذه لذاع صيته وانتشر فورا فى جميع أنحاء المعمورة ، ولكن وسائل الاعلام فى القرن الثامن عشر لم تكن متطورة وسريعة

كما هى الآن . وبقيت اطروحة الكيميائى السويدى مجهولة عدة سنوات ولم يعلم بها سوى نفر قليل من أصحاب الشأن ، حتى أن العالم ليمان ، مثلا ، بقى ، بعد مرور ثلاثين عاما على الاطروحة ، يعتقد بأن الكوبولد مزيج من النحاس والحديد و «تراب فريد» ما .

واستمر الوضع على حاله حتى نهاية القرن الثامن عشر حيث أثبتت أبحاث عدد من العلماء ، بما فى ذلك الكيميائى الروسى هيس ، صحة اكتشاف برانت وأطلق على هذا الفلز الجديد الاسم نفسه الذى لا نزال نعتمده حتى الآن ، ألا وهو الكوبلت .

وفى تلك الفترة تم اكتشاف أقرب العناصر الكيميائية للكوبلت وهو النيكل . وغالبا ما يصادف هذان الفلزان معا فى الطبيعة الأمر الذى حدا بالعلماء الى البحث عن طريقة لفصلهما والحصول على كل منهما فى حالة نقية .

وفى يوم من الأيام ظهر الحل فجأة على يد . . . الطبيب البيطرى شارل أسكين . واليكم القصة بالتفصيل : كان أسكين مولعا بالتعدين وكان يقضى معظم أوقات فراغه فى دراسة هذا العلم واكتشاف اسراره . وفى عام ١٨٣٤ بدأ اهتمامه يتركز على النيكل وخلائطه وقرر القيام بمحاولة لاستخلاص هذا الفلز من خاماته ، وللأسف (وعلى الأصح القول هنا : ولحسن الحظ) كانت المادة الخام المتوفرة لديه تحتوى على الكوبلت أيضا . ولم يعرف أسكين كيف يجب عليه أن يتصرف فى هذه الحالة . وقرر أن يستشير بهذا الخصوص صاحب أحد المصانع الكيميائية المحلية وكان يدعى بنسون . واتضح أن بنسون لم يكن ، هو الآخر ، على علم بطريقة فصل هذين الفلزين بالرغم من أنه كان فى حاجة ماسة الى الكوبلت الذى كان يستعمله فى صناعة الخزف . وبعد تفكير طويل قررا استخدام المسحوق القاصر لهذا الغرض وحسبا بدقة الكمية اللازمة منه ، ثم شرع كل منهما بالعمل .

وكان عند بنسون كمية كافية من المسحوق . فأخذ منها ما هو لازم وفق الحساب وبدأ يعالج المادة الخام بها ولكنه لم يحصل على غايته المنشودة : اذ كان يترسب من المحلول أكسيدا الفلزين معا .

ولكن أسكين المسكين اكتشف لدى تحضيره للتجارب أن لديه نصف الكمية اللازمة من المسحوق . فانزعج جدا لذلك ولكنه لم يؤجل التجربة بل استمر بها وهو يلعن حظه السيء . ولكن القدر كان يخبئ له النجاح . فقد تحقق المثل القائل «لا تكرهوا شيئا لعله خير لكم»

وتبين أن هذه التجربة التى كان محكوما عليها بالفشل سلفا أعطت النتيجة المطلوبة . وكم كان فرح أسكين عظيما عندما اكتشف أن الكوبلت قد ترسب لوحده على شكل أكسيد بينما بقى النيكل بأكمله تقريبا فى المحلول لأن كمية المسحوق القاصر لم تكن كافية لترسيبه . ولقد طورت هذه الطريقة فيما بعد ، وبقيت تطبق فى الصناعة حتى يومنا هذا .

بقيت مجالات تطبيق الكوبلت محدودة جدا حتى مطلع القرن العشرين . فصناعة التعدين التى تكن الاحترام اليوم للكوبلت لم تكن تعلم فى ذلك الوقت الا النذر القليل عن خواص هذا العنصر . وقد أكد برو فى كتابه «تعدين الفلزات اللاحديدية» الذى صدر عام ١٩١٢ : «أن فلز الكوبلت ليس مهما حاليا من الوجهة الاستهلاكية . . . ولقد قامت محاولات عدة لاضافة الكوبلت الى الحديد بهدف الحصول على أنواع خاصة من الفولاذ ولكن هذه الأنواع لم تجد تطبيقا لها بعد» .

بيد أن مؤلف الكتاب المحترم أخطأ فى حكمه على الكوبلت . فقبل صدور كتابه المذكور بخمس سنوات نجحت شركة هينس للتعدين فى صنع سبائك غير عادية ذات قساوة كبيرة ومخصصة لمعالجة الفلزات . وقد سميت بالاستليتات (اشتقاقا من الكلمة اللاتينية "stella" وتعنى النجمة) ، وكان أفضلها يحتوى على أكثر من ٥٠ % كوبلت . وتبع ذلك نمو متزايد لصناعة السبائك القاسية التى لعب فيها الكوبلت دورا متميزا .

وقد صنع المهندسون والعلماء السوفييت سبيكة عالية القساوة تدعى «البوبيديت» تتفوق بجودتها على السبائك المماثلة المصنوعة فى البلدان الاخرى ويدخل الكوبلت الى جانب كربيد التنجستن فى تركيبها .

وفى عام ١٩١٧ حصل العالمان اليابانيان هوندا و تاكاتى على براءة اختراع لفولاذ يحوى من ٢٠ الى ٦٠ % كوبلت ويتميز بخواص مغنطيسية عالية . وكانت الحاجة ماسة الى هذا النوع من الفولاذ الذى سمى بالفولاذ الياباني . فقد تميزت الفترة الواقعة بين نهاية القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين باقتحام المغنطيس ميدان الصناعة وازدياد الطلب عليه .

والكوبلت واحد من الفلزات الرئيسية الثلاثة (الحديد والنيكل والكوبلت) ذات الانفاذية المغنطيسية العالية . ويتمتع بينها بأعلى درجة كيورى ، أى الدرجة التى يفقد فيها الفلز خواصه المغنطيسية . فاذا كانت درجة كيورى عند النيكل تساوى ٣٥٨ م وعند الحديد ٧٧٠ م ، فانها تصل الى ١١٣٠ م عند الكوبلت . وبما أن المواد المغنطيسية تستخدم فى ظروف متنوعة جدا ، بما فى ذلك درجات الحرارة العالية ، لذا فقد قدر للكوبلت أن يصبح المكون الرئيسى والهام فى أنواع الفولاذ المغنطيسى .

وما أن ظهر الفولاذ الكوبلتى الى الوجود حتى بدأ رجال الصناعة والقادة العسكريون يهتمون به وأدركوا أن خواصه هذه يمكن أن تستغل فى المجالات العسكرية أيضا . ففى سنوات الحرب الأهلية فى روسيا (١٩١٨—١٩٢٠) اكتشف البحارة وجنود الجيش الأحمر الذين كانوا يدافعون عن شمال البلاد ضد الغزاة الانكليز ألغاما غير عادية تنفجر دون أن

تصطدم بأى جسم غريب . ولما قام الغطاسون بنزع أحدها وتأمينه تبين أنه لغم مغنطيسى ينفجر عندما تقترب السفينة منه وتصبح فى منطقة خطوط القوة لمجاله المغنطيسى .

وغداة الحرب العالمية الثانية ازداد بشكل واضح فى ألمانيا النازية انتاج الفولاذ الكوبلتى الذى كان يدخل فى صناعة الألغام المغنطيسية . وكانت الدعاية النازية تؤكد بأن الألغام الألمانية بدقتها وحساسيتها وسرعة فعلها «تتفوق على الجملة العصبية للعديد من المخلوقات الحية العليا» . وبالفعل عندما قامت القوات الألمانية بلغم شواطئ انكلترا ومصب نهر التيمز والانهار الأخرى من الجو أحدثت الألغام المغنطيسية أضرارا جسيمة بالاسطول البريطانى . ولكن لكل داء دواء . فبعد مضى أسبوعين على الهجوم الغادر للجيش النازى على الاتحاد السوفييتى استطاع المهندس ايفانوف الذى كان يعمل فى القوات السوفييتية نزع أول لغم مغنطيسى ألمانى فى منطقة أوتشاكوف على البحر الاسود .

واليكم ما حدث فى أحد مناجم الأورال أبان الحرب العالمية الثانية : فقد عثر على الكوبلت بين الاكوام القديمة فى وحدة التركيز التى كانت تعالج فيها خامات النحاس على مدى سنوات عديدة . وكان ذلك مفاجأة للجميع . وفى غضون فترة قصيرة تم وضع طريقة تكنولوجية لاستخلاص الكوبلت . وسرعان ما بدأت الصناعة الحربية تتزود بهذا الفلز الثمين .

وأثناء الحرب العالمية الثانية بدأ الكوبلت يستخدم فى انتاج أنواع من الفولاذ والسبائك التى تتحمل الحرارة العالية بهدف الاستفادة

منها فى صنع قطع لمحركات الطائرات والصواريخ والمراجل البخارية التى تتحمل الضغوط العالية والعنفات الغازية وغيرها . ونذكر من بين هذه السبائك سبيكة «الفيتاليوم» التى تبلغ نسبة الكوبلت فيها ٦٥ % . ولكن غلاء الكوبلت وندرته يحولان دون استخدامه فى هذا المجال بشكل أوسع .

وفى الوقت نفسه ، هناك مجالات أخرى يستخدم فيها الكوبلت بدلا من فلز آخر أغلى منه ثمنا وهو البلاتين الذى لا يتعدى مجموع انتاجه السنوى حمولة سيارة شحن واحدة . وفى عمليات الجلفنة تستعمل أنودات غير ذوابة لا يجوز أن تتفاعل مع محتويات المغطس الجلفانى . ويعتبر البلاتين المادة المفضلة فى هذه الحالة الا أن صنع أنودات منه يكلف غاليا . ولهذا انشغل العلماء وقتا طويلا فى البحث عن فلز آخر أرخص ثمنا يمكن أن يحل محل البلاتين . ونجحوا فى نهاية الأمر فى صنع سبيكة تضاهى البلاتين فى قدرتها على الصمود أمام الأحماض القوية ، وتصل نسبة الكوبلت فيها الى ٧٥ %.

والكوبلت يأتى فى بعض الحالات متحدا مع البلاتين . فقد قامت الشركة البريطانية «مولارد» ، مثلا ، بصنع سبيكة مغنطيسية من هذين الفلزين تدعى «بلاتيناكس — ٢» وتتصف بمقاومتها العالية للتآكل وسهولة تصنيعها . وتصنع من هذه السبيكة أدوات وقطع مغنطيسية صغيرة تستخدم فى تركيب الساعات الكهربائية وأجهزة السمع ومحولات الطاقة ذات الاستعمالات المختلفة .

وتبين أن سبيكة الكوبلت مع الكروم مادة رائعة تستخدم فى تحضير طقوم الأسنان الاصطناعية فهى أمتن بمرتين من الذهب الذى يستعمل لهذا الغرض عادة وأرخص منه كثيرا .

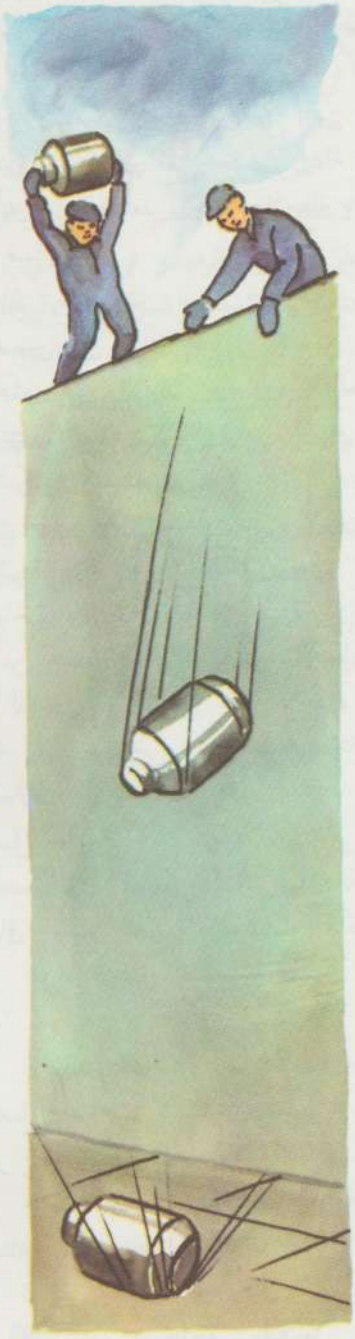
كان الحديث حتى الآن يدور حول الكوبلت العادى . ولكن ما أن اكتشف العالمان الفرنسيان المشهوران فريدريك وايرين جوليو–كورى ظاهرة الاشعاع الاصطناعى عام ١٩٣٤ حتى بدأ أهل العلم والتكنيك يوجهون اهتماما خاصا نحو النظائر المشعة لمختلف العناصر بما فيها الكوبلت . وللكوبلت اثنا عشر نظيرا مشعا أهمها عمليا الكوبلت — ٦٠ ، الذى تتمتع أشعته بقدرة انفاذية عالية . ولتصور ذلك نقول أن ١٧ جراما من الكوبلت المشع تكافئ من حيث قوة الاشعاع كيلوجراما واحدا من الراديوم الذى يعتبر أقوى مصدر طبيعى للاشعاع . ولهذا السبب يجب أثناء تحضير وحفظ ونقل هذا النظير التقيد تقيدا صارما بقواعد الأمن الصناعى واتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لحماية الناس من هذه الأشعة المميتة .

يحول الكوبلت العادى فى المفاعل النووى الى كوبلت مشع . وبعد ذلك «يحجز عليه» فى صناديق خاصة تغلف بطبقة من الرصاص وينقل على سيارات خاصة الى مكان الاستخدام . ولعل القارئ يتساءل عما سيحدث فيما لو تعرضت السيارة لحادث اصطدام ، فهل سيتحطم الصندوق وتتكسر الأمبولة الحاوية على الكوبلت وتصبح حياة الناس مهددة بالخطر ؟ لحسن الحظ لن يحدث شىء من هذا القبيل فيما عدا حوادث الاصطدام التى لا يمكن لأية سيارة أن تكون فى مأمن تام منها . ولو فرضنا أن السيارة تعرضت لحادث اصطدام لبقى الصندوق سليما ولن يلحق به أى ضرر .

ذلك أن هذه الصناديق تتعرض لاختبارات قاسية قبل أن يسمح بخزن النظائر المشعة فيها . فهى تلقى من ارتفاعات عالية على ألواح من الخرسانة المسلحة وتوضع فى غرف حرارية وتجرى عليها مختلف التجارب . وبعد ذلك فقط يمكن أن تكلف بمهمة المحافظة على تلك الامبولة الصغيرة التى تحتوى على هذه المادة المشعة أو تلك . والهدف من كل هذه التدابير الاحتياطية هو تأمين سلامة العاملين فى مختلف المجالات المرتبطة بمصادر الاشعاع النووى .

وللكوبلت المشع «وظائف» عديدة . فمثلا تطبق فى الصناعة بشكل واسع طريقة التصوير بأشعة جاما (gamma – radiography) ، وتقوم هذه الطريقة على فحص جودة المنتجات بتعريضها لأشعة جاما الصادرة عن نظير الكوبلت — ٦٠ . ويستخدم لهذا الغرض جهاز صغير رخيص الثمن ، يمكن بواسطته الكشف عن مواقع الشقوق والمسامات والنواسير وغيرها من العيوب الداخلية التى قد تنشأ أثناء سبك الفلزات ولحم الوصلات والقطع الواقعة فى أماكن صعبة المنال . وبما أن أشعة جاما تنتشر بشكل متساو فى جميع الاتجاهات لذا تسمح هذه الطريقة بفحص عدد كبير من النقاط فى آن واحد ، وعندما تكون السلعة اسطوانية الشكل يمكن فحص محيطها كله مرة واحدة .

ولقد تمكن العلماء المختصون بآثار مصر القديمة أخيرا من حل لغز قناع توت غنخ أمون . فكان البعض منهم يؤكد أن هذا القناع مصنوع من قطعة واحدة من الذهب ، وكان يصر البعض الآخر على أنه صنع من



عدة قطع ذهبية لحمت فيما بينها . ولتبيان حقيقة الأمر تقرر أن يستعان بالمدفع الكوبلتى ، وهو عبارة عن جهاز خاص يشحن «بطلقات» من نظير الكوبلت . وقد أثبت هذا المدفع أن القناع المذكور يتألف فعلا من عدة قطع ذهبية لحمت مع بعضها بدقة فائقة بحيث أنه من المتعذر جدا ملاحظة خطوط الالتحام فيما بينها .

ويستعان بالكوبلت المشع لمراقبة مستوى الفلز المصهور فى أفران الصهر وكذلك مستوى مواد الحشو فى الأفران والصوامع وللمحافظة على مستوى الفولاذ السائل فى جهاز التبلور لوحدة السكب المستمر .

وثمة جهاز آخر يعتمد على أشعة جاما ويعين بسرعة ودقة عالية سماكة (ثخن) تصفيح هيكل الباخرة وجدران الأنابيب والمراجل البخارية وغيرها من السلع التى يتعذر الوصول الى سطحها الداخلى ، وبالتالى فان الأجهزة العادية المستعملة لهذا الغرض لا تصلح بتاتا فى هذه الحالات .

تستعمل «الذرات الموسومة» ، (وهى نظائر مشعة لعدد من العناصر بما فيها الكوبلت) على نطاق واسع لدراسة العمليات التكنولوجية والاطلاع على ظروف خدمة مختلف الاجهزة والادوات .

وفى الاتحاد السوفييتى تم لأول مرة فى العالم صنع مفاعل كيميائى اشعاعى يستخدم فيه نظير الكوبلت كمصدر لاشعة جاما .

والى جانب الطرائق الحديثة المتبعة حاليا فى الصناعة للتأثير على المواد ، مثل استخدام الضغوط العالية جدا ، وما فوق السمعيات ، وأشعة اللازر ، والمعالجة بالبلازما ، فان طرائق الاشعاع تطبق بنجاح فى الصناعة وتساعد على تحسين خواص العديد من المواد . فاطارات عجلات السيارات ، مثلا ، التى تتعرض لفلكنة اشعاعية تخدم فترة أطول من فترة خدمة الاطارات العادية . كما أن القماش الذى يصنع منه الزى الموحد لتلاميذ المدارس يصبح أمتن بمرتين عندما «يطعم» بواسطة الاشعاع بجزيئات بولى الاستيرين . حتى أن الأحجار الكريمة تصبح أكثر جمالا بعد «معالجتها» بالاشعاع . فالماس ، مثلا ، يكتسب لونا أزرق تحت تأثير النيوترونات السريعة ، بينما تجعله النيوترونات البطيئة أخضر اللون . أما أشعة الكوبلت — ٦٠ ، فتعطيه لونا أخضر لطيفا مائلا للزرقة .

والكوبلت المشع يعمل فى الحقول والمزارع حيث يستخدم لدراسة رطوبة التربة ولتعيين مخزون الماء فى الغطاء الثلجى ولتعريض البذور للاشعاع قبل زرعها ، ولأغراض أخرى أيضا .

اكتشف العلماء الفرنسيون مؤخرا «وظيفة» جديدة للكوبلت المشع . فقد أثبتوا أنه يستطيع بنجاح التقاط . . . البرق . اذ عندما يضاف قليل من هذا النظير الى المادة التى تصنع منها مانعة الصواعق فان حجما كبيرا من الهواء المحيط بها يتأين من جراء أشعة جاما التى يطلقها الكوبلت المشع وتنجذب عندئذ الشحنات الكهربائية التى تنشأ فى الجو ، كالمغنطيس ، نحو مانعة الصواعق المشعة . وبامكان هذه المانعة الجديدة «التقاط» البرق ضمن دائرة يبلغ قطرها عدة مئات من الامتار .

وفى الختام لا بد من الحديث عن وظيفة أخرى للكوبلت المشع ، لعلها ، أهم وظائفه على الاطلاق . فقد تبين أنه مساعد

وفى وأمين للأطباء فى انقاذ حياة البشر . فحبيبات نظير الكوبلت — ٦٠ الموضوعة فى «المدافع» الطبية تطلق «قذائف» من أشعة جاما الى داخل الأورام الخبيثة ، دون أن تلحق ضررا بجسم الانسان ، ولكنها تصيب الخلايا المريضة التى تتكاثر بسرعة وتمنعها من الانتشار فى الجسم وتقضى بالتالى على بؤرة هذا المرض الرهيب فى الجسم .

تحتفظ المؤسسة السوفييتية «ايزوتوب» فى مستودعات تحت الأرض بعشرات الصناديق الكبيرة والصغيرة التى تحتوى على الكوبلت المشع والاسترنسيوم والسيزيوم وغيرها من مصادر الاشعاع النووى ، وذلك لارسالها فى الوقت المناسب الى العيادات الطبية والمستشفيات والمؤسسات ومعاهد الابحاث العلمية والى كل مكان تقوم فيه الذرة بخدمة الانسان فى الأغراض السلمية .

Ni

«الشيطان النحاسى»

حلم أمهات جداتنا — سبيكة من صنع قدماء الصين — دسائس الروح الشريرة — جرأة واضحة — الفرنسى النشيط — لقية فى كندا — ميدالية ذهبية لرجيشوتارسكى — تمثال «العامل والفلاحة» — «الوباء» و «جرثومه» — من المتهم فى وفاة الأمبراطور ؟ — «أعمال تخريب» فى الاسطول البحرى — ٣٠٠٠ سبيكة تحت الخدمة — لا ينسى ماضيه — لمعان مرح — قطعة نقود «رقائقية» — دهن اللؤلؤ — آلة الحلاقة تطير الى القمر — كيف نتحاشى الزكام ؟ — «الرابطة العائلية» ومشاكلها — علاقات وثيقة — كوكب مطلى بالنيكل — الكلبة تنقب عن الخامات — انفجار هائل — التقط نجما من السماء — مشاريع جريئة — هل ستنتصر العدالة ؟

لعل النساء فى الوقت الحاضر لا يعلمن أن أمهات جداتهن كنّ فى الماضى البعيد (وهن فى ريعان الصبا) يهوين النيكل . وكان هذا الفلز بدوره يرد لهن الجميل : فكانت كل فتاة تتباهى به وتضعه تارة على صدرها أو تتوج به رأسها تارة أخرى .

نعم — نعم وأرجو ألا تندهش أيها القارئ العزيز من هذه الكلمات : فالنيكل كان يعتبر حتى مطلع القرن الماضى من الفلزات الثمينة . وكان استخراجه صعبا جدا وبكميات ضئيلة كان يستولى عليها الصاغة وصناع الحلى وأدوات الزينة . أما المهندسون ، فلم يهتموا به أبدا لأنهم لم يتمكنوا فى ذلك الحين من ايجاد أية تطبيقات له .

ومعرفة الانسان بالنيكل قديمة جدا وتعود ، على ما يبدو ، الى عدة مئات من السنين . فقدماء الصين ، مثلا ، كانوا فى القرن الثانى قبل الميلاد يصنعون سبيكة من النيكل والنحاس والزنك تدعى «الباكفونج» وكان لها شهرة واسعة فى مختلف الأقطار والبلدان حتى أن أهل باكتريا (وهى دولة كانت فى الماضى تقع مكان جمهوريات آسيا الوسطى السوفييتية حاليا) كانوا يصنعون منها قطع النقود . ولا يزال يحتفظ فى المتحف البريطانى فى لندن بقطعة من هذه النقود تم اصدارها عام ٢٣٥ قبل الميلاد .

اكتشف النيكل ، كعنصر ، عام ١٧٥١ فى معدن النيكولين وذلك من قبل الكيميائى السويدى كرونستد . وكان يطلق على هذا المعدن فى ذلك الحين اسم آخر هو الكوبفرنيكل (أى «الشيطان النحاسى») . والحقيقة أنه فى القرون الوسطى كان عمال المناجم السكسونيون يعثرون غالبا على معدن أحمر اللون كانوا يظنون خطأ بأنه خام نحاسى . وقد حاول أخصائيو التعدين مرارا الحصول على النحاس من هذا «الخام النحاسى» ، ولكن حظهم فى تحقيق ذلك لم يكن أكبر من حظ الكيميائيين القدامى الذين كانوا يحلمون فى الحصول بواسطة «حجر الفلاسفة» على الذهب من بول الحيوانات .

وكان السكسونيون يحتارون فى تعليل سبب فشلهم هذا . وأخيرا انتبه أحدهم للأمر وأعلن أن هذا الفشل نتيجة عمل تخريبى تقوم به نيك ، تلك الروح الشريرة التى استوطنت فى الاحجار الشيطانية ولا ترغب فى التخلى حتى عن أونصة واحدة مما تملكه من النحاس . ويبدو أن علماء القرون الوسطى تبنوا فورا هذه الفرضية الجريئة وأوجدوا لها تعليلا علميا مناسبا . وعلى كل حال ، فقد توقفت بعد ذلك جميع المحاولات للحصول على النحاس من هذا المعدن الأحمر الذى تقرر أن يسمى «بالشيطان النحاسى» كى لا يتجرأ أحد فى المستقبل على القيام بهذا العمل الخطير .

بيد أن كرونستد لم يقتنع بذلك وكان

يعرف عنه بأنه لا يؤمن بالخرافات ولا يخاف «الشياطين» ، وقرر أن يتابع دراسته لكوبفرنيكل . وتمكن فى نهاية الأمر من الحصول منه على فلز ليس النحاس طبعا ، وانما هو عنصر جديد لم يكن معروفا من قبل وقرر تسميته بالنيكل .

وبعد مرور نصف قرن على ذلك استطاع الكيميائى الألمانى ريختر أن يحصل من الخام المذكور على نيكل نقى نسبيا . وتبين أن لونه أبيض فضى تتخلله ظلال خفيفة جدا من اللون البنى وهو لزج وقابل للطرق ، ولكن أحدا فى ذلك الحين لم يفكر فى انتاج النيكل صناعيا .

فى عام ١٨٦٥ اكتشفت توضعات ضخمة من خامات النيكل فى جزيرة نيوكاليدونيا . وكان الفضل فى ذلك للفرنسى جول غارنيه الذى عين قبل ذلك بفترة قصيرة مديرا لقسم التعدين فى هذه المستعمرة الفرنسية ، وكان يعرف بنشاطه الخارق ومعرفته الواسعة . وفور استلام منصبه هذا بدأ غارنيه نشاطا حثيثا للبحث عن الخامات فى الجزيرة . وسرعان ما تكلل نشاطه بالنجاح وتبين أن الجزيرة غنية بخامات النيكل . وتقرر أن يسمى المعدن الحاوى على النيكل والمستخرج من مناجم نيوكاليدونيا بالغارنييريت نسبة الى هذا الفرنسى النشيط .

وبعد مرور عشرين سنة تقريبا على ذلك ، وبينما كان العمال فى كندا يمدون خطا حديديا على طول شاطئ المحيط الهادئ عثروا على توضعات ضخمة من خامات النحاس والنيكل .

وقد لعب هذان الحدثان دورا هاما فى اتقان الطريقة الصناعية لاستخراج النيكل ووضعها حيز التنفيذ ، أضف الى ذلك أنه فى تلك الفترة تم اكتشاف خاصة هامة لهذا العنصر وهى قدرته على تحسين نوعية الفولاذ . والواقع أنه فى عام ١٨٢٠ أجرى العالم الانكليزى المشهور مايكل فاراداى عدة تجارب لصهر فولاذ يحتوى على النيكل ولكنها لم تثر اهتمام مهندسى التعدين فى ذلك الوقت .

وفى نهاية القرن الماضى عهدت الادارة البحرية العسكرية فى روسيا الى مصنع أبوخوف (فى مدينة بطرسبرج) بمهمة انتاج دروع عالية الجودة لتصفيح السفن الحربية . وكان الاسطول البريطانى والفرنسى قد بدأ فى ذلك الوقت «يرتدى» درعا جديدا من الفولاذ الحاوى على النيكل حاز على تقدير الاخصائيين .

وتطوع العالم الروسى المشهور فى مجال التعدين رجيشوتارسكى للقيام بهذه المهمة الوطنية وسرعان ما بدأ مصنع أبوخوف بانتاج دروع ممتازة من الفولاذ النيكلى يبلغ سمكها عشر بوصات ولا تقل جودة عن الدروع الأجنبية . ولكن رجيشوتارسكى لم يكتف بذلك بل تابع عمله فى هذا المجال وتمكن خلال فترة قصيرة من وضع طريقة تكنولوجية جديدة للحصول على الدروع ، تقوم على سمنتة سطح الفلز ، أى اشباعه بالكربون . وحصل بذلك على دروع متينة جدا ذات سطح قاس . وبدأت هذه الدروع تضاهى جميع الدروع الأجنبية بما فى ذلك الدروع التى كانت تنتجها الشركة الفرنسية «شنيدر–كريزو» ، والتى كانت تعتبر قبل ذلك مقياسا للجودة فى هذا المجال .

وقررت الادارة البحرية العسكرية منح هذا المهندس الفذ وساما ذهبيا تقديرا لخدماته هذه وأعطى الأمر للمصانع الأخرى بالبدء بانتاج الدروع حسب طريقة رجيشوتارسكى .

واليوم يستخدم الفولاذ الحاوى على النيكل فى الأغراض السلمية . اذ تصنع منه الادوات الجراحية وأجزاء الأجهزة الكيميائية ومختلف الأدوات المنزلية .

لعل البعض منكم شاهد التمثال الرائع للنحاتة السوفييتية المشهورة فيرا موخينا «العامل والفلاحة» . وهو نصب مهيب يبلغ ارتفاعه ٢٤ مترا ومصنوع من الفولاذ الذى لا يصدأ والحاوى على ١٠ % نيكل . وقد وضع لأول مرة أمام الجناح السوفييتى فى معرض باريس الدولى . وهو الآن ينتصب أمام مدخل معرض منجزات الاقتصاد الوطنى فى موسكو .

وللنيكل دور هام فى صنع سبائك مختلفة مع الفلزات الأخرى . ففى مطلع القرن التاسع عشر سرى «وباء» بين أوساط الكيميائيين وأخصائى التعدين يتمثل فى البحث عن سبيكة جديدة تحل محل الفضة فى صنع أوانى المطبخ وأدوات السفرة من ملاعق وشوك وسكاكين . وكان «الجرثوم» الذى نشر هذا «الوباء» هو الوعد بمنح جائزة مالية ضخمة لمن يتمكن من صنع هذه السبيكة . وعندها تذكر العلماء السبيكة الصينية القديمة ، وبدأ كل منهم على حدة بتقليد تركيب الباكفونج وتمكنوا فى وقت واحد تقريبا من صنع سبائك من النيكل والنحاس تشبه الفضة كثيرا . وقد سميت احداها «بالأرجنتان» (اى الشبيه بالفضة) والأخرى «بالنيوسيلبر» (أى الفضة الجديدة) . ولم يمر وقت قصير حتى ظهرت سبائك أخرى مثل الملكيور والألفينيد وغيرها من بديلات الفضة التى يدخل فى تركيبها النيكل أيضا .

وسرعان ما اشتهرت سبائك النيكل وأصبحت شائعة فى الحياة اليومية . ولكن احداها ، وهى سبيكة النيوسيلبر ، وقعت فى «ورطة» عام ١٩١٦ . فقد كان الامبراطور النمساوى فرانس — يوسيف يستعمل على المائدة طقما من الملاعق والسكاكين والشوك مصنوعا من هذه السبيكة . وفجأة انتابه مرض غريب أودى بحياته . واحتار الاطباء فى تعليل أسباب هذا المرض ولم يبق لهم الا أن يلقوا بالشبهات على «الفضة الجديدة» ويتهمونها بوفاة الامبراطور . وتقرر عندئذ مصادرة جميع الأدوات المنزلية المصنوعة من هذه السبيكة . ولكن الأبحاث الدقيقة التى أجريت فيما بعد على هذه السبيكة أثبتت براءتها كليا من هذه التهمة الخطيرة . والواقع أن موت الأمبراطور لم يكن مفاجأة بل كان متوقعا فى كل لحظة . فقد كان عمره آنئذ ٨٦ عاما «فقط» .

وبعدها بدأت تظهر مهمات جديدة لسبائك النيكل . فقد لوحظ أثناء الحرب العالمية الأولى أن بعض البواخر الحربية كانت تتعطل بالرغم من عدم اشتراكها فى المعارك البحرية وكانت تترك فى أحواض السفن فترة طويلة لاصلاحها وترميمها . وتبين بعد الدراسة أن هذا العطل نتيجة «عمل تخريبى» من جانب مياه البحر التى كانت تأكل بكل معنى الكلمة أنابيب مكثفات المراجل . وكانت هذه الانابيب تصنع من سبائك النحاس والزنك . وتقرر أن يتم البحث فورا عن مادة أكثر ملاءمة لصنع هذه الأنابيب التعيسة .

وانتهت الحرب والعلماء ما زالوا منهمكين فى

تنفيذ هذه المهمة ، ولم يسحبوها من جدول أعمالهم حتى عام ١٩٢٦ حيث تمكنوا من صنع سبيكة من النيكل والنحاس لا تتأثر أبدا بمياه البحر . وبعد مرور ثلاثة أعوام بدأت جميع السفن الفرنسية ، ومن بعدها أساطيل الدول الأخرى ، تتزود بالأنابيب الجديدة وأصبح البحارة على ثقة تامة من أن هذه الانابيب لن تخيب أملهم فى اللحظة الحرجة .

واليوم أصبح عدد سبائك النيكل التى تستعمل فى الصناعة والحياة اليومية وصناعة الحلى والمجوهرات يزيد على ٣٠٠٠ سبيكة .

فالفلز — مونل ، مثلا ، يستعمل بنجاح فى مجال الهندسة الكيميائية وبناء السفن . وتستخدم اللوالب المصنوعة من النيكل والكروم فى أجهزة التسخين ومقاومات الافران الكهربائية . وتدخل سبيكة النيوسيلبر فى تصميم مختلف الأجهزة . وفى مجال الميكانيكا الدقيقة تستخدم سبيكة الاينفار لصنع المعايير والمقاييس . وهى تتميز بمعامل تمدد صغير جدا (عند تسخينها من الدرجة صفر مئوية حتى الدرجة ٤٠ مئوية يزداد حجمها واحد بالمليون بالمقارنة مع الحجم الأصلى) . ويستخدم البلاتينيت بدلا من البلاتين الغالى الثمن عند لحم الفلز بالزجاج (المحاقن الطبية واللمبات الكهربائية وما شابهها) . وتعتبر سبيكة الالينفار المرنة مادة رائعة لصنع النوابض وبخاصة نوابض الساعات . وتتمتع بعض السبائك مثل الميشيما والألنيكو والألنى بخواص مغنطيسية عالية . وتكتسب سبيكة البرمالوى ، بعد معالجة ميكانيكية حرارية خاصة ، انفاذية مغنطيسية عالية بحيث تتمغنط أو تفقد مغنطيسيتها بسهولة حتى فى المجالات الضعيفة . وتستعمل هذه السبيكة فى صناعة أجهزة الهاتف والراديو . وتصنع المزدوجات الحرارية من سبيكتى الكرومل والألومل . . هذا وتصنع أرياش التربينة فى الطائرة «تو —١٠٤» من سبيكة تبلغ نسبة النيكل فيها ٧٥ % .

ومنذ عدة سنوات ظهرت الى الوجود سبيكة جديدة أطلق عليها اسم النيكوسى اشتقاقا من الأحرف الأولى للفلزات الداخلة فى تركيبها : ٩٤ % نيكل و ٤ % كوبلت و ٢ % سيليكون . وأثبتت التجارب أن بامكان هذه السبيكة خلق مصادر قوية للأمواج فوق الصوتية .

ولعل السبيكة الأكثر أهمية فى المجالين العلمى والصناعى هى سبيكة النيكل (٥٥%) مع التيتانيوم المسماة بالنيتينول . وقد صنعت هذه السبيكة لأول مرة فى أحد المخابر بالولايات المتحدة فى بداية الستينات . ولكن «مواهبها» لم تكتشف فورا ، وكانت تعرف بخفتها ومتانتها ولدونتها ومقاومتها للتآكل لا أكثر ولا أقل . بيد أن الأخصائيين الذين صنعوها لم يكتفوا بهذه الخواص ، بل تابعوا اجراء مختلف الاختبارات عليها . وفجأة أظهرت هذه السبيكة قدرة خارقة على «تذكر» ماضيها . واليكم القصة بالتفصيل : سخن لولب مصنوع من هذه السبيكة ، بعد معالجة خاصة ، حتى الدرجة ١٥٠ م ثم ترك ليبرد . وبعدها علق به ثقل (أو حمل) جعله يمتط ويتحول الى سلك مستقيم تماما . وظهرت الاعجوبة عندما سخن هذا السلك مرة أخرى (حتى الدرجة ٩٥ م) : اذ تحول على مرأى من الحاضرين الى . . . لولب كما كان أصلا .

وأعيدت التجربة مرة تلو الأخرى على أشكال مختلفة من هذه السبيكة التى كانت «تتذكر» جيدا شكلها الأصلى وتعود اليه فور انتهاء التجربة . ونذكر على سبيل المثال أنه فى احدى المرات أخذ سلك من هذه السبيكة ولف بحيث شكلت منه الكلمة «نيتينول» ، ثم سخن وترك فترة ليبرد . وبعد ذلك شوه شكله وحوّل الى كتلة متشابكة لا تمت الى الشكل الأصلى بأية صلة . ولكن ما أن مررت فيه نبضة كهربائية قوية جعلته يسخن فورا حتى عاد من جديد الى وضعه الأصلي مؤلفا الكلمة «نيتينول» .

ولم يجد العلماء حتى الآن تفسيرا دقيقا لهذه الظاهرة ولكنهم اقترحوا مقابل ذلك أكثر من مئة تطبيق عملى لهذه السبيكة . فمثلا تصنع من النيتينول براشم لوصل قطع البناء التى لا يمكن الوصول اليها الا من جهة واحدة فقط . ولهذا الغرض يطلب من السبيكة أن «تتذكر» شكل البرشم العادى ثم يحول طرفه الحاد الى نابض دائرى يدفع داخل الثقب فى درجة حرارة منخفضة . ويكفى الآن أن يسخن رأس البرشم بلطف حتى «يتذكر» أن له رأسا من الطرف الآخر فيتحول الى شكله الأصلى مثبتا قطعة البناء تثبيتا متينا .

وقد عرضت احدى الشركات الأمريكية المتخصصة بأبحاث الفضاء هوائيا من النيتينول مخصصا للأقمار الصناعية . فعند اطلاق القمر يلف هذا الهوائى على شكل كبة متراصة و«يخبأ» فى تجويف خاص بحيث يشغل مكانا صغيرا . وبعد أن يصل القمر الى الفضاء الخارجى ويتعرض لأشعة الشمس يسخن الهوائى ويعود فورا الى شكله الأصلى . وهناك اقتراح باستغلال هذا المبدأ فى صنع تلسكوب لاسلكى ذى هوائى يزيد طوله عن كيلومتر واحد .

والنيكل يحمى جيدا الفلزات والسلع المصنوعة منها من الأكسدة والتآكل ويعطيها منظرا جميلا . فمعظم أدوات المطبخ تطلى بطبقة رقيقة منه تكسبها لمعانا محببا ولطيفا .

وقد جرت أول محاولة للطلاء بالنيكل على يد العالم الألمانى بثر عام ١٨٤٢ . ولكنه لم يتمكن من تحقيق هدفه هذا نظرا لأن النيكل المتوفر فى ذلك الوقت لم يكن نقيا تماما بل كان يحتوى على شوائب

غريبة تعرقل الطلاء بالطريقة الجلفانية . ومنذ ذلك الحين طرأ تطور سريع على هذه الطريقة وقطعت أشواطا كبيرة نحو الامام . واليوم أصبح الحديد يطلى بطبقة رقيقة من النيكل تحافظ عليه وتحميه من التآكل .

والنيكل يساعد فى مكافحة مزورى النقود أيضا . ففى فرنسا طرحت للتعامل قطعة نقود جديدة بقيمة خمسة فرنكات . وتتميز هذه القطعة عن غيرها من القطع القديمة بأنها «رقائقية» : فقد صنعت أساسا من سبيكة الملكيور اللامغنطيسية وطلى سطحها بطبقة رقيقة من النيكل . ولقد ارتاح أصحاب الآلات الشقبية التجارية لقطعة النقود هذه لأنها تتصف بخواص كهربائية مغنطيسية تجعل من غير الممكن عمليا ابدالها بقطع أخرى مزيفة .

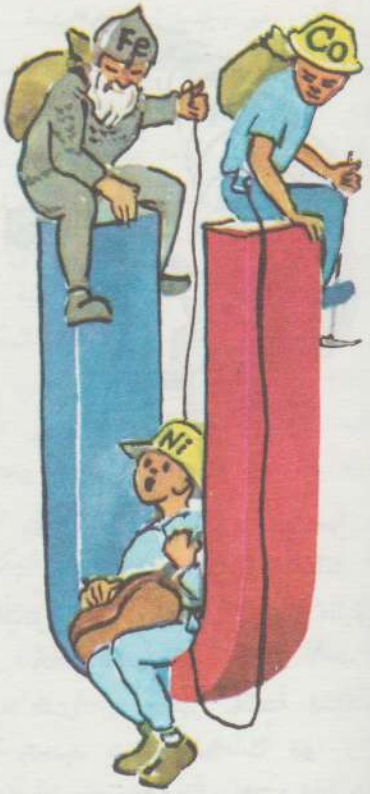
اهتم العلماء والمهندسون منذ وقت طويل بالخواص الحفزية للنيكل . ففى التسعينات من القرن الماضى انشغل الكيميائيان الفرنسيان ساباتيه وسندرن بمسألة الحصول على ما يسمى بالشحوم «الجامدة» من الزيوت النباتية السائلة ، وأثبتا أن تحقيق ذلك يتم بضم كمية معينة من الهيدروجين الى جزىء الزيت النباتى . ولكن المعضلة هنا هى أن هذين العالمين أثبتا ما أثبتاه ، ولكنهما لم يتمكنا من تنفيذه . فقد حاولا فى البداية امرار غاز الهيدروجين خلال الزيت ولكن هذا الغاز لم يتفاعل معه . ثم جربوا اضافة مواد مختلفة اليه ولكن دون جدوى . ولم يتوصلا الى هدفهما المنشود الا عندما استعملا مسحوقا دقيقا من النيكل كمادة حفازة للتفاعل . وبدأ الشحم «الجامد» الناتج من هذه العملية يستخدم فى صناعة المارغرين الذى سمى بهذا الاسم لتشابهه (ولو عن بعد) باللؤلؤ (كلمة "margaros" تعنى فى اللغة اللاتينية اللؤلؤ) .

ومن أهم مركبات النيكل أكسيده الذى يستخدم فى صناعة المركمات القلوية الحديدية النيكلية . وبالرغم من أن القوة الدافعة (المحركة) الكهربائية لهذه المركمات أقل منها عند المركمات الرصاصية الا أنها أقل وزنا منها وأبسط فى التعامل كما تخدم فترة أطول .

ومؤخرا أنتجت احدى الشركات الأمريكية ماكينة حلاقة تعمل بثلاث بطاريات من مركبات النيكل والكادميوم . وتشير الصحافة الأمريكية الى أن ادارة ابحاث الفضاء اهتمت بهذه السلعة الجديدة . وربما حملها رواد الفضاء معهم فى رحلاتهم الى الفضاء الخارجى .

ومنذ سنوات عديدة والاطباء يحاولون معرفة أسباب الاصابة بأمراض الحساسية التى تنتشر عاما بعد عام فى جميع أنحاء العالم . ومؤخرا أثبت الأطباء فى جمهورية مولدافيا السوفييتية أن دم المرضى المصابين بالربو والتهاب الجيوب الأنفية والزكام يحتوى على نسبة من النيكل والرصاص أكبر منها فى دم الأصحاء فى حين أن نسب العناصر الأخرى متساوية تقريبا فى الحالتين . وربما ساعد هذا الاكتشاف الاطباء على معرفة آلية نشوء أمراض الحساسية وايجاد طرائق جديدة لمعالجتها .

يقع النيكل فى الجدول الدورى بالقرب من الحديد والكوبلت . وتشكل هذه العناصر ما يسمى بثلاثية الحديد نظرا لتشابهها فى نواح عديدة . والغريب فى الأمر أن عناصر هذه الثلاثية هى الوحيدة بين جميع العناصر المعروفة فى الوقت الحالى (وعددها ١٠٤ عناصر) التى



تتمتع بخواص حديدية مغنطيسية فى الشروط العادية . وهذه «الرابطة العائلية» تخلق مشاكل عديدة للعاملين فى صناعة التعدين : ففصل النيكل عن الكوبلت عملية ليست سهلة ، كما أن النحاس ، وهو يقع بجوار النيكل فى الجدول الدورى ، لا يحب مفارقته أيضا . ولهذا يصادف النيكل فى الطبيعة مجتمعا مع الكوبلت والنحاس . وفصل هذه العناصر الثلاثة عملية معقدة جدا ومتعددة المراحل . وهذا هو السبب فى أن النيكل يعتبر واحدا من الفلزات الصناعية الغالية الثمن وغير المتوفرة جدا .

تبلغ نسبة النيكل فى القشرة الأرضية ٠,٠٠٨ % . ولا تظنوا بأن هذه النسبة قليلة . فالكمية الاجمالية منه فى القشرة الأرضية تقدر بحوالى 10^{15} طن . ولنفرض أن أحدا منكم خطر فى باله أن يطلى سطح الكرة الأرضية بالنيكل . فهل تكفيه هذه الكمية ؟ يدل الحساب البسيط على أن هذه الكمية لا تكفى فحسب ، بل يبقى منها ما يكفى لطلاء حوالى ٢٠ ألف «كوكب كروى» آخر ككرتنا الأرضية . ألم تقتنعوا الآن بأن هذه النسبة ٠,٠٠٨ % هائلة ؟ والواقع أن القشرة الأرضية هى غلاف يغطى تحته طبقات ضخمة متراصة يرى العلماء أن نسبة النيكل فيها أعلى بكثير منها فى القشرة الأرضية .

ومن الطريف هنا أن نذكر أن الجيولوجيين يستعينون فى بعض الحالات . . . بالكلاب للتنقيب عن الخامات . فمنذ عدة سنوات وعلماء معهدى الجيولوجيا وعلم المعادن فى جمهورية كاريليا السوفييتية ذات الحكم الذاتى يقومون بتعليم الكلاب على البحث عن الخامات . وتبين أن بعض الكلاب (مثل تريير الثعلب والسبنيلى) يتحسس ، كالأجهزة الدقيقة ، بخامات العديد من الفلزات بما فيها النيكل . والآن «تعمل» الكلاب زيس واربيت وديك وبيرات جنبا الى جنب مع الجيولوجيين فى تحديد المكان المناسب لحفر آبار التنقيب .

«يا لها من طريقة بدائية جدا فى القرن العشرين» هكذا سيفكر القارئ حتما . ولكن أرجو ألا تستعجل فى حكمك ايها القارئ العزيز . فظروف العمل القاسية فى مستنقعات المناطق الشمالية تجعل من الصعب على الجيولوجيين البحث عن الخامات هناك بالاضافة الى كلفته العالية . أما الكلاب ، فبامكانها

اجتياز مختلف العقبات والوصول الى أماكن يتعذر على الانسان الوصول اليها . أضف الى ذلك أن المجال الذى يتحسس به هذا «الجهاز» الحى أكبر بعشرات المرات منه عند الاجهزة الفيزيائية العادية المستعملة فى البحث عن الخامات المفيدة . وللكلاب خاصة مميزة أخرى وهى أنها تستطيع «فحص» عشرين صندوقا من العينات خلال عدة ثوان بينما يحتاج الجيولوجى الخبير عدة أيام لذلك .

وقد استفاد الكنديون من خبرة العلماء السوفييت فى مجال استخدام الكلاب فى الابحاث الجيولوجية . ففى مدينة فانكوفر اختارت مديرية الشرطة ثلاثة كلاب ودربتهم على اتقان «وظيفة» جديدة ثم ارسلوا فى مهمة للبحث عن مكامن الخامات . وقد تمكنت هذه الكلاب تحت اشراف الخبراء الجيولوجيين وخلال فصل واحد فقط من اكتشاف عدة توضعات هامة للنيكل والنحاس .

وتحتل كندا دورا قياديا بين الدول الرأسمالية فى استخراج خامات النيكل . فمنذ عدة سنوات قام الجيولوجيون الكنديون بالقرب من بحيرة أونتاريو ، حيث يوجد واحد من أهم مكامن الخامات فى كندا ، باحداث تفجير يعد أضخم تفجير صناعى حدث فى الفترة الأخيرة . وقد استمر الاعداد له أكثر من عام . اذ تم ثقب الصخور وفتح ١٧ ألف ممر فيها بلغ طولها عشرات الكيلومترات ووضعت فيها كمية هائلة من المتفجرات تعادل حمولة ٣٠ قاطرة حديدية ! وعند حدوث الانفجار (الذى أطلقت عليه الصحافة الكندية اسم «الانفجار — الماموث» والماموث فيل منقرض هائل) ارتفع الى الجو مليون ونصف طن من

الصخور وثلاثة ملايين ونصف طن من خامات النيكل . وقد اكتشفت مؤخرا توضعات ضخمة من النيكل بالقرب من بحيرة مانيتوبا فى كندا . وكان الفضل فى ذلك لأحد الأقمار الصناعية الذى زود بأجهزة خاصة لمراقبة سطح الارض وتحديد مواضع الخامات فيها .

فى نهاية عام ١٩٦٩ حدث هيجان واضطراب مالى فى بورصة لندن : فقد كانت أسعار أسهم شركة «بوسيدون» ترتفع وتهبط فجأة على أثر الأنباء التى كانت ترد من اوستراليا . وقد أنشئت هذه الشركة فور العثور فى الرمال الواقعة على شاطئ هذه القارة على كميات لا بأس بها من النيكل . وبدأت الأخبار تصل الى لندن حول النتائج التى توصل اليها الجيولوجيون . وكان أول خبر هو وجود نسبة كبيرة من النيكل فى الرمال . فارتفع سعر الأسهم فجأة . ولم يمر وقت طويل حتى أذيع أن الخبر الأول لم يكن صحيحا وأن نسبة النيكل أقل بعشر مرات (يبدو أن الفاصلة لم توضع فى مكانها الصحيح) ، فهبطت عندئذ أسعار أسهم الشركة حتى الحضيض .

وتبع ذلك خبر جديد يؤكد صحة المعلومات الأولى عن نسبة النيكل . فارتفعت أسعار الأسهم من جديد حتى أقصى حد . ويبدو أن فئة ما كانت وراء هذه العملية واستفادت ماديا من نشر هذه الأخبار المتناقضة . وقد انتقل الآن «مركز الاضطراب» الى اوستراليا حيث تتصارع عدة شركات صناعية للحصول على حق استثمار مكامن النيكل المكتشفة .

وخلافا لما هو الحال على الأرض ، حيث يصادف النيكل مجتمعا مع عناصر أخرى ، فان العديد من الأجرام السماوية يحتوى على نيكل نقى . ولو قدر لك أن تلتقط نجما من السماء لوجدت فيه نظير النيكل وهو النيكل — ٨٠ (يتواجد هذا العنصر على الأرض على شكل خمسة نظائر أخف من النظير السابق) . ويبلغ الوزن النوعى للنيكل الأرضى ٨,٩ جرام للسنتيمتر المكعب ، أما فى النجوم ، حيث كثافة المادة كبيرة جدا فان السنتيمتر المكعب من النيكل يزن عدة أطنان ! والمعلوم أن الكثافة الوسطية للكون أقل من $١٠^{-٢٩}$ جرام للسنتيمتر المكعب . فلو طبقنا هذه الكثافة على الكرة الأرضية ، لوجدنا أن وزنها لا يزيد عن ١٠ مليجرامات فقط ! !

تهبط على الأرض كميات كبيرة من النيكل الفضائى . وتشير حسابات العلماء السوفييت الى أن كمية النيكل التى تهبط سنويا على كل كيلومتر مربع من المحيطات تبلغ ٢٥٠ جم . ويبدو لأول وهلة أن هذه الكمية صغيرة ولا تستحق الاهتمام . ولكن يجب ألا ننسى أن المحيطات تنتشر على مساحات هائلة وعمرها كعمر الأرض وهذا يعنى أنه قد تجمعت فيها على مر السنين كميات ضخمة من النيكل . وتدل آخر المعلومات التى تم الحصول عليها بواسطة الأقمار الصناعية على أن الجو الأرضى يمتص سنويا أكثر من مليون طن من الغبار الكونى (وتزداد هذه الكمية مئات المرات أثناء هبوط النيازك) الذى يحتوى ، كما هو معلوم ، على نسبة عالية من النيكل .

وثمة مشاريع تهدف الى زيادة الاحتياطى الأرضى من النيكل على حساب الأجرام السماوية الأخرى . فالمعروف أن هناك عشرات الآلاف من الكواكب السيارة الصغيرة (الكويكبات) تسبح وتتجول فى الفضاء الكونى . وهى تتألف أساسا من الحديد والنيكل وتدور على مدارات ليست بعيدة نسبيا عن مدار الأرض وقد تصل أحيانا الى مسافات قريبة من الكرة الأرضية . ويرى عدد من العلماء أنه يمكن من الناحية النظرية أن تحول هذه الكويكبات ، بواسطة الصواريخ والأقمار الصناعية ، الى مدار حول الأرض . وعندها يمكن استخراج الحديد والنيكل فيها . ويقضى أحد هذه المشاريع بانزال أجهزة اوتوماتيكية خاصة على سطح الكويكبات يمكنها ، بواسطة أفران شمسية ، صهر تربته وتحويلها الى سبائك تزن ملايين الأطنان . ومن ثم تنقل الصواريخ هذه السبائك الى مدار حول الأرض ، ولا يبقى بعد ذلك الا أن يؤمن نقلها بسلام الى سطح الأرض ولكن كيف يمكن تحقيق ذلك ؟ ثمة اقتراح فى هذا الشأن يقضى بأن تصهر السبيكة فى الفضاء وتحول الى قوالب تحقن فى داخلها بغاز ما وبعد ذلك يجرى انزال هذه «القوالب الغازية» فى المحيطات أو البحار حيث يكون هبوطها مؤمنا وتبقى عائمة بانتظار البواخر التى تنقلها الى مصانع التعدين القريبة . وتدل حسابات الاخصائيين على أن كل كيلومتر مكعب من تربة هذه الكواكب يؤمن كمية من النيكل تلبى حاجة سكان الأرض من هذا الفلز (بالمقارنة مع الاستهلاك الحالى للنيكل) لفترة ١٢٥٠ عاما .

يا لها من مشاريع جريئة ! أليس كذلك ؟ ولكن تذكروا هبوط الانسان على القمر . ألم يكن هذا الحدث ، وحتى مجرد التفكير به ، منذ فترة قصيرة ، ضربا من ضروب الخيال ؟

. . . وقبل أن ننهى حديثنا عن النيكل ، ذلك الفلز المسمى على شرف الروح الشريرة المستوطنة فى الجبال ، دعونا نأمل أن ينتصر العدل يوما ما ويسمى النيكل «بالروح الخيرة» . وعلى أية حال فالقضية هنا لا تتوقف على اسم الفلز ، بل الأهم من ذلك هو أنه يقدم الخير والفائدة للبشر .

Cu

قديم و شهير

كنوز الأوراق الأشيب — ارث عديم النفع — «السبعة العظام» — العصر الحجرى ينسحب من الساحة — هرم خوفو — أزمة الطاقة فى مصر القديمة — أفضل هدية للمرأة — الكهنة الكيميائيون — تعاويذ لشفاء «التقرح» — ترس آخيل — عجيبة من عجائب الدنيا تتحول الى نفايات — «خذ جبن الماعز . . .» — حلقات تحت العيون — «بيت المدفع» — قبب كاتدرائية القديس فاسيلى بلاجينى — «مهمة» ناجحة — الكنيسة تودع أجراسها — حيلة التاجر — على أثر الظبى — «عصيان نحاسي» — مزاد علنى غريب — خدع خام النحاس — دم أزرق ؟ — يجب حماية سمك الشبوط — «دواء» ضد سمك القرش — البنفسج يفضل الزنك .

كنوز هائلة من الأحجار الكريمة السحرية تكمن فى باطن الأورال الأشيب . ولعل المالكيت أكثرها شعبية . فقد ورد ذكره فى الكثير من القصص والأساطير . وكان القصاص الشعبى الروسى باجوف يتغنى بهذا الحجر الأخضر العجيب ويصف فى قصصه عن الأورال كيف كانت أيادى الحرفيين المهرة تحول هذا الحجر الى سلع رائعة . وكان التجار الروس والاجانب يتهافتون على شرائها لبيعها فى الخارج بأسعار باهظة .

ولعل البعض منكم لا يعلم أن المالكيت أحد معادن النحاس — هذا الفلز الذى ارتبط به تاريخ الحضارة البشرية ارتباطا وثيقا .

وتذكرون طبعا تلك الصورة المرعبة التى تخيلها الأكاديمى فيرسمان فى حال فقدان الحديد . ولا أظن بأن الوضع سيكون أخف وطأة فيما لو اختفى النحاس على الأرض . فالنحاس ، كالحديد ، يصادف فى كل مكان ويعتبر من أهم الفلزات المعروفة للانسان .

يحتل النحاس المركز الثالث بين الفلزات من حيث حجم الانتاج والاستهلاك العالمى ولا يسبقه فى هذا المجال سوى الحديد والألومنيوم . وبالرغم من ذلك ، فان الانسان المعاصر يستطيع التغلب على الأزمة فى حال نفاد النحاس على الأرض : فالقرن العشرين غمر الانسانية بعطفه وحنانه وزودها بشتى الفلزات ذات الخواص الجيدة والمتنوعة . ولكن دعونا نتصور ماذا كان سيحل بأسلافنا من أهل الكهوف لو حرموا من النحاس فى ذلك الوقت ؟ الصورة مرعبة والنتائج وخيمة . فالنحاس كان بالنسبة لهم الفلز الوحيد المتوفر عمليا ، وكانوا يصنعون منه أسلحتهم وأدوات عملهم البسيطة . صحيح أنه كانت لديهم مادة أخرى هى الحجر ولكنهم تخلوا عنه بعد اكتشاف النحاس واقتنعوا بأن الأدوات الحجرية التى ورثوها عن أسلافهم السينانتروبيين والناندرتاليين أصبحت قديمة وبدائية ولا تصلح الا للعرض فى المتاحف .

يدخل النحاس مع الذهب والفضة والحديد والقصدير والرصاص والزئبق ضمن مجموعة «السبعة العظام» من الفلزات التى كانت معروفة منذ أقدم العصور . ويعتقد بأن النحاس كان معروفا للانسان منذ أكثر من عشرة الآف سنة ، ولكن هذه المعرفة كانت سطحية فى بادئ الأمر . وبعد مرور ثلاثة آلاف عام (وهذه فترة قصيرة من عمر التاريخ) أصبح النحاس يلعب دورا رئيسيا فى حياة الانسان البدائى بعد أن كان الحجر المادة المسيطرة والوحيدة : وهكذا انسحب العصر الحجرى

من الساحة ليحل محله العصر النحاسى .

لماذا كان النحاس أول فلز ظهر بين أيادى البشر ؟ ولماذا قدر له أن يلعب دورا هاما فى تطور المجتمع الانسانى ؟

من بين الفلزات «السبعة العظام» ثلاثة فقط — الذهب والفضة والنحاس — تصادف فى الطبيعة بحالة فطرية ، أى على شكل قطع من الفلز الصافى تكون أحيانا كبيرة جدا (بلغ وزن أضخم قطعة من النحاس عثر عليها حتى الآن ٤٢٠ طنا) . ولكن ندرة الحصول على الذهب والفضة جعلتهما يستخدمان على نطاق محدود جدا بعكس النحاس الذى ينتشر فى الطبيعة بشكل كاف ويتصف بقابلية جيدة للطرق وسهولة تصنيعه . ولهذا السبب بالذات قام الانسان البدائى بصنع أدواته من النحاس . وبالرغم من أنها لم تكن قاسية ، كالأدوات الحجرية ، الا أنها كانت تخدم فترة أطول وكان بالامكان شحذ أطرافها الحادة ، فى حالة فلها ، واستخدامها من جديد .

وقبل الميلاد بثلاثة آلاف عام تم فى مصر بناء هرم خوفو (وهو أحد عجائب الدنيا السبع) . وقد شيد هذا البناء المهيب من مليونين وثلاثمائة ألف حجر صخرى يزن كل منها ٢,٥ طن ، وتم قطعها وترميمها بأدوات نحاسية .

وبدأ الانسان يتعلم تدريجيا استخراج النحاس من خاماته .

تشير حسابات العلماء المتخصصين بدراسة أحوال مصر القديمة أنه تم فى هذا البلد خلال الألف الحادى عشر قبل الميلاد صهر حوالى مئة طن من النحاس . ثم انخفض انتاجه فجأة ، كما جاء فى العديد من الوثائق التاريخية . فهل انفقدت حاجة المصريين الى النحاس يا ترى ؟

كانت الاجابة على هذا السؤال لغزا حير العلماء فترة طويلة الى أن انفضح السر مؤخرا . اذ تبين من الحفريات الأثرية أن «صناعة» النحاس فى مصر القديمة كانت تعانى من . . . . أزمة طاقة عمت المنطقة كلها فى ذلك الزمان . فاشجار النخيل والسنط ، التى كانت تنمو على شواطئ دلتا النيل ، وتستعمل كوقود لأفران صهر النحاس ، قطعت وحرقت بأكملها ولم يبق منها شيئا .

وكانت الشهرة فى ذلك الحين لمناجم النحاس فى جزيرة قبرص . ويعتقد بأن اسم النحاس فى اللغة اللاتينية "cuprum" جاء تيمنا باسم الجزيرة .

وكانت الخطوة التالية فى تاريخ النحاس هى الحصول على سبيكة البرونز وهى سبيكة رائعة من النحاس والقصدير . وجاء العصر البرونزى ليحل محل العصر النحاسى وكان ذلك بمثابة عهد جديد فى تطور الثقافة العالمية على الأرض . بيد أن البرونز بقى فترة طويلة يستخدم فقط فى صنع أدوات الزينة والكماليات . ولو كانت الدعاية متطورة عند المصريين القدامى لكان من المفروض أن يضع تجار المجوهرات على مفارق الطرق لوحات من ورق البردى تثبت أن المرآة البرونزية أفضل هدية للمرأة .

اشتقت كلمة «برونز» من بريندیزى وهو اسم مدينة صغيرة فى ايطاليا تقع على شاطئ البحر الادرياتيكى ، وكانت تشتهر بصنع السلع البرونزية . وتحولت العبارة اللاتينية "Ec Brundusium" (وتعنى «من بريندیزى») مع الزمن الى «البرونز» كاسم لهذه السبيكة .

ولعل الكهنة المصريين كانوا الكيميائيين الأوائل فى تاريخ العلم : فقد عثر أثناء التنقيب فى احدى المقابر فى ثيبة القديمة على مخطوطات تتضمن لغز «الحصول» على الذهب من النحاس وهو أنه يكفى أن يضاف الزنك الى النحاس حتى يتحول هذا الأخير (أى النحاس) الى «ذهب» (والواقع أن السبيكة المصنوعة من هذين العنصرين تشبه الذهب فعلا وتسمى بالنحاس الأصفر) . ولكن تبين أن لهذا «الذهب» عيب واضح : فقد كانت تظهر على سطحه «تقرحات» و «بثور» خضراء (النحاس الأصفر يتأكسد خلافا للذهب) . وكانت الوسيلة الوحيدة لمنع حدوث هذا «المرض» ، حسب رأى الكهنة ، هى المواظبة على اقامة الصلوات والتعاويذ .

ولم يكن المصريون لوحدهم على علم بالنحاس والبرونز ، بل كان الهنود والآشوريون والرومان واليونان على معرفة بهما أيضا . فقد كتب هوميروس فى «الالياذة» يصف كيف كان اله النار والمعدن هيفاستوس يصنع من النحاس ترس النصر لاخيل بطل حرب طروادة .

أعجب النقاشون والنحاتون بالبرونز منذ القدم وبدأوا فى القرن الخامس قبل الميلاد يصبون منه التماثيل المختلفة حتى أن البعض منها كان يتميز بضخامته الواضحة . ففى مطلع القرن الثالث قبل الميلاد ظهر تمثال فى مدينة رودوس على شاطئ بحر ايجه يبلغ ارتفاعه ٣٢ مترا ويمثل اله الشمس هيليوس . وكان يعتبر ، كهرم خوفو ، من عجائب الدنيا السبع . وقد نصب هذا التمثال فوق مدخل المرفأ القديم ، وكان عاليا جدا بحيث أن السفن الضخمة كانت تمر تحته بسهولة رافعة أشرعتها . ولكن هذه التحفة الفنية الرائعة لم تعمر مع الأسف أكثر من نصف قرن فقد حطمها الزلزال ولم يبق منها الا قطع معدنية متناثرة تم بيعها للسوريين فيما بعد . ويقال بأن السلطات فى جزيرة رودوس تنوى الآن اعادة بناء التمثال ونصبه أمام مرفأ الجزيرة لجذب السواح الاجانب اليها . ولكن هيليوس الذى سيبعث الى الوجود مرة أخرى سيصنع من الألومنيوم وسيبنى داخل رأسه . . . ملهى ليلى .

كان اليابانيون يشتهرون فى صب البرونز . ويعتبر تمثال بوذا الذى صنع من البرونز فى القرن الثامن ونصب فى معبد تودايدزى مثالا حيا على ذلك . فهو يزن أكثر من ٤٠٠ طن . ولا شك فان صب مثل هذا التمثال العملاق يتطلب مهارة فائقة .

ولا نزال حتى الآن نتمتع بروعة التماثيل المصنوعة من البرونز منذ عدة قرون مثل تمثال ماركوس اوريليوس ، رامى القرص والساطير النائم وغيرها . وكلها يشهد على أن البرونز

لعب دورا هاما فى فن العصور القديمة ، واستمر فيما بعد يشكل المادة الرئيسية عند النحاتين . فلنتذكر على الأقل تمثال «الفارس النحاسى» فى مدينة ليننغراد ، فهو يمثل القيصر بطرس الأكبر ويعتبر تحفة أبدية وابداعا خلاقا للنحات الفرنسى المشهور فالكونيه .

والى جانب النحاس أو سبائكه ، فقد كانت تعرف منذ القدم مركبات أخرى لهذا العنصر . فبينما كان الكيميائى الانكليزى همفرى دافى يقوم بتحليل كيميائى لبعض اللوحات الجصية القديمة اكتشف أن الطلاء الأخضر الفاتح عليها ما هو الا أسيتات (خلات) النحاس التى كانت تعرف قديما تحت اسم الزنجار المعتدل أو أخضر النحاس وكانت طريقة تحضيرها فى روسيا القديمة بسيطة : «خذ جبن الماعز وأضف اليه العسل ثم ضعه فى وعاء نحاسى وأضف اليه النحاس وضع فوقه غطاء من النحاس . اختم الغطاء بالعجين ثم اترك الوعاء على المدفأة لفترة اسبوعين» . يا لها من طريقة بسيطة ! أليس كذلك ؟ وقد عثر على الزنجار المعتدل فى اللوحات المرسومة على جدران حمامات الامبراطور الرومانى تيتوس وعلى اللوحات الجصية الجدارية فى بومبى .

ولقد كان أخضر النحاس السلعة الرائجة والمشهورة بين السلع والبضائع التى كان تجار الاسكندرية يتاجرون بها فى قديم الزمان . وكانت النساء تستخدمه للتجميل فترسم به حلقات خضراء تحت أعينهن . وعلى كل حال فالتاريخ يعيد نفسه ، واليوم يعتبر اللون الأخضر اللون المفضل عند المرأة لتزيين العيون .

كانت مناجم النحاس فى المنطقة التى يقع فيها الاتحاد السوفييتى حاليا معروفة منذ حوالى ألفى سنة قبل الميلاد . وقد عثر أثناء الحفريات فى مناطق سيبيريا وألتاى وجنوب القفقاس على سكاكين نحاسية وتروس وخوذات برونزية وأدوات أخرى يعود أصلها الى الفترة الواقعة بين القرنين الثامن والسادس قبل الميلاد . ولم تبدأ المحاولات الجدية لتنظيم عملية صناعية لصهر النحاس الا فى مطلع القرن الثالث عشر حيث اكتشفت خامات النحاس عند نهر تسيلما شمال الجزء الأوروبى من روسيا (منطقة أرخانجلسك حاليا) .

وفى مطلع القرن السادس عشر بدأ الانتاج فى «مؤسسات الدفاع» فى موسكو مثل «بيت المدفع» و «ساحة المدفع» حيث كانت تصب فيها مدافع برونزية من عيارات مختلفة . وقد بلغ الحرفيون الروس القمة فى صب المدافع . فلا يزال المدفع (ملك المدافع) البالغ وزنه ٤٠ طنا والذى صنعه من البرونز أندريه تشوخوف عام ١٥٨٦ يعتبر حتى اليوم تحفة رائعة فى فن سكب المعادن . كما أن الجرس البرونزى (وكان يدعى ملك الأجراس) الذى سكبه فى عام ١٧٣٥ أب وابنه من عائلة ماتورين يعتبر مثالا رائعا للمهارة والاتقان . فقد بلغ وزنه أكثر من ٢٠٠ طن وقد علق فى برج الأجراس فى كنيسة ايفان العظيم . وبالمناسبة ، فان قبة هذا البناء التذكارى الرائع لفن العمارة فى القرن السادس عشر مغطاة بصفائح من النحاس الصافى مطلية بالذهب . كما أن الباب الجنوبى للمعبد الرئيسى ، وهو كاتدرائية أوسبانسك ، فى روسيا القديمة مغطى بصفائح النحاس أيضا .

وأثناء ترميم واصلاح كاتدرائية القديس فاسيلى

بلوجينى فى موسكو تقرر أن تستبدل قبيها الحديدية بقبب من النحاس بشرط أن تبقى محتفظة بأشكالها وأبعادها الأصلية . وكان الدافع الى هذا التغيير هو أن الجو والمناخ فى العاصمة موسكو قد تغيرا بشكل ملحوظ منذ بناء هذا المعبد وحتى الوقت الحاضر ، وبدأت القبب الحديدية تصدأ تدريجيا .

وفى روسيا كان البحث مستمرا عن مكامن جديدة للنحاس نظرا لأن البلاد كانت تعانى نقصا واضحا فى هذه المادة . ففى أواسط القرن السابع عشر أوفد التاجر سيميون غافريلوف فى مهمة للبحث عن خامات النحاس فى محافظة أولونتسك . وقد نجح فى مهمته هذه واكتشفت فعلا خامات النحاس هناك . وتفيد احدى الوثائق التى بقيت حتى الآن (ويعود تاريخها الى عام ١٦٧٣) بأنه يجب على حاكم المحافظة أن يشق طريقا طوله فرستا ونصف (حوالى ١٥٠٠ م) ويصل بين المكمن والمصنع . وقبل ذلك بفترة قصيرة ، وبالتحديد عام ١٦٥٢ ، أبلغ حاكم محافظة قازان القيصر بأنه تم العثور فى محافظته على كميات ضخمة من خامات النحاس وأنه يجرى العمل لبناء مصانع لاستغلالها .

وبالرغم من كل ذلك ، فان النحاس المتوفر لم يكن كافيا ، وبخاصة أثناء الحرب مع السويديين حيث ظهر نقص حاد فيه (والطريف فى الأمر أن روسيا كانت طيلة هذه الحرب تشترى النحاس والحديد من . . . السويد) .

وفى معركة نارفا عام ١٧٠٠ ألحقت القوات السويدية هزيمة بالقوات الروسية . واقتنع بطرس الأكبر عندئذ بضرورة صنع مدفعية قوية وأمر

بالعمل على زيادة صهر النحاس والاستيلاء على الأجراس وغيرها من السلع البرونزية الموجودة عند الكنيسة . واحتج رجال الكنيسة والكهنة على هذا العمل الا أن القيصر لم يأبه بذلك وحول كل البرونز المستولى عليه لصنع الأسلحة .

وجاءت معركة بولتافا لتؤكد حكمة القيصر وصواب قراره . فقد قامت المدافع الروسية ، وكان عددها ٧٢ مدفعا برونزيا ، بتسليط نار حامية على القوات السويدية التى كانت تملك أربعة مدافع فقط وألحقت بها خسائر جسيمة . وقد لعبت هزيمة السويديين دورا هاما فى دفع عجلة التطور للاقتصاد الروسى نحو الامام .

وبعد الانتصار فى معركة بولتافا أجرى بطرس الأكبر اصلاحا جديدا آخر : ففى ذلك الوقت طرأ انتعاش ملحوظ على التجارة الداخلية وكان التعامل المالى بين المواطنين يتم بقطع نقدية مصنوعة من الفضة . وأصبح من الضرورى التقنين على استهلاك الفضة والمحافظة عليها كعملة صعبة للتجارة الخارجية . وهنا تذكر القيصر أجراس الكنائس مرة أخرى فأمر باعادة صهرها وتحويلها ، ليس الى مدافع كما فى السابق ، وانما الى قطع نقدية نحاسية .

وفى عام ١٧٦٣ افتتحت مؤسسة جديدة لسك النقود فى مدينة كوليفان وبدأت تطرح للتعامل قطعا نقدية من فئات الكوبيك وخمسة كوبيكات وعشرة كوبيكات كتبت على حوافها العبارة التالية : «عملة سيبيرية» . ومع حلول عام ١٧٨١ بلغت قيمة هذه القطع النقدية النحاسية حوالى ٤ ملايين روبل .

واستمر بعد ذلك تطور صناعة النحاس فى البلاد وظهرت عشرات المصانع فى الأورال وألتاى . وبدأ صهر النحاس فى القفقاس وكازاخستان فى أواخر القرن التاسع عشر . وفى الوقت نفسه ظهرت صناعة التعدين فى أقصى شمال البلاد (فى محافظة ينيسى سابقا) . وفى عام ١٩١٩ عثر الجيولوجى اورفانتسوف فى منطقة نوريلسك على بقايا فرن لصهر النحاس . وتبين أن هذا الفرن بنى عام ١٨٧٢ بعد الحادثة الطريفة التالية : كان المعروف منذ وقت طويل أن خامات النحاس متوفرة فى منطقة تايمير ولم يكن بالامكان خلق صناعة لصهر النحاس فى تلك المنطقة نظرا لغلاء مواد البناء هناك وبخاصة الآجر (أو الطوب) . ولكن التاجر كيبريان سوتنيكوف لجأ عام ١٨٦٣ الى الحيلة التالية لتنفيذ هذا المشروع المربح . فقد طلب من محافظ المنطقة السماح له ببناء كنيسة من الخشب فى قرية دودنيك على حسابه الخاص . وكان من الطبيعى ألا يرفض المحافظ طلب «عبد الله» سوتنيكوف وخاصة أن الأمر يتعلق ببناء كنيسة للمؤمنين ، فوافق على المشروع وقدم للتاجر ترخيصا رسميا بذلك . وبدا وكأن كل شىء قانونى وطبيعى ولكن الحيلة هنا كانت تكمن فى أن ادارة المحافظة لم تكن تعلم بوجود كنيسة أخرى فى القرية نفسها مبنية منذ زمن طويل من أحجار الطوب الجيدة . فأسرع التاجر الذكى فى بناء الكنيسة الخشبية وبدأ يفكك جدران الكنيسة الأخرى حجرا بعد حجر ويبنى من هذه الأحجار «المقدسة» فرنا لصهر النحاس . وأصبح هذا الفرن فيما بعد نواة لمجمع التعدين الضخم فى نوريلسك والذى افتتح قبل نشوب الحرب العالمية الثانية بوقت قصير .

كانت ثلاثة أرباع صناعة النحاس فى روسيا بيد الشركات الاجنبية فى مطلع القرن العشرين . وبلغ مجموع الانتاج من النحاس المكرر ١٧ ألف طن فقط فى عام ١٩١٣ . ولم تكن هذه الكمية كافية أبدا لتلبية حاجات البلد .

تأثر انتاج النحاس وانخفض عمليا الى الصفر نتيجة الحرب الأهلية والتدخل الأجنبى (١٩١٨—١٩٢٠) . فقد تهدمت مناجم النحاس وتوقفت المصانع عن العمل لقلة اليد العاملة ولعدم توفر المواد الأساسية والمحروقات .

وفى هذه الفترة العصيبة التى كانت تعيشها البلاد ظهر الى الساحة أحد كبار رجال الصناعة البريطانيين ويدعى ليسلى أوركوارت . فقام يعرض «خدماته» لاعادة تعمير منجم النحاس فى كارارباش (وكان يعتبر أغنى منجم للنحاس فى ذلك الوقت) مقابل شروط قاسية جدا . ورفض لينين هذا العرض رفضا قاطعا . ولكن أوركوارت لم يتوقف عند هذا الحد ، فرغبته كانت شديدة فى جنى الأرباح من وراء النحاس الروسى خاصة وأنه كان يعلم أن الأرض السوفييتية غنية جدا بالخامات . فتقدم باقتراح «عملى» جديد الى الحكومة السوفييتية : «ألا تسمحوا لى . . . بالتنقيب فى سهوب كيرجيزيا وبخاصة قرب بلخاش ؟ فانتم لن تتمكنوا بانفسكم من استغلال هذه السهوب قبل خمسين ، وربما ، مئة عام» .

ولكن المشرفين على الصناعة السوفييتية فهموا مغزى هذا «التنقيب» الذى كان يقصد به «حفر» حفرة ليهوى فيها اقتصاد الدولة السوفييتية الفتية . فاضطر اوركوارت فى نهاية الأمر أن يتخلى عن «اقتراحاته المغرية» . وشرع الشعب السوفييتى فى اعادة تعمير صناعته .

كان تنفيذ خطة لينين لكهربة البلاد يتطلب المزيد من النحاس . وفى الخامس من مايو (أيار) عام ١٩٢٢ بدأ انتاج مصنع صهر النحاس فى كالاتا (كيروفوجراد حاليا) بعد اعادة بنائه . ويمكن أن يسجل هذا التاريخ كميلاد لصناعة تعدين الفلزات اللاحديدية فى الاتحاد السوفييتى . وسرعان ما جاء دور بلخاش . ففى خريف عام ١٩٢٨ (وليس بعد خمسين ولا مئة عام كما كان يدعى

رجل الصناعة البريطانى) أرسلت بعثة جيولوجية للتنقيب عن الخامات فى تلك المنطقة . ولم يمر وقت طويل حتى عثر الجيولوجيون على النحاس فى سفوح جبل بنتاو — آتا وهو المكان الذى كان يحلم اوركوارت بالتنقيب «والتنكيش» فيه . وأعلن كوبيشوف رئيس المجلس الاقتصادى الأعلى أمام مندوبى المؤتمر السادس عشر للحزب الشيوعى السوفييتى عن اكتشاف مكامن جديدة لخامات النحاس .

وفى عام ١٩٣٢ شرع فى بناء مجمع للتعدين فى بلخاش وقد جرت عملية البناء فى ظروف قاسية جدا . ففى بعض الاحيان كانت وسيلة النقل الوحيدة هناك هى قوافل الجمال التى كانت تنقل العتاد والآلات لمسافة ٤٠٠ كيلومتر . ولكن العمال بحماستهم وحميتهم تمكنوا من التغلب على جميع الصعوبات ، وما أن حل عام ١٩٣٨ حتى بدأ مجمع بلخاش بانتاج أول دفعة من النحاس . وقد تم بناء العديد من مصانع صهر النحاس فى سنوات الخطط الخمسية الأولى وفى فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية . والآن تحتل صناعة النحاس مركزا قياديا بين فروع صناعة تعدين الفلزات اللاحديدية فى الاتحاد السوفييتى .

واليكم القصة الطريفة حول اكتشاف مكمن ضخم للنحاس فى زامبيا فى مطلع القرن العشرين . ففى أحد الأيام أطلق صياد محلى النار على ظبى أرداه قتيلا وسقط على صخرة تعلوها عروق خضراء زمردية . وأعجب الصياد بهذه العروق وأخذ حجرا منها قدمه للجيولوجيين وسرعان ما اكتشفت بفضل ذلك توضعات غنية بالنحاس فى ذلك المكان . وأطلق عليه اسم «رون — أنتلوب» (كلمة antelope تعنى الظبى) وأصبحت المنطقة كلها تدعى «الكوبربلت» وتعنى «الحزام النحاسى» . وأنشىء فى مطار لوساكا عاصمة زامبيا تمثال للنحاس الذى يشكل مادة التصدير الأساسية فى هذا البلد .

والطريف فى الأمر أن الجيولوجيين عثروا فى مقالع النحاس فى زامبيا على أقدم آثار للحياة على سطح الأرض : اذ شوهدت على الصخور التى يبلغ عمرها مليارات السنين أسراب من كائنات متعددة الخلايا يزيد عمرها حوالى ٣٠٠ مليون سنة عن عمر أقدم كائن حى عرف على الأرض .

فى أية فروع من فروع التكنيك الحديث يطبق النحاس الذى يعتبر واحدا من أقدم الفلزات المعروفة للانسان ؟

ان أهم خاصة للنحاس هى نقله (توصيله) الجيد للكهرباء والحرارة ولا يتفوق عليه فى هذا المجال سوى فلز الفضة . ولكن الفضة غالية الثمن ولا يمكن استخدامها بشكل واسع فى الصناعة . والناقلية (الموصلية) الكهربائية للنحاس أكبر بخمس مرات منها عند الحديد وأكبر بمرة ونصف من ناقلية الألومنيوم وبثلاث مرات من ناقلية الزنك وبـ ٣٥ مرة من ناقلية التيتانيوم . ولهذا السبب بالذات يعتبر النحاس بحق الفلز الرئيسى فى الصناعة الكهربائية .

والنحاس يدخل فى تركيب المحولات ومحركات السيارات والتلفزيونات والراديوهات والأجهزة الالكترونية المعقدة . وتصنع منه قطع الأجهزة الكيميائية والأدوات المخصصة للتعامل بالمتفجرات والمواد السهلة الاشتعال حيث لا يجوز استعمال الفولاذ لأنه يطلق شرارات نارية .

ويزداد باستمرار عدد السبائك النحاسية المستخدمة فى شتى فروع الصناعة . واذا كان اسم البرونز يطلق منذ ٣٠ — ٤٠ سنة على سبيكة النحاس مع القصدير فقط فانه تعرف الآن أنواع متعددة من البرونز هى سبائك النحاس مع الألومنيوم أو الرصاص أو السليكون أو المنجنيز أو البريليوم أو الكادميوم أو الكروم أو الزركونيوم .

فالبرونز الألومنيومى (وهو سبيكة من النحاس تحوى ٥ % ألومنيوم تقريبا) يستعمل لسك العملة النقدية النحاسية . وفى روسيا بدأ التعامل لأول مرة بالعملة النحاسية فى منتصف القرن السابع عشر . وقد نجم عن ذلك عصيان شعبى فى مدينة موسكو (عام ١٦٦٢) دخل التاريخ تحت اسم «فتنة النحاس» . وكان السبب المباشر لهذا العصيان هو ابدال النقود الفضية بنقود نحاسية مما أدى الى ارتفاع أسعار الخبز والمواد الغذائية الأخرى . وكان الشعب الروسى فى ذلك الحين يعانى الأمرين . فقد أرهقته الحروب الطويلة مع بولونيا والسويد وانتشر الفقر والجوع بسبب القحط وقلة المحصول وارتفاع الضرائب وجاء الاصلاح النقدى ليزيد الطين بلة فانتفض الشعب وأعلن العصيان . ولكن القيصر تمكن من القضاء على «فتنة النحاس» وانتقم بقسوة من «المشاغبين» فقتل وأعدم وأغرق المئات وأعتقل الآلاف من الناس ونفى أكثر من ألف شخص الى سيبيريا وآستراخان .

ظهرت أول عملة نقدية سوفييتية بعد الثورة مباشرة . ففى عام ١٩٢٠ ، وقبل استئناف نشاط مجلس العملة فى لينينغراد بعامين ، أصدر مجلس مفوضى الشعب فى جمهورية خورزما السوفييتية الشعبية قرارا بالبدء فى خورزما بسك عملة نقدية نحاسية من فئات الـ ٢٠ و ٢٥ و ١٠٠ و ٥٠٠ روبل وكانت الكتابة عليها باللغتين الروسية والأوزبكية . وتوقف التعامل بها بعد أن تم اصدار عملة سوفييتية موحدة تصلح للتعامل فى جميع أراضى الاتحاد السوفييتى .

ويا للتناقض الغريب ، فاحيانا كانت تباع القطع النقدية النحاسية بأسعار أغلى بكثير من القطع الذهبية . فمنذ عدة سنوات جرى فى لندن مزاد علنى غريب عرضت فيه للبيع سلعة واحدة فقط هى قطعة نقود نحاسية بقيمة بنس واحد . ولكن الحاضرين كانوا يعلمون بأن هذه القطعة النحاسية القديمة أغلى بكثير من قيمتها الاسمية . ففى عام ١٩٣٣ أصدر مجلس العملة فى لندن ست قطع فقط كهذه ، احتفظ بخمس منها فى الخزانة البريطانية والمتحف البريطانى وبقيت القطعة السادسة تتناقلها الايادى طيلة هذه الأعوام الى أن تقرر بيعها فى المزاد العلنى المذكور حيث دفع أحد هواة جمع النقود مبلغ ٢٦٠٠ جنيه استرلينى لقاء الحصول عليها وهو مبلغ أكبر بـ ٦٠٠ ألف مرة من قيمتها الاسمية .

وثمة مجموعة كبيرة من سبائك النحاس مع الزنك تدعى النحاس الأصفر . هذا ويمكن ، باضافة عناصر أخرى الى هذين العنصرين ، الحصول على سبائك مختلفة من النحاس الأصفر ذات خواص متنوعة للغاية .

وفى الآونة الأخيرة يجرى فى بعض فروع الصناعة استبدال النحاس وسبائكه بفلزات أخرى وبخاصة الألومنيوم . ففى الولايات المتحدة الأمريكية ، مثلا ، حل الألومنيوم نهائيا

محل النحاس فى خطوط التوتر العالى لنقل الطاقة الكهربائية . ويعتقد بأن المواد البلاستيكية ستصبح فى السنوات القادمة منافسا هاما للنحاس .

يعزى هذا الميل نحو استبدال النحاس بمواد وفلزات أخرى الى قلة توفر هذا الفلز نسبيا . ولهذا تعطى أهمية بالغة لعمليات البحث والتنقيب عن مكامن جديدة لخاماته . وقد اكتشف مؤخرا مكمن ضخم للنحاس فى أودوكان (فى الاتحاد السوفييتى) يفوق الاحتياطى التقديرى للنحاس فيه احتياطى النحاس فى مكمن جزكازخان فى كازاخستان . كما عثر فى منطقة تالناخ وراء دائرة القطب الشمالى على توضعات لخامات متعددة الفلزات يدخل فى تركيبها النحاس الى جانب العناصر الثمينة الأخرى .

ولعلكم سمعتم مؤخرا بأن خامات النحاس كانت «المسؤولة» عن الحادث الذى تعرضت له سفينة النقل النرويجية «أناتينا» بينما كانت فى طريقها الى اليابان محملة بخامات مركزة من النحاس . فقد تسرب الماء الى داخلها فجأة . وتبين بعد انقاذ السفينة والتغلب على الحادث أن النحاس الموجود فى الخامات شكل مع هيكل الباخرة الفولاذى مزدوجة الكتروليتية قام فيها بخار ماء البحر بدور الالكتروليت ، ونشأ عن ذلك تيار الكتروليتى بدأ يأكل هيكل الباخرة تدريجيا حتى أحدث فيه فجوة ، وأخذ الماء يتسرب منها الى داخل الباخرة .

وأهمية النحاس لا تقتصر على نشاطه كفلز فحسب ، وانما تتعداه الى مجالات أخرى . فهو ينتمى الى فئة العناصر البيولوجية الضرورية لنمو النبات والحيوان . وتتلخص «مهمته» هنا فى تسريع العمليات الكيميائية التى تجرى داخل الخلية .

وعندما ينفذ النحاس أو ينقص فى الانسجة النباتية تتناقص كمية الكلوروفيل وتصفر الأوراق ويتوقف النبات عن الاخصاب وقد يذبل ويموت فى نهاية الأمر . وليس صدفة أن يستعمل الزاج الأزرق (كبريتات النحاس المائية) على نطاق واسع فى الزراعة .

وفى عالم الحيوان يتميز الاخطبوط والحبار (السبيدج) والمحار وغيرها من الرخويات الأخرى باحتوائها على أكثر نسبة من النحاس . وهو يوجد فى دم السرطانيات ورأسيات الأرجل حيث يدخل فى تركيب خضابها التنفسى الهيموسيانين (٠,٣٣–٠,٣٨ %) ويلعب دورا مماثلا لدور الحديد فى دم الحيوانات الأخرى . ويتلون الهيموسيانين باللون الأزرق عند اتحاده باكسجين الهواء (ولهذا السبب فان القواقع «البزاق» ذات «دم أزرق») ويزول لونه عندما يعطى الأكسجين للأنسجة . ويتركز النحاس بصورة رئيسية فى كبد الحيوانات الأكثر تطورا وفى كبد الانسان أيضا . ويحتاج جسم الانسان يوميا الى ٠,٠٠٥ جرام تقريبا من هذا العنصر . وعند نقص هذه الكمية يصاب الانسان بفقر الدم وتظهر عليه علائم الوهن والانهاك .

ولهذا السبب يعتبر النحاس عند بعض الشعوب مادة علاجية مفيدة . فالنيباليون ، مثلا ، يعتبرون النحاس فلزا مقدسا يساعد على تركيز الأفكار ويحسن عملية الهضم ويشفى من الأمراض المعوية (ينصح المرضى بشرب الماء من كأس يحتوى على عدة قطع نقدية نحاسية) . وليس غريبا بعد ذلك أن يسمى أضخم وأجمل معبد فى النيبال «بالمعبد النحاسى» .

وقد أثبت العلماء البولنديون أن سمك الشبوط ينمو بسرعة ويزداد وزنه فى الاحواض المائية التى تحتوى على النحاس . وفى المستنقعات أو البحيرات التى لا يتوفر فيها النحاس يتكاثر بسرعة نوع من الفطور يؤذى هذا السمك ويقضى عليه تدريجيا .

واذا كان سمك الشبوط يهوى النحاس ، فان سمك القرش لا يحب هذا العنصر بتاتا ، أو بالتحديد كبريتات النحاس . وقد أجريت تجارب واسعة للتأكد من فعالية هذا الدواء المضاد للقرش فى الولايات المتحدة الأمريكية فى مطلع الحرب العالمية الثانية حيث كانت الحاجة ماسة الى وسيلة فعالة لحماية بحارة البواخر الحربية الغارقة من خطر سمك القرش .

وقد ساهم فى حل هذه المشكلة العديد من العلماء وصيادى سمك القرش حتى أن الكاتب المشهور أرنست همنغواى لم يقف جانبا فى هذا المجال وأخبر العلماء بالامكنة التى كان يرتادها غالبا لاصطياد هذا السمك البحرى المفترس . وقد فاقت نتائج هذه التجارب جميع التوقعات اذ كان سمك القرش يقبض على الطعم الخالى من كبريتات النحاس ويأكله بشراهة بينما كان يهرب بعيدا عن الطعم الحاوى على هذه المادة .

ولم يصدق الاخصائيون الاستراليون هذه النتائج فى بداية الأمر وراحوا يشككون فى فعالية هذا الدواء المضاد ويتهكمون عليه قائلين : «ان هذا الدواء يؤثر على سمك القرش الموجود عندنا (ويعتبر سمك القرش الاسترالى أشد الأنواع ضراوة وأكثرها تعطشا للدماء) كتأثير حبة ضد وجع الرأس ويفعل فعل التوابل التى تضاف الى اللحم المشوى» . ولكن عندما قاموا باختبار هذا الدواء فى خليج القرش على الشاطىء الغربى من أستراليا تأكدوا بأنفسهم من أن فعاليته تزيد على ٩٥ % .

تعتمد احدى طرائق استخراج النحاس على عمليات بيولوجية معينة . ففى مطلع القرن الحالى تم إغلاق مناجم النحاس فى ولاية يوتا فى الولايات المتحدة الأمريكية . وبعد أن تأكد أصحابها من أن احتياطى الخامات فيها قد نفد تماما قاموا بملئها بالماء . وبعد مرور عامين ضخ الماء من المناجم وتبين أنه يحوى ١٢ ألف طن من النحاس . وجرت حادثة مماثلة فى المكسيك حيث استخرج من المناجم المهجورة ١٠ آلاف طن من النحاس خلال عام واحد . وبدأ التساؤل عن مصدر النحاس ومن أين أتى ؟ وتمكن العلماء من الاجابة عن هذا التساؤل : يوجد بين أنواع الجراثيم المختلفة نوع يمتاز بأن الطعام المحبب والمفضل عنده هو المركبات الكبريتية لبعض

المعادن . وبما أن النحاس يصادف فى الطبيعة متحدا مع الكبريت عادة لذا فان هذه الجراثيم «تهوى» خامات النحاس . فهى تؤكسد كبريتيدات النحاس غير الذوابة فى الماء وتحولها الى مركبات سهلة الذوبان علما أن هذه العملية تجرى بسرعة كبيرة جدا . فاذا كانت الأكسدة الكيميائية العادية تستخلص من الشالكوبيريت (وهو أحد معادن النحاس) ٥% نحاس فقط خلال ٢٤ يوما ، فان الأكسدة باشتراك هذه الجراثيم استخلصت ٨٠ % من هذا العنصر خلال أربعة أيام فقط . وكما ترون ، فان المقارنة بين العمليتين من النواحى التكنيكية والاقتصادية تأتى فى مصلحة هذه المخلوقات الصغيرة الكادحة .

وتجدر الاشارة هنا الى أنه تم تأمين ظروف مثالية لعمل هذه المخلوقات : فدرجة حرارة الوسط كانت تتراوح بين ٣٠ و ٣٥ مئوية وكان المعدن على شكل مسحوق يخلط باستمرار فى المحلول . وثمة معطيات تجريبية تشهد على قناعة هذه الجراثيم : فقد كانت تقوم بعملها المفضل هذا فى المناطق الشمالية من الكرة الأرضية (فى شبه جزيرة كولا مثلا) حيث من المعلوم أن ظروف العمل قاسية جدا هناك .

والمفيد بوجه خاص هو اشتراك الجراثيم فى المرحلة الختامية لاستغلال المناجم : فالمعروف أنه تبقى فى المناجم المستغلة نسبة من الخامات تتراوح من ٥ % الى ٢٠ % . ولكن استخراج هذه الكمية بالوسائل التقليدية يعتبر عملية غير اقتصادية ومتعذرة فى بعض الأحيان ، بينما يسهل على الجراثيم الوصول الى عمق المنجم وجمع «فتات» النحاس المتبقى هناك .

ويمكن الاستفادة من الجراثيم فى معالجة نفايات المناجم . ففى المكسيك تجمعت بالقرب من مناجم كنانيا كميات ضخمة من النفايات تقدر بحوالى ٤٠ مليون طن . وبالرغم من أن نسبة النحاس فيها ضئيلة جدا (٠,٢ %) الا أنه تم جرفها بماء المنجم وتجميعها فى خزانات تحت الأرض . وكانت النتيجة أنه أمكن استخلاص ٣ جرامات من النحاس من كل لتر من هذا الماء . وبلغ مجموع ما استخرج خلال شهر واحد «من لا شىء» ٦٥٠ طن من النحاس .

تم «توظيف» الجراثيم فى بعض مؤسسات التعدين فى الاتحاد السوفييتى . فقد بدأ العمل فى أول وحدة تجريبية لاستخلاص النحاس بواسطة الجراثيم عام ١٩٦٤ فى منجم ديجتيارسكى وهو من أضخم مناجم الأورال وقد تجمعت بالقرب منه على مدى سنوات عديدة كميات ضخمة من النفايات شكلت بنفسها «مكمنا» جديدا لخامات فقيرة بالنحاس . ووضع هذا «المكمن» تحت امرة الجراثيم التى بدأت تعمل بجد ونشاط وتمكنت من استخلاص كميات كبيرة من فلز النحاس . ويجرى حاليا «توظيف» الجراثيم فى مؤسسات أخرى فى الأورال وكازاخستان .

وقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى معهد الميكروبيولوجيا التابع لأكاديمية العلوم السوفييتية أن «ذوق» الجراثيم الصناعية لا يقتصر على النحاس فحسب ، وانما يمكنها أن تستخلص من باطن الأرض الحديد والزنك والنيكل والكوبلت والتيتانيوم والألومنيوم والعديد من العناصر الأخرى بما فى ذلك العناصر الثمينة مثل اليورانيوم والذهب والجرمانيوم والزنيوم . ومنذ عدة سنوات أثبت علماء هذا المعهد أنه بالامكان الحصول بواسطة الجراثيم

على الفلزات النادرة مثل الجاليوم والانديوم والتاليوم .

ولعمليات التعدين البيولوجى مستقبل جيد . فاليوم يعتبر الاستخلاص تحت الأرض بواسطة الجراثيم أرخص طريقة للحصول على النحاس : فهى لا تستدعى ابقاء عمال المناجم تحت الأرض ولا تحتاج الى حرق وتركيز خامات النحاس فى المصانع ، وانما تقوم بهذه العمليات المعقدة مليارات ومليارات من الجراثيم التى «تكدح» ليلا ونهارا دون كلل لتساعدنا على الحصول على الفلز المطلوب .

كتب العالم السوفييتى المشهور الأكاديمى ايمشينتسكى منذ عدة سنوات يقول : «تلعب الكائنات الحية الميكروئية دورا هاما فى دورة المواد فى الطبيعة . والآن نرى أن الأفكار التى طرحها الأكاديمى فرنادسكى فى حينه حول الميكروبيولوجيا الجيولوجية تدخل حيز التطبيق . فالمعلوم أن الجراثيم هى السبب فى تشكل عدد من الخامات ، حتى أن القيصر بطرس الأكبر كان على علم بذلك فقد أمر بأن تستخرج من قاع البحيرات فى شمال البلاد خامات «النقد النحاسى» التى جمعتها الجراثيم وذلك لاستعمالها فى صنع المدافع . . . وستبدأ الصناعة فى المستقبل القريب باستخدام الجراثيم «كمولدات» فعالة للفلزات الثمينة . ومنذ عشرين عاما كان هذا الكلام يعتبر ضربا من ضروب الخيال . أما اليوم ، فقد تعلم الناس توجيه ورفع نشاط هؤلاء «المعدنين» غير المنظورين . والآن يجرى فى عدة أماكن من الكرة الأرضية استغلال المناجم المهجورة (نظرا لنفادها) . اذ يضخ فيها ماء غنى بالجراثيم ثم يستخلص منه اليورانيوم والنحاس والجرمانيوم وفلزات أخرى بكميات صناعية .

ولا شك فى أن استخدام الجراثيم فى التعدين الهيدرولى لاستخلاص الفلزات باستعمال المحاليل المذيبة سيجعل هذا الفرع واحدا من الفروع الرئيسية فى الصناعة فى نهاية القرن الحالى . وستصبح تربية الجراثيم التى تؤكسد مركبات الكبريت والعناصر الأخرى من أفضل وأرخص «الوسائل» التعدينية ، أضف الى ذلك أنه يمكن أتمتتها كليا بسهولة» .

تتوطد فى الفترة الأخيرة العلاقة بين الجيولوجيا وعلم النبات . وقد جاء الكاتب الروسى باجوف فى كتابه «قصص من الأوراق» على ذكر الأزهار السحرية و «العشب الذى يحطم الأحجار» وكيف كان الناس يكتشفون بفضلها مكامن الذهب والحديد والنحاس . والمعلوم أن جذور العديد من النباتات تمتص ، كالمضخات ، محاليل المواد المختلفة عندما تتعمق فى باطن الأرض . واذا كان يوجد مكمن لفلز ما بالقرب من هذا النبات فان نسبته فى الجذور والأغصان والأوراق تصبح أعلى من نسبتها الطبيعية . ولكل نبات من هذه النباتات «طعامه المفضل» : فالذرة والياسمين البرى «يحبان» الذهب ، «ويفضل» البنفسج الزنك بينما «يميل» نبات الشيح أو الأفسنتين الى المنجنيز ، أما الصنوبر «فيهوى» البيريليوم . فارتفاع نسبة هذا العنصر أو ذلك عن حدها الطبيعى فى النبات يعتبر اشارة للبدء بالابحاث الجيولوجية التى غالبا ما تتكلل بالنجاح . وهذا ما حدث فعلا فى كازاخستان وتوفا حيث تم العثور بواسطة النباتات على مكامن للنحاس .

. . . وبالرغم من أن «العصر النحاسى» قد أصبح فى ذمة التاريخ منذ وقت طويل ، الا أن الانسان لا يريد التخلى عن النحاس ذلك الصديق القديم والوفى .

Zr

«لباس» لقضبان اليورانيوم

اكتشاف مارتن كلابروت — ما هو حلمك ؟ — اعتقاد قديم — «أبحث عن عمل» — رفيق دائم — خلافات جدية — خسارة فى الحمض — نشاط متعدد الوجوه — لا خوف من التسخين الشديد — بحثا عن المهنة المحببة — مصير «الشقيقين» — «الدخول ممنوع للغرباء» — مفاعل «ناوتيلوس» — مزايا وعيوب — مشكلة وراء الأخرى — الثروة فى النفايات — على شواطئ المحيط — «مهنة» ثانوية — مصباح نرنست — ماذا يحدث فى مون لوى ؟ — «عاصمة الشمس» — تناقض واضح.

فى عام ١٧٨٩ وبينما كان مارتن كلابروت الكيميائى الألمانى وعضو أكاديمية العلوم فى برلين يقوم بتحليل نوع من أنواع معدن الزركون اكتشف عنصرا جديدا أسماه الزركونيوم . وكان الزركون يعتبر فى عهد اسكندر المقدونى حجرا ثمينا بفضل ألوانه الجميلة (الذهبى والبرتقالى والوردى) . ومن المرجح أن اسم هذا المعدن مشتق من الكلمة العربية «زرقون» .

وقد يأتى ذكره فى المراجع العلمية تحت أسماء مختلفة مثل الهياسينت والياسينت واليارجو والجارجون . والزركون كان يستخدم قديما ليس فقط للزينة ، وانما كتعويذة «تفرح القلب وتطرد الكآبة والأفكار المزعجة وتضاعف البصيرة والشرف» وقد كتب أحد «الأطباء» القدماء فى كتابه عن الطب مؤكدا «ان كل من يحمل معه الياخونت لن يشاهد أحلاما مزعجة ولن يضعف قلبه ويصبح شريفا بين الناس» .

تمكن الكيميائى السويدى برزيليوس لأول مرة فى عام ١٨٢٤ من فصل الزركونيوم فى حالة حرة . ولكن الحصول على الزركونيوم النقى لم يكن ممكنا فى ذلك الوقت وبقيت خواصه الفيزيائية مجهولة فترة طويلة ولم يتمكن الزركونيوم (كغيره من الفلزات الثمينة الأخرى) خلال عشرات السنين من ايجاد «وظيفة» محببة له فى حين أن بعض الفلزات الأخرى كالحديد والنحاس والرصاص «تعلمت» فى ذلك الوقت «كيف تعرض نفسها للعمل ولم تعان من البطالة أبدا» .

ولم يتسن الحصول على الزركونيوم النقى الا فى مطلع القرن الحالى ، وتبعت ذلك دراسة دقيقة لخواص هذا العنصر تبين بنتيجتها أن له رفيق دائم هو الهافنيوم . ولم يلاحظ الكيميائيون قبل ذلك وعلى مدى ١٣٠ عاما أن الهافنيوم يوجد (وبكميات كبيرة أحيانا) فى الزركونيوم ويعود السبب فى ذلك الى أن الخواص الكيميائية لهذين العنصرين متشابهة كثيرا ، وان كانت توجد بينهما «خلافات فى الرأى» جدية فى بعض المسائل ، وسنتطرق لها فيما بعد .

والزركونيوم النقى يشبه الفولاذ فى مظهره الخارجى ولكنه أمتن منه ويتمتع بلدونة عالية . وأهم خواص الزركونيوم مقاومته الكبيرة لمختلف الأوساط الضارة . فهو يتفوق فى مقاومته للتآكل على فلزات مشهورة فى هذا المجال كالنيوبيوم والتيتانيوم . والملاحظ أن الفولاذ الذى لا يصدأ يفقد فى محلول لحمض الهيدروكلوريك تركيزه ٥ % وفى الدرجة ٦٠ م حوالى ٢,٦ ملم من سماكته فى العام ، ويخسر التيتانيوم حوالى مليمتر واحد فى هذا الوسط ، بينما تكون خسارة الزركونيوم أقل بألف مرة .

ويتميز الزركونيوم بمقاومته العالية لفعل القلويات . وهو فى هذا المجال يتفوق حتى على التنتالم الذى يعتبر بحق «مناضلا» بارزا ضد التآكل . واستطاع الزركونيوم ، بفضل مقاومته العالية للتآكل ، أن يدخل حيز التطبيق فى فرع حساس من فروع الطب هو جراحة الأعصاب . وتصنع من سبائك الزركونيوم الكماشات لوقف نزيف الدم والأدوات الجراحية ، وفى بعض الحالات تصنع منها الخيوط لتضميد الجروح أثناء العمليات الجراحية على الدماغ .

وبعد أن لاحظ العلماء أن خواص كثيرة للفولاذ تتحسن بعد اضافة الزركونيوم اليه أصبح الزركونيوم يعد من عناصر الاشابة الجيدة . ونشاطه فى هذا الميدان متعدد الوجوه : فهو يرفع متانة وقساوة الفولاذ ويحسن تصنيعه وقابليته للتسقية واللحام ويؤثر تأثيرا ايجابيا على سيونته كما يسحق الكبريتيدات الموجودة فيه ويجعل بنيته حبيبية دقيقة .

والزركونيوم يرفع بشكل ملحوظ مقاومة الفولاذ المخصص للبناء : فبعد ترك الفولاذ ذى الماركة ٤٠–٤٥ والحاوى على ٠,١٦ — ٠,٣٧% زركونيوم مدة ثلاث ساعات فى الدرجة ٨٢٠ م تكون الخسارة فى وزنه أقل بست أو سبع مرات منها عند الفولاذ نفسه الخالى من الزركونيوم .

والزركونيوم يرفع كثيرا مقاومة القولاذ المخصص للبناء ضد التآكل : فبعد بقاء الفولاذ ذى الماركة 20Г ثلاثة أشهر فى الماء يخسر من وزنه ١٦,٣ جم فى المتر المربع الواحد فى حين أن عينة من هذا الفولاذ المضاف اليه ٠,١٩ % زركونيوم تخسر ٧,٦ جم فقط .

يمكن تسخين الفولاذ الحاوى على الزركونيوم حتى درجات حرارة عالية جدا دون أن يحصل له أى شىء ، مما يساعد على تنشيط عمليات طرقه وكبسه ومعالجته الحرارية .

ان البنية الحبيبية المتراصة والمتانة العالية للفولاذ الحاوى على الزركونيوم ، بالاضافة الى سيونته الجيدة ، تسمح كلها بصنع مصبوبات منه ذات جدران أرق منها عند المصبوبات المصنوعة من الفولاذ العادى . فمثلا صنعت من الفولاذ X 40 الحاوى على الزركونيوم قطع رقيقة بلغ سمكها ٢ ملم فى حين أن سماكة هذه القطع المصنوعة من الفولاذ 40X الخالى من الزركونيوم لم تقل عن ٥–٦ ملم .

وتبين أن الزركونيوم حليف جيد للعديد من الفلزات اللاحديدية : فاضافته الى النحاس تحسن كثيرا متانة هذا الأخير دون أن تؤثر عمليا على ناقليته الكهربائية . وتتمتع سبيكة النحاس والكادميوم الحاوية على ٠,٣٥ % زركونيوم بمتانة عالية وناقلية كهربائية جيدة . وتتحسن متانة ولدونة سبائك الألومنيوم عندما يضاف اليها الزركونيوم كما تزداد مقاومتها للتآكل من جراء ذلك . وترتفع متانة سبائك المغنسيوم مع الزنك مرتين عندما يضاف اليها ٠,٦— ٠,٧ % زركونيوم . وتكون المقاومة للتآكل عند سبيكة التيتانيوم الحاوية على ١٤ % زركونيوم فى محلول من حمض الهيدروكلوريك تركيزه ٥ % وفى الدرجة ١٠٠ م أكبر بسبعين مرة منها عند التيتانيوم النقى تجاريا . وتزداد قساوة الموليبدنوم ازديادا ملحوظا عندما يضاف اليه الزركونيوم بنسبة ٥ % . هذا ويضاف الزركونيوم الى النحاس الأصفر المنجنيزى والى مختلف أنواع البرونز أيضا .

وعلى كل حال ، فان الزركونيوم لم يقتنع بدوره الهام هذا كعنصر اشابة لأنواع الفولاذ والسبائك واستمر يبحث عن مهنته المحببة وتمكن من العثور عليها فى نهاية الأمر . ولكن دعونا نترك الحديث عن ذلك مؤقتا ونعود الى مكان ولادة الزركونيوم أى المخبر الكيميائى للعالم مارتن كلابروت .

الواقع أن كلابروت لم يكتشف فى عام ١٧٨٩ الزركونيوم فقط وانما اكتشف معه عنصرا آخر قدر له أن يلعب دورا هاما جدا فى القرن العشرين . وكان العنصر المذكور هو اليورانيوم . ولم يكن باستطاعة كلابروت أو أى شخص آخر غيره أن يتنبأ فى ذلك الحين بمصير هذين «الشقيقين» الزركونيوم واليورانيوم . فقد افترقا طويلا ولم يجمعهما أى شىء طيلة قرن ونصف . ولكنهما التقيا بعد هذا الفراق الطويل فى أيامنا هذه . ولم يعلم بهذا اللقاء فى بداية الأمر سوى عدد قليل من المهندسين والعلماء العاملين فى مجال الطاقة النووية حيث «الدخول ممنوع للغرباء» وقد تم اللقاء المذكور فى المفاعلات الذرية حيث كان اليورانيوم يستخدم كوقود نووى وكان على الزركونيوم أن يقوم بتغليف قضبان اليورانيوم . وللمزيد من الدقة نشير الى أنه قبل ذلك بعدة سنوات قام العلماء الأمريكيون بمحاولة لاستخدام الزركونيوم كمادة للمفاعل النووى الذى تم تركيبه فى الغواصة «ناوتيلوس» وهى أول غواصة ذرية فى أمريكا . ولكن سرعان ما تبين أنه من

غير المفيد استعمال الزركونيوم لصنع أجزاء ثابتة للمنطقة الفعالة فى المفاعل بل الأفضل أن يستعمل لتغليف الوقود نفسه . وعندئذ وقع اليورانيوم فى «أحضان» الزركونيوم .

ولم يكن اختيار الزركونيوم للقيام بهذا الدور مجرد صدفة فقط . فعلماء الفيزياء كانوا يعرفون بأن النيوترونات تمر بسهولة خلال الزركونيوم («الشفافية النيوترونية») خلافا لما هو الحال عند العديد من الفلزات الأخرى . وهذه الخاصة بالذات هى التى يجب أن تتوفر عند المادة المخصصة لتغليف قضبان اليورانيوم . صحيح أن بعض الفلزات ، كالمغنسيوم والألومنيوم والقصدير ، تشبه الزركونيوم فى هذا المضمار ، الا أنها سهلة الانصهار وغير مقاومة للحرارة . أما الزركونيوم ، فلا ينصهر الا فى الدرجة ١٨٥٠ مئوية وبامكانه تحمل الحرارة الناجمة عن الطاقة النووية فى المفاعل .

ولكن للزركونيوم «عيوبه» التى قد تعرقل عمله فى هذا الميدان الحساس . فالحقيقة أن الزركونيوم النقى جدا هو القادر فقط على تمرير النيوترونات . وهنا نضطر مجددا الى ذكر الهافنيوم ، ذلك الفلز الذى يمكن أن يسمى «توأم» الزركونيوم من حيث الخواص الكيميائية . ولكن «نظرتيهما» للنيوترونات متضاربتان : فالهافنيوم يمتص النيوترونات بشراهة (أكثر بـ ٥٠٠ — ٦٠٠ مرة من الزركونيوم) ، والأكثر من ذلك أن وجود الهافنيوم فى الزركونيوم ، ولو بكميات ضئيلة جدا ، تفسد الزركونيوم وتحرمه من شفافيته النيوترونية . فالمواصفات التكنيكية المطلوب توفرها فى الزركونيوم كى يقوم بهذا الدور لا تسمح بوجود أكثر من ٠,٠٢% هافنيوم فيه . حتى أن هذه النسبة الضئيلة تؤثر تأثيرا واضحا فى هذا المجال ، فهى تخفض ست مرات ونصف الشفافية النيوترونية عند الزركونيوم .

وبما أن هذين الفلزين يوجدان معا فى الطبيعة فى أغلب الأحيان ، لذا فان الحصول على زركونيوم خال تماما من الهافنيوم مهمة صعبة جدا . وبالرغم من ذلك ، فقد انكب الكيميائيون وأخصائيو التعدين على دراسة هذه المشكلة وحلها نظرا لأن التكنيك الذرى كان بحاجة ماسة الى هذا العنصر .

وما أن حلت هذه المشكلة حتى ظهرت مشكلة أخرى : فقد كان من الواجب العمل على ألا يلتقط الزركونيوم النقى جدا أثناء عملية اللحام «ذرات غريبة» قد تقف عقبة فى طريق النيوترونات وتحرم الفلز من خاصته

الأساسية . أضف الى ذلك أنه يجب أن تجرى عملية اللحام بشرط الا تؤثر على تجانس الفلز : فخط الالتحام يجب أن يتطابق فى خواصه تماما مع المادة الملحومة . وجاء الشعاع الالكترونى ليلبى جميع هذه الشروط . ذلك أن نقاوة ودقة اللحام بالشعاع الالكترونى سمحتا بحل هذه المشكلة . وأصبح الزركونيوم «لباسا» لقضبان اليورانيوم .

وفى ذلك الوقت بالذات قفز انتاج هذا الفلز قفزة حادة : فقد ازداد الانتاج العالمى من الزركونيوم ألف مرة خلال الفترة الواقعة بين عامى ١٩٤٩ و ١٩٥٩ وتوجهت الانظار فورا الى الكميات الضخمة من رمال الزركون التى كانت تهمل سابقا أثناء استخراج الخامات الأخرى . ففى كاليفورنيا مثلا كانت تتجمع كميات لا بأس بها من الزركون أثناء استخراج الذهب من مجارى الانهار الجافة وكانت ترمى فى مستودعات النفايات لعدم وجود طلب عليها . وعلى شواطئ ولاية اوريجون فى أمريكا كان الكروميت يستخرج أثناء الحرب مع كميات من الزركون الذى لم تهتم به الصناعة آنئذ وكان يترك فى مكانه . وما أن بدأ الهيجان حول الزركونيوم بعد الحرب حتى أصبحت هذه النفايات كنوزا يتهافت عليها الجميع .

والآن يجرى استغلال مكامن ضخمة لهذا العنصر الثمين فى الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا والبرازيل والهند وغرب أفريقيا . وغالبا ما تعتبر رمال الشواطئ خامات ممتازة للزركونيوم . ففى استراليا ، مثلا ، تمتد ترسبات الزركونيوم مسافة ١٥٠ كم تقريبا على طول شاطئ المحيط . كما يمتلك الاتحاد السوفييتى احتياطيا كبيرا من خامات الزركونيوم .

يزداد الطلب على الزركونيوم عاما بعد عام نظرا لأن هذه المادة لا تزال تجد لنفسها تطبيقات جديدة . فقدرة الزركونيوم على امتصاص الغازات وهو فى حالة ساخنة تجعله يستخدم فى أجهزة التفريغ الكهربائى والراديو . وتصنع من خليط مسحوق الزركونيوم مع المواد الملتهبة صواريخ الانارة . وتعطى رقائق الزركونيوم أثناء اشتعالها نورا أشد بمرة ونصف منه عند رقائق الألومنيوم بالرغم من أنها تستهلك أثناء ذلك الكمية نفسها من الأكسجين . وتتميز المصابيح الومضية المعتمدة على الزركونيوم فى أنها صغيرة الحجم وتشغل مكانا صغيرا جدا . ويراقب مصممو الصواريخ باهتمام زائد سبائك الزركونيوم . وليس مستبعدا أن تصنع من سبائك هذا الفلز المقاومة للحرارة الواجهة الأمامية لسفن الفضاء التى تقوم برحلات منتظمة فى الفضاء الكونى .

والمعاطف الواقية من المطر مدينة لأملاح الزركونيوم بعدم نفوذ الماء الى داخلها . اذ تدخل هذه الأملاح فى تركيب مستحلب خاص يعامل به القماش . كما تستخدم أملاح الزركونيوم فى صنع حبر الطباعة الملون وأنواع خاصة من اللك والبلاستيك . وتلعب مركبات الزركونيوم دور المادة الحفازة فى صناعة وقود للمحركات ذى رقم اوكتانى مرتفع . هذا وتشتهر كبريتات الزركونيوم كمادة رائعة فى الدباغة .

يتصف رابع كلوريد الزركونيوم بخاصة هامة . فالناقلية الكهربائية لصفيحة منه تتغير تبعا للضغط المطبق عليها . وقد استغلت هذه الخاصة فى تصميم مقاييس الضغط الكهربائية . اذ عند تغير الضغط ، ولو تغيرا طفيفا ،

تتغير شدة التيار فى دارة الجهاز الحاوى على لوحة تدريج مدرجة بوحدات الضغط . وهذه المقاييس حساسة جدا وتستطيع تعيين ضغوط تتراوح بين أجزاء من مئة ألف من الضغط الجوى وآلاف الضغوط الجوية .

يحتاج العديد من أجهزة الاستقبال اللاسلكى (كمولدات الموجات فوق الصوتية ومثبتات التوتر وغيرها) الى بلورات ضغطية piezocrystal يطلب منها فى بعض الحالات العمل فى درجات مرتفعة . وهنا لا بد من الاعتماد على الزركونيوم أيضا . فبلورات زركونات الرصاص تقوم بهذه المهمة على أحسن ما يرام نظرا لأن خواصها الكهربائية الضغطية piezoelectric تبقى ثابتة ولا تتغير حتى الدرجة ٣٠٠ م .

وطالما أن الحديث يدور حول الزركونيوم فلا يجوز أن ننسى أكسيده (ثانى أكسيد الزركونيوم) الذى يعتبر واحدا من أشد المواد مقاومة للصهر فى الطبيعة . فدرجة انصهاره تقع حوالى ٢٧٠٠ م . ويستخدم على نطاق واسع فى صناعة السلع الصامدة للنيران وأنواع الطلاء المقاوم للحرارة والزجاج المقاوم للصهر . وثمة مادة أخرى أكثر مقاومة للصهر هى بروميد الزركونيوم وتصنع منه الأغطية لتغليف المزدوجات الحرارية التى يمكنها البقاء بهذا الشكل فى الحديد المصهور فترة متواصلة تبلغ ١٠ — ١٥ ساعة وفى الفولاذ السائل ٢ — ٣ ساعات (لا تتحمل الأغطية المصنوعة من الكوارتز البقاء سوى مرة أو مرتين ولفترة لا تتجاوز ٢٠ — ٢٥ ثانية) .

ولثنائى أكسيد الزركونيوم خاصة مهمة أخرى وهى أنه يعطى عندما يسخن كثيرا ضوءا ساطعا يمكن أن يستخدم للانارة . وقد لاحظ هذه الخاصة لأول مرة الفيزيائى الالمانى المشهور والتر نرنست فى نهاية القرن الماضى وقام عندئذ بتصميم مصباح (دخل تاريخ الصناعة تحت اسم «مصباح نرنست») يحتوى على قضيب توهج مصنوع من ثانى أكسيد الزركونيوم . ولا تزال هذه المادة تستعمل حتى اليوم أحيانا كمصدر للضوء فى التجارب المخبرية .

وفى فرنسا يستخدم العلماء ثانى أكسيد الزركونيوم للحصول على فلز الزركونيوم بواسطة الطاقة الشمسية . فقد قامت مجموعة من البحاثة تحت اشراف البروفسور فليكس ترومب بتصميم وتشغيل فرن يعمل على الطاقة الشمسية وتم تركيبه فى قلعة مون لوى (وهى قلعة قديمة بنيت فى القرن السابع عشر فى منطقة بيرين الشرقية) الواقعة على ارتفاع ١٥٠٠م فوق سطح البحر . وقد جرى عرض طريقة عمل هذا الفرن على المشتركين فى المؤتمر الدولى لاستغلال الطاقة الشمسية المنعقد فى مون لوى . واليكم ما كتبه أحد المشتركين فى المؤتمر حول ذلك :

«ترتفع ببطء شديد منصة خاصة عليها مسحوق أبيض متجهة نحو محرق (بؤرة) مرآة كبيرة لها شكل القطع المكافئ . وما أن وصلت المنصة الى المحرق ، حتى شاهدنا فجأة لهبا أبيض ساطعا يبهر العيون .

والمسحوق الأبيض هو أكسيد الزركونيوم الذى ينصهر عند محرق المرآة حيث تبلغ درجة حرارة أشعة الشمس المتجمعة هناك ٣٠٠٠ م ، وينجم عن ذلك وميض باهر لا تمكن مشاهدته الا باستخدام نظارات سوداء . وتبدو هذه الحفنة الصغيرة الموضوعة على المنصة وكأنها بركان ثائر من براكين عصر جيولوجى قديم» .

والفرن المذكور عبارة عن عاكس خاص لأشعة الشمس مؤلف من عدة مرايا منفصلة ويبلغ قطره ١٢ م . وهو مجهز بخلايا كهرضوئية (كهربائية ضوئية) تجعله يدور اوتوماتيكيا باتجاه الشمس دوما . وتسقط الأشعة المنعكسة منه على مرآة كبيرة قطرها ١٠ أمتار هذا وان الاستطاعة الحرارية لهذه المرآة التى تجمع أشعة الشمس فى فوهة الفرن تكافئ ٧٥ كيلوواط .

وعلى بعد ١٠ كيلومترات من قلعة مون لوى وفى قرية جبلية صغيرة تدعى أوديو يوجد فرن شمسى آخر يعتبر أضخم فرن من هذا النوع فى العالم . وكل زائر لهذه القرية التى أطلق عليها سكانها بكل فخر واعتزاز اسم «عاصمة الشمس» لا بد وأن يشاهد منظرا غريبا يشبه الديكورات السينمائية التى تنظم أثناء تصوير الأفلام العلمية الخيالية . فبالقرب من الكنيسة القديمة ذات البرج الحاد الطويل ينتصب بناء عصرى متعدد الطوابق يضم مخبر الطاقة الشمسية . والواجهة الشمالية لهذا البناء عبارة عن مرآة محدبة ضخمة يبلغ قطرها حوالى ٥٠ مترا . وعلى سفح الجبل المقابل لهذه الواجهة صفت عشرات المرايا الكبيرة (تدعى الهليوستاتات) . وتعكس الهليوستاتات أشعة الشمس على المرآة المحدبة أولا وهناك تتجمع على شكل حزمة أشعة تسقط فى فرن الانصهار حيث تصل درجة الحرارة الى ٣٥٠٠ م .

يبلغ انتاج الفرن الشمسى فى أوديو حوالى ٢,٥ طن من الزركونيوم فى اليوم (أما الانتاج اليومى للفرن الموجود فى مون لوى ، فلا يتجاوز ٦٠ كيلوجراما) . هذا وتكافئ الحرارة الناشئة عن أشعة الشمس المنعكسة ١٠٠٠ كيلوواط من الطاقة الكهربائية .

وتتلخص المزية الأساسية للأفران الشمسية فى أن الفلز لا يلتقط أثناء انصهاره أية شوائب غريبة (من أين لها أن تأتى ؟) . ولهذا تتصف الفلزات والسبائك المحضرة بهذه الطريقة بدرجة نقاوة عالية ويزداد الطلب عليها باستمرار . وهناك مزية أخرى لطريقة الصهر هذه وهى أنه لا حاجة هنا لدفع مبالغ ضخمة لقاء

الطاقة المستهلكة ، فالشمس الخيرة تقدم الحرارة والنور مجانا لأهل الأرض .

وفى الختام دعونا نوضح التناقض فى التعبير أثناء الحديث عن الزركونيوم : فالمعلوم أن نسبة الزركونيوم فى القشرة الأرضية أعلى منها عند النحاس أو النيكل أو الرصاص أو الزنك . وبالرغم من ذلك ، فانه يعتبر ، خلافا لهذه الفلزات ، من الفلزات النادرة . وكان هذا التناقض يعزى فى وقت من الأوقات الى تبعثر خامات الزركونيوم فى مناطق متعددة وصعوبة استخلاص الفلز منها بالاضافة الى أن الزركونيوم كان «ضيفا نادرا» على الصناعة . والآن ، وبعد أن اصبح انتاج الزركونيوم يتزايد عاما بعد عام ، وبدأ هذا الفلز يستخدم على نطاق واسع ، فان كلمة «النادر» فقدت معناها بالنسبة للزركونيوم ولم تعد تصلح له أبدا . ولكن الماضى لا ينسى . ولو سئل الزركونيوم عن أصله ، لأجاب مفتخرا بأنه : «من النوادر» .

Nb

الشقة رقم ٤١

أين تقيم ؟ — دون محاباة — رزمة من شاطئ نهر كولومبيا — منذ مئة وخمسين عاما — اكتشافان — «استجواب آخر» — على شرف الهة الحزن — «الكولومبيون» يسلمون بالأمر الواقع — هل يستحق كل هذا العناء ؟ — لا شر بدون خير — اعتراف — أعمال هامة — الفراغ هو المنقذ — لا خوف من الصقيع — خطأ شركة «وستينغهاوس» — دون أية مقاومة — منافس للزركونيوم — عدو الغازات — «عامل مسؤول فى مجال الطب» — «عمليات نقدية» — تحققت التنبؤات .

أصبحت العناصر الكيميائية المكتشفة حتى منتصف القرن الماضى تعد بالعشرات . ولكنها بقيت مع الأسف مشردة ، فلا «مأوى» لها ولا «اقامة دائمة» . وبقى الحال على ذلك حتى عام ١٨٦٩ ، اذ تمكن ديمترى مندلييف من تشييد بناء رائع أسماه الجدول الدورى وحصلت فيه جميع العناصر المكتشفة حتى ذلك التاريخ على مأوى لها فى نهاية المطاف .

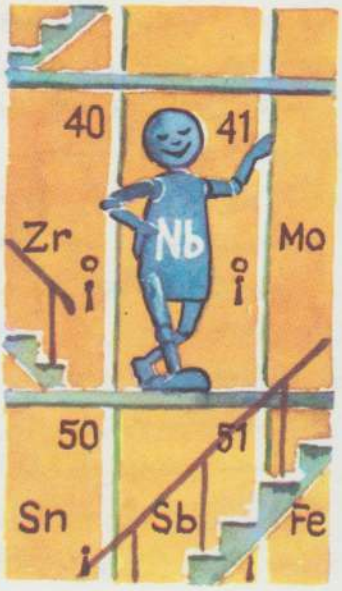
وعندما قام مندلييف بتوزيع الشقق السكنية على العناصر لم يعر اهتماما للخبرة الطويلة ولا للخدمات التى قدمها كل منها للعلم والتكنيك ولم يقم بأية محاباة لعنصر أمام الآخر ، بل كان الموجه الأساسى له هو الصفات الذاتية لكل منها وبالدرجة الأولى الوزن الذرى والميول والتشابه مع الجيران . كما لعبت العلاقات والروابط (الكيميائية طبعا) دورا كبيرا أثناء التوزيع . ولتفادى المشاجرة والخصام بين العناصر ذات الطباع المتناقضة والآراء المختلفة قام مندلييف بابعادها ما امكن عن بعضها البعض .

وهكذا دخل عنصر ذو اسم جميل هو النيوبيوم البناء من المدخل الخامس (أى الفصيلة الخامسة) وصعد الى الطابق الخامس (وبعبارة أدق السلسلة السادسة من الدور الخامس) حيث استوطن فى الشقة رقم ٤١ . وبدأ الجيران يتساءلون عن هوية القاطن الجديد ومن اين هو ؟

. . . فى أواسط القرن السابع عشر تم العثور فى حوض نهر كولومبيا (أمريكا الشمالية) على معدن ثقيل أسود اللون ذى عروق مذهبة من الميكا . وقد نقل هذا المعدن (الذى سمى فيما بعد بالكولومبيت) مع أحجار أخرى تم جمعها فى مناطق مختلفة من العالم الجديد (أى القارة الأمريكية) الى انكلترا لعرضها فى المتحف البريطانى وبقى هناك مئة وخمسين عاما يعرض تحت اسم خامات الحديد .

وفى عام ١٨٠١ اهتم تشارلز هاتشت ، وهو كيميائى كان مشهورا فى ذلك الحين ، بهذا المعدن الجميل وقام بتحليل عينة منه . وكانت النتيجة أن المعدن يحتوى فعلا على الحديد والمنجنيز والأكسجين بالاضافة الى عنصر آخر مجهول يشكل مادة لها خواص الأكسيد الحمضى . وأطلق هاتشت اسم الكولومبيوم على هذا العنصر الجديد .

وبعد مرور عام واحد على هذا الحدث ، أى فى عام ١٨٠٢ ، اكتشف العالم السويدى اندرس اكبرج عنصرا جديدا آخر فى بعض المعادن الاسكندنافية أسماه التنتالوم تخليدا لذكر الملك تنتالوس (ملك ، تزعم الأسطورة الاغريقية أنه عوقب بأن غمر الى ذقنه فى



10-843

الماء وقد تدلت الأغصان المثقلة بالفاكهة قرب شفتيه ولكن كلا من الماء والفاكهة كان يرتد بعيدا عنه كلما حاول بلوغه) . وقد جاءت هذه التسمية لتعبر عن الصعوبات («عذاب تنتالوس») التى عاناها الكيميائيون فى محاولاتهم لاذابة أكسيد العنصر الجديد فى الأحماض . وتبين أن خواص التنتالوم والكولومبيوم متطابقة تماما مما دفع العديد من العلماء ، بما فى ذلك الكيميائى المشهور برزيليوس ، الى الاقرار بأن هذين العنصرين هما فى الواقع عنصر واحد هو التنتالوم .

ولكن برزيليوس بدأ يشك فيما بعد فى صحة وجهة النظر هذه . ففى احدى رسائله الى تلميذه الكيميائى الألمانى فريدريك فيولر كتب ما يلى : «أعيد اليك مادتك X التى حيرتنى فعلا . فقد طرحت عليها ما استطعت من الاسئلة وكانت فى كل مرة تتهرب من الاجابة بكلمات غامضة ومبهمة . فقد سألتها : «هل أنت التيتانيوم ؟» وكان الجواب : «ألم يخبرك فيولر بأننى لست التيتانيوم ؟» وقد تأكدت بنفسى من ذلك . ثم سألتها : «هل أنت الزركونيوم ؟» فأجابت «طبعا لا . فأنا أذوب فى الصودا بينما لا يفعل الزركونيوم ذلك» . عندئذ سألتها : «هل أنت القصدير ؟» فقالت : «اننى أحتوى على القصدير ، ولكن بكمية قليلة جدا» . و «هل أنت التنتالوم ؟» وكان جوابها : «تجمعنى معه صلة القربى ، ولكننى أذوب تدريجيا فى البوتاس الكاوى وأترسب منه على شكل راسب بنى أصفر» وعندها صرخت متسائلا : «فمن أنت اذن أيتها الشيطانة الخبيثة ؟» وبدا لى وكأننى سمعت الجواب التالى : «لم يعط لـى اسم

حتى الآن» . ولكننى لست متأكدا من أننى سمعت فعلا هذا الجواب . فقد كانت المادة على يمينى وأنت تعلم أن سمعى ضعيف جدا من ناحية الاذن اليمنى . ولما كان سمعك أفضل من سمعى فقد رأيت أن أعيد لك هذه الشقية كى تقوم باستجوابها من جديد . . . » .

ولكن فيولر لم يتمكن هو الآخر من حل لغز هذين العنصرين اللذين اكتشفهما هاتشت واكبرج . وبقيت المشكلة قائمة حتى عام ١٨٤٤ حيث أثبت الكيميائى الألمانى هنرى روزى أن معدن الكولومبيت يحوى عنصرين مختلفين هما التنتالوم والكولومبيوم . وأعطى روزى للعنصر الثانى اسما جديدا هو «النيوبيوم» (نسبة الى الهة الحزن والعذاب نيوبا ابنة تنتالوس) . ولكن التسمية الأولى لهذا العنصر (وهى الكولومبيوم) بقيت تستعمل فى بعض البلدان (الولايات المتحدة الأمريكية وانكلترا) لفترة طويلة حتى عام ١٩٥٠ . ففى هذا

العام قرر الاتحاد الدولى للكيمياء النظرية والتطبيقية حل هذا «الخلاف اللغوى» ، واقترح على الكيميائيين فى جميع أنحاء العالم بأن يسمى هذا العنصر من الآن فصاعدا بالنيوبيوم .

وقد حاول الكيميائيون فى الولايات المتحدة الأمريكية وانكلترا فى أول الأمر الغاء هذا القرار الذى اعتبروه جائرا وغير عادل ، ولكن «حكم» الاتحاد الدولى كان نهائيا ولا يقبل الطعن . واضطر «الكولومبيون» فى نهاية الأمر للتسليم بالأمر الواقع ، وبدأ يظهر فى المراجع الكيميائية الأمريكية والانكليزية رمز جديد هو "Nb" .

يعزى وجود النيوبيوم والتنتالوم معا فى الطبيعة الى تشابههما الكيميائى . وقد عرقل ذلك لفترة طويلة تطور صناعة هذين الفلزين . ففى عام ١٨٦٦ فقط تمكن الكيميائى السويسرى جان شارل جاليسار دى مارينياك من ايجاد أول طريقة صناعية لفصل هذين «التوأمين» الكيميائيين وقد اعتمد فى ذلك على اختلاف النوبانية عند بعض مركباتهما : ففلوريد التنتالوم لا يذوب فى الماء بينما يذوب فلوريد النيوبيوم جيدا فيه . وقد بقيت طريقة مارينياك تطبق ، بعد اجراء تحسين عليها ، حتى وقت قريب . ولكن بدأت تظهر فى الآونة الأخيرة طرائق جديدة أكثر فعالية منها مثل الاستخلاص الانتقائى والتبادل الايونى وتكرير الهالوجينات وغيرها .

وفى نهاية القرن التاسع عشر حصل الكيميائى الفرنسى هنرى مواسان على النيوبيوم النقى بطريقة كهربائية حرارية تعتمد على اختزال أكسيد النيوبيوم بواسطة الكربون فى فرن كهربائى .

وفى الوقت الحاضر تعتبر صناعة فلز النيوبيوم عملية معقدة ومتعددة المراحل . ففى البداية تركز خامات النيوبيوم ويصهر الناتج مع صهورات fluxes مختلفة (مثل الصودا الكاوية أو الهيدروسولفيت أو الصودا) ثم يخض المخلوط فيتكون راسب من هيدروكسيدى النيوبيوم والتنتالوم وتلى ذلك عملية الفصل التى تعطى اما خامس أكسيد النيوبيوم أو كلوريد النيوبيوم . وباختزال هذين المركبين فى درجة حرارة عالية يمكن الحصول على مسحوق من النيوبيوم ينبغى تحويله الى كتلة متراصة تصلح للمعالجة والتصنيع . ويتم ذلك على النحو التالى : يحول المسحوق بكبسه تحت ضغط كبير الى قضبان مربعة أو دائرية ثم تلبد القضبان فى الفراغ على عدة مراحل بحيث تصل درجة الحرارة فى المرحلة النهائية الى ٢٣٥٠ م . وبعدها يصل النيوبيوم الى فرن يعمل تحت التفريغ وبالقوس الكهربائى حيث تنتهى فهه عملية تحول خامات النيوبيوم الى فلز .

ومنذ عدة سنوات ظهرت فى الصناعة طريقة لصهر النيوبيوم بالأشعة الالكترونية استبعدت منها العمليات الوسطية المجهدة كالكبس والتلبيد . وتتلخص هذه الطريقة فى توجيه دفق (حزمة) قوى من الالكترونات على مسحوق النيوبيوم ، فيبدأ المسحوق بالانصهار وتتساقط قطرات الفلز تدريجيا فى قالب الصب الذى يسحب من القرن بعد امتلائه .

وكما ترون ، فان خامات النيوبيوم تقطع طريقا طويلا قبل أن تتحول الى فلز النيوبيوم . فهل يستحق النيوبيوم كل هذا العناء يا ترى ؟ الواقع أن الصناعة فى الوقت الحاضر بحاجة ماسة الى النيوبيوم الذى كان يهمل فى الماضى وتطرح كميات منه مع النفايات أثناء استخراج

فلز القصدير اعتقادا بأن النيوبيوم مادة ضارة بهذا الفلز . ولقى المصير نفسه عندما بدأ رجال الصناعة يهتمون بالتنتالوم فقد كانت خامات النيوبيوم «الفارغة» تلقى فى مستودعات النفايات أثناء معالجة خامات التنتالوم . ولكن صدق المثل القائل لا شر بدون خير : فبعد أن قدرت الصناعة النيوبيوم على حقيقته تحولت هذه النفايات الى «مكامن» ثمينة لخامات النيوبيوم .

وبعد أن تمكن الكيميائى الألمانى فون بولتون من الحصول عام ١٩٠٧ على النيوبيوم بشكل قطع متراصة بدأ هذا الفلز ، كغيره من الفلزات المقاومة للانصهار ، يجرب مقدرته على انتاج أسلاك التوهج للمصابيح الكهربائية . ولكننا نعلم أن النصر هنا كان حليف التنجستن فقط واضطرت الفلزات الأخرى للبحث عن «انتصارات» لها فى مجالات أخرى .

ظهرت أول محاولات لاستخدام النيوبيوم كعنصر اشابة عام ١٩٢٥ : ففى الولايات المتحدة الأمريكية أجريت عدة تجارب لاستبدال التنجستن الموجود فى الفولاذ سريع القطع بالنيوبيوم باءت جميعها بالفشل . ولكن الأهم من ذلك هو أن النيوبيوم بدأ يسترعى اهتمام العاملين فى صناعة التعدين . .

وفى عام ١٩٣٠ كان وزن السلع المصنوعة من النيوبيوم (كالصفائح والأسلاك وما شابه ذلك) فى العالم كله لا يتجاوز ١٠ كيلوجرامات ولكن سرعان ما ازداد الانتاج من هذا الفلز بعد أن تم الاعتراف به . واستطاع النيوبيوم أن يبرهن للعالم أنه يمكن أن يسمى بحق «فيتامين» الفولاذ . فاضافته الى الفولاذ الكرومى تحسن لدونة هذا الفولاذ وترفع مقاومته للتآكل .

وقد ثبت أن اضافة النيوبيوم (حتى ١ %) الى الفولاذ الذى لا يصدأ تحول دون تشكل كربيدات الكروم على الحدود الفاصلة بين الحبيبات وتمنع ، بالتالى ، حدوث التآكل بين البلورات . وتزداد مقاومة الفولاذ الانشائى للصدمات فى درجات الحرارة المنخفضة عندما يضاف اليه النيوبيوم ويصبح هذا الفولاذ قادرا على تحمل الضغوط والأثقال المتناوبة ، الأمر الذى يعتبر مهما فى صناعة الطائرات مثلا .

ولقد قدر للنيوبيوم أن يلعب دورا هاما فى عملية اللحام . ففى الوقت الذى كانت فيه هذه العملية مقتصرة على لحم أنواع الفولاذ العادية لم تكن تعترضها أية صعوبات تذكر وكانت عملية سهلة . ولكن عندما أصبح من الضرورى لحم أنواع خاصة من الفولاذ السبائكى ذات تركيب كيميائى معقد ، كالفولاذ الذى لا يصدأ مثلا ، تبين أن خطوط الالتحام تفقد العديد من الخواص الجيدة التى يتمتع بها الفلز الملحوم . وبدأ الأخصائيون فى هذا المجال يبحثون عن وسيلة لتحسين نوعية هذه الخطوط . فقاموا بتصميم أجهزة لحام جديدة

ولكنها لم تعط النتيجة المطلوبة ، وغيروا تركيب الالكترودات ولكن دون جدوى . وحاولوا اجراء عملية اللحام فى جو من الغازات الخاملة فلم يتغير من الأمر شيء . وعندئذ ظهر النيوبيوم ليحل المشكلة . فالفولاذ الحاوى على هذا العنصر يمكن لحمه دون أن يؤثر ذلك على نوعية خطوط الالتحام التى لن تقل جودة عن طبقات الفلز المجاورة التى لم تتعرض لعملية اللحام .

كان الحصول على مركب متين من الفلزات المقاومة للانصهار ، كالنيوبيوم والموليبدنوم ، يصطدم بصعوبات جمة حتى الفترة الأخيرة . وهنا ظهر الفراغ ليحل هذه المشكلة . فقد تبين أن درجة انصهار العديد من المواد هى فى الفراغ أقل منها فى الشروط الطبيعية . وأسرع العلماء عندئذ لاستغلال هذه الحالة بهدف التغلب على «حائل التنافر أو الرفض» : وأعطى لحام الفلزات المقاومة للانصهار نتائج رائعة فى الفراغ .

والنيوبيوم مشهور كعنصر اشابة فى تعدين الفلزات اللاحديدية . فالألومنيوم ، مثلا ، يذوب بسهولة فى القلويات ولكنه لا يتفاعل معها حين يضاف اليه ٠,٠٥ % نيوبيوم فقط . كما أن النحاس وسبائكه تكتسب قساوة واضحة عندما يضاف اليها هذا العنصر ويصبح التيتانيوم والموليبدنوم والزركونيوم أكثر متانة ومقاومة للحرارة مع النيوبيوم .

ويكون العديد من السبائك والفولاذ قصيفا ، كالزجاج ، فى درجات الحرارة المنخفضة . وتبين أن النيوبيوم يستطيع ازالة هذا النقص فيها . فاضافته اليها بنسبة ٠,٧ % تجعل الفلز يحافظ على متانته مهما كان الصقيع شديدا وحتى الدرجة ٨٠ م تحت الصفر . وتعتبر هذه الخاصة هامة جدا بالنسبة الى قطع الطائرات النفاثة التى تحلق على ارتفاعات شاهقة .

والنيوبيوم نفسه «يحب» الاتحاد مع العناصر الأخرى . فقد أنتجت الشركة الأمريكية «وستينغهاوس» فى احدى المرات دفعة من النيوبيوم ادعت بأنه نقى جدا وقامت ببيعه لزبائنها . وكم كانت دهشة هؤلاء الزبائن كبيرة فيما بعد عندما تبين لهم أن هذه المادة لا تنصهر فى درجات أعلى من الدرجة ٢٥٠٠ م علما أن النيوبيوم النقى ينصهر فى الدرجة ٢٤٦٨ م . وأظهر التحليل المخبرى أن هذا النيوبيوم «النقى جدا» يحتوى على نسبة قليلة من الزركونيوم . وهكذا تم اكتشاف سبيكة النيوبيوم مع الزركونيوم المقاومة جدا للحرارة .

وكما أن النيوبيوم يقدم خدماته للفلزات الأخرى ، كذلك فان هذه الفلزات ترد له الجميل أيضا . فالتنجستن والموليبدنوم يرفعان مقاومة النيوبيوم للحرارة . والألومنيوم يجعله أكثر متانة كما يحسن النحاس ناقليته للكهرباء ، فالمعلوم أن الناقلية الكهربائية للنيوبيوم النقى أقل بثمان مرات منها عند النحاس . ولكن سبيكة النيوبيوم مع النحاس (٢٠ %) تتصف بناقلية عالية للكهرباء بالاضافة إلى أنها أمتن وأقسى من النحاس النقى بمرتين . ويستطيع النيوبيوم باتحاده مع التنتالوم مقاومة تأثير حمضى الكبريتيك والهيدروكلوريك حتى فى الدرجة ١٠٠ م .

والنيوبيوم مكون أساسى ولا بديل له فى السبائك اللازمة لصنع شفرات العنفات فى المحركات النفاثة حيث يجب أن يحافظ الفلز على متانته فى درجات الحرارة العالية .

هذا وتصنع من النيوبيوم النقى وسبائكه بعض قطع الطائرات التى تفوق سرعتها سرعة الصوت والصواريخ الفضائية والأقمار الصناعية .

كانت ظاهرة فرط الموصلية أو الناقلية لعدة سنوات خلت تهم الفيزيائيين فقط . واليوم اجتازت هذه الظاهرة حدود المخابر وبدأت تغزو عالم الصناعة حيث انفتحت أمامها مجالات واسعة ، فما هى هذه الظاهرة ؟

اكتشف منذ أكثر من نصف قرن أنه فى درجات الحرارة المنخفضة جدا تبدأ بعض الفلزات والسبائك والمركبات الكيميائية بنقل التيار الكهربائى كاملا ودون أية خسارة ، أى أن المقاومة تزول فيها . ولكن تحقيق ذلك يتطلب تبريد الفلز حتى درجة الصفر المطلق تقريبا أى — ٢٧٣م . ويتصف قصديريد النيوبيوم (وهو مركب النيوبيوم مع القصدير) بأعلى (ان صح التعبير هنا) درجة انتقال الى حالة فرط الموصلية ، وبالتالى أسهلها بلوغا (١٨ درجة مطلقة أى — ٢٥٥ درجة مئوية) بين جميع المواد المعروفة حتى الآن . وتخلق الوشائع المغنطيسية المصنوعة من سبائك هذين العنصرين مجالات مغنطيسية هائلة . ويعطى المغنطيس ذو القطر ١٥ سم والارتفاع ١١ سم مجالا مغنطيسيا شدته ١٠٠ ألف ارستد اذا لف فيه شريط من هذه السبيكة (وللمقارنة نشير الى أن شدة المجال المغنطيسى للأرض لا تتعدى بضعة ارستدات) .

ولا تقتصر استعمالات النيوبيوم على سبائكه فحسب ، وانما يستعمل هو نفسه بشكل واسع فى الصناعة . فالمقاومة العالية للتآكل عند هذا الفلز تجعله يستعمل فى الصناعة الكيميائية . وعند صنع الأجهزة والأنابيب اللازمة لانتاج حمض الهيدروكلوريك يستعان بالنيوبيوم ليس فقط كمادة تصميم وانشاء وانما يلعب فى عملية الانتاج هذه دور المادة الحفازة التى تساعد فى الحصول على حمض أكثر تركيزا . هذا ويستفاد من الخواص الحفزية للنيوبيوم فى عمليات أخرى ، كعملية تحضير الكحول من البيوتادين مثلا .

يحتل النيوبيوم مركزا مرموقا فى المفاعلات الذرية حيث يعمل جنبا الى جنب مع الزركونيوم ، وقد ينافسه فى بعض الأحيان . وهو ، كالزركونيوم ، يتمتع بشفافية نيوترونية (أى يسمح بمرور النيوترونات) بالاضافة الى درجة انصهاره العالية جدا ومقاومته الجيدة للحرارة وعدم تأثره بالمواد الكيميائية وخواصه الميكانيكية الممتازة . وعلاوة على ذلك ، فان النيوبيوم لا يتفاعل مع الفلزات القلوية المصهورة . فالمعلوم أن الصوديوم والبوتاسيوم السائلين يستعملان كحوامل للحرارة فى بعض أنواع المفاعلات النووية ويمكنهما الدوران فى الأنابيب المصنوعة من

النيوبيوم دون أن يحدث لهما أى ضرر . ويتميز النيوبيوم بقدرته على حفظ الاشعاع ومنعه من التسرب . ولهذا تصنع منه الصناديق المخصصة لحفظ النفايات المشعة وكذلك التجهيزات المعدة لاستخدامها .

وتجدر الاشارة الى خاصة هامة أخرى من خواص هذا الفلز وهى أنه يمتص جيدا الغازات . ففى درجة حرارة الغرفة يستطيع الجرام الواحد من النيوبيوم امتصاص أكثر من ١٠٠ سنتيمتر مكعب من الهيدروجين ، كما أن امتصاصه للهيدروجين فى الدرجة ٥٠٠ م يبلغ حوالى ٧٥ سنتيمترا مكعبا للجرام الواحد . وتستغل هذه الخاصة فى صناعة المصابيح الالكترونية العالية التفريغ . فالمعلوم أنه عند تفريغ المصباح تبقى فيه كمية قليلة من الغازات تعرقل عمله . ولتفادى ذلك تطلى أجزاء المصباح بالنيوبيوم الذى يمتص ، كالاسفنج ، هذه الغازات ويؤمن بذلك تفريغا عاليا . كما أن أجزاء المصابيح الالكترونية المصنوعة من النيوبيوم أكثر اقتصادية وتوفيرا من الأجزاء المصنوعة من التنتالوم أو التنجستن وتخدم فترة أطول . فمثلا تبلغ فترة خدمة مصابيح التوليد الضخمة ذات الكاثود المصنوع من النيوبيوم ١٠ ٠٠٠ ساعة .

والنيوبيوم ، كالتنتالوم ، لا يؤثر أبدا على أنسجة جسم الانسان ويبقى خاملا حتى بعد البقاء طويلا فى الوسط السائل للجسم . وقد استرعت هذه الخاصة اهتمام الأطباء الجراحين وأصبح النيوبيوم يعتبر بحق «عاملا مسؤولا فى مجال الطب» .

يجرى الحديث فى الآونة الأخيرة حول «قرار» النيوبيوم الدخول فى مجال «العمليات النقدية» والواقع أنه بالنظر الى قلة توفر الفضة فقد أقترح رجال المال فى أمريكا أن يستعاض عنها بالنيوبيوم فى صنع القطع النقدية المعدنية نظرا لأن سعر النيوبيوم مماثل تقريبا لسعر الفضة .

لو تتبعنا المعطيات التى نشرتها مختلف المصادر العلمية حول نسبة النيوبيوم فى القشرة الأرضية ، لتبين لنا أن هذه النسبة . . . . تزداد باستمرار طيلة السنوات العشر الأخيرة . وطبيعى أن الاحتياطى الفعلى من هذا الفلز يبقى ثابتا عمليا فى الأرض ولكن عدد مكامنه المكتشفة يزداد دوما . ففى الفترة الأخيرة تم العثور على توضعات كبيرة لخامات النيوبيوم فى القارة الأفريقية وتعتبر نيجيريا المورد الرئيسى للنيوبيوم فى السوق العالمية . ففيها توضعات ضخمة من الكولومبيت .

وفى الاتحاد السوفييتى تعتبر شبه جزيرة كولا مخزنا حقيقيا للمعادن . وقد حكم على هذه الأرض طيلة عدة قرون بأنها قاحلة ولا نفع منها بالرغم من أن ميخائيل لومونوسوف كتب عنها فى عام ١٧٦٣ يقول : «ثمة حقائق كثيرة تدعونى الى الاستنتاج بأن باطن الأرض فى شمال بلادنا قد أنعمت عليه الطبيعة بهباتها ، وأن شواطىء البحر الأبيض يجب أن تحتوى على المعادن» . وخلال سنوات السلطة السوفييتية تم فى هذه المنطقة اكتشاف العديد من المكامن الهامة وعثر على عشرات المعادن الثمينة بما فى ذلك اللوباريت الذى تصل نسبة النيوبيوم فيه الى ٨ % . وتجدر الاشارة الى أن هذا المعدن لم يعثر عليه حتى الآن فى أية بقعة أخرى من الأرض .

. . . وأظنكم قد تعرفتم الآن على ساكن الشقة رقم ٤١ الذى علق على بابه لوحة تحمل اسم «النيوبيوم» .

Mo

حليف الحديد

لا غنى عن التوابل ! — تحت اسم مستعار — خطأ الاغريق — تعبيرا عن الاحتجاج — «ناطحة سحاب» من ١٦٠٠ طابق — حادث غريب لسيارة — هدية ثمينة للحلاقين — ركيزة لأسلاك التنجستن — يتحمل الأثقال — الزجاج يغير لونه — اقرباء بالروح وأصدقاء أوفياء — لغز سيوف الساموراييين — الدبابة أصبحت منيعة — شفرات الحلاقة — لا خوف من الصقيع — «قطع الغيار» لجسم الانسان — محبوب النباتات القرنية — ما هى الرابطة بين ذوى الشعر الأصفر ؟ — «ضيوف دون دعوة» — مكان متواضع — فلز «حربى» — فى أعالى الجبال — ملايين الأمتار — أين مفاتيح «الصناديق» ؟

لتحضير طعام شهى ولذيذ يلجأ الطباخون الى شتى أنواع التوابل ، ولصهر فولاذ ذى خواص جيدة يضيف السباكون اليه عناصر اشابة متنوعة .

ولكل نوع من أنواع التوابل مهمته الخاصة . فمنها ما يحسن المذاق وبعضها يجعل الطعام معطرا ولذيذا والبعض الآخر يكسبه حدة . . . الخ . وعلى كل حال ، فمن الصعب الاحاطة بجميع المهام التى تقوم بها التوابل . ولكن الأصعب من ذلك هو تعداد جميع الخواص الرائعة التى يكتسبها الفولاذ بعد أن يضاف اليه الكروم أو التيتانيوم أو النيكل أو التنجستن أو الموليبدنوم أو الفانديوم أو الزركونيوم أو عناصر أخرى .

وسنكرس الحديث التالى لأحد حلفاء الحديد الأوفياء ألا وهو الموليبدنوم .

. . . . اكتشف الموليبدنوم عام ١٧٧٨ من قبل الكيميائى السويدى كارل ويلهلم شيل . وقد اشتق اسمه من الكلمة اليونانية "molybdos" (موليبدوس) . ولا غرابة فى اعطاء المولود الجديد اسما يونانيا . فالعديد من الكيميائيين فى ذلك الوقت كان يلجأ الى «المعاجم» اليونانية لتسمية العناصر المكتشفة . ولكن الغريب هو شىء آخر : فالكلمة «موليبدوس» تعنى فى اللغة اليونانية . . . «الرصاص» . فما الذى دعا هذا العنصر «للتستر» تحت اسم مستعار ويصبح مدينا للرصاص باسمه هذا ؟

السبب بسيط والتفسير سهل . فالواقع أن الاغريق كانوا يعرفون معدنا للرصاص هو الجالينيت ويطلقون عليه اسم «الموليبدينا» . وفى الطبيعة معدن آخر يدعى الموليبدنيت ، وهو يشبه تماما الجالينيت . وهنا وقع اليونانيون فى الخطأ : اذ اعتبروا المعدنين معدنا واحدا هو «الموليبدينا» وتبنى هذا الرأى من بعدهم الكيميائيون فى البلدان الأخرى . وعندما اكتشف شيل فى هذا المعدن عنصرا جديدا غير معروف سابقا أسرع دون تردد الى تسميته بالموليبدنوم .

وفى عام ١٧٨٣ تمكن الكيميائى السويدى هيلم من فصل هذا الفلز على شكل مسحوق لم يكن نقيا تماما بل كان يحتوى على شوائب من الكربيدات . ولم يتسن الحصول على الموليبدنوم النقى الا بعد مرور قرن كامل على ذلك .

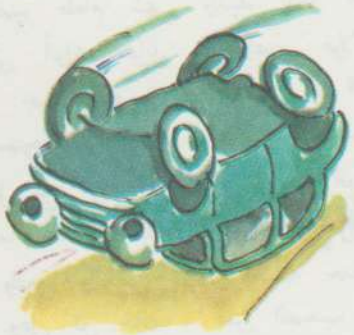
والموليبدنوم ، كالعديد من «أشقائه» فى الجدول الدورى ، يكره جدا الشوائب الدخيلة اليه ، ويلجأ فى حال وجودها فيه الى تغيير خواصه تغييرا جذريا كتعبير عن الاحتجاج عليها . فالأكسجين أو النتروجين يجعلان الموليبدنوم قصيفا ولو كانت نسبة كل منهما

فيه لا تتعدى أجزاء من الألف وحتى من عشرة آلاف فى المئة . ولهذا السبب نجد فى معظم المراجع الكيميائية الصادرة فى مطلع القرن العشرين تأكيدا على أن الموليبدنوم لا يتحمل المعالجة الميكانيكية . والواقع أن الموليبدنوم يعتبر بالرغم من قساوته العالية مادة لدنة يمكن طرقها وتصفيحها بسهولة نسبيا .

ظهر أول بند فى «سجل خدمة» الموليبدنوم منذ عدة مئات من السنين عندما بدأ معدن الموليبدنيت يستخدم كمادة للكتابة والطريف أن القلم يسمى حتى الآن فى اللغة اليونانية بـ «الموليبدوس» . والموليبدنيت ، كالجرافيت ، يتألف من عدد هائل من القشور الرقيقة جدا والتى تشكل عند وضعها فوق بعضها البعض «ناطحة سحاب» من ١٦٠٠ طابق (قشرة) يبلغ ارتفاعها . . . ميكرونا واحدا . وبفضل هذه القشور بالذات «يستطيع الموليبدنيت الكتابة والرسم» : فهو يترك على الورقة خطا رماديا مخضرا .

وفى الوقت الحاضر اختفت الأقلام المصنوعة من الموليبدنيت نظرا لأن الجرافيت قد سيطر نهائيا على صناعة الأقلام . ولكن ثنائى كبريتيد الموليبدنوم (وهذا هو الاسم الكيميائى للموليبدنيت) وجد لنفسه عملا آخر . وقبل أن نتحدث عن ذلك اليكم القصة التالية :

منذ عدة سنوات أجريت على الطريق العام المؤدى الى مدينة سيمفروبول تجارب على دفعة من سيارات «زابوروجتس» . وبينما كان كل شىء يجرى على ما يرام اذا باحدى السيارات تنقلب فجأة رأسا على عقب فى مكان سهل ومنبسط . ولحسن الحظ لم يتضرر



أحد من الناس الذين كانوا داخل السيارة . وبقى سبب الحادث لغزا حتى فككت السيارة قطعة فقطعة . وعندها تبين أن أحد مسننات علبة السرعة قد التحم تماما بجلبة فولاذية كان من المفروض أن يدور عليها بحرية ، الأمر الذى أدى الى توقف السيارة فجأة .

ولتفادى حدوث ذلك فى المستقبل كان من المفروض أن تنتقى مادة تزليق مناسبة . وهنا تذكر المهندسون الموليبدنيت ، وبالأحرى قدرته على التحول الى قشور رقيقة جدا تؤمن تزليقا جيدا لقطع الاحتكاك فى علبة السرعة .

ويكفى أن تغمس للحظة قطعة من الفولاذ فى سائل يحوى ٢ % فقط من ثنائى كبريتيد الموليبدنوم حتى يتغطى سطحها بطبقة رقيقة من مادة تزليق صلبة . ولكن لهذه المادة عدو غادر هو درجة الحرارة العالية . فثنائى كبريتيد الموليبدنوم يبدأ عند تسخينه بالتحول الى أنهيدريد الموليبدنيك . وبالرغم من أن هذا الأنهيدريد لا يلحق أى ضرر بسطح القطعة ، الا أنه لا يملك مع الأسف قدرة على التزليق . اذن فما العمل لتفادى ذلك ؟

تبين أنه يجب أن تعالج القطعة فى مغطس فوسفاتى حار قبل طلائها بطبقة من

ثنائى كبريتيد الموليبدنوم . ففى هذه الحالة تنفذ جسيمات ثنائى الكبريتيد داخل المسامات الدقيقة للغلاف الفوسفاتى وتتكون على سطح القطعة طبقة تزليق رقيقة تستطيع تحمل أثقال كبيرة تبلغ عدة أطنان على السنتيمتر المربع . وقد تم اختيار جلبة فولاذية مغطاة بهذه الطبقة فى ظروف عمل قاسية جدا ولكنها لم تلتحم بالمسننة ولم يحدث لها أى شىء . ومنذ ذلك الحين ، وسيارات «الزابوروجتس» تطوف أنحاء البلاد السوفييتية من أقصاها الى أقصاها دون أن يحصل لها حادث من هذا القبيل .

وليست طبقة التزليق هى الهدية الوحيدة التى يقدمها ثنائى كبريتيد الموليبدنوم لسطح الفولاذ . فمثلا تصبح آلة القطع بعد معالجتها بالموليبدنيت أقوى وأمتن كما وتزداد فترة خدمتها من جراء ذلك . وعندما سمع الحلاقون بهذه الخاصة الغريبة للموليبدنيت أسرعوا فورا الى تطبيقها فى مهنتهم .

ولكن لنعد الآن الى الموليبدنوم . فهذا الفلز يستخدم على نطاق واسع فى الهندسة الكهربائية والالكترونيات وفى درجات الحرارة العالية وذلك نظرا لدرجة انصهاره المرتفعة ومعامل تمدده الحرارى المنخفض . فالركائز التى يستند عليها سلك التنجستن فى المصباح الكهربائى العادى تصنع من الموليبدنوم . ويصنع منه العديد من القطع المستخدمة فى الأجهزة الالكترونية وأنابيب أشعة رونتجن . كما أن الأسلاك اللولبية المصنوعة من الموليبدنوم تستعمل كمسخنات فى أفران المقاومات التى تعمل تحت التفريغ حيث تكون درجة الحرارة عالية جدا .

ولقد نجح العاملون فى معهد دراسة المواد التابع لأكاديمية العلوم فى جمهورية أوكرانيا السوفييتية فى الحصول على مواد قيمة جدا تقوم أساسا على الفلزات المطيلة (ductile metals) (كالألومنيوم والنحاس والنيكل والكوبلت والتيتانيوم وغيرها) وتستخدم فيها الفلزات المتينة جدا ، كالتنجستن أو الموليبدنوم ، على شكل أسلاك للتقوية والتسليح . فمثلا تزداد متانة النيكل أو الكوبلت المسلح بأسلاك من التنجستن أو الموليبدنوم ثلاث مرات تقريبا . كما أن متانة التيتانيوم المسلح بالموليبدنوم أكبر بمرتين من متانة التيتانيوم العادى .

منذ عدة سنوات ظهر فى الولايات المتحدة الأمريكية نوع غريب من الزجاج يغير لونه تبعا لأوقات النهار . فهو يصبح أزرق اللون تحت أشعة الشمس وما أن يحل الظلام حتى يعود شفافا كما كان فى الأصل . ويعزى هذا الأمر الى الموليبدنوم الذى يضاف الى الزجاج عند صهره أو يوضع على شكل طبقة شفافة رقيقة بين طبقتين منه .

ولمركبات الموليبدنوم تطبيقات شتى . فهى تحسن عملية الطلاء بالمينا . وتستخدم الأصبغة الحاوية على الموليبدنوم فى صناعة الخزف والمواد البلاستيكية وفى الدباغة وصناعة الفراء والنسيج . كما يلعب ثلاثى أكسيد الموليبدنوم دور المادة الحفازة فى عملية تكسير البترول وفى عمليات كيميائية أخرى .

وكما ترون ، فان للموليبدنوم ما يكفى من المهام والأعمال . ولكن الكلام حتى الآن بقى مقتصرا على المهام الثانوية لهذا الفلز ولم نأت أبدا على ذكر وظيفته الأساسية . ولعلكم تذكرون أننا قلنا فى بداية

حديثنا هذا بأن الموليبدنوم حليف وفى للحديد . واسمحوا لنا الآن بالحديث مفصلا عن هذه الصداقة الحميمة ذلك أن ٩٠ % وأكثر من مجموع انتاج الموليبدنوم فى العالم يستهلك فى صناعة أنواع خاصة من الفولاذ : ففى روسيا أنتج مصنع «بوتيلوف» لأول مرة عام ١٨٨٦ نوعا من الفولاذ يحتوى على الموليبدنوم (٣,٧%) . بيد أن استخدام هذا العنصر لتحسين خواص الفولاذ ذو ماض بعيد وتاريخ قديم .

بقيت سيوف الساموراثيين التى اشتهرت بحدتها الفائقة لغزا محيرا لم يستطع أحد حله لفترة طويلة . ولقد حاولت دون جدوى أجيال عديدة من أخصائيى التعدين الحصول على فولاذ يشبه ذلك الفولاذ الذى كانت تصنع منه هذه السيوف فى الأيام الغابرة فى بلاد الشمس المشرقة . وتعود أولى المحاولات الناجحة فى هذا المجال لعالم التعدين الروسى المشهور انوسوف (١٧٩٧—١٨٥١) . وتبين فى نهاية الأمر أن هذا الفولاذ الغامض والمحير يحتوى ، بالاضافة الى عناصر أخرى ، على الموليبدنوم الذى يعود اليه الفضل فى رفع قساوة ومطيلية الفولاذ فى آن واحد علما أنه من المعروف أن ازدياد القساوة يصاحبه ارتفاع فى التقصف أيضا .

ان جمع القساوة العالية مع المطيلية أمر لا بد منه للحصول على فولاذ مدرع أو مصفح . ففى عام ١٩١٦ اشتركت لأول مرة فى معارك الحرب العالمية الأولى دبابات انكليزية وفرنسية مدرعة وقد تم تصفيحها بفولاذ قاس ، ولكنه قصيف ، يحتوى على المنجنيز . ومع أن سماكة التصفيح بلغت ٧٥ ملم ، الا أن قذائف المدفعية الألمانية كانت تخترقه بسهولة . ولكن ما أن أضيف الموليبدنوم الى الفولاذ بنسبة لا تتجاوز ١,٥—٢ % حتى أصبحت الدبابات منيعة جدا بالرغم من أن سماكة التصفيح قد انخفضت مرتين .

فما هو التعليل لهذه الخاصة السحرية عند الموليبدنوم ؟ الواقع أن الموليبدنوم يعرقل نمو الحبيبات أثناء تبلور الفولاذ ويكسبه بالتالى بنية دقيقة متجانسة تؤمن له خواص جيدة . وتتصف معظم أنواع الفولاذ السبائكى بما يسمى بالقصف التطبيعى (temper brittleness) فى حين أن الفولاذ الحاوى على الموليبدنوم لا يشكو من هذا «المرض» مما يجعله يتحمل المعالجة الحرارية دون أن تظهر فيه أية جهود داخلية . والموليبدنوم يرفع بشكل واضح اصلادية الفولاذ ، ويجعله أكثر متانة فى درجات الحرارة العالية وأشد مقاومة للزحفان (creep) . ويقوم التنجستن بتأثير مماثل على خواص الفولاذ الا أن الموليبدنوم أكثر فعالية منه : اذ أن نسبة منه قدرها ٠,٣ % تفعل فعل نسبة من التنجستن قدرها ١ % فضلا عن أن التنجستن أقل توفرا من الموليبدنوم .

والدروع ليست المجال الوحيد الذى يطبق فيه الفولاذ الحاوى على الموليبدنوم ، بل ان مواسير (سبطانات) المدافع والبنادق وبعض قطع الطائرات والسيارات والمراجل البخارية والعنفات وآلات القطع وشفرات الحلاقة تصنع جميعها من هذا الفولاذ . والموليبدنوم يؤثر تأثيرا ايجابيا على خواص حديد الزهر فهو يرفع متانته ويجعله أكثر مقاومة للتلف .

تعزى الخواص الجيدة للموليبدنوم كعنصر اشابة الى أن شبكته البلورية تشبه تماما الشبكة البلورية للحديد وأن نصف قطر ذرته قريب

جدا من نصف قطر ذرة الحديد . ولهذا تجمعهما «علاقات القربى» . والحديد ليس الصديق الوحيد للموليبدنوم بل ان الكروم والكوبلت والنيكل تشكل معه سبائك تمتاز بمقاومة عالية للأحماض وتستخدم فى صناعة الأجهزة الكيميائية كما أن البعض منها يقاوم جيدا الاحتكاك . وتستعمل سبائك الموليبدنوم مع التنجستن بدلا من البلاتين فى بعض المجالات . ويستعان بسبائك هذا العنصر مع النحاس والفضة فى صنع الملامسات الكهربائية .

من المعلوم أن الغازات المميعة ، وبخاصة النتروجين ، تستعمل بشكل واسع فى أجهزة التبريد . ولكى تبقى هذه الغازات فى حالة سائلة يجب خفض درجة الحرارة حتى الدرجة ٢٠٠ تحت الصفر تقريبا . ولكن الفولاذ العادى يصبح قصيفا كالزجاج عند هذه الدرجة . ولهذا تصنع الصهاريج المخصصة لحفظ النتروجين السائل من نوع خاص من الفولاذ المقاوم للتبريد . ولكن هذا النوع بقى فترة طويلة «يعانى» من نقص أساسى وهو أن خطوط الالتحام فيه كانت ضعيفة المتانة . وهنا ظهر الموليبدنوم ليساعد الفولاذ المذكور فى التغلب على هذا النقص . ففى السابق كان الكروم يدخل فى تركيب المواد الاضافية المستعملة أثناء اللحام . ولكن تبين فيما بعد أنه يسبب تشقق حواف خطوط الالتحام وبدأ البحث عن بديل له وثبت فى نهاية الأمر أن الموليبدنوم ، على عكس الكروم ، يمنع حدوث هذه الشقوق . وبعد تجارب عديدة تم ايجاد التركيب الأمثل لهذه المواد الاضافية وهو أنه يجب أن تحتوى على ٢٠ % موليبدنوم . وأصبحت الآن خطوط الالتحام تتحمل ، كالفولاذ نفسه ، بكل سهولة انخفاض درجة الحرارة حتى الدرجة ٢٠٠ تحت الصفر .

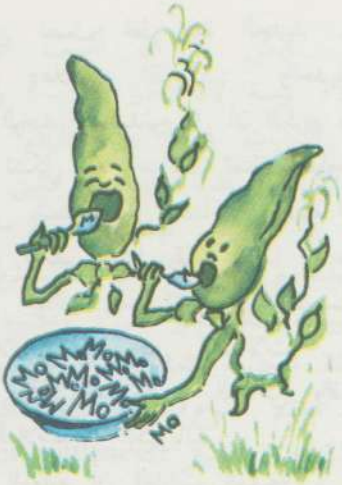
نجح أخصائيو التعدين مؤخرا فى صنع سبيكة رائعة تدعى «الكوموكروم» وتتألف من الكوبلت والموليبدنوم والكروم وتستخدم هذه السبيكة فى صنع «قطع الغيار» . . . للانسان . وهى غير ضارة أبدا للجسم ويستعين بها الجراحون لتحل محل المفاصل التى أصابها الخلل والعطب .

يعمل الموليبدنوم باخلاص فى الحقول الزراعية . ففى عام ١٩٦٥ منحت مجموعة من العلماء السوفييت جائزة لينين تقديرا لأبحاثها

حول الدور البيولوجى للعناصر الميكروسكوبية واستخدامها فى الزراعة . وقد ثبت نتيجة هذه الأبحاث أن اضافة بعض العناصر بكميات ميكروسكوبية الى التربة أو طعام الحيوانات تصنع المعجزات حقا . والموليبدنوم واحد منها فهو يساعد على تحسين نوعية العديد من النباتات وزيادة محصولها . وتعتبر النباتات القرنية (كالفول والحمص والبازيلاء وغيرها) أكثر تعلقا من غيرها بالموليبدنوم ويشهد على ذلك أن بذور الحمص أعطت بعد معالجتها بمولبدات الأمونيوم محصولا فى حقل عادى أعلى من المحصول السابق بمقدار الثلث تقريبا . والموليبدنوم يتجمع فى درنات النباتات القرنية ويساعدها على امتصاص النتروجين الضرورى لنموها من الجو . وله الفضل فى زيادة نسبة المواد البروتينية والكروروفيل والفيتامينات فى النسج النباتية . وتجدر الاشارة الى أن الموليبدنوم يقضى على بعض النباتات الطفيلية الضارة .

وثمة دراسات هامة أجراها العلماء اليابانيون فى جامعة أوساكا . فقد قاموا بواسطة أحدث الأجهزة الفيزيائية بتحليل بقايا من الشعر المحروق وتوصلوا الى نتيجة مفادها أن لون الشعر ناجم عن احتوائه على كميات قليلة من هذا العنصر أو ذاك . فمثلا ظهر أن الشعر الفاتح غنى بالنيكل وأن الشعر الذهبى غنى بالتيتانيوم . واذا كان أصحاب الشعر الأحمر يتذمرون منه فان الذنب فى ذلك يقع على الموليبدنوم الذى يصبغ الشعر بهذا اللون . ولو كان «اتحاد أصحاب الشعر الأحمر» الذى فضحه شارلوك هولمز حقيقة واقعة لكان من المفروض أن يتخذوا رمز الموليبدنوم شعارا لهم .

والموليبدنوم ، مع الأسف ، يتورط أحيانا



فى أعمال لا تمت بصلة الى الأعمال الخيرة والنافعة . وتحدثنا دراسات العلماء السوفييت فى احدى رحلاتهم العلمية فى المحيطات عن هذه الناحية «السلبية» من نشاط الموليبدنوم :

فى أواخر عام ١٩٦٦ أبحرت من ميناء فلاديفاستوك الباخرة العلمية «ميخائيل لومونوسوف» فى رحلة خاصة لدراسة مختلف المناطق فى المحيطات وتعيين درجة تلوثها بالمواد المشعة . وبقيت عدة أشهر تجوب عرض المحيطات ، وكانت عدادات جايجر تعمل على متنها ليلا نهارا مستعدة فى أية لحظة لالتقاط أية اشارة تنبئ بوجود مواد مشعة .

وفى أحد الأيام بدأت الباخرة تجتاز خط الاستواء فى بقعة مهجورة ومقفرة من المحيط الهادئ . وكانت المراوح الضخمة المنصوبة على متنها تمتص باستمرار آلاف الامتار المكعبة من هواء البحر وتوجهها للمرور عبر مرشحات دقيقة تستطيع التقاط حبات الغبار من الهواء ولو كان قطرها لا يتجاوز أجزاء بالمئة من الميكرون . وكانت المرشحات تحرق دوريا

مع الغبار المتجمع عليها ثم تقاس الفاعلية الاشعاعية للرماد الناتج بواسطة أجهزة حساسة جدا . وفجأة حدث «اضطراب» غير عادى فى عدادات جايجر : فقد ظهر فى الرماد نظيران مشعان هما المولبيدنوم — ٩٩ والنيوديميوم — ١٤٧ وهذان النظيران يعيشان فترة قصيرة جدا اذ يبلغ عمر النصف لنظير المولبيدنوم — ٩٩ حوالى ٦٧ ساعة فقط . واستطاع العلماء بالحسابات والقياسات الدقيقة تعيين تاريخ ظهور هذين «الضيفين غير المدعوين . . وكان ٢٨ ديسمبر (كانون الأول) عام ١٩٦٦ . وبالفعل ، فقد أعلنت وكالة أنباء الصين الجديدة أن الصين الشعبية أجرت فى ذلك اليوم تجربة انفجار نووى . وهكذا قامت الرياح فى غضون عدة أيام بنشر «البقايا» المشعة المتكونة عن هذا الانفجار ونقلها الى مسافات تبعد آلاف الأميال عن مكان الانفجار .

ولكى نكون منصفين ازاء المولبيدنوم نشير الى أنه يقوم بدور متواضع جدا فى هذه اللعبة الخطرة . ونأمل بحق أن تتغلب قوى السلام فى المستقبل القريب ويتحقق حظر شامل على اجراء التجارب النووية . وعندها يتوقف المولبيدنوم عن أعماله السيئة ويستمر فى تقديم الخير للانسان . وأظنكم اقتنعتم الآن بمدى ضرورته فى شتى المجالات . ولكن ما هو احتياطى هذا العنصر على الكرة الأرضية ؟

يشكل المولبيدنوم ٠,٠٠٠٣ % من مجموع الذرات فى القشرة الأرضية وهو ليس منتشرا انتشارا واسعا فى الطبيعة . ولكن توجد مكامنه فى عدة أماكن من الكرة الأرضية .

كان انتاج المولبيدنوم فى مطلع القرن الحالى لا يتجاوز عدة أطنان ولكنه ازداد ٥٠ مرة تقريبا فى سنوات الحرب العالمية الأولى (فالحاجة الى الدروع كانت على أشدها) . وفى فترة ما بعد الحرب انخفض انتاجه بشكل حاد ثم عاد فارتفع ابتداء من عام ١٩٢٥ ووصل الى أعلى رقم له (٣٠ ألف طن) عام ١٩٤٣ أى أثناء الحرب العالمية الثانية . وليس صدفة أن يسمى المولبيدنوم أحيانا بالفلز «الحربى» .

اكتشف مكمن ضخم لخامات المولبيدنوم فى الاتحاد السوفييتى عام ١٩٣٤ ويعود الفضل فى ذلك الى الطالبة الجيولوجية فيرا فليوروفا التى عثرت على المولبيدنيت فى وادى نهر بكسان فى شمالى القفقاس . وأصبح هذا الحدث مرحلة هامة فى تاريخ صناعة الفلزات النادرة الوطنية . ولم يمض عامان على ذلك حتى بدئ ببناء منجم ضخم للمولبيدنوم فى ذلك المكان ، وظهرت بالقرب منه وعلى

أعالى الجبال مدينة طيرنياوس . ولم يقدر للطالبة فيرا أن ترى بأم عينيها هذه المدينة فقد لقيت مصرعها فى حادث مأساوى فى أعالى الجبال عام ١٩٣٦ . وتخليدا لذكرى هذه الفتاة الرائعة التى كانت تحلم منذ الطفولة بالعثور على الحجر السحرى فقد أطلق اسمها على احدى ساحات مدينة طيرنياوس وعلى قمة الجبل الشامخة فوق المدينة ، وأقيم لها نصب تذكارى متواضع على أحد سفوح الجبال بعيدا عن ضوضاء الطريق العام تسبح فوقه الغيوم وتزحف تحته على حبل كهربائى عربات تحمل هذا الحجر السحرى .

تحول خامات الموليبدنوم الى فرو الموليبدنوم الذى يستعمل فى صناعة التعدين لانتاج أنواع جيدة من الفولاذ والسبائك الخاصة . وتعود التجارب الصناعية الأولى للحصول على فرو الموليبدنوم الى نهاية القرن الماضى . ففى عام ١٨٩٠ وضعت طريقة للحصول على سبيكة من هذا النوع عن طريق اختزال أكاسيد الموليبدنوم . وبقى انتاج فرو الموليبدنوم فى روسيا القيصرية يقوم على هذه التجارب عمليا . وفى عام ١٩٢٩ نجح شتينبرج وكوساكين فى صهر سبيكة تحوى ٥٠ — ٦٥ % موليبدنوم وذلك بعملية حرارية تعتمد على السليكون . وقد ساعدت التجارب الناجحة التى قام بها يليوتين عام ١٩٣٠ — ١٩٣١ على تطبيق هذه الطريقة فى صناعة التعدين .

ولكن الصناعة لا تحتاج الى أنواع الفولاذ الحاوية على الموليبدنوم فحسب ، وانما تحتاج الى سلع من الموليبدنوم النقى أيضا . بيد أن انتاج هذه السلع كان يتطلب الحصول على مسحوق نقى نسبيا من هذا الفلز ، ولم يتسن الحصول على هذا المسحوق الا مؤخرا . وكانت العقبة الأساسية التى تحول دون ذلك هى صعوبة انصهار الموليبدنوم . ولهذا بدأ التفتيش عن طرائق أخرى . وفى عام ١٩٠٧ تم الحصول لأول مرة فى المخابر على خيوط من الموليبدنوم . وكان ذلك بخلط مسحوق الموليبدنوم مع مادة عضوية لزجة ثم امرار المخلوط خلال ثقب فيتكون عندئذ خيط لزج يوضع فى جو من الهيدروجين ويمرر خلاله تيار كهربائى . وعندها يسخن الخيط وتحترق المادة العضوية بينما ينصهر الفلز ويترسب على السلك (ان وجود الهيدروجين هنا ضرورى كى لا يتأكسد الموليبدنوم أثناء التسخين) .

وبعد مرور ثلاثة أعوام على ذلك سجلت براءة اختراع للحصول على الفلزات الصعبة الانصهار ، وبخاصة الموليبدنوم ، بطريقة تعدين المساحيق powder metallurgy التى لا تزال تطبق حتى يومنا هذا . وبموجب هذه الطريقة يضغط مسحوق الفلز ويعجن ثم يعرض للتصفيح أو السحب . وبعدها يصبح السلك جاهزا للاستعمال .

بدأ انتاج أسلاك الموليبدنوم فى الاتحاد السوفييتى عام ١٩٢٨ . ولم تمض ثلاثة أعوام على ذلك حتى بلغ انتاجها فى مصنع موسكو ٢٠ مليون متر . وفى الآونة الأخيرة بدأت تطبق فى صناعة الموليبدنوم طرائق حديثة أدت الى تحسين وزيادة الانتاج .

. . . لقد قلنا فى بداية هذا الحديث أن احتياطى خامات الموليبدنوم محدود على الأرض . فهل يعنى ذلك أن هذا الاحتياطى سينفد فى يوم من الأيام وسيصبح الحصول على الموليبدنوم أمرا عسيرا جدا ؟

كلا ، فلا داع أبدا للقلق على مصير ومستقبل الأجيال القادمة . ذلك أن القشرة الأرضية ليست وحدها المصدر الرئيسى للخامات فمياه المحيطات والبحار تحوى كميات هائلة من شتى العناصر . فلو وزعت كنوز المحيطات والبحار بالتساوى على جميع سكان الأرض لأصبح كل منا يملك ثروة لا تعد ولا تحصى . ويكفى القول بأن «اله البحر نبتون» يستطيع أن يقدم لسكان الأرض من الذهب وحده ما يقدر بثلاثة أطنان للشخص الواحد ومئة طن من المولبيدنوم أيضا .

والانسان لا يزال الآن يعيش مرحلة البحث عن مفاتيح لأقفال «صناديق» نبتون الزرقاء . ونحن على يقين بأنه سينجح فى العثور عليها مهما كلف الأمر .

Ag

من «عائلة» النبلاء

اسكندر المكدونى يضطر للانسحاب — «الأوانى المقدسة» عند الملك كير — حدوات الأحصنة من الفضة — وظيفة أخرى للفضة — ظهور الروبل — الملوك يزورون النقود — يوبيل ادارة صك النقود — نائب الحاكم يتلقى التعليمات — لغز برج نيفيانسك — «الفضة العائلية» — طقم المائدة الفضى عند الكونت أورلوف — نوفغورود مدينة الحلى الفضية — فى ستوديو التصوير — الفضة ضد الأعاصير — المرآة ليست من الكماليات — الفضة تغرق مع الغواصة «ترشر» — بطل الفلزات — قصة جغرافية — الملكة تكرم القرصان — مرح فى الليل — فى قاع البحر — خطأ لا يغتفر ارتكبه صياد من فلوريدا — لقية الغواص — فيبس يخبط الأرض بقدميه — هل يتحقق الحلم ؟

جاء فى التاريخ أن قوات اسكندر المكدونى غزت بلاد الشرق واستولت على مصر وفينيقيا وبلاد الفرس وبابل وغيرها . وفى عام ٣٢٧ قبل الميلاد وصلت الى حدود الهند . وكان الانطباع السائد آنئذ أنه ليس بالامكان وقف زحف هذه القوات الغازية . وفجأة بدأت الأمراض المعوية تنتشر فى صفوفها مما أنهكها وأضعف قواها وبدأ الجنود يطالبون بالعودة الى ديارهم . واضطر اسكندر المكدونى ، بالرغم من رغبته الجامحة ، وتعطشه للغزو والاحتلال ، الى الانسحاب والعودة من حيث أتى .

والطريف فى الأمر هنا أن الاصابات بهذه الأمراض بين قادة الجيش كانت أقل بكثير منها بين صفوف الجنود بالرغم من أنهم عانوا معا من أهوال ومصائب هذه المسيرة القاسية . ولم يستطع أحد فى ذلك الوقت تفسير هذه الظاهرة الغريبة وبقيت لغزا لم يتمكن العلماء من حله الا بعد مرور أكثر من ألفى عام على ذلك . وتبين أن السبب يكمن فى كؤوس الشرب . اذ كان الجنود يشربون من كؤوس من القصدير بينما كان القادة العسكريون يشربون من كؤوس فضية . وللفضة خاصة هامة وهى انها تقضى على الجراثيم الموجودة فى الماء . فلتعقيم لتر من الماء يكفى أن تذاب فيه كمية ضئيلة جدا من الفضة لا تتعدى بضعة أجزاء فى المليار من الجرام . ولهذا فان القادة العسكريين كانوا أقل تعرضا للاصابة من الجنود نظرا لاستخدامهم الكؤوس الفضية .

ويروى مؤرخ العصر القديم هيرودوت أنه فى القرن الخامس قبل الميلاد كان ملك الفرس كير يحفظ مياه الشرب أثناء غزواته فى «أوانى مقدسة» فضية . وجاء فى الكتب الدينية الهندية أن تعقيم مياه الشرب يتم بغمس قطع محمية من الفضة فيها . وكانت العادة السائدة فى معظم البلدان أن ترمى قطع نقدية فضية فى آبار مياه الشرب «لتقديسها» .

وربما كان نشاط الفضة فى مجال تنقية المياه هو أقدم وظيفة لهذا الفلز . ولكن أهواء ونزوات بعض الحكام جعلت الفضة تستخدم أحيانا فى أعمال سخيفة . فمثلا لم يجد الامبراطور الرومانى نيرون ، الذى كان يعرف بتبذيره واسرافه ، أفضل من أن يستخدم الفضة لصنع حدوات للبغال التى كان يمتلكها ولحسن الحظ كانت هذه المهمة مجرد حادث

عرضى فى تاريج الفضة . أما الوظيفة القديمة الثانية التى كرس لها الفلز معظم حياته ، فكانت اختياره كمعيار لتقييم الأسعار ومادة تسك منها النقود .

بدأ الرومان بسك قطع نقدية فضية منذ عام ٢٦٩ قبل الميلاد ، أى قبل ظهور القطع النقدية الذهبية بخمسين عاما على الأقل . وفى روسيا ظهرت القطع النقدية المحلية بعد هذا التاريخ بفترة طويلة . وتحفظ حتى الآن قطع نقدية فضية للأمير الروسى فلاديمير . وقد نقشت على أحد الوجهين فيها صورة الأمير وهو جالس على عرشه وعلى الوجه الآخر شعار العائلة وكتب عليها : «فلاديمير على العرش وهذه فضته» .

وفى القرنين الثانى عشر والثالث عشر اختفت النقود الروسية وتوقف التعامل بها . وفى تلك الفترة تفككت المناطق التى كانت تشكل اتحادا روسيا حول مدينة كييف الى امارات مستقلة وتوقف سك النقود الموحدة وحلت سبائك الفضة من جديد محل النقود . ويسمى المؤرخون هذه الفترة التاريخية بالفترة «اللانقدية» .

وعندئذ ، أى فى القرن الثالث عشر ، ظهر «الرويل» الى الوجود وكان عبارة عن قطعة مستطيلة من الفضة تزن حوالى ٢٠٠ جراما . وكان هذا الرويل يسمى فى بعض الكتب القديمة بالجريفنكا ويصنع كما يلى : تصب فى البداية سبيكة طويلة وضيقة من الفضة ثم تقطع بالمنحت الى قطع كانت تسمى بالجريفنات أو الرويلات .

توقف سك النقود الروسية فى فترة احتلال المغول والتتر . وكان التعامل بين الناس يتم بقطع نقدية فضية تدعى الدراهم أم الدنجات (تعنى كلمة «الدنجا» فى اللغة التترية «الرنان») وانتقلت هذه الكلمة تدريجيا الى اللغة الروسية لتعبر عن النقود (النقود فى اللغة الروسية هى «دنجى») .

وفى عهد يلينا جلينسكايا والدة ايفان الرهيب (عام ١٥٣٤) تم اصدار عملة موحدة لدولة روسيا كلها . وقد نقش على القطع الفضية الصغيرة فارس يحمل سيفا وعلى القطع الكبيرة فارس يتقلد رمحا .

ومن المحتمل أن تزوير النقود بدأ مع ظهور النقود نفسها وان كنا لا نستطيع الجزم بذلك فى الوقت الحاضر . ولكن المؤكد أن بعض الملوك كان يقوم بهذه العملية . فالملك فيليب الرابع الجميل الذى حكم فرنسا فى نهاية القرن الثالث عشر ومطلع القرن الرابع عشر يسمى فى بعض الوثائق التاريخية بفيليب المزور . فقد لجأ الى تخفيض وزن القطع النقدية الذهبية والفضية بهدف الاثراء ولم يكتف بذلك وانما قام بابدال الذهب والفضة جزئيا فيها بالنحاس أو القصدير وعرضها للتداول كقطع ذهبية أو فضية صرفة . ولا أظن من باب الصدفة أن يقوم الشاعر المشهور دانتى بضم الملك فيليب الرابع الى عداد الأثمة فى جهنم .

وتعود عملية تزوير ضخمة على مستوى الدولة الى القرن السابع عشر . ففى عام ١٦٥٤ وقعت الحرب بين روسيا وبولونيا وكانت حربا قاسية أرهقت الشعب وهددت الدولة بالافلاس . وعندئذ قرر القيصر ألكسى ميخايلوفيتش فرض زيادة على الضرائب التى كانت كبيرة من غير ذلك ، ولم يعد باستطاعة الشعب دفعها . وعندها اقترح فيودر رتيشيف ، وهو أحد النبلاء ،

طريقة للخروج من المأزق معتقدا أنها ستدر المال الكثير على الخزينة ، ولكنها أدت فى الواقع الى عواقب وخيمة . ففى ذلك الوقت كان التعامل فى روسيا يتم بنقود فضية . وبالرغم من أن الفضة لم تكن متوفرة فى روسيا آنئذ الا أن هذه النقود كانت تصنع من . . . النقود الاجنبية وبخاصة النقود الأوروبية التى كانت تدعى اليواكيمستاليرات (وهى قطع كانت تسك فى مدينة يواكيمستال التشيكية) وتسمى فى روسيا «باليفيمكات» : وكانت تحذف الكتابة اللاتينية المنقوشة عليها وتنقش بدلا منها كتابة روسية . وكانت كل قطعة من اليفيمكات تكلف الخزينة ٥٠ كوبيكا . وقرر القيصر اتباع نصيحة رتيشيف فأمر بان يطبع على كل قطعة قيمة روبل واحد (الروبل ١٠٠ كوبيك) وأن تسك من النحاس الرخيص الثمن قطع أخرى من فئة الـ ٥٠ و ٢٥ كوبيكا و ١٠ و ٣ كوبيكات وكوبيك واحد ، واعتبارها بقيمة الفضة . وتبين من تقديرات الخبراء الماليين أن هذا الاصلاح سيدر على الخزينة أرباحا تقدر بأربعة ملايين روبل ، أى أكثر بعشر مرات من مجمل الضرائب التى كانت تجمع فى عام واحد . وقد أعجب القيصر كثيرا بهذه الأرقام وأمر بأن تسك النقود الجديدة ليلا نهارا حتى تنغمر البلاد بها .

وفعلا غمرت النقود الرخيصة روسيا كلها . ولكن التعامل النقدى له قوانينه الخاصة التى لا تخضع حتى لسلطة الملوك : اذ عندما تطرح للتعامل كميات من النقود أكثر من اللازم فان قدرتها الشرائية تهبط وترتفع الأسعار نتيجة لذلك . وهذا ما حدث بالفعل فى دولة روسيا . وسرعان ما شعر الناس البسطاء بالعبء

الثقيل الناجم عن هذا الاصلاح القيصرى فارتفع سعر الخبز والمواد الغذائية ارتفاعا حادا ، وأصبح التجار يطلبون الفضة فقط ثمنا لبضائعهم ولكن من أين يأتى بهذه الفضة ؟ فقد تجمعت كلها فى خزينة القيصر . وكانت النتيجة أن انتشر الجوع فى البلاد ونفد صبر الناس وطفح الكيل مما أدى الى حدوث عصيان شعبى فى موسكو عام ١٦٦٢ دخل التاريخ تحت اسم «العصيان النحاسى» . وقام القيصر بقمع العصيان بقسوة ، ولكن الشعب حصل على ما يريد : فقد سحبت جميع القطع النحاسية النقدية من التعامل واستبدلت بقطع فضية .

وفى عهد القيصر بطرس الأول كان سك النقود يتم فى موسكو تحت اشراف ادارة خاصة . وفى عام ١٧٢٤ أمر القيصر بفتح ادارة أخرى لسك النقود فى مدينة بطرسبرج .

ولا تزال هذه الادارة تعمل حتى الآن وقد احتفلت مؤخرا بمرور ٢٥٠ عاما على تأسيسها .

واتخذ القيصر بطرس الأول تدابير نشطة فى مجال التنقيب عن الذهب والفضة . وبالرغم من ذلك فقد استمر شراء هذين الفلزين لفترة طويلة من الخارج . وتشهد على ذلك بعض الوثائق التى بقيت سليمة حتى الآن . ففى عام ١٧٣٤ عهدت الحكومة الى نائب حاكم مقاطعة اركوتسك بشراء كمية كبيرة من الفضة من الصين .

وفى الوقت نفسه عثر خبراء المناجم عند أكينفى ديميدوف (وكانت عائلة ديميدوف تسيطر على صناعة التعدين فى الأورال) على توضعات لخامات الفضة . وكانت القوانين السائدة فى ذلك الوقت تقضى بأن تعود ملكية خامات الفضة المكتشفة فى أى مكان ومن قبل أى انسان الى القصر الامبراطورى . ولكن ديميدوف قرر الاحتفاظ لنفسه بهذه الثروة الجديدة وبدأ يسك نقودا منها خاصة به لا تختلف فى مظهرها الخارجى أبدا عن نقود القيصر ولكنها تحتوى على نسبة أكبر من الفضة . ولعل هذه الحادثة هى الحادثة الوحيدة فى التاريخ التى كانت فيها النقود المزورة أغلى وأثمن من النقود الرسمية الحقيقية .

وحسب ما جاء فى بعض الروايات فانه كان يوجد فى نيفيانسك (وهى من ممتلكات عائلة ديميدوف) مركز سرى لسك النقود يقع فى قبو برج عال . ففى هذا القبو كان العبيد يقومون ليلا نهارا بسك النقود المزورة وهم مقيدون بسلاسل مثبتة فى الجدران لمنعهم من الهرب من هذا السجن الرهيب كى لا ينفضح الأمر وتعلم الحكومة بذلك . وبالرغم من هذه الاجراءات الصارمة الا أن الناس بدأوا يتناقلون الحديث عن هذا المركز السرى ووصل الخبر الى العاصمة واعتبر فى البداية مجرد شائعات مغرضة حتى أن الأمبراطورة آنا ايوانوفنا نفسها لم تعره اهتماما رغبة منها فى عدم اساءة العلاقات مع ملك الأورال غير المنصب .

ويحكى أنه فى احدى جلسات القمار كانت الأمبراطورة تلعب مع ديميدوف وكان الحظ فى هذه المرة حليفها فقدم لها ديميدوف لقاء خسارته نقودا فضية جديدة . وفجأة سألته الأمبراطورة : «هل هذه النقود من صنعك ياتيكيتيش أم من صنعى ؟» فما كان من ديميدوف الا أن نهض من كرسيه وأحنى رأسه أمام الامبراطورة وأجاب مبتسما : «نحن جميعا ملك لك يا صاحبة الجلالة : فأنا ملك لك وما أملكه ملك لك أيضا» .

وسرعان ما وقع حادث مثير فضح الأمر ووضع النهاية لهذا المركز السرى . فقد تمكن أحد العاملين فيه من الهرب وتوجه الى بطرسبرج . وما أن علم ديميدوف بالأمر حتى أمر بمطاردته فورا وقتله ، وفى حال فشل ذلك يجب ابلاغ الامبراطورة ، قبل وصول الهارب الى بطرسبرج ، «بنبأ سار» وهو العثور على توضعات للفضة فى الأورال .

وهذا ما حدث فعلا ، فلم يتمكن المطاردون من القبض على الهارب . ونقل «النبأ السار» الى الامبراطورة ، فأمرت بارسال لجنة حكومية الى نيفيانسك لاستلام الثروة الفضية . وقبل وصول اللجنة بيومين أمر ديميدوف بفتح البوابات التى تفصل قبو البرج عن البحيرة ، فغمرته المياه وغرق جميع من فيه . وهكذا تخلص ديميدوف من الشهود الرئيسيين على جريمته .

كانت الفضة تستخدم منذ القدم فى صناعة الحلى والمجوهرات ، وكانت تصنع منها أدوات المائدة وطقوم الشاى والكؤوس وعلب مساحيق التجميل وعلب السجائر وغيرها من المواد الكمالية . وكانت الطبقة الارستقراطية فى روسيا وفرنسا تهتم كثيرا باقتناء السلع الفضية حتى أن «الفضة العائلية» كانت تستخدم بين أفراد هذه الطبقة كبطاقة تعريف على الأصل النبيل لصاحبها وثروته الضخمة . ويحكى أن الكونت أورلوف كان يملك طقم مائدة فريدا من نوعه يتألف من ٣٢٧٥ قطعة وقد استهلك صنعه حوالى طنين من الفضة الصافية .

اشتهرت مدينة نوفجورود فى روسيا منذ القديم بصنع الأوانى الفضية ، وكان لصناع الفضة المهرة فى هذه المدينة طريقتهم الخاصة فى سبك الفضة والنقش عليها . ولا تزال الكؤوس والاقداح الفضية التى صنعتها أياديهم تثير الدهشة بجمالها وزخرفتها الرائعة . وتشهد الوثائق التى بقيت حتى الآن على أنه فى نهاية القرن السادس عشر كان يعمل فى هذه المدينة حوالى ١٠٠ حرفى مشهور فى صنع الفضة وعدد لا يحصى من الحرفيين الصغار الذين كانوا يتخصصون فى صنع سلع فضية معينة كالصلبان والخواتم والأقراط (الحلق) . واليوم تعرض نماذج من انتاج هؤلاء الفنانين المهرة فى صنع الفضة فى صالة الاسلحة القديمة فى الكرملين وفى المتحف التاريخى الوطنى والمتحف الروسى فى مدينة لينينغراد .

ولم تفقد الفضة دورها الجمالى حتى الآن ولكن أصبحت لديها اليوم مهمات وأعمال أهم واكثر جدية . فقد ارتبط مصيرها بالتصوير منذ أن اخترع الفنان الفرنسى داجر فى عام ١٨٣٩ طريقة لاظهار الصورة على مادة حساسة للضوء . وتلعب الدور الرئيسى فى هذه العملية طبقة رقيقة جدا من بروميد الفضة يطلى بها فيلم التصوير . وبروميد الفضة يتفكك الى بروم وفضة تحت تأثير أشعة الضوء الساقطة على الفيلم . وعندئذ يرتبط البروم كيميائيا مع الجيلاتين

الموجود فى الطبقة الحساسة بينما تنفصل الفضة على شكل بلورات صغيرة جدا لا ترى حتى تحت المجهر العادى . هذا وتتوقف درجة تفكك بروميد الفضة على شدة الضوء : اذ تنفصل كمية أكبر من الفضة كلما ازدادت الاضاءة . وتعطى المعالجة اللاحقة (الاظهار والتثبيت) صورة سلبية على الفيلم تتحول الى صورة حقيقية أثناء طبع الصورة على ورقة التصوير . وبالرغم من التطور الذى لحق بفن التصوير على مدى اكثر من قرن كامل الا أنه ظل يعتمد كليا على الفضة ومركباتها .

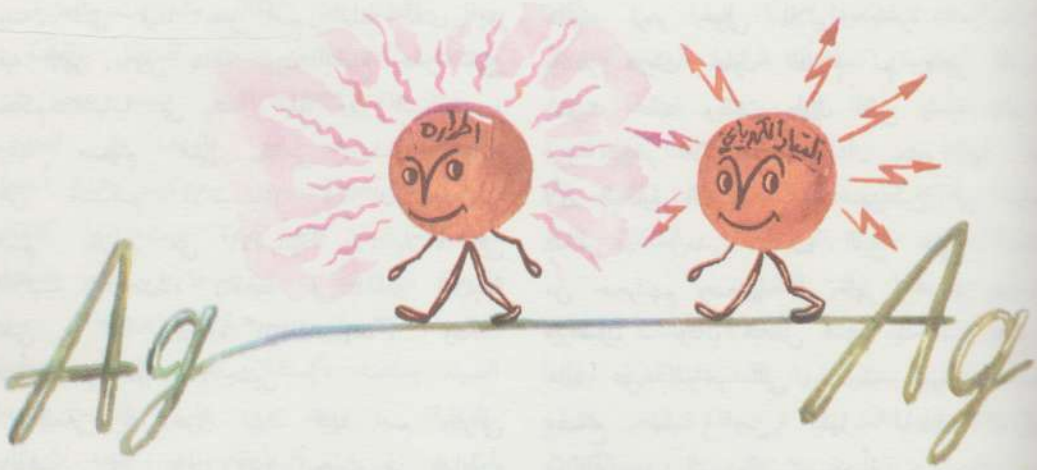
وجد العلماء تطبيقا هاما ومفيدا ليوديد الفضة : فبواسطته يمكن التغلب على الأعاصير الاستوائية . ولكن كيف يتسنى ذلك ؟ من المعلوم أنه ينبغى بسط وتوسيع الاعصار (أى زيادة قطره) كى تضعف قوته التدميرية . ويمكن تحقيق ذلك بواسطة يوديد الفضة الذى يكثف رطوبة الجو ويحولها الى قطرات من المطر .

ولقد أجريت عدة تجارب فى هذا المجال . وكان أول اعصار «عانى» من ذلك هو الاعصار «بيلا» منذ عشر سنوات : فقد نشر بواسطة الطائرات أمام خط سيره «حاجز» من معلق يوديد الفضة ارتفاعه ١٠ كم وطوله ٣٠ كم . ولم يكلف ذلك سوى بضعة مئات من الكيلوجرامات من يوديد الفضة . وما أن وصل الاعصار الى منطقة الحاجز حتى بدأ يلفه ويجمعه ثم ابتلعه نهائيا . وفى هذه اللحظة تصدع جدار الغيوم المحيط بمركز الاعصار والذى يدعى «عين الاعصار» وبدأ المطر يهطل منه وانخفضت سرعة الاعصار بشكل حاد . ولم «يرتبك» الاعصار من هذا الحادث المفاجئ الذى تعرض له وبدأ يشكل من جديد جدارا من الغيوم الا أن قطره كان أكبر بكثير من قطر الجدار الأول وبالتالى أصبح يتحرك ببطء مما جعل القوة التدميرية لهذا الاعصار «المفضض» أقل بكثير مما كانت عليها أصلا .

تستخدم الفضة منذ منتصف القرن الماضى وحتى الآن فى صناعة المرايا . فالزجاج المطلى بطبقة رقيقة من الفضة التى تتميز بأعلى قدرة عاكسة بين جميع الفلزات ، لا يستعمل فى الأغراض المنزلية فحسب وانما تصنع منه الأدوات الطبية وقطع التلسكوبات والمجاهر وغيرها من الأجهزة البصرية .

وليس للفضة منافس بين الفلزات المعروفة من حيث قدرتها على نقل الحرارة والتيار الكهربائى . وتصنع منها الأسلاك اللازمة للأجهزة الفيزيائية الدقيقة ونهايات التوصيل فى مختلف المرحلات ، كما تلحم بها القطع الهامة فى أجهزة الراديو .

والملامسات قطع لا بد منها فى مختلف الأجهزة الاوتوماتيكية وفى الصواريخ والغواصات والحاسبات الالكترونية والوحدات النووية ووسائل الاتصال اللاسلكى وغيرها . وهى تعمل ملايين المرات خلال فترة خدمتها الطويلة . ولكى تتحمل مثل هذا العبء الثقيل يجب أن تكون مقاومة للتلف وأن تلبى عددا من المواصفات الكهربائية التكنيكية الضرورية فى هذا المجال . وتصنع الملامسات عادة من الفضة التى تقوم بهذه المهمة الصعبة على أحسن وجه . وتتحسن المواصفات المذكورة عندما يضاف الى الفضة عنصر من العناصر الأرضية النادرة . وعندها تزداد فترة خدمة الملامسات عدة مرات .



وقد ورد فى الصحافة الأجنبية أن قطع قوهات المحركات النفاثة تصنع من تنجستن مسامى مشبع بالفضة . ولعل القليل منكم يعلم أن الغواصة الأمريكية «ترشر» التى غرقت عام ١٩٦٣ أخذت معها الى قاع المحيط عدة أطنان من الفضة التى كانت تستخدم فى مركماتها .

والفضة فلز لين جدا اذ يمكن أن تصنع منه صفيحة شفافة سمكها ٠,٠٠٠٠٣ سم ويمكن تحويل حبة من الفضة وزنها جرام واحد الى سلك طوله ٢ كم تقريبا .

والفضة النقية فلز أبيض جميل . ولهذا جاء اسمها فى اللغة اللاتينية "argentum" مشتقا من الكلمة "argenta" فى اللغة السنسكريتية وتعنى «الصافى» .

وطالما أن الحديث بدأ يدور حول التسميات ، فسنحدثكم عن واقعة طريفة : لعبت الخارطة الجغرافية أكثر من مرة «كمعين» فى اختيار أسماء العناصر الكيميائية المكتشفة . ويمكن التأكد من ذلك بمجرد النظر الى جدول مندلييف حيث نجد رأسا اسم الجرمانيوم نسبة الى ألمانيا ، والفرنسيوم نسبة الى فرنسا ، واليروبيوم نسبة الى أوروبا ، والأمريكيوم نسبة الى أمريكا ، والكاليفورنيوم نسبة الى ولاية كاليفورنيا فى الولايات المتحدة وغيرها . ولكن أن يسمى نهر كبير أو حتى دولة بأكملها باسم فلز معروف فهذا حدث فريد من نوعه .

وقد قدر للفضة أن تدخل التاريخ «مع الجغرافيا» وكان ذلك منذ أكثر من أربعمائة عام واليكم القصة بالتفصيل :

فى مطلع القرن السادس عشر وبينما كان البحار الاسبانى خوان دياس دى سوليس يبحر بالقرب من شواطىء أمريكا الجنوبية اكتشف مصبا لنهر كبير أسماه باسمه . وبعد مرور عشر سنوات على ذلك قام القبطان سيبستيان كابوت برحلة على مركبه فى هذا النهر وقد أذهلته جدا كميات الفضة التى سلبها بحارته من الأهالى الذين يعيشون على ضفتى النهر . وقرر أن يسمى هذا النهر لا—بلاتا أى الفضى (تعنى كلمة «بلاتا» فى اللغة الاسبانية الفضة) .

ومنه اشتق فيما بعد اسم البلد الذى يمر فيه النهر . وفى بداية القرن التاسع عشر انتهى حكم اسبانيا فى هذا البلد وقرر السكان ، رغبة منهم فى تناسى هذه الفترة من حكم الاسبان ، أن يغيروا اسم بلدهم من الاسبانية «لا بلاتا» الى اللاتينية «ارجنتينا» (الفضة فى اللغة اللاتينية تعنى ، كما ذكر ، "argentum") . وهكذا نشأ اسم دولة الأرجنتين .

وثمة رواية أخرى ارتبط فيها اسم جغرافى بالفضة . ففى عام ١٥٧٧ أبحرت من شواطىء انكلترا عدة بواخر بقيادة الادميرال فرنسيس دريك . وكانت الملكة اليزابيت قد منحته لتوها لقب الأدميرال تقديرا لخدماته الجمة ونشاطه المثمر فى أعمال . . . . القرصنة . وكان الهدف من هذه الرحلة البحرية الجديدة ، بموافقة الملكة طبعا ، هو السطو على المدن الواقعة على شواطئ المحيط الهادىء فى أمريكا الجنوبية التى كانت ملكا لاسبانيا فى ذلك الوقت . وجدير بالذكر أن الملكة اليزابيت وحاشيتها كانوا من «المساهمين» فى جمعية «دريك وشركاه» وكانوا يأملون فى جمع ثروة كبيرة من هذه العملية وبمساعدة هذا «القرصان الحديدى» الذى ذاع صيته بين البحارة فى جميع البلدان .

واستمر أسطول دريك عدة أشهر يجوب عرض البحار والمحيطات منفذا باخلاص رغبة الملكة بالرغم من أنه فقد بعد عدة معارك أربع بواخر من أصل البواخر الخمسة التى كانت بحوزته . وبقيت سفينة القيادة «الأيلة الذهبية» تزرع الرعب والخوف بين سكان المدن الساحلية . وفى يوم من الايام كان القرصان يقود سفينته بالقرب من ميناء كالاو حيث كانت ترسو حوالى ثلاثين باخرة اسبانية . وانتظر دريك حلول الظلام ثم دخل الميناء بسفينته خلسة وبقيت طوال الليل راسية بالقرب من البواخر الاسبانية دون أن يشعر بها أحد لأن البحارة الاسبان كانوا منهمكين فى شرب الخمر . وبعد منتصف الليل خرج البحارة من حجراتهم وصعدوا على ظهر بواخرهم يمرحون ويرقصون . وكان البعض منهم يتحدث بصوت عال عن البواخر التى غادرت الميناء محملة ببضائع ثمينة ومن بينها الباخرة الملكية «كاكافويجو» التى كانت معبأة ، على حد زعم البحارة ، بالكنوز . وما أن سمع دريك بهذا النبأ حتى أسرع فى الهرب من الميناء واتجه لمطاردة «كاكافويجو» .

وليس عبثا أن يسمى الأدميرال — القرصان سفينته هذه بالأيلة الذهبية : فقد كانت سريعة وقلما تضاهيها باخرة أخرى فى هذا المجال . ولهذا لحق القرصان بالباخرة «كاكافويجو» واستولى عليها عند شواطىء الاكوادور . واليكم ما كتبه أحد مساعدى دريك فى وصفه لما حدث بعد ذلك : «بدأنا فى صباح اليوم التالى بتفتيش الباخرة وجرد جميع الموجودات فيها واستغرق ذلك ستة أيام . . . . وقد عثرنا على أحجار كريمة وثلاثين صندوقا من القطع النقدية الفضة وثمانين رطلا من الذهب وستة وعشرين برميلا من الفضة غير المسكوكة . . . . وفى مساء اليوم السادس ودعنا قيطان الباخرة الذى اطمأن لبقائه حيا وأسرع متجها الى باناما وانطلقنا نحن الى عرض البحر» .

وكان دريك البصير يعلم أن أمامه رحلة طويلة جدا ، ولا يستبعد أن يحاول الاسبان استعادة الثروة التى استولى عليها (وكانوا هم

بدورهم قد جمعوها نهبا وسلبا من سكان أمريكا الجنوبية) كما أن الباخرة المثقلة بالغنائم الثمينة بدأت تتباطأ فى سيرها . واتخذ دريك قرارا صائبا برمى خمسة وأربعين طنا من الفضة غير المسكوكة فى البحر وأطلق اسم لا — بلاتا على جزيرة تقع بالقرب من المكان الذى استقر فيه هذا الكنز الفضى .

وطبيعى أن هذه الحادثة ليست الحادثة الوحيدة التى يستقر فيها الذهب والفضة وغيرها من الأحجار الكريمة فى قاع البحر فتاريخ الملاحة البحرية يتضمن العديد من الكوارث التى أدت الى غرق البواخر وبقائها فى قاع البحار محملة بثروات لا تعد ولا تحصى . وهذه الثروات بالذات هى التى تشغل بال العديد من الباحثين عن الكنوز منذ القدم .

والمحيطات لا تتخلى بسهولة عن غنائمها ولكن الناس يحاولون بشتى الوسائل الاستيلاء عليها . فتاريخ البحث عن الكنوز تحت الماء حافل بالعديد من الوقائع. والحوادث المثيرة . وسنتحدث عن البعض منها المتعلق بالفضة :

فى عام ١٩٣٩ انتشل صياد عجوز من قاع البحر عند شاطئ فلوريدا والى الجنوب الشرقى من جزيرة بيجون — كيس عدة أحجار مستطيلة ثقيلة وقام لفترة باستخدامها كاثقال للموازنة فى زورقه ، ثم رماها فى البحر باستثناء حجر واحد بقى فى الزورق صدفة . وبدأ الصياد يستعمله «كسندان» لتقويم المسامير المعوجة بالمطرقة ، وبعد مرور عامين أصبح الحجر لينا من ضربات المطرقة وبدا سطحه لامعا . وعندها فطن الصياد المسكين الى أن «سندانه» هذا ما هو الا سبيكة من الفضة الصافية . وتأثر جدا ، بدلا من أن يفرح لهذه المفاجأة السارة ، ولعن حظه السيء لتصرفه الأحمق برميه كنزا جاءه هدية من الله عز وجل .

وبعد فترة الغضب والتأثر هذه بدأ الصياد يطمئن نفسه بأن الأمر لم ينته بعد وأسرع

مبحرا بزورقه الى ذلك المكان الذى شاهد فيه بأم عينيه العديد من هذه الأحجار الثمينة وبدأ يجوبه طولا وعرضا ولكن دون جدوى . فقد نسى المسكين مع مرور الزمن أنه انتشل هذه الاحجار بالقرب من حيد بحرى مهمل (سلسلة صخور قرب سطح الماء) كان قد تحطم عليه مركب شراعى قديم وغرق هناك محملا بسبائك الفضة .

ولكن الغواص الأمريكى ماك — كى كان أسعد حظا من الصياد العجوز . ففى مايو (أيار) عام ١٩٤٩ كان يقوم بأخذ صور تحت الماء على ساحل فلوريدا بالقرب من الحيد البحرى (reef) كى — لارجو . وفجأة شاهد حطام مركب شراعى على عمق عشرين مترا . وبعد فحص دقيق عثر بين الحطام على عدة مدافع ومرساة وثلاث قطع ثقيلة مستطيلة الشكل . ولم يتردد ماك — كى فى رفع هذه القطع الى سطح الماء . ومنح لتصرفه هذا مكافأة مالية كبيرة لأنه تبين أن هذه القطع الثقيلة ما هى الا سبائك من الفضة الصافية مختومة بخاتم "NATA" . وفى المتحف التاريخى فى واشنطن أثبت الاخصائيون أن هذا الخاتم هو خاتم منجم قديم للفضة فى باناما وأن المركب المحطم هو واحد من أربعة عشر مركب شراعى اسبانى كانت قد تحطمت وغرقت نتيجة عاصفة هوجاء هبت على تلك المنطقة فى ربيع عام ١٧١٥ .

وكما ترون فان الصياد العجوز والغـــواص ماك — كى أصبحا دون سابق تصميم من الباحثين عن الكنوز . ولكن غالبا ما يتم البحث عن الكنوز الغارقة وفق خطة معدة سلفا . وهذا لا يعنى أن النجاح يكون دوما حليف الغواصين المزودين بأحدث وسائل الغوص والتنقيب فكثيرا ما يعودون الى شاطىء البحر فارغى الأيدى وأحيانا ينجحون فى مهمتهم عندما لا يكون ذلك متوقعا أبدا . وهذا ما حدث فعلا لويليم فيبس الذى حاول بأمر من ملك انكلترا جيمس الثانى (فى نهاية القرن السابع عشر) انتشال كنز من مركب شراعى اسبانى كان قد غرق بالقرب من جزر باهاما .

مرت الايام والاسابيع والشهور وجماعة فيبس تحاول عبثا اكتشاف حطام المركب وبعد مرور عام كامل أقر فيبس نهائيا بعجزه عن القيام بهذه المهمة واستدعى مساعديه للاجتماع به حيث أعلن لهم وقف عمليات البحث . وكان متأثرا جدا لقراره هذا فضرب الأرض بقدميه ، واذا بشىء ما يتدحرج من تحت الطاولة يشبه قطعة من المرجان . فضربها فيبس ضربة قوية بالمطرقة انكسرت على أثرها وظهر داخلها صندوق صغير من الخشب القاسى . وانهال بضربة أخرى على الصندوق فتدفقت منه على الأرض قطع نقدية من الذهب والفضة .

وتبين بعد ذلك أن «قطعة المرجان» هذه جلبها واحد من الغطاسين الهنود ورماها تحت الطاولة . وأسرع فيبس وجماعته الى المكان الذى عثر فيه على القطعة وقام الغطاسون هناك بانتشال عشرات منها .

واستمر العمل على قدم وساق ، حتى أن فيبس نفسه هبط اكثر من مرة الى القاع فى قمرة غوص صممها بذاته . وفى غضون ثلاثة أشهر تمكنت الجماعة من انتشال ثلاثين طنا من الفضة وكمية لا بأس بها من الذهب وعدد كبير من الصناديق الحاوية على نقود فضية وذهبية . وبلغت القيمة الاجمالية لها

ثلاثمائة ألف جنيه استرلينى (أى ما يعادل أكثر من مليون جنيه حسب السعر الحالى) .

ولعلكم سمعتم مؤخرا بأن نزاعا دوليا كاد أن ينشب بسبب الفضة المستخرجة من قاع البحر : ففى صيف عام ١٩٧٢ وبينما كان عالم الآثار روبرت ماركس ، وهو موظف فى شركة سيفايندرز الأمريكية ، يقوم بالبحث عن الكنوز فى قاع البحار والمحيطات عثر على مركب شراعى اسبانى غارق على بعد ٤٥ ميلا شمالى جزر باهاما . وخلال عدة ايام بدأ العمل لانتشال حمولة المركب ، وتبين أنه غرق عام ١٦٥٦ وهو محمل بصفقة ضخمة من الفضة والاحجار الثمينة تبلغ قيمتها حوالى مليونى دولار . وكان المفروض أن هذه الحمولة لا تزال موجودة فى حالة سليمة فى عنابر المركب . وفى الواقع فقد تم بعد مرور اسبوعين انتشال أول دفعة منها . وعم الفرح بين أصحاب الشركة الذين كانوا يحلمون فى تحقيق ثروة كبيرة من وراء هذه العملية وفجأة ظهرت صعوبات غير متوقعة . فقد أعلنت حكومة جزر باهاما ملكيتها لهذا الكنز . واضطرت الشركة الى التوقف عن العمل وتطور الخلاف لدرجة أن وزارة الخارجية الأمريكية تدخلت فى الأمر اذ أعلن ممثلها أن المركب الغارق يقع فى المياه الدولية وليس فى المياه الاقليمية لجزر باهاما وأنه لا يحق لحكومة هذه الجزر أن تدعى ملكيتها عليه . ولا يزال الخلاف قائما ولا أحد يعلم كيف ومتى سيحل .

وبالرغم من أن النجاح فى مثل هذه المحاولات نادر جدا ، الا أن عدد «الباحثين عن السعادة» تحت الماء فى ازدياد مستمر . وطبيعى أن يكون حظ الغواصين الحاليين فى

النجاح أكبر منه عند الغواصين القدامى ، كالغواص فيبس مثلا ، الذى كان يعتمد فقط على رئتيه القويتين ، بينما يملك الغواصون فى الوقت الحاضر أجهزة غوص حديثة جدا ، ومع ذلك فالمحيطات ليست مستعجلة فى التخلى عن ثروتها التى تحتضنها وتحميها قرونا عديدة .

والبحث عن كنوز الفضة لا ينحصر فى أعماق البحار والمحيطات بل وعلى الأرض أيضا . فمثلا عثر مؤخرا فى جزيرة جوتلاند السويدية على كنز يحوى ١٠٠٠ قطعة نقدية فضية عربية . والطريف فى الأمر أن مكتشف الكنز كان . . . أرنبا ، نعم أرنبا لطيفا أغبر أراد أن يحفر جحرا لنفسه فى ضواحى مدينة بيورس بينما كانت أعمال البناء تجرى على قدم وساق فى ذلك المكان . وفجأة انهمرت على الجحر قطع معدنية مستديرة . وقام الأرنب المسكين بتنظيف جحره من جديد والقاء هذه القطع بعيدا عنه . وبينما كان علماء

الآثار يجرون الحفريات فى تلك المنطقة وقع بصرهم على هذه القطع المعدنية التى تبين أنها قطع نقدية فضية وقاموا بتسليمها الى المتحف التاريخى فى استوكهولم حيث استطاع الأخصائيون فيه كشف لغز هذا الكنز : فى قديم الزمان كانت جزيرة جوتلاند تعتبر من أغنى المراكز التجارية فى اوروبا وكان التجار يردون اليها من جميع أنحاء العالم . وكان التعامل فى ذلك الوقت بالنقود الفضية التى كانت تستقر فى نهاية الأمر فى خزائن التجار الكبار . وكان الفيكنغيون (القراصنة الاسكندنافيون) يستولون عليها أثناء غزواتهم لهذه الجزيرة . وتزعم احدى الأساطير أن أحد قادة الفيكنغ ، ويدعى ستافر ، هو الذى قام بطمر الكنز الذى عثر عليه الأرنب . والطريف هنا أن رواية تناقلها الناس عشرات السنين تزعم أنه منذ حوالى قرن ونصف رأى فلاح جوتلندى سكير فى نومه الشيطان وهو يقدم له حفنة من النقود الفضية ادعى أنه حصل عليها من كنز ستافر وأخبره سرا أنه بعد خمسة أجيال من الآن سيعثر الناس على هذا الكنز الذى أخبأه هذا القرصان الرهيب «ليومه الأسود» .

فهل وقعت هذه الرواية حقا أم أنها مجرد خرافة ؟ من الصعب الآن الاجابة على ذلك . ومهما كان الأمر ، فالواقع أنه تم العثور على الكنز بعد خمسة أجيال فعلا وفى المكان نفسه الذى جاء ذكره فى الرواية . ولكن الغريب هنا هو لماذا لم يخبر الشيطان الفلاح بأن الأرنب سيعثر على الكنز .

Sn

«قاس» ولكنه لين

البعثة تلقى مصرعها — «وباء القصدير» — نكتة الشتاء الروسى — اختفاء الأزرار — اتهام النساء الساحرات — الذرات تتخذ أماكن أوسع — «لقاح» ضد الوباء» — قرقعة القصدير» — لا ينافسه أحد — مصير جندى من القصدير — قاس أم لين ؟ — لقية فى القبر — هيفاستس يكسى آخيل — نقود الأزتكيين — يوليوس القيصر يؤكد ذلك — الملك مخطئ — المعروض القيم — السكن الأبدى — أهى أبحاث فى رأس «سفيتوي نوس» ؟ — الخامات للتهريب — زجاج من صنع شركة «فورد موتور» — «مصيدة» للشمس — فشل «عملية مصرفية» — القصدير «يضحى» بنفسه .

فى عام ١٩١٠ أعد البحاثة القطبى الانكليزى روبرت سكوت بعثة للوصول الى القطب الجنوبى الذى لم تطأه قدم الانسان حتى ذلك التاريخ . وبقيت البعثة عدة شهور تقطع بصعوبة بالغة الصحارى الثلجية فى ظروف قاسية جدا وكانت تترك وراءها مستودعات صغيرة من المؤن والمعدات والكيروسين لاستخدامها فى طريق العودة .

وفى مطلع عام ١٩١٢ وصلت البعثة أخيرا الى القطب الجنوبى . وكم كانت دهشة سكوت كبيرة عندما وجد هناك رسالة تفيد بأن الرحالة النرويجى روال أموندسن كان هنا منذ شهر تقريبا . ولكن الحظ السئ كان بانتظار سكوت وجماعته أثناء العودة . فعند وصولهم الى المستودع الأول لم يعثروا على الكيروسين وكانت الصفائح فارغة منه تماما . ولم يتمكنوا من التدفئة وتحضير الطعام بعد أن أنهكهم التعب والجوع . وتابعوا سيرهم باتجاه المستودع الثانى ووصلوه بعد جهد جهيد واذا بهم يفاجأون بالمنظر نفسه : فالصفائح فارغة من الكيروسين أيضا . ولم يعد بامكان هؤلاء الابطال تحمل البرد القارس والعواصف الثلجية التى هبت على المنطقة فى ذلك الوقت ، وكانت النهاية مفجعة فقد لقى جميع أفراد البعثة مصرعهم هناك ولم ينج منهم أحد .

فما هو سبب اختفاء الكيروسين ولماذا انتهت البعثة التى أعد لها بكل حرص وعناية الى هذه النهاية المفجعة ؟ وما هى الهفوة التى ارتكبها روبرت سكوت ولم يحسب لها حسابا ؟

تبين ، ويا للأسف ، بأن السبب بسيط ، والمتهم هو القصدير . فصفائح الكيروسين كانت ملحومة به . ويبدو أن أفراد البعثة لم يكونوا على علم بأن القصدير لا يتحمل ، هو الآخر ، البرد القارس والصقيع فهو يفقد لمعانه فى البداية ويصبح رماديا ثم يتفتت ويتحول الى مسحوق . وهذه الظاهرة التى تدعى «وباء القصدير» هى التى قضت على جميع أفراد البعثة .

والواقع أن حساسية القصدير للبرد القارس وعدم تحمله له كانت معروفة قبل ذلك بكثير . ففى القرون الوسطى لاحظ أصحاب الأوانى القصديرية ظهور بقع رمادية «قرحات» عليها أثناء الصقيع تتسع تدريجيا ويتفتت الإناء فى نهاية الأمر متحولا الى مسحوق . ويكفى أن يلمس الوعاء القصديرى «المريض» وعاء آخر «صحيح الجسم» حتى تظهر على هذا الأخير بقع رمادية تؤدى الى تلفه وتحوله الى مسحوق .

وفى نهاية القرن الماضى توجه قطار محمل بقطع من القصدير من هولندا الى روسيا . وعندما فتحت القاطرات لتفريغها فى موسكو تبين أنها تحتوى على مسحوق رمادى عديم النفع ولا يصلح لأى شىء . وهكذا داعب الشتاء الروسى مستوردى القصدير بنكتة ذات مضمون سئ . فالقطار قطع روسيا فى فصل الشتاء البارد مما جعل قطع القصدير تتحول الى مسحوق رمادى وهى فى طريقها الى موسكو .

وفى الفترة نفسها تقريبا توجهت الى سيبيريا بعثة جيولوجية تم اعدادها وتجهيزها بشكل جيد كى لا يحول البرد القارس هناك دون نجاح مهمتها . ولكن ناحية واحدة لم يحسب لها حسابا وهى أن أدوات المائدة التى حملوها معهم كانت مصنوعة من القصدير الذى سرعان ما تفتت نتيجة البرد القارس . واضطر أعضاء

البعثة الى صنع ملاعق وصحون من الخشب .

وفى مطلع القرن العشرين وقعت حادثة مثيرة فى مستودع للمعدات العسكرية فى مدينة بطرسبرج : فقد اكتشفت لجنة التفتيش أن الأزرار القصديرية المخصصة للباس العسكرى للجنود قد اختفت من الصناديق التى شوهدت مملوءة بمسحوق رمادى . وارتعب المسؤول عن المستودع وكاد يفقد صوابه لتأكده من أن اللجنة ستشك فيه وسيكون مصيره حتما السجن مع الأشغال الشاقة . ولم ينقذه من هذه الورطة الا تقرير المختبر الكيميائى الذى أرسلت اليه عينة من المسحوق لتحليلها ، فقد جاء فيه «أن المادة المرسلة من قبلكـــم للتحليل هى ، بلا شك ، القصدير . وقد تعرض فى هذه الحالة لظاهرة معروفة فى الكيمياء تحت اسم «وباء القصدير» .

فما هى التحولات التى تطرأ على القصدير فى هذه الظاهرة ؟ فى القرون الوسطى كان رجال الدين الجهلة يعتقدون أن «وباء القصدير» سببه الوشايات والنمائم التى تطلقها النساء الساحرات . ولهذا كانت النساء البريئات تحرق للتخلص من هذا الوباء . ومع تطور العلم اتضحت سخافة هذا التعليل ، ولكن السبب الحقيقى لهذه الظاهرة بقى مجهولا فترة طويلة .

وبعد اكتشاف التحليل بأشعة إكس (رونتجن) أصبح بالامكان النفوذ الى داخل الفلزات وتعيين بنائها البلورى . وهكذا برأت ساحة «النساء الساحرات» من هذه التهمة وأعيد اعتبارهن من جديد ، واتضح التفسير العلمى الحقيقى لهذه الظاهرة الغريبة . اذ تبين أن القصدير (كغيره من الفلزات الأخرى) ذو أشكال بلورية مختلفة ، وأكثرها ثباتا فى درجة حرارة الغرفة والدرجات الأعلى منها القصدير الأبيض وهو فلز لدن ولزج . وفى الدرجات الأقل من الدرجة ١٣ م يتغير نظام الشبكة البلورية للقصدير بحيث تتوضع الذرات فيها بحرية أكثر وينشأ عن ذلك نوع جديد للقصدير هو القصدير الرمادى الذى يفقد عندئذ خواص الفلز ويتحول الى شبه موصل (نصف ناقل) . وتؤدى الجهود الداخلية التى تنشأ فى أماكن تماس الشبكات البلورية المختلفة الى تصدع الفلز وتفتته متحولا الى مسحوق . وتزداد سرعة تحول القصدير من نوع الى آخر كلما انخفضت درجة حرارة الوسط المحيط وتبلغ أقصاها فى الدرجة — ٣٣ م . وهذا هو السبب فى أن السلع القصديرية تتخرب بسرعة نتيجة الصقيع والبرد القارس .

ولكن القارئ يعلم أن القصدير يستخدم على نطاق واسع للحام فى الأجهزة الالكترونية (وبخاصة الأجهزة التى تعتمد على أشباه الموصلات) ولطلاء الأسلاك والقطع المختلفة التى ترسل الى القطبين الشمالى والجنوبى والى

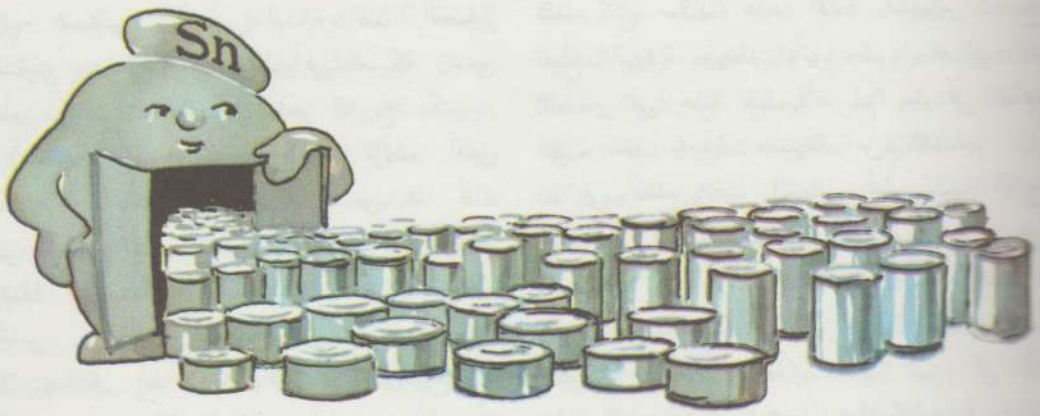
المناطق الباردة الأخرى على الأرض . فهل يعنى أن جميع الأجهزة التى يدخل فى تركيبها القصدير تتعطل بسرعة وتتوقف عن العمل فى هذه الظروف ؟ طبعا ، لا . فالعلماء نجحوا فى اكتشاف «لقاح» للقصدير يكسبه مناعة ضد «الوباء» المذكور ، وهو البزموت الذى تقدم ذراته الى شبكة القصدير الكترونات اضافية تثبته وتحول نهائيا دون اصابته بهذا «الوباء» .

وللقصدير النقى خاصة طريفة جدا : فاذا ثنى قضيب أو صفيحة منه سمع صوت ناعم مميز يدعى «قرقعة القصدير» وهو ناجم عن الاحتكاك المتبادل بين بلوراته أثناء انزياحها وانتقالها من مكان الى آخر ، بيد أن سبائك القصدير مع الفلزات الأخرى لا تعطى مثل هذا الصوت .

يستهلك فى الوقت الحاضر حوالى نصف الانتاج العالمى من القصدير فى صنع الصفائح القصديرية (ويقصد بذلك صفائح الحديد المطلية بالقصدير) التى تستعمل أساسا لانتاج علب الكونسروة . وهنا تتجلى بكل وضوح جودة هذا الفلز : فثباته الكيميائى تجاه الأكسجين والماء والأحماض العضوية بالاضافة الى أن أملاحه لا تضر أبدا بجسم الانسان ، كل هذا يجعل القصدير يقوم هنا بدوره على أكمل وجه ولا ينافسه أحد عمليا فى هذا المجال . وليس صدفة أن يدعى القصدير «فلز التعليب» : فبفضل الطبقة الرقيقة منه التى يطلى بها السطح الداخلى للعلبة يستطيع الناس فى الوقت الحاضر حفظ ملايين الأطنان من اللحوم والأسماك والألبان والفواكه والخضار فترة طويلة من الزمن .

كان الطلاء بالقصدير يتم فى السابق حسب الطريقة الساخنة حيث كانت صفيحة الحديد النظيفة تماما تغمس فى قصدير مصهور . واذا احتاج الأمر الى طلاء الوجه الآخر للصفيحة عمد الى تنظيفه وتسخينه ثم فركه وصقله بالقصدير . ولكن هذه الطريقة أصبحت قديمة ولا تستعمل فى الوقت الحاضر وحلت محلها الآن عملية التبييض (أو الطلاء بالقصدير) فى المغاطس الالكتروليتية .

ان كل علبة كونسروة ينتهى مصيرها عاجلا أم آجلا وتلقى فى مستودع النفايات ، ولكن كمية القصدير الموجودة فيها (وتبلغ حوالى نصف جرام) لن تذهب سدى : فقد تعلم الانسان كيف يستخلص هذا الفلز الثمين ويسخدمه من جديد لحاجاته . وفصل القصدير عن صفيحة الحديد ليس عملية صعبة : فالمعلوم عنه أنه يذوب بسهولة فى القلويات ويمكن استخلاصه من المحلول القلوى بواسطة التيار الكهربائى . كما ويستعان لهذا الغرض بخاصة أخرى من خواص القصدير وهى أنه يتفاعل «بكل سرور» مع الكلور : فعندما يمر فوق



علبة الكونسروة القديمة تيار من غاز الكلور الجاف يتكون كلوريد القصدير الذى يستخلص منه القصدير بسهولة .

والقصدير فلز سهل الانصهار نسبيا . ولعلكم تذكرون ما جاء فى قصة الكاتب المشهور هانس كريستيان أندرسون من أن الجندى القصديرى قد ذاب فى النار بعد أن رماه ولد شرير فى المدفأة . هذا وان سهولة انصهار القصدير تجعله يستخدم كمادة أساسية فى سبائك اللحام .

وتجدر الاشارة هنا الى أن سبيكة القصدير (١٦%) مع البزموت (٥٢%) والرصاص (٣٢%) يمكن أن تنصهر حتى فى الماء الغالى نظرا لأن درجة انصهارها تبلغ ٩٥ م فى حين أن مكوناتها تنصهر عند درجات حرارة أعلى من ذلك بكثير : فالقصدير ينصهر فى الدرجة ٢٣٢ م والبزموت ينصهر فى الدرجة ٢٧١ م والرصاص ينصهر فى الدرجة ٣٢٧ م . وتنصهر سبائك القصدير مع الجاليوم والانديوم عند درجات أقل وتعرف من بينها سبيكة تنصهر فى الدرجة ١٠٦ م وتستعمل كفواصم (صمامات Fuses) فى الصناعة الالكترونية .

يدخل القصدير فى تركيب أنواع البرونز المختلفة وفى السبائك التى تصنع منها حروف الطباعة والبابيت babbitts (سبائك تتميز بمقاومة عالية ضد التلف والحك وتصنع منها المحامل) .

وتستخدم مركبات القصدير الكيميائية على نطاق واسع فى الصناعة . فكلوريدا القصدير مثلا يستعملان كمرسخ أثناء صبغ القطن والحرير . ولما كان الحرير الطبيعى خفيفا جدا وتصعب صباغته لذا يعالج بمحاليل مركبات القصدير فيتوضع على سطح خيوطه هيدروكسيد القصدير (وبكمية تفوق أحيانا مرتين وزن الخيوط نفسها) ويثبت الصباغ عندئذ على سطحها .

ولاعطاء الزجاج والخزف لونا أحمر يستعمل ما يسمى بـ . . . purple of cassius ويتكون بفعل كلوريد القصدير على محلول كلوريد الذهب . كما يستخدم ثنائى كبريتيد القصدير كصباغ ذهبى اللون .

وفى المجال العسكرى كان كلوريد القصدير يستعمل لخلق ستار من الدخان : فهو يتفاعل مع الماء بسهولة مطلقا دخانا كثيفا من ثنائى أكسيد القصدير .

من الصعب الآن معرفة متى تعرف الانسان

على القصدير . ففى البداية كان القصدير يستعمل مع النحاس فقط فى سبيكة تدعى البرونز وكانت معروفة قبل فجر التاريخ بكثير . فالأسلحة المصنوعة من البرونز كانت أقسى بكثير من الأسلحة النحاسية . ومن هنا أتت على ما يبدو التسمية اللاتينية للقصدير "stannum" مشتقة من الكلمة السنسكريتية "stan" وتعنى القاسى . ولكن القصدير النقى نفسه فلز لين ولا يستحق أبدا هذا الاسم . والتاريخ هو الذى جعل هذا التناقض شرعيا بحيث أن عمال التعدين يصنعون بسهولة هذا القصدير اللين المطواع دون أن يخطر فى بالهم أنهم يتعاملون مع مادة «قاسية» .

ولقد عثر على سلع من البرونز فى مقابر يعود تاريخها الى حوالى ستين قرنا ماضيا . وفى حديثه عن المرايا أكد بلينى الأكبر «أن أفضل المرايا المشهورة عند أجدادنا القدماء كانت تصنع فى برونديزيوم من خليطة من النحاس والقصدير» .

ومن الصعب جدا تحديد الفترة التى بدأ فيها المجتمع البشرى يستخدم القصدير وهو فى حالة نقية . ففى احدى المقابر المصرية التى يعود تاريخها الى الحقبة الواقعة بين عامى ١٥٨٠ و ١٣٥٠ قبل الميلاد عثر على خاتم وقنينة من القصدير يعتقد بأنهما أول السلع التى تم صنعها من القصدير الصافى .

ويحدثنا هوميروس فى «الالياذة» .كيف أن اله النار والحديد هيفاستس صنع ترسا وأدوات أخرى للبطل آخيل استخدم فيها القصدير .

وفى احدى القلاع القديمة للهنود الحمر فى البيرو عثر العلماء على قصدير نقى كان مخصصا ، على ما يبدو ، لتحضير البرونز . فقد كان سكان هذه القلعة مشهورين بصنع السلع البرونزية ويعتقد بأنهم لم يستعملوا أبدا القصدير فى حالة نقية لأنه لم يعثر فى القلعة على سلعة واحدة مصنوعة من القصدير .

وفى مطلع القرن السادس عشر كتب الفاتح الاسبانى فرناندو كورتس الذى استولى على المكسيك : «عثرت عند أهالى مقاطعة تاكسكو على عدة قطع صغيرة من القصدير تشبه النقود . ولدى متابعة البحث تبين لى أن هذه القطع كانت تستعمل فعلا كنقود فى هذه المقاطعة وفى مقاطعات أخرى غيرها .

وفى عام ١٩٢٥ أجريت فى انكلترا حفريات أثرية بالقرب من قصر قديم تم بناؤه فى القرن الثالث قبل الميلاد . واكتشف علماء الآثار هناك حفر صهر فيها خبث يحتوى على القصدير . وهذا يعنى أن صناعة القصدير كانت متطورة هنا منذ أكثر من ألفى عام . وبالمناسبة ، فان يوليوس القيصر ألمح فى كتابه «تعليقات حول حرب الغال» (بلاد الغال هى التسمية القديمة لفرنسا حاليا) الى صناعة القصدير فى بعض المناطق من بريطانيا .

وفى عام ١٩٧١ عقد فى انكلترا اجتماع رسمى أعلن فيه عن تبرئة واعادة اعتبار ٩٤ صانعا من صناع سك النقود كانوا قد حوكموا منذ . . . ٨٤٧ عاما بتهمة الغش والاحتيال : ففى عام ١١٢٤ اتهم الملك الانكليزى هنرى الأول عمال ادارة سك النقود بالغش لأنهم ، حسبما نمى اليه ، كانوا يضيفون أثناء سك النقود الفضية كمية كبيرة من القصدير ، وكان العقاب صارما . فقد أمرت المحكمة الملكية بقطع اليد اليمنى لهؤلاء المجرمين . والآن ، وبعد مرور ثمانمئة وخمسين عاما على هذا

الحادث المؤسف قام أحد العلماء فى جامعة أوكسفورد باجراء تحليل دقيق لهذه النقود المشؤومة بواسطة أشعة اكس وتوصل الى نتيجة مفادها أن : «النقود المذكورة تحوى نسبة ضئيلة من القصدير وأن الملك هنرى الأول كان مخطئا فى حكمه» .

يعتبر معدن الكاسيتريت ، أو ما يسمى أحيانا بحجر القصدير ، المصدر الرئيسى للقصدير منذ القدم . وتوجد توضعات ضخمة من هذا المعدن فى الملايو . وفى الاتحاد السوفييتى تصادف خامات القصدير فى الشرق الأقصى وبالقرب من بحيرة بايكال وفى كازاخستان . ويحتفظ فى متحف مجمع التعدين «دال لوفو» فى مدينة أوسوريسك بعينة نادرة جدا من حجر القصدير طولها ٣٠ سم وعرضها ٢٠ سم وسماكتها ٨ سم . ولكن رفع هذا الحجر ليس بالأمر السهل فهو يزن حوالى ٥٠ كجم .

منذ عدة سنوات صمم جهاز صغير قابل للحمل يساعد الجيولوجيين على اكتشاف القصدير فى خاماته بدقة تصل الى عدة أجزاء مئوية فى المئة ويستغرق ذلك عدة دقائق فقط . ويتميز هذا الجهاز بأنه يتحسس فقط بالكاسيتريت ويتجاهل تماما الاستانيت (وهو معدن آخر يحتوى على القصدير ولكن ليس له فائدة صناعية كخام للقصدير) .

ومؤخرا اكتشف العلماء السوفييت أن الفلور يمكن أن يستخدم كواسطة للكشف عن وجود القصدير فى هذه المنطقة الجيولوجية أو تلك . وتمكنوا بعد تحاليل وتجارب شتى من ايجاد الصيغة التى تشكلت بموجبها الخامات منذ ملايين السنين . وتبين أن القصدير فى ذلك الوقت كان يوجد على شكل مركب معقد يحتوى على الفلور أيضا . وكان القصدير ومركباته يترسب تدريجيا مشكلا توضعات لنفسه أما رفيقه السابق الفلور ، فكان يستقر بالقرب من هذه التوضعات . ويسمح هذا الاكتشاف بتعيين المناطق التى يحتمل تواجد توضعات القصدير فيها وكذلك والتنبؤ بالاحتياطى المتوفر فيها .

والجيولوجيون لا يبحثون عن الكاسيتريت فى الأرض فحسب ، وانما يفتشون عنه تحت الماء أيضا . وقد تكللت أعمالهم هذه بالنجاح : إذ عثروا مؤخرا على رواسب من حجر القصدير فى قاع بحر اليابان وفى خليج تيخانجو . كما أن المياه الساحلية للمحيط المتجمد الشمالى بالقرب من فانكينا جوبا ورأس «سفيتوى نوس» وغيرها غنية به أيضا . ويقدم الغطاسون مساعدة جلى للباحثين عن الخامات فى البحار ، حتى أن الجيولوجيين أنفسهم أصبحوا يتزودن ، بالاضافة الى معداتهم وتجهيزاتهم العادية ، بطقوم للغوص لا يمكن بدونها عمل أى شىء فى هذه المناطق ، وبخاصة عند رأس «سفيتوى نوس» .

لا تعد خامات القصدير ، بخلاف الذهب والفضة والأحجار الثمينة ، من المواد التقليدية التى يتعامل بها المهربون . ولكن المثل القائل «لا قاعدة بلا استثناء» ينطبق على الحادث الطريف الذى وقع على الحدود بين ماليزيا وسنغافورة :

فالمعروف أن البلدين يرتبطان بجسر للسيارات يمر عبر مضيق جوخور . وفى أحد الأيام اقتربت من نقطة تفتيش الجمارك على الجانب الماليزى سيارة شحن محملة بأعمدة ضخمة

من الخرسانة المسلحة . وبدا وكأن كل شيء طبيعي الا أن رجال الجمارك شكوا فى الأمر وقرروا تفتيش الحمولة . فأمروا السائق بالابتعاد بسيارته قليلا عن مكان تجمع السيارات وأخذوا رافعة أنزلوا بواسطتها أحد الأعمدة وكسروه بمطرقة ثقيلة قطعا قطعا . وظهر الارتياح على وجوههم عندما شاهدوا العمود مملوءا بخامات القصدير التى تستخرج بكميات ضخمة فى مناجم ماليزيا وتعتبر مادة أولية يحتاجها أصحاب مصنع صهر القصدير فى سنغافورة . وقد بلغ مجموع ما خبئ فى هذه «العلب» الخرسانية ١٢٧ طنا من خامات القصدير يقدر ثمنها بحوالى مئتى ألف دولار أمريكى .

ان قلة توفر القصدير أجبرت العلماء والمهندسين على البحث باستمرار عن بديل له . وفى الوقت نفسه تكتشف من حين لآخر تطبيقات جديدة للقصدير . فقد أنشأت الشركة الأمريكية «فورد موتور» مؤخرا مصنعا لانتاج ألواح من زجاج النوافذ عرضها ٢,٥ متر . وتتلخص طريقة الانتاج هذه فى أن الزجاج المصهور يرد قادما من الفرن الى مغطس طوله ٥٣ مترا حيث يسيل منتشرا فوق طبقة من القصدير السائل . وبما أن الصهارة الفلزية هذه ذات سطح صقيل أملس ، لذا فان الزجاج يصبح بعد أن يبرد ويتجمد عليها ، صقيلا وأملسا تماما ولن يحتاج بعد ذلك الى صقل وتلميع .

وقد نجح العلماء السوفييت فى صنع نوع غريب من الزجاج يمكن استخدامه «كمصيدة» للشمس . وهو يشبه الزجاج العادى تماما من حيث المظهر الخارجى ولكن يتميز عنه فى أنه مطلى بطبقة رقيقة جدا من ثانى أكسيد القصدير . وهذه الطبقة التى لا ترى بالعين المجردة تسمح بمرور أشعة الشمس ولكنها تحول دون خروج الحرارة منها فى الاتجاه المعاكس . ولهذا يعتبر مادة هامة جدا وأساسية فى بناء الدفيئات (مستنبتات زجاجية لزراعة الخضروات) ، فهو يسمح بمرور أشعة الشمس الى داخل الدفيئة أثناء النهار حيث يصبح الجو داخلها دافئا ويحتفظ بهذا الدفء طيلة الليل ، بينما لا يستطيع الزجاج العادى تنفيذ هذه المهمة . وبفضل ذلك تنمو النباتات فى هذه الدفيئات نموا طبيعيا حتى ولو كانت درجة الحرارة خارجها تحت الصفر بكثير . ويصلح هذا النوع من الزجاج لمختلف المسخنات

الشمسية ولغيرها من الأجهزة التى تحول طاقة ضوء النهار الى حرارة .

والحديث عن القصدير لن يعتبر منتهيا اذا لم نتحدث عن قصة بوليسية انتهت نهاية سعيدة ولعب فيها القصدير دورا أساسيا :

. . . كانت الحرب العالمية الثانية على وشك الانتهاء . وبدأ حكام دولة سلوفاكيا «المستقلة» التى أقامها هتلر عام ١٩٣٩ على أراضى تشيكوسلوفاكيا حاليا يفكرون بمصيرهم المشؤوم وبوسيلة تضمن لهم العيش والتغلب على المستقبل الحالك الذى ينتظرهم . ورأوا أن أفضل طريقة لذلك هى الاستيلاء على احتياطى الذهب المودع فى المصرف المركزى فى مدينة براتيسلافا . ووصل الخبر الى مجموعة وطنية من موظفى المصرف الذين كانوا يشغلون مراكز حساسة فيه وقرروا افشال هذه الخطة . فحولوا بطريقة سرية قسما من الذهب الى أحد المصارف فى سويسرا وجمد حتى نهاية الحرب لحساب جمهورية تشيكوسلوفاكيا . وبقى القسم الآخر فى خزائن المصرف .

وأبلغ أحد زعماء الحكومة المزيفة السفير الألمانى فى براتيسلافا سرا بهذا الذهب المودع فى أقبية المصرف المدرعة وطلب أن تعطى له فصيلة من الجنود للاستيلاء على هذا الذهب . وقرر السفير أن يقوم أحد جنرالات الغستابو (البوليس السرى النازى) بالاشراف على تنفيذ هذه «العملية المصرفية» التى لم يشك أحد فى نجاحها . أحاط رجال الغستابو ببناية المصرف ، وأمر أحد الضباط الموظفين بتسليمه الذهب الموجود هناك وهددهم بالقتل اذا لم يفعلوا ذلك . وتظاهر موظفو المصرف بخضوعهم للأمر الواقع وقاموا خلال دقائق بنقل صناديق الذهب من خزائن المصرف الى سيارات الغستابو . وسر اللصوص كثيرا لنجاح العملية ظنا منهم أن الصناديق كانت تحتوى فعلا على الذهب ، ولم يخطر ببالهم أن مدير ادارة سك النقود كان قد احتاط للأمر وصنع هذه السبائك من . . . القصدير . وبعد انتهاء العملية قام الموظفون مرة أخرى بالتأكد من سلامة الأختام الملصقة على أقفال الصناديق السرية التى كانت تحتوى على سبائك الذهب الحقيقى وراحوا ينتظرون بفارغ الصبر تحرير وطنهم من الطغيان النازى .

Ta

وليد العذاب

عذاب تنتالوس — تشابه مربك — هنريخ روزى يوضح الأمر — جنبا الى جنب — فى العام الأول بعد المئة — شعور داخلى بالفشل — «هل لديك رسالة توصية» ؟ — بحجم رأس عود الثقاب — اهتمام متزايد — «الماء الملكى» عاجز أيضا — «هل هذا مركز تصليح الجماجم ؟» — أعصاب من التنتالوم — تشخيص دقيق — مهمة انسانية — زبون هام — لا خوف من درجات الحرارة العالية جدا — علاقات وثيقة — تضامنا مع التنتالوم — ثبات يحسد عليه — الصاغة يرحبون به — النفقات يمكن تعويضها .

فى أحد الأيام دعا ملك فريجيا تنتالوس (وهو الابن المحبب عند زيوس كبير آلهة اليونان) الآلهة الى وليمة فى قصره . وأراد أن يبهرهم بسخائه وحسن ضيافته فقدم لهم على المائدة لحم . . . ابنه بيلوبس . وغضب الآلهة جدا لهذه القسوة ولهذا التصرف الوحشى وقرروا معاقبته بعذاب أبدى من الجوع والعطش والرعب .

ومنذ ذلك الحين وتنتالوس يقف وسط ماء صاف يغمره الى ذقنه وقد تدلت الأغصان المثقلة بالفاكهة قرب رأسه . وعندما يحاول فتح فمه ليطفئ ظمأه يرتد الماء بعيدا عن شفتيه . وما أن يمد يده لقطف الثمار الشهية المتدلية أمامه حتى ترفع الريح الأغصان ويصبح عاجزا عن بلوغها بعد أن أنهكه الجوع والعطش . وتنتصب فوق رأسه صخرة عاتية تهدد بالسقوط عليه فى كل لحظة .

وهكذا تصف لنا الاسطورة اليونانية القديمة «عذاب تنتالوس» .

وربما تذكر الكيميائى السويدى اندرس اكبرج أكثر من مرة عذاب هذا البائس الاسطورى عندما كان يحاول ، دون جدوى ، اذابة أكسيد العنصر الذى اكتشفه عام ١٨٠٢ فى الأحماض . وكم مرة تراءى لهذا العالم أن الهدف قريب وأنه على وشك أن يحصل على الفلز الجديد فى حالة نقية ولكنه لم يستطع مع الأسف تحقيق ذلك .. واضطر فى نهاية الأمر الى التوقف عن متابعة هذا العمل المضنى وقرر تسمية هذا الفلز «بالتنتالوم» معبرا بذلك عن عذابه الأليم معه .

وتبين بعد فترة أن للتنتالوم توأم ظهر الى الوجود قبله بعام واحد ولكنه لا يختلف عنه أبدا فى خواصه . وهذا التوأم هو الكولومبيوم الذى اكتشفه الكيميائى الانكليزى تشارلز هاتشت عام ١٨٠١ . وكان التشابه بينهما كبيرا جدا بحيث أربك الكيميائيين . وبعد نقاش طويل توصلوا الى نتيجة خاطئة وهى أن هذين العنصرين هما عنصر واحد هو التنتالوم .

وبقى هذا الرأى سائدا بين أوساط العلماء أكثر من أربعين عاما . ففى عام ١٨٤٤ تمكن الكيميائى الألمانى هنريخ روزى من توضيح هذه المسألة العويصة وأعلن أن لكل من الكولومبيوم والتنتالوم الحق فى أن يأخذ مكانا له تحت الشمس . وبما أن صلات القربى واضحة بين هذين العنصرين ، لذا اقترح

روزى اسما جديدا للكولومبيوم هو «النيوبيوم» (نسبة الى الالهة الاسطورية نيوبا ابنة تنتالوس) .

ومنذ ذلك الحين والتنتالوم والنيوبيوم يشقان طريقهما فى الحياة جنبا الى جنب . وقد كان هذا الطريق شائكا فعلا :

لم تعر الصناعة أى اهتمام للتنتالوم على مدى عشرات السنين . والحقيقة أن التنتالوم لم يكن متوفرا آنئذ بشكل حر ، ولم يحصل عليه الا بعد مرور مئة عام على اكتشافه . وقد حدث ذلك فى مطلع هذا القرن ، بالتحديد عام ١٩٠٣ . وعندها استدعى التنتالوم وهو فى عامه الأول بعد المئة للعمل : فقد لاحظ العلماء أن هذا الفلز صعب الانصهار وقرروا استخدامه فى صنع أسلاك المصابيح الكهربائية . واضطر التنتالوم للموافقة على ذلك بالرغم من شعوره بأن هذه ليست مهمته الحقيقية .

وبالفعل ، فان التنافس الشديد الذى كان سائدا بين الفلزات جعل التنتالوم يفقد عمله هذا ليحل محله فلز آخر هو التنجستن الذى تبين أنه أفضل من التنتالوم فى هذا المجال .

وبدأ من جديد شبح البطالة يخيم على التنتالوم . ففى ذلك الحين كانت الفلزات المتداولة فى «بورصة العمل» تنتمى الى فئتين هما فئة الفلزات المعروفة منذ وقت طويل ، وفئة الفلزات التى أثبتت وجودها ، وحصلت على رسائل توصية وتزكية موقعة من علماء الفيزياء والكيمياء وغيرهم . ولم يكن التنتالوم آنئذ معروفا على نطاق واسع فى هذه الأوساط مما اضطره الى البقاء عاطلا عن العمل . ولكن الحظ وافاه فى نهاية الأمر : ففى عام ١٩٢٢ استخدم بنجاح فى مقومات التيار الكهربائى وبعدها بعام واحد بدأ يستعمل فى المصابيح الالكترونية . وأخذ المهندسون عندئذ يفكرون فى وضع طريقة صناعية للحصول على هذا الفلز .

والطريف هنا أن أول قطعة صناعية من التنتالوم (وهى قطعة نصف مصنعة تخضع للمعالجة فيما بعد) حصل عليها عام ١٩٢٢ وكانت بحجم رأس عود الثقاب . وتطور الأمر فيما بعد بحيث أصبحت مصانع التنتالوم تنتج قطعا منه أضخم من القطعة الأولى بألف مرة أحيانا .

تبلغ نسبة التنتالوم فى القشرة الأرضية ٠,٠٠٠٢ % . ولكن الطبيعة غنية بمعادنه التى يزيد عددها على ١٣٠ معدنا (يوجد التنتالوم فى هذه المعادن برفقة النيوبيوم دوما) . وأهم خامات التنتالوم التنتاليت والكولومبيت . وتوجد توضعات ضخمة منهما فى أفريقيا وأمريكا الجنوبية .

واذا كانت الكمية المستخرجة من خامات التنتالوم والنيوبيوم سنويا لم تتعد ٦٠٠ — ٩٠٠ طن قبل الحرب العالمية الثانية ، فانها ازدادت عدة مرات بحلول عام ١٩٤٤ . ففى الولايات المتحدة الأمريكية

وحدها ازداد انتاج التنتالوم ١٢ مرة فى الفترة الواقعة بين عامى ١٩٤٠ و ١٩٤٤ ويعزى هذا الاهتمام المتزايد والمفاجئ بالتنتالوم الى سبب بسيط وهو أن العلماء أصبحوا فى ذلك الوقت على علم بالعديد من خواصه الثمينة التى اهتم بها فورا ممثلو مختلف فروع العلم والتكنيك .

والتنتالوم فلز لونه رمادى فاتح مائل الى الزرقة . ويأتى بعد التنجستن والرينيوم من حيث مقاومته للانصهار (تبلغ درجة انصهاره حوالى ٣٠٠٠م) وهو يجمع بين القساوة العالية والمدونة الجيدة . والتنتالوم النقى يتحمل جيدا المعالجة الميكانيكية وتصنع منه بسهولة أسلاك وصفائح رقيقة جدا يبلغ ثخنها حوالى ٠,٠٤ ملم .

ولكن أهم خاصة للتنتالوم هى ، بلا شك ، ثباته الكيميائى الرائع . ولا تتفوق عليه فى هذا المجال سوى الفلزات النبيلة ، وفى بعض الحالات فقط . والتنتالوم لا يذوب فى حمض النتريك المركز ، ولا يذوب حتى فى «الماء الملكى» . ولا يتآكل أبدا فى محلول من حمض النتريك تركيزه ٧٠ % وفى الدرجة ٢٠٠ م . ولا يظهر التآكل عليه فى حمض الكبريتيك فى الدرجة ١٥٠ م ، ولكنه يتآكل فيه عند الدرجة ٢٠٠ م بمقدار ٠,٠٠٦ ملم فى العام فقط . وهذا ما جعل التنتالوم يستعمل كمادة انشائية رائعة فى الصناعة الكيميائية . اذ تصنع منه الأجهزة التى تستخدم فى انتاج العديد من الأحماض (مثل حمض الهيدروكلوريك وحمض الكبريتيك وحمض النتريك وحمض الفوسفوريك وحمض الخليك) وفوق أكسيد الهيدروجين والبروم والكلور . ففى أحد المصانع الذى يستخدم غاز كلوريد الهيدروجين فى عملية الانتاج كانت القطع المصنوعة من الفولاذ الذى لا يصدأ تتعطل وتخرب بعد مرور شهرين فقط على استعمالها . ولكن ما أن استبدل الفولاذ بالتنتالوم حتى أصبحت هذه القطع ، بما فى ذلك القطع الرقيقة جدا (التى يبلغ ثخنها ٠,٣–٠,٥ ملم) ، تعمل بشكل دائم وبلغت فترة خدمتها ٢٠ عاما . ولم يبق بين المواد الكيميائية سوى حمض الهيدروفلوريك الذى يقف التنتالوم أمامه عاجزا .

وتصنع من التنتالوم الكاتودات اللازمة لعملية الاستخلاص الكهربائى للذهب والفضة . وتمتاز هذه الكاتودات عن غيرها فى أن راسب الذهب والفضة يذاب فى «الماء الملكى» الذى لا يتأثر به التنتالوم أبدا .

وللتنتالوم خاصة أخرى فريدة من نوعها وهى انسجامه بيولوجيا مع أنسجة الجسم الحى ، أى قدرته على التعايش مع هذه الانسجة دون أن يسبب لها أى ضرر . ولهذا يستخدم بشكل واسع فى الجراحة «لتصليح» جسم الانسان . فصفائح التنتالوم تستعمل مثلا لمعالجة اصابات الجمجمة اذ تسد بها الثقوب والشقوق فى عظم الجمجمة . وتسجل المراجع الطبية حادثة استخدمت فيها صفيحة من التنتالوم لصنع أذن اصطناعية وقد نما عليها الجلد المأخوذ من الفخذ بشكل طبيعى لدرجة أنه كان من الصعب تمييزها عن الأذن الطبيعية . وتستعمل خيوط التنتالوم لتحل محل النسيج العضلى عند عطبه . ويستعين الجراحون بالتنتالوم لتثبيت جدار البطن بعد العمليات الجراحية . والمرابط المصنوعة من التنتالوم تربط جيدا الأوعية الدموية . وتستعمل شباك التنتالوم فى

جراحة العيون . كما أن الخيوط الرفيعة جدا من هذا الفلز يمكن أن تحل محل الأوتار والألياف العصبية أيضا . واذا كانت العبارة المألوفة «أعصاب من الحديد» يستعملها الناس مجازا ، فان عبارة «أعصاب من التنتالوم» يمكن أن تستعمل بالمعنى الحرفـــى تماما .

ويرى الأطباء السويسريون أن التنتالوم يمكن أن يستخدم بنجاح أثناء فحص الشعب الرئوية والرئتين بأشعة اكس . ولهذا الغرض يعطى المريض مسحوقا دقيقا جدا من التنتالوم باستنشاقه وهو غير ضار أبدا بالجسم فينفذ فورا الى الفروع الدقيقة من الشعب الرئوية ولكنه لا يبقى فيها بل تطرده من هناك «الأهداب» الموجودة على الخلايا السليمة . أما الخلايا المريضة ، فلا يمكنها فعل ذلك وتظهر عندئذ واضحة على الصورة الشعاعية مما يساعد الطبيب على اعطاء تشخيص دقيق للمرض .

وبالرغم من أن الطب ليس أهم مجال من مجالات استخدام التنتالوم الا أنه أكثرها أصالة ونبلا . ولقد قدر لهذا الفلز الذى جاء اسمه وليد العذاب أن يقوم بمهمة انسانية ألا وهى التخفيف عن آلام وعذاب البشر .

يستهلك ٥ % فقط من مجموع الانتاج السنوى للتنتالوم فى الأغراض الطبية . وتستهلك الصناعة الكيميائية حوالى ٢٠ % . اما الطلب الرئيسى على هذا الفلز ومركباته (أكثر من ٤٥%) ، فيأتى من صناعة التعدين . وفى الفترة الأخيرة ازداد استخدام التنتالوم كعنصر اشابة فى أنواع الفولاذ العالية المتانة والمقاومة للتآكل وللحرارة . ويتشابه التنتالوم والنيوبيوم فى تأثيرهما على هذه الانواع من الفولاذ اذ أن اضافة هذين الفلزين اليها تحسن متانته وتخفض تقصفه بعد التصليد والتلدين .

والتنتالوم عنصر هام جدا فى صناعة السبائك المقاومة للحرارة التى تحتاج اليها هندسة الصواريخ

والأقمار الصناعية . وتتمتع سبيكة منها مؤلفة من ٩٠ % تنتالوم و ١٠ % تنجستن بخواص رائعة اذ تتحمل الصفائح الرقيقة منها الحرارة حتى الدرجة ٢٥٠٠ م وتصمد القطع الأضخم المصنوعة منها حتى درجات أعلى من ٣٣٠٠ م ! ويعتقد بعض الخبراء الأجانب أن هذه السبيكة تصلح لصنع فوهات المحركات النفاثة وأنابيب العادم وأجزاء وحدة التحكم الغازى والواجهة الأمامية وغيرها من الأجزاء الهامة فى سفن الفضاء . ولا يمكن الاستغناء عن سبيكة التنتالوم مع التنجستن عندما يجرى تبريد فوهات الصواريخ بفلز سائل (الليثيوم أو الصوديوم) قادر على احداث تآكل فى جسم الفوهة .

وعندما تطلى هذه السبيكة بطبقة من كربيد التنتالوم (درجة انصهاره ٤٠٠٠م) تصبح القطع المصنوعة منها مقاومة جدا للحرارة . وقد لوحظ اثناء تجارب اطلاق الصواريخ أن فوهات المصنوعة من هذه السبيكة تحملت درجات حرارة هائلة ، ولو لا طبقة الطلاء المذكور لتحطمت الفوهة وتآكلت بسرعة .

ويمتاز كربيد التنتالوم بقساوة كبيرة جدا أيضا (قريبة من قساوة الماس) ولهذا يستخدم على نطاق واسع فى صناعة السبائك القاسية . ففى حالات القطع السريع للفلزات يسخن الفلز كثيرا بحيث تلتحم نحاتته بآلة القطع الأمر الذى يؤدى فى النهاية الى تفتت وتكسر أسنانها القاطعة . ويمكن تفادى ذلك بصنع هذه الأسنان من سبائك قاسية يدخل فى تركيبها كربيد التنتالوم .

تؤكد تطبيقات التنتالوم الكثيرة علاقته الوثيقة بالتيار الكهربائى : ويكفى القول أن ربع الانتاج العالمى من هذا الفلز يستهلك فى مجال الهندسة الكهربائية وصناعة الأجهزة الالكترونية . فالمقومات المصنوعة منه تستعمل فى أجهزة الانذار ضد الحرائق وفى محولات التيار فى محطات الهاتف . وتستخدم مكثفات صغيرة من التنتالوم فى محطات الاذاعة وأجهزة الرادار ومختلف الدارات الالكترونية .

وتصنع من التنتالوم قطع أجهزة التفريغ الكهربائى . فهو ، كالنيوبيوم ، يمتص جيدا الغازات . ففى الدرجة ٨٠٠ م يكون التنتالوم قادرا على امتصاص ٧٤٠ حجما من الغاز . ويؤمن درجة تخلخل عالية بامتصاصه للغازات المتبقية فى المصابيح الكهربائية بعد تفريغها بمضخات التفريغ . وتصنع منه القطع «الساخنة» فى المصابيح الكهربائية مثل الأنودات والشبكات وكاتودات التوهج المباشر وغيرها . والتنتالوم لا بد منه فى المصابيح التى يجب أن تحافظ طويلا على مواصفاتها الدقيقة أثناء العمل فى درجات حرارة مرتفعة وتحت جهود عالية . ويستعمل التنتالوم فى بعض أنواع الانابيب المفرغة لابقاء ضغط الغازات على مستو معين .

وتصادف أسلاك التنتالوم فى الكريوترونات وهى عناصر على درجة عالية من الموصلية وتستعمل فى صناعة الحاسبات الالكترونية .

ونشير هنا الى مهمة كهربائية أخرى للتنتالوم : فهو مادة ممتازة لصنع المفرغات الغازية . وهنا يبدو متضامنا مع سميه الاسطورى تنتالوس (الذى سمى باسمه) اذ يتحدى إله البرق والرعد زيوس بتفريغه للبرق فيقوم هذا الأخير غاضبا بارساله الى الأرض .

وفى عملية انتاج الحرير الاصطناعى تكون القوالب المعدة لصنع الخيوط الحريرية ذات ثقوب دقيقة جدا يبلغ قطرها أجزاء فى المئة

من المليمتر وتمتلىء هذه الثقوب عادة بالأوساخ مما يجعل من الضرورى تنظيفها باستمرار بشرط ألا يتغير قطرها . وطبيعى أن تكون هذه القوالب متينة وتتحمل التلف والتآكل . ولهذا تصنع عادة من التنتالوم الذى يؤمن جميع هذه الشروط .

بدأ التنتالوم يجرب حظه مؤخرا فى صناعة المجوهرات . وقد استطاع بنجاح أن يحل محل البلاتين فى حالات شتى . ووفر بذلك مبالغ ضخمة نظرا لأن البلاتين أغلى ثمنا منه بـ ١٥ مرة . ويعزى نشاطه فى هذا المجال الى امكانية طلائه بطبقة رقيقة جدا من الأكاسيد ذات الألوان الجميلة . ولهذا يستعمل فى صنع الساعات والأساور والحلى الأخرى .

وفى المكتب الدولى للأوزان والمقاييس فى فرنسا ومكتب القياسات فى الولايات المتحدة الأمريكية يستعمل التنتالوم بدلا من البلاتين فى صنع سنجات تحليلية قياسية ذات دقة عالية . ويحل التنتالوم محل الاريديوم الغالى الثمن فى صناعة رؤوس ريش أقلام الحبر .

والتنتالوم غالى الثمن ، ولكنه يبقى أرخص من البلاتين والاريديوم . ويعود سعره المرتفع الى غلاء المواد المستعملة فى انتاجه وتعقد العملية التكنولوجية للحصول عليه . ويكفى القول بأنه للحصول على طن واحد من التنتالوم المركز يلزم ٣٠٠٠ طن من المادة الخام . ولكن جميع النفقات والمصروفات تعوض هنا وبربح زائد .

. . . وهكذا مرت الأيام والسنين عندما كان التنتالوم «فتيا» يبحث عن عمل له . ولعلكم اقتنعتم من حديثنا هذا بأن لديه فى الوقت الحاضر ما يكفى من الأعمال والمهمات . ولا أحد يعلم كم يخبئ له المستقبل من أعمال هامة ومفيدة .

W

الفلز المنير

هل يحتاج الأمر الى تعليق ؟ — «زبد الذئب» — اكتشاف الصيدلى — «ساموكال موشيتا» — لا ينوى الاستسلام — لون الدراق» — تجارب فى مصنع بوتيلوف — نجاح المهندسين الألمان — الحاجة أم الاختراع — لقمة سائغة — خاب أمله — صمت مزعج — «توزيع ثروات» الامراء الفلاديميريين — «اذهب الى الشيطان» — «مساعدة» من الخارج — فى الحر والبرد — عودة «الهاربين» — على سطح الشمس — مليارات الومضات — دقائق وقرون — «اليورانيوم — ١» فى مونتريال — دقة فائقة — موضة «الشوارب» — «مدخرات» التنجستن .

تتحدث أسماء بعض العناصر عن نفسها : فالهيدروجين «مولد الماء» والكربون «مولد الفحم» . ومن العناصر ما سمى نسبة الى العلماء البارزين كالمندليفيوم نسبة الى مندلييف والأينشتينوم نسبة الى أينشتين والفرميوم نسبة الى فرمى والكوريوم نسبة الى كورى والكورتشاتوفيوم نسبة الى كورتشاتوف . ومنها ما اشتقت أسماؤها من الخارطة الجغرافية كالأوروبيوم نسبة الى أوروبا والأمريكيون نسبة الى أمريكا والفرنسيوم نسبة الى فرنسا والجرمانيوم نسبة الى ألمانيا والكاليفورنيوم نسبة الى ولاية كاليفورنيا . ولكن هناك عناصر تحتاج أسماؤها الى تعليق ومنها التنجستن أو الولفرام . فكلمة «الولفرام» تعنى «زبد الذئب» ولا أظنها توضح أصل تسمية هذا العنصر . فما هو يا ترى الرابط المشترك بين عنصر الفصيلة السادسة من الجدول الدورى ووحش الغابة ؟

. . . لاحظ عمال التعدين فى قديم الزمان أكثر من مرة ظاهرة غريبة : فقد كانت كمية القصدير المصهورة من خاماته تتضاءل بشكل حاد من حين الى آخر لاسباب

مجهولة . وبما أن المواصفات التكنيكية الاقتصادية لعملية الصهر كانت تهم أسلافنا أيضا لذا بدأوا يتفحصون بانتباه خامات القصدير المعدة للصهر . وسرعان ما اكتشفوا أن هذه الظاهرة تحدث عندما تحتوى الخامات على أحجار ثقيلة لونها بنى أو رمادى مصفر . وظهر بالنتيجة أن هذا الحجر «يلتهم القصدير كما يلتهم الذئب النعجة» . وطالما أن الأمر على هذا النحو ، فليسمى ذلك الحجر الشرير «بالولفرام» . وقد أطلق فى بعض البلدان اسم آخر على هذا المعدن هو «التنجستن» ويعنى «الحجر الثقيل» .

اكتشف التنجستن الكيميائى السويدى المشهور كارل شيل ، وكان صيدليا معروفا أجرى فى مخبره الصغير عدة أبحاث جيدة . فله الفضل فى اكتشاف الأكسجين والكلور والباريوم والمنجنيز . وقبل وفاته بفترة قصيرة ، وبالتحديد عام ١٧٨١ ، (وكان شيل أصبح فى ذلك الوقت عضوا فى أكاديمية العلوم السويدية) اكتشف شيل أن معدن التنجستن (الذى سمى فيما بعد بالشيليت) هو ملح لحمض لم يكن معروفا فى ذلك الحين . وبعد عامين نجح الأخوان الكيميائيان الاسبانيان دلويار اللذان كانا يعملان تحت اشراف شيل ، فى استخلاص عنصر جديد من هذا المعدن هو التنجستن (الولفرام) الذى أحدث انقلابا فى عالم الصناعة . . . ولكن بعد مرور قرن كامل على هذا التاريخ :

ففى عام ١٨٦٤ أدخل الانكليزى روبرت ميوشت التنجستن (بكمية تبلغ حوالى ٥%) لأول مرة كعنصر اشابة فى الفولاذ . وتبين أن هذا الفولاذ الذى دخل تاريخ صناعة

التعدين تحت اسم «فولاذ ميوشت المصلد ذاتيا» يتحمل درجات الحرارة الحمراء والأكثر من ذلك أن قساوته لا تبقى على حالها فى هذه الدرجات فحسب ولكنها تزداد أيضا . وقد ساعدت القاطعات المصنوعة من هذا الفولاذ على زيادة سرعة قطع الفلزات مرة ونصف (من خمسة أمتار فى الدقيقة الى سبعة أمتار ونصف) .

وبعد مرور حوالى ٤٠ عاما ظهر نوع آخر من الفولاذ سريع القطع يحوى حتى ٨% تنجستن . وازدادت بفضله سرعة قطع الفلزات حتى بلغت ١٨ مترا فى الدقيقة . وسرعان ما ارتفعت خلال عدة سنوات الى ٣٥ مترا فى الدقيقة . وهكذا تمكن التنجستن خلال نصف قرن تقريبا من رفع انتاجية آلات قطع الفلزات سبع مرات !

ولكن ألا يمكن رفع سرعة القطع أكثر من ذلك ؟ وهل بلغت هذه السرعة حدها الأعظمى ؟

الجواب على هذا السؤال جاء من التنجستن نفسه . فهو لم يستنفد طاقاته بعد ، ولا ينوى الاستسلام أمام درجة الحرارة فى هذا المضمار . ففى عام ١٩٠٧ تم صنع سبيكة من التنجستن والكروم والكوبلت دعيت الاستيليت وأصبحت طليعة السبائك القاسية الواسعة الانتشار حاليا والتى رفعت سرعة القطع الى ٢٠٠٠ م فى الدقيقة فى الوقت الحاضر .

من خمسة أمتار الى ألفى متر ! يا له من طريق طويل قطعته صناعة التعدين ومعالجة الفلزات . وفى هذه المسيرة الطويلة كانت تظهر من فترة الى أخرى مركبات جديدة للتنجستن .

ففى الوقت الحاضر تحضر السبائك ذات القساوة العالية بتلبيد مزيج من كربيدات التنجستن وبعض العناصر الأخرى (كالتيتانيوم والنيوبيوم والتنتالوم) . وهنا تبدو حبيبات الكربيدات وكأنها ملصقة بالكوبلت . وهذه السبائك التى تسمى بالسبائك الخزفية الفلزية لا تفقد قساوتها حتى فى الدرجة ١٠٠٠ م وتحافظ ، بالتالى ، على سرعة هائلة لآلة القطع . ومن بينها سبيكة من كربيد التنجستن تدعى «الرليت» تتميز بقساوة عالية جدا لدرجة أنه اذا مرر المبرد عليها بقيت عليه (أى على المبرد !) آثار الخدش .

كانت معالجة الفلزات الباب الرئيسى ، وليس الوحيد ، الذى دخل منه التنجستن الى عالم الصناعة . فقد كان الملاحظ فى أواسط القرن الماضى أن الأقمشة المشربة بتنجستات الصوديوم تكتسب مناعة ومقاومة ضد النيران . وقد اشتهرت فى ذلك الوقت الدهانات الحاوية على التنجستن بالوانها المختلفة الأصفر والأزرق والأبيض والبنفسجى والأخضر والأزرق ، وكانت تستعمل فى رسم اللوحات الفنية وفى انتاج الخزف . وبالمناسبة فلا يزال حتى الآن يحتفظ بسلع خزفية صنعت فى الصين فى القرن السابع عشر وملونة بلون جميل «لون الدراق» . ولقد أثبت التحليل الكيميائى الذى أجرى عليها مؤخرا أن للتنجستن الفضل فى اعطائها هذا اللون الناعم اللطيف .

وفى عام ١٨٦٠ تم الحصول بتسخين الحديد مع حمض التنجستيك على سبيكة من الحديد والتنجستن تتميز بقساوة عالية جعلت العلماء يهتمون بها كثيرا . وسرعان ما وضعت طريقة صناعية لانتاج هذه السبيكة مما أدى الى الاسراع فى استخدام التنجستن فى مجال التعدين .

13-943

وفى عام ١٨٨٢ جرت أولى المحاولات لاضافة التنجستن الى الفولاذ المخصص لصنع الأسلحة . ففى مصنع بوتيلوف فى مدينة بطرسبرج نجح الاستاذ ليبين عام ١٨٩٦ فى صهر فولاذ يحوى التنجستن . وتبين أن اضافة ، ولو كمية قليلة جدا من التنجستن ، الى الفولاذ ترفع كثيرا مقاومة مواسير (سبطانات) البنادق ضد التآكل الناجم عن دخان البارود . وكان المهندسون الألمان هم الذين قدروا هذه الميزة قبل غيرهم . ففى سنوات الحرب العالمية الأولى كانت المدافع الألمانية الخفيفة تتحمل حتى ١٥ ألف طلقة بينما كانت المدافع الروسية والفرنسية تخرب وتعطب بعد ٦ — ٨ آلاف طلقة .

وطبيعى أن يزداد استخراج خامات التنجستن فى تلك الفترة . فاذا كانت الكمية المستخرجة سنويا من هذه الخامات فى العالم لم تتعد ٢٠٠ — ٣٠٠ طن فى التسعينات من القرن الماضى ، فانه بحلول عام ١٩١٠ ارتفعت هذه الكمية الى ٨ آلاف طن وقفزت الى ٣٥ ألف طن فى عام ١٩١٨ .

ومع ذلك ، فان الكمية المستخرجة من التنجستن لم تكن كافية . وكان ذلك واضحا فى المانيا التى لم تكن تتوفر فيها خامات هذا الفلز . صحيح أن الألمان قاموا عند اعدادهم للحرب بتخزين كميات كبيرة من خامات التنجستن . ولكن سرعان ما نفد هذا المخزون ، واستمرت الصناعة الحربية تلح على تزويدها بالفولاذ الحاوى على التنجستن لانتاج الأسلحة .

وهكذا اضطر العلماء الألمان للتفكير فى حل لهذه الأزمة . وليس عبثا أن يقال «بأن الحاجة أم الاختراع» . فقد وجد فى نهاية الأمر مخرج من هذا المأزق : اذ تذكر العلماء أن «زبد الذئب» كان يلتهم القصدير ويحمله معه متحولا الى نفايات وخبث . وبما أن انتاج هذا الفلز كان قائما فى ألمانيا منذ القرن الثانى عشر لذا فقد تجمعت على أرضها كميات هائلة من خبث القصدير . وأسرع العلماء الى الاستفادة من هذه الكميات المتراكمة للحصول على التنجستن . وحلت الأزمة جزئيا .

وفى روسيا القيصرية كان استخراج هذا

المعدن الثمين ضئيلا جدا حتى فى فترة الانتعاش التى مرت على صناعة التجستن . ففى عام ١٩١٥ بلغ مجموع ما ورد الى مصنع ايجورا من مناجم ما وراء البيكال ١,٤ طن من خامات التنجستن . وفى عام ١٩١٦ استلم مصنع موتوفيليخا ٨,٧ طن فقط من هذه الخامات . وفى تلك الفترة بلغ انتاج أحد المصانع فى بطرسبرج حوالى ١٠٠ كيلوجراما فقط من سبائك الحديد مع التنجستن .

ولكن الشركات الاجنبية ، وبخاصة اليابانية والسويدية ، كانت تتطلع بشهية واضحة الى مناجم ما وراء البيكال . ففى صيف عام ١٩١٦ قام جيولوجيو احدى الشركات اليابانية بالتنقيب فى منطقة جبل أنتان . وكانت النتائج مشجعة جدا لأن ادارة الشركة حاولت أكثر من مرة «وضع يدها» على هذا المكمن ولكن دون جدوى .

وكان يشتهر فى تلك الفترة مكمنان هامان هما مكمن بوكوكينو ومكمن ألداندو وقد استأجرهما بالمساهمة رجل الصناعة تولماتشوف والمهندس الجيولوجى زيكس . وارتأى هذان الشخصان أن من الأفضل والأربح لهما أن يقوما ، بشوهما ، بتأجير المكمنين لشركة مورتيمور ويوجايو السويدية التى اهتم ممثلوها كثيرا بهذين المكمنين بعد أن أجروا دراسات مفصلة حولهما . وكان تولماتشوف ينوى أخذ مبلغ ٣٠ ألف روبل كسلفة لقاء الاتفاق المبدئى مع الشركة . ولكن لم يتم له ذلك : فقد شعرت اللجنة الحكومية الجيولوجية بأن تولماتشوف خفض عمدا وعن قصد الاحتياطى المتوقع من التنجستن فى المكمنين واقترحت مصادرتهما ووضعهما تحت امرة البلاط الملكى وذلك بالنظر الى الحالة السيئة التى كانت تمر بها البلاد بسبب الحرب الدائرة فى ذلك الوقت . وسرعان ما وافق البلاط الملكى على هذا الاقتراح .

وكتب الأكاديمى فيرسمان فى مذكراته عن هذه الفترة يقول : «قبل ثورة أكتوبر الاشتراكية العظمى كان عمل اللجنة المتخصصة بدراسة العلوم الطبيعية والتابعة لأكاديمية العلوم مشلولا تقريبا وكان العلم فى روسيا يمر بمرحلة قاسية وصعبة وكانت مبادرات العلماء تصطدم بشتى العوائق ، حتى أن أكاديمية العلوم بقيت تناضل أكثر من سنتين فى سبيل الحصول على اعتمادات ، ولو ضئيلة ، لحل مشكلة هامة وملحة هى استغلال مكامن التنجستن» .

وللأسف فان المشاكل المالية لم تكن هى العقبة الوحيدة التى كانت تجابه العلماء فى ذلك الوقت ، بل كانت هناك مشاكل أكثر تعقيدا أيضا . وأفضل دليل على ذلك ما جاء فى أحد كتب الأكاديمى المشهور كريلوف : ففى يناير عام ١٩١٧ ، أى فى الأسابيع الأخيرة من عهد القيصر نيقولاى الثانى عقدت اللجنة المذكورة آنفا اجتماعا موسعا لبحث قضية مكامن التنجستن الذى كانت روسيا بأمس الحاجة اليه . وأعلن أحد المسؤولين الكبار فى حكومة القيصر أمام اللجنة أن توضعات خامات هذا الفلز تقع فى أراضى تركستان وأن ارسال بعثة جيولوجية الى هناك يكلف الخزينة ٥٠٠ روبل . وبعد انتهاء المسؤول من القاء كلمته ساد صمت عميق فى القاعة ، فقد كان معظم الحاضرين على علم بأن اقليم ألتاى غنى جدا بالتنجستن ولكن أحدا منهم لم يتجرأ على الافصاح عن ذلك : فهذا الاقليم بأكمله ، وهو من أغنى الأراضى الروسية ، كان ملكا لأمراء

عائلة فلاديميروفيتش وهم أقرباء القيصـــر . وكان محظرا اجراء التنقيب الجيولوجى فى ممتلكاتهم وأراضيهم .

وخرق الأكاديمى كريلوف هذا الصمت المزعج قائلا : «القضية بسيطة بالنسبة الى مناجم تركستان — هاكم خمسمئة روبل» — وأخرج من جيبه ورقة نقدية عليها صورة بطرس الأكبر وأعطاها الى مقرر الجلسة فيرسمان . ولكن الأمر أكثر تعقيدا بالنسبة الى اقليم ألتاى ، واكتفى كريلوف بهذه العبارة دون أن يذكر مباشرة أن المناجم توجد فى أراضى عائلة فلاديميروفيتش وتابع حديثه باسلوب آخر قائلا : «تعلمون أن وجود التنجستن يعنى . أنه يمكن صنع فولاذ سريع القطع وبالتالى مضاعفة انتاج القذائف . واذا كان لا بد من المصادرة أو نزع الملكية فالمفروض أن تتم هنا وفى هذا الاقليم بالذات . فبدون القذائف سنخسر الحرب وهذا يعنى أن السلالة الملكية كلها ، وليس عائلة فلاديميروفيتش فقط ، ستذهب الى الجحيم» .

وقد صدق العالم الشجاع فى حدسه : فبعد مرور شهر واحد اذا بالسلالة الملكية تذهب بكامل أعضائها الى العنوان المذكور .

وثمة عائق آخر كان يحول دون تطور صناعة التنجستن فى روسيا وهو «مساعدة» الخبراء الأجانب . ففى عام ١٩٣١ عثر العلماء لدى تصنيفهم للمجموعات المعدنية القديمة فى متحف جامعة موسكو على عينات من الشيليت مأخوذة من مكمن لم يكن معروفا حتى ذلك الوقت يدعى موغول — تاوى فى طاجسكتان . وتبين أن هذه العينات وجدت عام ١٩١٢ وأرسلت الى موسكو لدراستها . ولكن الجيولوجيين الألمان الذين كانوا يعملون كخبراء عند الحكومة - اعتبروا هذا المكمن غير اقتصادى ولا يصلح للاستغلال . وقبلت حكومة القيصر بهذا الرأى . وبعد اكتشاف العينات فى متحف جامعة موسكو بعدة شهور أرسلت بعثة جيولوجية الى طاجسكتان حيث تبين لها أن موغول — تاوى واحد من أغنى مكامن التنجستن .

وفى الفترة ذاتها تقريبا بدأ الجيولوجى السوفييتى المشهور الأكاديمى سميرنوف حملة تنقيب واسعة عن مكامن التنجستن شملت جميع أراضى الاتحاد السوفييتى وقطع مع تلامذته ومعاونيه آلاف الكيلومترات فى الحر والبرد وطافوا معظم أرجاء البلاد مشيا على الأقدام وعلى الكلاب والغزلان وكانت النتيجة أن اكتشفت مكامن جديدة وشيدت المصانع لتعلن عن نشوء صناعة التنجستن السوفييتية .

وفى الوقت الحاضر يستهلك حوالى ٨٠% من مجموع الانتاج العالمى من التنجستن فى صنع أنواع جيدة من الفولاذ ويذهب ١٥% تقريبا لصناعة السبائك القاسية أما النسبة الباقية ٥ % ، فتستخدم فى الصناعة كتنجستن نقى ، أى كفلز ذى خواص مدهشة .

اذا أردنا صهر التنجستن ، وجب تسخينه الى درجة تتبخر عندها معظم الفلزات أى حتى الدرجة ٣٤٠٠ م تقريبا . والتنجستن نفسه يمكنه البقاء فى حالة سائلة حتى ولو وضع بالقرب من الشمس : فدرجة غليانه أعلى من ٥٥٠٠ م . وصعوبة انصهار هذا الفلز هى التى أمنت له مركزا مرموقا فى فرع من أهم فروع الصناعة ، ألا وهو الهندسة الكهربائية .

فى عام ١٩٠٦ بدأت أسلاك التنجستن تحل محل أسلاك الكربون والأوزميوم والتنتالوم فى صنع المصابيح الكهربائية . ومنذ ذلك التاريخ وأسلاك التنجستن تسطع كالبرق كل مساء فى بيوتنا . وتصنع فى العالم سنويا عدة مليارات من هذه المصابيح . فهل هذا بالشىء الكثير ؟ تعالوا واحكموا بانفسكم : فقد بلغ مجموع ما عاشته البشرية منذ بداية التأريخ الميلادى وحتى الآن أكثر من مليار دقيقة بقليل (ففى الساعة العاشرة والدقيقة الأربعين من يوم التاسع والعشرين من أبريل (نيسان) عام ١٩٠٢ بدأ عد المليار الثانى من الدقائق فى العهد الجديد) .

يقوم العلماء والمهندسون باستمرار بتطوير المصباح الكهربائى محاولين اطالة عمره» ما أمكن . فكما تذوب بالتدريج الشمعة المشتعلة ، كذلك فان التنجستن يبدأ فور اشعال المصباح الكهربائى بالتبخر من على سطح سلك التوهج . فلخفض هذا التبخر ، وبالتالى اطالة فترة خدمة (عمر) المصباح ، يملأ هذا الأخير تحت الضغط بمختلف الغازات الخاملة . وقد اقترح مؤخرا أن تستخدم أبخرة اليود لهذا الغرض . اذ تبين أن اليود يلعب هنا دورا طريفا : فهو «يلتقط» جزيئات التنجستن المتبخرة ويرتبط معها كيميائيا ثم يترسب على السلك ويعيد اليه تلك الجزيئات «الهاربة» . ويصبح المصباح بذلك أطول عمرا .

والمصابيح الكهربائية التى تنتجها الصناعة على أنواع مختلفة تبدأ «بالخرزات» الصغيرة

المستعملة فى الطب وتنتهى بالمصابيح الكاشفة القوية .

عرض الاتحاد السوفييتى فى معرض مونتريال الدولى بكندا فى عام ١٩٦٧ جهاز تسخين اشعاعى يدعى «اليورانيوم — ١» من أجزائه الرئيسية مصباح يبرد بالماء والهواء . ويوجد الكترودان من التنجستن فى دورق صغير مصنوع من كوارتز مقاوم للحرارة ومملوء بغاز خامل هو الزينون . وعند فتح المصباح تنشأ بين الالكترودين بلازما غازية تصل درجة حرارتها الى ٨٠٠٠ م . وهناك مرآة عاكسة خاصة توجه الأشعة تحت الحمراء الصادرة عن هذه «الشمس» الاصطناعية (يتكون طيف شمسى فى المصباح) الى وحدة ضوئية فى الجهاز حيث تتجمع فى حزمة واحدة يزيد قطرها عن السنتيمتر الواحد قليلا . وتبلغ درجة الحرارة فى بؤرة (محرق) الحزمة ٣٠٠٠ م . وبامكان هذا الجهاز العمل مئات الساعات دون توقف وهو فى هذا الوضع «الساخن» .

يستعمل فى الصناعة ما يسمى بالأشعة الكاتودية وهى عبارة عن سيل من الالكترونات المنطلقة من سطح كاتود فلزى فى الفراغ («الابتعاث الالكترونى») . . وكما دلت التجارب فى هذا المجال ، فان التنجستن يعتبر من أفضل المواد التى تصنع منها هذه الكاتودات .

والتنجستن ليس فقط أكثر الفلزات مقاومة للانصهار ، بل انه يتصف وهو نقي بمتانة عالية : اذ تبلغ مقاومته للقطع أربعين طنا للسنتيمتر المربع وتزيد كثيرا عن متانة أفضل أنواع الفولاذ . والأكثر من ذلك أنه يحافظ على متانته هذه حتى فى الدرجة ٨٠٠ م .

ويجمع التنجستن بين المتانة العالية واللدونة الجيدة : اذ يمكن صنع سلك رفيع منه طوله ١٠٠ كم ووزنه لا يتعدى ٢٥٠ جراما .

وحصل مؤخرا سلك التنجستن الذى يستعمل فى المصابيح الكهربائية على «وظيفة» أخرى : فقد اقترح أن يستعمل كأداة قطع لمعالجة المواد القصيفة . ولهذا الغرض يتلقى السلك أمواجا فوق سمعية من مولد خاص تجعله يتحرك بحركات اهتزازية فيقطع ببطء المادة المراد قطعها . وبامكان هذه «القاطعة» الجديدة أن تتعامل بسهولة مع الكوارتز والياقوت والزجاج والخزف فتقطعها الى قطع مختلفة أو تترك عليها خدوشا أو شقوقا مختلفة الأشكال والابعاد .

ومهما كانت متانة سلك التنجستن كبيرة الا أنها لا تقارن بمتانة «الشوارب» المصنوعة من هذا الفلز والتى هى عبارة عن بلورات رقيقة جدا وأرفع بمئات المرات من شعر الانسان . ونجح الفيزيائيون السوفييت فى الحصول على «شوارب» من التنجستن قطرها يبلغ مليونى جزء من السنتيمتر وتساوى متانتها ٢٣١ طن على السنتيمتر المربع وهذا الرقم قريب جدا من السقف المطلق للمتانة ، أى الحد النظرى لـها الذى وضـعه الـعلم للمواد الموجودة على الأرض . ولكن هذه المادة العجيبة لا توجد بعد الا فى المخابر فقط .

يحصل على التنجستن النقى المستخدم فى الصناعة باختزال ثـالث أكسيد التنجستن بالهيدروجين . ويتكون عندئذ مسحوق دقيق من التنجستن يضغط ويلبد بتسخينه بالتيار الكهربائى حتى الدرجة ٣٠٠٠ م . وتسحب من هذا التنجستن أسلاك التوهج للمصابيح

الكهربائية وتصنع منه بعض القطع اللازمة للمبات الالكترونية وأنابيب أشعة اكس والالكترودات وغيرها .

ووضع العلماء طريقة لانبات البلورات الاحادية من التنجستن والموليبدنوم وغيرها من الفلزات الصعبة الانصهار . ففى معهد التعدين التابع لأكاديمية العلوم السوفييتية تم الحصول بهذه الطريقة على بلورة أحادية من التنجستن بلغ وزنها ١٠ كجم . ويتميز هذا الفلز نظرا لنقاوته العالية بخواص ميكانيكية فريدة من نوعها : فهو يحافظ على لدونته فى درجات الحرارة المنخفضة جدا ولا يفقد متانته أثناء التسخين الشديد . هذا وتستخدم البلورات الأحادية فى العديد من أجهزة التفريغ الكهربائية .

وثمة تجربة هامة اشترك فيها التنجستن وأجريت فى الفضاء أثناء التحليق المشترك لرواد الفضاء السوفييت والأمريكان بموجب برنامج «سويوز» — «أبولو» : فالمعلوم أنه يصعب جدا فى الشروط المتوفرة على الأرض ويستحيل أحيانا الحصول على سبيكة من فلزات مختلفة الكثافة كثيرا وذلك لأنه فى عملية الصهر والتبلور تتجه جسيمات المكون الثقيل الى الطبقات السفلى من السبيكة بينما تنتقل جسيمات المكون الخفيف الى الطبقات العليا . وطبيعى أن سبيكة كهذه لا يجوز استخدامها عمليا . ولكن الأمر يختلف بالنسبة لعملية الصهر فى الفضاء الكونى حيث تكون الأجسام الصقيلة والخفيفة متساوية فى ظروف انعدام الجاذبية ولهذا تكون السبيكة الناتجة متجانسة سواء من حيث التركيب أو البنية . ولهذا تقرر أن تصهر فى «فرن عام» سبيكة من الألومنيوم الخفيف والسهل الانصهار مع التنجستن الثقيل والصعب الانصهار .

وكانت هذه التجربة نقطة البداية فى استغلال تكنولوجيا الفضاء الكونى . ويرى فاليرى كوباسوف وهو أحد رواد الفضاء الذين اشتركوا فى هذه الرحلة التاريخية أنه «سيصبح بالامكان فى المستقبل القريب بناء مصانع كاملة فى الفضاء بجهود مشتركة وستعطى لها مهمات جديدة تماما منها انتاج سبائك ومواد يتعذر تصنيعها على الأرض» .

وفى عام ١٩٢٩ أعدت فى الولايات المتحدة الأمريكية حسابات واحصائيات تخص التوفير الذى نجم عن دخول التنجستن فى المجال الصناعى . وتبين منها أن استخدام أسلاك التوهج المصنوعة من التنجستن فى المصابيح الكهربائية أعطى وفرا فى الطاقة الكهربائية تقدر قيمته بـ ٤٠٠ مليون روبل ، كما ظهر أن انتاج سيارة واحدة بواسطة آلة مصنوعة من الفولاذ الحاوى على التنجستن أرخص ثمنا ، بمقدار ٤٠ روبلا ، منه عند استخدام الفولاذ الكربونى لهذا الغرض . وقدر مجموع ما وفرته صناعة المحركات من جراء استخدامها للتنجستن بحوالى ٥٠٠ — ٦٠٠ مليون روبل سنويا فى ذلك الوقت .

. . . وهكذا تمر السنين والفلزات لا تزال تخدم الانسان باخلاص وتساعده على خلق عالم من التكنولوجيا مثير ومدهش . والتنجستن واحد منها ويحتل بكل جدارة مركزا مرموقا بينها .

Pt

وراء ثلاثة أقفال

لقية الفاتحين الاسبان — ملك اسبانيا يصدر أمرا . . . — أقرباء — الأول فى روسيا — فولاذ «ماسى» — اكتشاف مشكوك فيه — خطأ وزير المالية — للذكرى — كنز في النفايات — حائز على جائزة ديميدوف — الانتاج بالجرامات — استقبال حار — الشعلة لا تأبه بالريح — من خلال الشبكة — كيف القضاء على الجوع ؟ — فى سنة عصيبة — مرايا شفافة — هدية من مونتيسوما — ميزان حرارة (ترمومتر) من البلاتين — ثلاثة مفاتيح — البلاتين هو المعيار — «لكل الأزمان ولجميع الشعوب» — أشعة برتقالية — التشخيص بالبلاتين — لا شعور بالألم — شرف عظيم .

يروى التاريخ أنه فى القرنين السادس عشر والسابع عشر كان الفاتحون الاسبان ينهبون ويسلبون بكل وقاحة ثروات الأزتكيين والإينكيين (قبيلتان من الهنود الحمر كانتا تسكنان دولتى المكسيك والبيرو القديمتين) وكانوا يملأون عنابر مراكبهم بأطنان من الذهب والفضة والزمرد وينقلونها الى اسبانيا . وفى أحد الأيام كانت مجموعة من هؤلاء الفاتحين تتحرك بمحاذاة نهر بلاتينو — دل — بينتو (كولومبيا) واذا بها تعثر هناك على ذهب وحبيبات من فلز ثقيل فضى لم يسمعوا به من قبل . وتبين لهم أن هذا الفلز لا يصلح لأى شىء وانه يعرقل عملية تنقية الذهب . وقرروا تسميته بالبلاتين ، أى الفضة الرديئة ، معبرين بذلك عن رأيهم السئ به .

ومع ذلك ، فقد نقلت كميات ضخمة من البلاتين الى اسبانيا حيث كان يباع بسعر أقل بكثير من سعر الفضة . وسرعان ما اكتشف الصاغة الاسبان أن البلاتين ينصهر جيدا مع الذهب وقام البعض منهم ممن يهوى التزوير بخلطه مع الذهب أثناء صنع الحلى والمجوهرات ولم يكتفوا بذلك بل بدأوا يصنعون منه نقودا مزورة . ووصل الخبر الى الحكومة . ولم ير الملك أفضل من أن يصدر أمرا بمنع ادخال هذا الفلز عديم النفع الى اسبانيا وتلف كل مخزونه فى البلاد كى لا يتمكن الصاغة المزورون من خداع الناس النزهاء بعد الآن . وفعلا جمع كل ما كان متوفرا من البلاتين فى اسبانيا وألقى فى البحر بحضور شهود عيان . وبهذه الحادثة المؤسفة انتهت المرحلة الأولى من تاريخ البلاتين .

ومرت عدة سنوات قبل أن يبدأ الحديث من جديد عن هذا الفلز ، فاهتم به العلماء أولا ، ومن بينهم الكيميائى الروسى المشهور موسين — بوشكين الذى ساهم مساهمة كبرى فى دراسة البلاتين فى أواخر القرن الثامن عشر وكان يشغل منصب نائب رئيس جمعية التعدين وانتخب عضوا فخريا فى العديد من أكاديميات العلوم الأجنبية .

أدت دراسة البلاتين الى اكتشاف عدة فلزات ترافقه فى الطبيعة وجمعت تحت اسم عام هو الفلزات البلاتينية : ففى عام ١٨٠٣ اكتشف البلاديوم والروديوم واكتشف الأوزميوم والاريديوم عام ١٨٠٤ وبعد أربعين عاما اكتشف العنصر الأخير فى هذه المجموعة وهو الروثينيوم ، وتبين أنه أندر الفلزات البلاتينية ، ولهذا تأخر اكتشافه بعض الوقت .

ومن العوامل التى ساعدت على دراسة الفلزات البلاتينية هو أن الجيولوجيين اكتشفوا عام ١٨١٩

بالقرب من مدينة يكاترينبرج (سفردلوفسك حاليا) فى منطقة الأورال توضعات ضخمة للبلاتين . وبعد مرور خمس سنوات على ذلك بدأ يعمل أول منجم للبلاتين فى روسيا بالقرب من نهر بارانتشى .

وفى الفترة ذاتها تقريبا بدئ باضافة البلاتين الى الفولاذ . فقد كتبت «مجلة التعدين» التى كانت تصدر فى ذلك الوقت تقول : «صهرت ستة أرطال من الفولاذ مع ٨ زولوتنيكات (الزولوتنيك وحدة وزن قديمة فى روسيا تساوى ٤ جرامات وربع جرام) من البلاتين النقى فى قدر من الفخار وبمعزل عن الهواء وسكبت الكتلة المصهورة فى قالب من الحديد الزهر وبردت بسرعة بالماء البارد . ولدى كسر القطعة الناتجة تبين أن الفولاذ يتألف من حبيبات متجانسة دقيقة جدا لا ترى بالعين المجردة . وكانت بعد شحذها وتصليدها تقص الزجاج كما يفعل فيه الماس وتقطع الحديد الزهر دون أن تتثلم . . . وبوجه عام فان الفولاذ البلاتينى أقسى من جميع الفلزات المعروفة ويتحمل أشد الصدمات» . وسمى هذا الفولاذ نظرا لقساوته الفائقة بالفولاذ «الماسى» (وقام البلاتين بهذا الدور فترة طويلة حتى حل محله عنصر آخر أرخص ثمنا وأكثر «كفاءة» ألا وهو التنجستن) .

وفى عام ١٨٢٨ قام أوزان الاستاذ فى جامعة دربت فى ألمانيا بمعالجة عينات من خامات البلاتين المستخرجة من الأورال «بالماء الملكى» وتوصل بذلك الى نتيجة مفادها أن هذه الخامات تحتوى على ثلاثة عناصر غير معروفة وتنتمى بخواصها الكيميائية الى مجموعة الفلزات البلاتينية وأطلق عليها الاسماء التالية : البولورانيوم والبولونوميوم والروثينيوم . ولكن الكيميائى السويدى برزيليوس اعترض على هذا الاكتشاف مشككا به مما دفع أوزان الى اعادة تجاربه للتأكد من صحتها . ولكن النتائج هذه المرة كانت مخيبة للآمال ولم تنطبق مع النتائج الأولية ، واضطر العالم الى الاعتراف بخطئه .

وفى ذلك الوقت أصبح الاهتمام بالبلاتين لا ينحصر فى فئة العلماء فحسب ، بل بدأ رجال المال فى حكومة القيصر يعيرونه الاهتمام الزائد . ففى عام ١٨٢٨ أصدر وزير المالية الكونت كانكرين أمرا بسك قطع نقدية من البلاتين من فئة الـ ٣ روبلات و ٦ روبلات و ١٢ روبل .

ولكن تنفيذ هذا الأمر لم يكن سهلا : فقد كان من المتعذر تسخين البلاتين حتى درجة انصهاره البالغة ١٧٦٩ م فى أفران الصهر التى كانت متوفرة فى ذلك الوقت . وكان لا بد من ايجاد حل آخر للمشلكة .

وتولى مهندس من مدينة بطرسبرج يدعى سوبوليفسكى القيام بهذه المهمة . فأخذ البلاتين وهو على شكل «اسفنج» مسامى (هكذا كان يحصل عليه أثناء المعالجة الكيميائية للخامات) وملأ به قالبا لسك النقود وكبسه ثم سخنه حتى الدرجة ١٠٠٠ م تقريبا . وفجأة «انصاع» البلاتين الاسفنجى لهذه العملية وتحول دون أن ينصهر الى قطعة نقود لا تختلف أبدا فى مظهرها الخارجى عن قطع النقود المسبوكة . وهكذا تمكن المهندس الروسى لأول مرة فى تاريخ صناعة التعدين من وضع وتطبيق طريقة تكنولوجية لا تزال تحتفظ بأهميتها حتى الوقت الحاضر . وبعد مرور ثلاثة أعوام على هذا الحدث اخترع العالم الانكليزى ولاستون طريقة

مماثلة لصنع سلع من البلاتين سميت فيما بعد بميتالورجيا المساحيق (powder metallurgy) .

وتقديرا لخدمات المهندس سوبوليفسكى فى هذا المجال فقد اقترح وزير المالية منحه مكافأة مالية سنوية ، بالاضافة الى راتبه ، قدرها ٢٥٠٠ روبل ووافق القيصر على هذا الاقتراح .

وبدأ دار سك النقود باصدار قطع نقدية من البلاتين بلغ عددها خلال فترة قصيرة مليونا وأربعمئة ألف قطعة استهلكت حوالى ١٥ طنا من البلاتين . وارتفع سعر البلاتين ارتفاعا حادا ، وعندها اعترفت الحكومة بأن هذا التدبير كان خاطئا : فالنقود البلاتينية ازداد ثمنها وأصبحت قيمتها الحقيقية أعلى بكثير من قيمتها الاسمية وانتهى التعامل بها عمليا لانها فقدت من الاسواق . وقد ساعد على حدوث هذه الأزمة أمران أحدهما التدابير التى لجأت اليها وزارة المالية بهدف اعادة البلاتين الى خزينة الدولة والآخر هو تصرف المواطنين الذين فضلوا التعامل بنقود أخرى وتخزين النقود البلاتينية كرصيد «لليوم الأسود» . والآن تعتبر هذه القطع نادرة جدا ولم يبق منها سوى عدد قليل عند هواة جمع النقود .

واستفاد العلم من اصدار النقود البلاتينية . ففى مخبر دار سك النقود فى بطرسبرج تجمعت كميات ضخمة من خامات البلاتين كمخلفات ونفايات من عملية سك النقود . وفى عام ١٨٤١ بعث كارل كلاوس أستاذ الكيمياء فى جامعة قازان (وكان يهتم كثيرا بأبحاث أوزان) برسالة الى دار سك النقود يطلب فيها ارسال رطلين من هذه المخلفات لدراستها . ولكم كانت دهشة كلاوس كبيرة عندما اكتشف بعد التحليل أن نسبة البلاتين فى المخلفات

المذكورة لا تتجاوز ١٠ % وأنها تحوى كميات قليلة من الأوزميوم والاريديوم والبالاديوم والروديوم .

وفجأة تحولت هذه المخلفات التى لم يكن أحد يهتم بها سابقا الى كنز ثمين . وقام كلاوس فورا بابلاغ مجلس التعدين عن نتائج دراسته . ولم يكتف بذلك بل وصل بعد فترة قصيرة الى بطرسبرج حيث استقبله الكونت كانكرين (وهو الذى اقترح اصدار النقود البلاتينية فى وقته) واطلع على ما قام به أستاذ الكيمياء من دراسات حول هـذا الموضوع فاهتم بالأمر كثيرا وساعده فى الحصول على كمية أخرى من المخلفات لاجراء دراسة مفصلة عليها فى وقت لاحق .

وتكللت جهود كلاوس بالنجاح : فقد أثبت أن المخلفات البلاتينية تحتوى ، الى جانب العناصر المعروفة سابقا ، على فلز جديد هو الروثينيوم الذى كتب عنه أوزان فى حينه . وكانت الحجج والبراهين التى قدمها لدعم هذا الاثبات مقنعة جدا لدرجة أن برزيليوس ، الذى كان يصر دوما على أن مجموعة الفلزات البلاتينية قد اكتملت ولا

مجال للحديث عن عناصر جديدة فيها ، اضطر الى الاعتراف فى نهاية الأمر بخطئه وعدم صحة رأيه هذا . ومنح كلاوس ، تقديرا لاكتشافه هذا ، جائزة ديميدوف بكاملها وقدرها ١٠٠٠ روبل .

وبدأ استخراج البلاتين يزداد بسرعة فى منطقة الأورال . والدليل على ذلك أن نسبة ما استخرج منه فى روسيا عام ١٩١٥ بلغت ٩٥ % من مجموع الكميات المستخرجة فى العالم (أما النسبة المتبقية ٥ % فكانت لكولومبيا) . وفى الفترة الأخيرة بدأ يظهر فى السوق العالمية بلاتين مستخرج من جنوب أفريقيا وكندا والولايات المتحدة الأمريكية . ولكن الاتحاد السوفييتى ما زال يحتل مركزا هاما فى استخراج هذا الفلز .

والطريف هنا أنه اذا كان الانتاج العالمى السنوى من الذهب قد فاق منذ أمد بعيد ألف طن ، فان الانتاج السنوى من البلاتين يقدر حاليا بعدة أطنان فقط . ونذكر على سبيل المثال أنه فى عام ١٩٦٠ كان مجموع ما استخرج من هذا الفلز فى الدول الرأسمالية كلها لا يزيد الا قليلا عن ١٦ طنا فقط . ولا عجب فى ذلك ، فكلمات الشاعر السوفييتى مايكوفسكى «انتاج الجرام يكلف جهد عام» تنطبق تماما على البلاتين . والوقع أنه للحصول على جرام واحد من هذا الفلز ينبغى معالجة مئات الامتار المكعبة من الخامات . ويعود السبب فى ذلك الى ضآلة نسبة البلاتين فى خاماته وعدم وجود توضعات ضخمة منه على الأرض . والبلاتين نادرا ما يوجد فى الطبيعة فى حالة فطرية (نقية) .

ولم يتجاوز وزن أكبر قطعة من البلاتين عثر عليها حتى الآن العشرة كيلوجرامات .

بدأ البلاتين يطبق عمليا فى مطلع القرن الماضى وذلك عندما خطر فى بال أحدهم أن تصنع منه معوجات (retorts) لحفظ حمض الكبريتيك المركز . ومنذ ذلك التاريخ ومقاومة البلاتين العالية للأحماض تجعله المادة المفضلة لصنع البواتق والدوارق والمناخل والمواسير وغيرها من الأدوات المخبرية . كما تستهلك كمية كبيرة من البلاتين فى صنع الأجهزة المقاومة للأحماض والحرارة ، واللازمة للمصانع الكيميائية .

وفى مصانع الزجاج المشهورة فى تشيكوسلوفاكيا تستعمل قلابة من البلاتين ، يقدر ثمنها بـ ٧٥٠٠٠٠٠ كرون ، لخلط الكتلة الزجاجية المصهورة فى بوتقة من البلاتين ثمنها مليون ونصف كرون . وبالرغم من ذلك ، فان العملية بحد ذاتها تستحق مثل هذه الكلفة لأنها تعتبر أحدث ما يمكن للحصول على أنواع جيدة من الزجاج تستعمل فى صنع المجاهر (الميكروسكوبات) والمناظر وغيرها من الأجهزة البصرية الدقيقة .

وللبلاتين تطبيق هام آخر فى الكيمياء . فهو يعتبر مادة حفازة نشيطة لعدد من العمليات والتفاعلات الكيميائية . وقد استغل المهندسون المجريون مؤخرا هذه الخاصة فى صنع قداحة (ولاعة) من نوع جديد تستغنى عن الدولاب المسنن التقليدى وعن «حجر» القدح . فيكفى أن يرفع غطاؤها حتى تظهر الشعلة فورا لأن الغاز المنطلق من القداحة يشتعل بمجرد تماسه مع الهواء . ولكن هذا التفاعل لا يتم الا

بوجود مادة حفازة هى حلقة من البلاتين يمر الغاز خلالها . وهذه القداحة لا تنطفئ شعلتها فى الريح بل تزداد اشتعالا كلما اشتدت الريح ، وتنطفئ حالما يغلق الغطاء .

والبلاتين ضرورى جدا كمادة حفازة لأكسدة النشادر أثناء صناعة حمض النيتريك . فهنا يمرر خليط من غاز النشادر والهواء بسرعة كبيرة خلال شبكة رفيعة من البلاتين (يصل عدد الثقوب فيها الى خمسة آلاف ثقب فى السنتيمتر المربع) فتتكون عندئذ أكاسيد النتروجين مع بخار الماء . ويحصل على حمض النيتريك باذابة هذه الأكاسيد فى الماء .

ويعود الفضل فى استخدام البلاتين كمادة حفازة فى صناعة حمض النيتريك الى العالم أندرييف الذى يعتبر رائد صناعة حمض النيتريك فى روسيا . فقد بقى هذا العالم فترة طويلة يدرس تأثير مختلف المواد الحفازة على أكسدة النشادر . وعند نشوب الحرب العالمية الأولى ازداد الطلب كثيرا على حمض النيتريك ، المادة الضرورية جدا لصناعة المتفجرات . وكيف لا ، فقد كان انتاج كيلوجرام واحد من المتفجرات يستهلك أكثر من كيلوجرامين من حمض النيتريك . ومع نهاية عام ١٩١٦ بلغت الحاجة الشهرية فى الجيش الروسى حوالى ٦٤٠٠ طن من المواد المتفجرة . وكانت شيلى البلد الوحيد الذى تتوفر فيه المادة الخام الطبيعية اللازمة لاستحضار حمض النيتريك . ولهذا كانت البلدان المشتركة فى الحرب تعانى نقصا حادا منه وتحاول المستحيل لسد هذا النقص .

وعندها اقترح أندرييف أن يستعمل النشادر المتوفر فى مخلفات صناعة الكوك كمادة أولية لهذا الغرض ، خاصة وأن دراساته السابقة قد أثبتت قدرة البلاتين الحفزية العالية وأن النشادر يتأكسد فى وجوده بشكل نشيط جدا . وهكذا بدأ العمل ، حسب اقتراح أندرييف وتصميمه ، ببناء مصنع لانتاج حمض النيتريك فى دونباس حيث كانت تتمركز صناعة الكوك وتتوفر ، بالتالى ، كميات كافية من النشادر . وفى صيف عام ١٩١٧ بدأ انتاج هذا المصنع وتم بنجاح حل مشكلة حمض النيتريك .

وللدلالة على مدى الأهمية التى كانت تعطى للبلاتين فى ذلك الوقت نذكر الواقعة التالية : فقد افتتح فى روسيا عام ١٩١٨ ، بالرغم من الفترة العصيبة التى كانت تمر بها البلاد آنئذ ، معهد خاص بدراسة هذا الفلز ألحق فيما بعد بمعهد الكيمياء اللاعضوية التابع لأكاديمية العلوم السوفييتية . ولا يزال هذا المعهد حتى الآن يقوم بأبحاث علمية واسعة فى مجال كيمياء وتكنولوجيا عناصر المجموعة البلاتينية .

والكيميائيون ليسوا وحدهم بحاجة الى البلاتين فى الوقت الحاضر . فقدرته على الالتحام جيدا بالزجاج تجعله مادة لا بديل لها فى صنع العديد من الأجهزة الزجاجية .

وتصنع المرايا البلاتينية بطلاء سطح الزجاج بطبقة رقيقة من هذا الفلز . وتتميز هذه المرايا بخاصة مدهشة وهى أنها شفافة من جانب واحد : اذ تكون المرآة من هذا النوع غير شفافة من جانب مصدر الضوء وتعكس ، كالمرآة العادية ، كل ما يقع أمامها . وتكون شفافة كالزجاج من الجانب الآخر . وقد انتشرت المرايا البلاتينية فى وقت من الأوقات فى الولايات المتحدة الأمريكية فكانت تستخدم كزجاج للنوافذ فى الطوابق الأرضية من أبنية

الادارات والمؤسسات المختلفة وحلت محل الستائر فى المنازل .

وبالمناسبة ، فان الازتكيين القدامى كانوا أول من قام بصنع مرايا ، ليست من الزجاج ، وانما من صفائح من البلاتين ملساء ومصقولة جيدا حتى اللمعان . ولكن لا أحد يعلم حتى الآن كيف تسنى لهم ذلك : فالمعلوم أن البلاتين لا يطرق ولا يسحب جيدا الا فى درجات الحرارة العالية جدا وهى درجات كان من المتعذر على عمال التعدين بلوغها فى ذلك الوقت . ومهما كان الأمر ، فان مونتيسوما زعيم الأزتكيين المشهور أرسل عددا من هذه المرايا كهدية الى ملك أسبانيا . وكان رد الملك على هذا الجميل أن أمر فى عام ١٥٢٠ باعتقال مونتيسوما وشنقه .

ان قدرة البلاتين الاسفنجى على امتصاص حجوم كبيرة من الغاز هى السبب فى ظاهرة غريبة وهى أن الهيدروجين أو الأكسجين الموجودين فى وعاء كتيم مغلق من البلاتين «يتسربان» منه أثناء التسخين نظرا لأن جزيئات الغاز تنفذ من خلال الجدران البلاتينية للوعاء كما ينفذ الماء من خلال المنخل .

والبلاتين يقوم بدور فعال فى مجال قياس درجات الحرارة المرتفعة . ففى الصناعة تستخدم على نطاق واسع موازين حرارة من البلاتين يعتمد مبدأ عملها على أن المقاومة الكهربائية للبلاتين تزداد أثناء التسخين وفق علاقة دقيقة وثابتة بدرجة الحرارة . وعليه يتحسس سلك من البلاتين متصل بالجهاز المسجل لتغيرات المقاومة بأية تغيرات تطرأ على درجة الحرارة مهما كانت طفيفة ويقوم بنقلها فورا الى الجهاز .

وتنتشر فى الصناعة أجهزة لقياس الحرارة بسيطة ودقيقة جدا تدعى المزدوجات الحرارية . فعندما يلحم سلكان من فلزين مختلفين ثم يسخن مكان الالتحام ينشأ تيار كهربائى فى السلسلة . وكلما ارتفعت درجة حرارة التسخين ازدادت القوة الدافعة الكهربائية فى سلسلة المزدوجة الحرارية وغالبا ما يستعمل البلاتين وسبيكته مع الروديوم أو الاريديوم فى صنع مثل هذه الأجهزة .

والبلاتين يقوم ، مع الاريديوم ، منذ وقت طويل «بمهمة» اجتماعية حساسة . ففى شارع

موسكو فى مدينة لينينغراد توجد بناية عادية لا تختلف فى مظهرها الخارجى عن البنايات الأخرى وقد علقت عند مدخلها لوحة كتب عليها باللغتين الروسية والفرنسية العبارة التالية «المعايير الحكومية فى الاتحاد السوفييتى» . وهى احدى أبنية معهد مندلييف للابحاث العلمية فى المترولوجيا (علم القياسات) . وهنا يحفظ فى غرفة خاصة تحت الارض معيار للكيلوجرام صنع عام ١٨٨٣ من سبيكة من البلاتين (٩٠%) والاريديوم (١٠%) . ويحافظ دوما فى هذه الغرفة على درجة حرارة ورطوبة ثابتتين . ولا يمكن الدخول اليها الا فى حضور ثلاثة أشخاص هم : مدير المعهد والأمين العلمى للمعايير الحكومية والأمين العلمى للعيار المعنى . ويحمل كل منهم مفتاح لأحد الأقفال الثلاثة المركبة على باب الغرفة الضخم ، ولا يفتح الباب الا عندما توضع المفاتيح الثلاثة فى الأقفال فى آن واحد . والمعيار المذكور عبارة عن اسطوانة قطرها وارتفاعها ٣٩ ملم موضوعة على قاعدة من الكريستال الصخرى ومحاطة بغطاءين من الزجاج .

ويوضع هذا المعيار من وقت لآخر على كفة ميزان مترولوجى حساس جدا يتأثر بأية حركة فى الهواء (حتى أن التنفس الطبيعى للانسان يؤثر عليه) وذلك لفحص المعايير الأخرى الموضوعة على الكفة الثانية والتأكد من صحة وزنها . ولتفادى حدوث أية اهتزازات قد تنشأ من الحركة فى الخارج أو عمل بعض الآلات فى البناء نفسه ، فقد وضع الميزان على قاعدة عمقها سبعة أمتار ، ويتم تشغيله من غرفة مجاورة (بالتحكم من بعد) كى لا تتغير درجة الحرارة والرطوبة فى الجو المحيط به .

وبالرغم من العناية الفائقة التى تحاط بهذا المعيار منذ صنعه وحتى الآن ، الا أن وزنه قد تغير خلال هذه الفترة الطويلة التى تقرب من المئة عام بمقدار ٠,٠١٧ مليجرام . وقد اعتبر هذا التغير طفيفا جدا وتقرر فى أبريل (نيسان) عام ١٩٦٨ أن تبقى هذه الاسطوانة المصنوعة من البلاتين والاريديوم المعيار الحكومى للكيلوجرام فى الاتحاد السوفييتى .

وفى غرفة مماثلة يحفظ تحت غطاء خاص قضيب من البلاتين والاريديوم كان يعتبر حتى وقت قريب المعيار الحكومى للمتر . وقد تقررت وحدة الطول هذه فى فرنسا عام ١٧٩٣ ، وهى تساوى واحد من أربعين مليون جزء من خط الزوال المار بباريس . وبعد ستة أعوام ، اى فى عام ١٧٩٩ ، صنع أول معيار للمتر ولا يزال يحفظ حتى الآن فى المكتب الدولى للمقاييس والأوزان فى باريس . وكتبت عليه العبارة التالية «لكل الأزمان ولجميع الشعوب» . وبالفعل ، أصبح المتر أكثر وحدات الطول انتشارا فى العالم .

يبحث العلماء دوما عن طرق جديدة لرفع دقة المعايير . ولهذا فقد اضطر قضيب البلاتين والاريديوم أن يتنازل عام ١٩٦٠ عن مهمته لشعاع مصباح الكربتون . ومنذ ذلك التاريخ أصبح معيار المتر هو الطول الذى يساوى ١٦٥٠٧٦٣,٧٣ مرة طول موجة الشعاع البرتقالى للكربتون — ٨٦ . ولكن استخدام هذا المعيار ليس بالأمر السهل . وقد أخذ جهاز خاص يدعى مقارن التداخل interference comparator هذه المهمة على عاتقه . فهو يعين ما اذا كان هذا العدد من طول الموجة يطابق المتر العيارى .

وثمة معيار ضوئى آخر يرتبط مباشرة بالبلاتين ، ويعتمد على الضوء الصادر من باطن أنبوب مصنوع من اكسيد الثوريوم ومغمور فى بلاتين مصهور . وتؤخذ القياسات أثناء تجمد البلاتين نظرا لأن درجة حرارته تبقى ثابتة فى هذه الفترة وبالتالى يمكن تسجيل وحدة شدة الضوء (الشمعة أو الكاندل) بدرجة عالية من الدقة .

ويحتل البلاتين مركزا مرموقا فى مجال الطب . اذ تصنع منه الكترودات خاصة يتم ادخالها فى الأوعية الدموية لمساعدة الأطباء على تشخيص مختلف الأمراض وبخاصة أمراض القلب . وتسمى هذه الطريقة بالطريقة البلاتينية الهيدروجينية نظرا لأنها تعتمد على تفاعل كيميائى كهربائى يجرى بين هذين العنصرين .

وفى الولايات المتحدة الأمريكية اخترع الأطباء فى ولاية أوهايو طريقة جديدة للتخدير تعتمد على البلاتين وتتلخص فيما يلى : يوصل النخاع الشوكى بمنبه كهربائى stimulant بواسطة صفيحة من البلاتين طولها بضع سنتيمترات . ولدى قيام المريض بأية حركة مهما كانت خفيفة يرسل الجهاز اشارة كهربائية الى الدماغ فيمنع بذلك الشعور بالألم .

وأطباء الاسنان يقدرون عاليا البلاتين وبوجه خاص مقاومته للأكسدة وهى أهم صفة يجب أن تتحلى بها المادة التى تصنع منها الاسنان الاصطناعية . ولكن البلاتين النقى لين جدا وليس باستطاعته تحمل هذا العبء بيد أن سبائكه ذات المتانة العالية تقوم بهذه المهمة على أحسن وجه . ففى البداية كان يضاف الى البلاتين لرفع قساوته كل من الفضة والنيكل ثم بدأ باستعمال الذهب والفلزات البلاتينية لهذا الغرض . وأصبح البلاتين معها مقاوما جدا للتلف بالاضافة الى مقاومته العالية للتآكل .

ان القسم الأعظم من البلاتين المستخرج فى العالم يستهلك فى صناعة الحلى . فقد اهتم به الصاغة بعد أن أصبح سعره يفوق عدة مرات سعر الذهب . وكان التحلى بالخواتم والأساور والأقراط المصنوعة من البلاتين موضة سائدة حتى قبل الحرب العالمية الأولى (وأحيانا كان هذا الفلز الثمين يقع ضحية لنزوات وأهواء الأثرياء الذين كانوا يفضلون أن تصنع منه السلاسل لكلابهم العزيزة والأقفاص لببغاواتهم الناطقة) . ويستعمل الصاغة ، الى جانب البلاتين النقى ، سبائكه مع فلزات أخرى تضاف اليه اما لرفع قساوته أو لصنع حلى أرخص ثمنا تلبية لحاجة الزبائن المتوسطى الحال والذين لا يرغبون فى التخلف عن الموضة .

ومنح البلاتين شرفا عظيما فى الاتحاد السوفييتى ، فقد صنعت منه صورة مجسمة للينين على أعلى وسام فى البلاد .

Au

ملك الفلزات هو فلز الملوك

رغبة «متواضعة» — جوزة قاسية — فى «وادى الملوك» — لغز سميراميس — أهى مستودعات الملك سليمان ؟ — للراحة — ليلا نهارا — حيلة ذى «اللحية الزرقاء» — كنوز فرسان الهيكل — أين الأحصنة الذهبية ؟ — فدية أتاوالبا — معبد الشمس — المحيط يثأر — «الحمى الذهبية» — الامبراطورة تهوى جمع الذهب — عربة الأمير — الكراكة تحل المزراب — شذرة من استراليا — الجيولوجيون النمل — لباس بوذا — لجنة سرية — الجراثيم تلتهم الذهب — «حجر الفلاسفة» يظهر من جديد ! أرخميدس يفضح المزورين — الحيلة انطلت على القساوسة — دهاء المحاسب — ميدالية نيلس بور — تحت الاعتقال المؤبد — لقية فى هرم حفرين — «الأختام الذهبية» — فى قاع المحيط الأطلسى .

ليس بين الفلزات فلز آخر جلب الشر والسوء للبشرية فى تاريخها الطويل كالذهب . فكم من حروب دامية نشبت ، ودول محيت من الوجود ، وشعوب أبيدت ، وجرائم ارتكبت للسيطرة والاستيلاء عليه . ويعجز القلم عن وصف المآسى والمصائب والآلام التى سببها هذا الفلز الأصفر الجميل للانسان . . .

ولعل أول من ذاق العذاب من الذهب هو ميداس ملك فريجيا . واليكم ما تحدثنا الاسطورة القديمة عن ذلك :

فى أحد الأيام كان ديونيسوس إله الخمر وابن زيوس كبير آلهة اليونان يتجول فى أرجاء فريجيا الجميلة مع حاشيته التى عمها المرح والطرب . وكان المعلم المفضل عند ديونيسوس ، واسمه سيلنوس ، مولعا بشرب الخمر ولم يشذ عن ذلك فى هذا الجو المرح فاحتسى منه الكثير وبدأ يتثاقل فى مشيته ويتأخر تدريجيا عن القافلة ، فلاحظه بعض الفلاحين الفريجيين الذين كانوا يعملون فى حقولهم فقبضوا عليه وقادوه الى الملك ميداس . وما أن ألقى الملك نظره على هذا العجوز السكير حتى عرفه . فاستقبله بحفاوة وأقام الولائم تسعة أيام متواصلة على شرف الضيف العظيم . وفى اليوم العاشر أوصله بنفسه الى ديونيسوس الذى فرح كثيرا لعودة معلمه ووعد ميداس بتلبية أية رغبة يطلبها .

وصاح الملك : «أيها الاله العظيم ، هلا أمرت بأن يتحول كل ما ألمسه الى ذهب خالص !» . فاستجاب الاله الى طلبه .

واسرع ميداس عائدا الى قصره . وفى الطريق قصم غصنا أخضر من شجرة بلوط فتحول فورا الى غصن ذهبى ، ولمس بيديه سنبلة قمح فتحولت حباتها فى الحال الى ذهب ثم قطف تفاحة فأصبحت كتلة من الذهب البراق وأراد أن يغسل يديه فبدأ الماء ينهمر من كفيه متحولا الى سيل من الذهب .

وفرح ميداس جدا . ولكن ما أن وصل الى القصر حتى فهم أنه طلب الشر لنفسه . فالخبز والخمر والماء وكل شىء كان يتحول الى ذهب بلمسة منه . وبدأ الجوع والعطش يهددانه بالموت فارتعب الملك جدا ورفع يديه الى السماء مستنجدا : الرأفة ، الرأفة أيها الاله العظيم ، أتضرع اليك طالبا الرحمة وأن تسحب منى هذه القدرة السحرية !» .

ويحكى أن الاله ديونيسوس أمر الملك ميداس أن يتوجه الى نهر باكتول ويغسل يديه بمياهه النقية فيعود كل شيء الى ما كان عليه .

واذا كان ملك فريجيا أول من عانى من شر الذهب وجاء اسمه على رأس قائمة ضحايا هذا الفلز المحبوب فان سيدة وقورة حاولت فى أيامنا هذه أن تكتب اسمها . . . باسنانها فى آخر القائمة . واليكم القصة بالتفصيل :

منذ عدة سنوات قامت شركة السياحة اليابانية «فودزى كانكو» بوضع حوض استحمام «بانيو» من الذهب الخالص فى أحد الفنادق الفخمة فى مصيف فونابارا المشهور . وبالرغم من أن المبلغ الذى فرضته الشركة لقاء الاستحمام فى هذا الحوض كان كبيرا ، الا أن عدد الراغبين فى ذلك بدأ يزداد يوما بعد يوم . وارتفع دخل الشركة وكثرت المشاكل نظرا لأن بعض الزبائن كان يخفي فى منشفته مطرقة ومنقرا ويحاول بعد دخوله غرفة الحمام والاختلاء فيها لوحده قطع ولو كسرة صغيرة من الذهب «للذكرى» . واضطرت الشركة لوضع مفرزة من البوليس السرى للتفتيش وحماية الحوض . ولم يبق لهؤلاء الزبائن سوى الاعتماد على قدرتهم الشخصية . فقام أحدهم بضرب جدار الحوض ضربا عنيفا بكعب قدمه محاولا كسر قطعة منه . وكانت النتيجة أن كسر مفصل قدمه ونقل الى المستشفى . ولكن السيدة الوقورة التى جاء ذكرها أعلاه حطمت كل الأرقام القياسية فى مجال الطمع والجشع : فبعد أن انتهت من الاستحمام قررت قضم حافة الحوض الذهبى بأسنانها ولكن «الجوزة»

كانت قاسية واضطرت بعد عدة أيام أن تضع فكا اصطناعيا فى فمها .

ويقال بأن شركة «فودزى كانكو» لا تفكر فى التوقف عند هذا الحد بعد أن جنت الأرباح الضخمة من وراء هذا الحوض وانما تنوى وضع مراحيض من الذهب فى فنادقها الضخمة .

وتاريخ الذهب مرتبط بتاريخ الحضارة البشرية . فقد وقعت أول حبات من هذا الفلز فى يد الانسان منذ عدة آلاف السنين وعندها رفعه الانسان الى مرتبة الفلز الثمين . وكانت مصر تعتبر أغنى دولة بالذهب فى العصر القديم . وليس صدفة أن يعثر علماء الآثار على العديد من الحلى والقطع الذهبية فى مقابر عظماء المصريين . وقد كتب أحد أفراد البعثة الأثرية التى قامت لأول مرة بفتح قبر لأحد الفراعنة عثر عليه عام ١٩٠٧ فى «وادى الملوك» على الشاطئ الغربى من نهر النيل يقول : «كان الذهب يلمع فى كل مكان حالما تسقط عليه أشعة الشمس وكنا نراه مبعثرا على الأرض ومعلقا على الجدران وفى الزوايا حيث يوجد

التابوت وكان لماعا وصافيا وكأنه خرج لتوه من سوق الصاغة» .

ولكن المقابر كانت تحتوى على الجزء اليسير من الثروة الهائلة التى كان يمتلكها حكام العصر القديم . ويحكى أن سميراميس ملكة الأشوريين قامت ، رغبة منها فى كسب عطف ورحمة الآلهة ، بصنع تماثيل ضخمة لهم من الذهب الخالص بلغ ارتفاع أحدهم حوالى ١٢ مترا ووزنه ٣٠ طنا تقريبا . والتمثال الأضخم من ذلك هو نصب الالهة ريا الذى استهلك صنعه حوالى ٢٥٠ طنا من الذهب الخالص وتظهر الالهة فيه وهى جالسة على كرسى العرش وعلى جانبيها أسدان كبيران من الذهب .

يحتمل أن مجموعة من الجيولوجيين من الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة العربية السعودية تمكنت مؤخرا من تحديد مكان أوفير الأسطورى (أرض غنية بالذهب ورد ذكرها فى التوراة) حيث كانت توجد مناجم الملك سليمان . ويروى أن بعثة قديمة أرسلها الملك سليمان والملك حيرام ملك دجلة قامت على دفعتين بنقل حوالى أربعة وثلاثين طنا من الذهب من أوفير الى مكان مجهول . وفى مهد الذهب الواقع بين مدينتى مكة والمدينة عثر الجيولوجيون على مقالب منجمية دلت دراستها على أن استخراج الذهب كان قائما هنا على نطاق واسع . ولكن التحليل الكيميائى لا يستطيع ، مع الأسف ، تحديد الخزينة التى كان يتجمع فيها هذا الذهب هل هى خزينة الملك سليمان أم الملك حيرام أم غيرهما من «هواة جمع» الفلزات الثمينة . ولهذا تبقى فرضية الجيولوجيين هذه بحاجة الى براهين واثباتات اضافية أخرى .

ظهرت النقود الذهبية لأول مرة منذ حوالى ألفين وخمسمئة عام فى دولة ليديا وهى دولة استرقاق قوية كانت تقع فى الجزء الغربى من آسيا الصغرى . وكانت تقيم علاقات تجارية واسعة مع اليونان وجيرانها من بلدان الشرق . ولتسهيل عمليات الدفع أثناء الصفقات التجارية اعتمد سكان ليديا فى تعاملهم قطعة ذهبية طبع على أحد جانبيها ثعلب يعدو وهو شعار باساريوس كبير الآلهة عندهم .

وبعد أن احتل ملك الفرس كيروس دولة ليديا بدأ سك النقود الذهبية ينتشر فى بلدان أخرى من الشرق الأوسط . وظهرت فى ذلك الوقت نقود ذهبية تخص ملك الفرس داريوس الأول وكانت تسمى بالداريكات وقد نقشت عليها صورة الملك وهو يرمى سهما بالقوس .

تميزت القرون الوسطى بانتشار هواية غريبة بين الكيميائيين الصغار والكبار وهى محاولة الحصول على الذهب من الفلزات الأخرى صحيح أن محاولات كهذه كانت تجرى من وقت لآخر منذ قديم الزمان ، ولكنها كانت محصورة على نطاق ضيق ولم تاخذ هذا الطابع الشمولى كما فى ذلك الوقت . فقد كان الكيميائيون يتسابقون فى الوصول الى الأمل المنشود وكانت مخابرهم الواقعة فى سراديب القلاع الحجرية تعمل ليلا نهارا فالمواقد تشتعل والدخان الخانق يتصاعد من المراجل والبواتق والسوائل الغريبة تغلى على النار .

وقد أدى التسابق على اكتشاف «حجر الفلاسفة» والحصول منه على الذهب الى زرع الشقة والخلاف فى صفوف الكيميائيين وأنصارهم وبدأوا يختلقون الحجج الواهية لاتهام الآخرين

فى ارتكاب الجرائم . وهذا ما حصل فعلا مع المرشال الفرنسى جيل دو لافال الذى كان يعرف بذى «اللحية الزرقاء» . فقد اتهم عام ١٤٤٠ بقتل ٨٠٠ فتاة وادعت الكنيسة أنه أخذ دمهم ليستخلص منه الذهب هو وصديقه الكيميائى فرانسولا برلاتى . وأمر اسقف نانت باعتقالهما وتسليمهما الى القضاء الذى أصدر حكما بحرقهما . وبعد مرور خمسة قرون على الحادث ، وبالتحديد عام ١٩٢٥ ، عثر بين أطلال قصر ماشكول حيث كان يعيش لافال على عرق ذهبى من الكوارتز كان برلاتى يستخلص منه الذهب لصديقه ذى «اللحية الزرقاء» .

وتاريخ القرون الوسطى حافل بالقصص والحوادث المثيرة عن الذهب . ففى أحد الأيام من عام ١٣٠٦ خرج الآلاف من أهالى باريس الى الشوارع ليشاهدوا موكب رئيس أخوية فرسان الهيكل جاك دو موليه وهو يمر عبر المدينة متوجها الى قصره الجديد . وكان مئات الفرسان والآلاف من حملة السلاح والحراسة والخدم يقومون بحراسة الرئيس وثروته الضخمة التى جمعتها الأخوية نهبا وسلبا وكان من المقرر أن تنقل الى قلعة منيعة يحيط بها خندق عميق . ولم يخطر فى بال الرئيس العظيم أن الملك فيليب الجميل الذى كان يحلم دوما فى الاستيلاء على ثروة الأخوية أعطى أمرا باعتقاله مع كبار وجهاء الأخوية وطلب من ويليام دو نوغاريه الذى عين قبل ذلك بفترة قصيرة فى منصب كبير القضاة فى فرنسا أن يقوم بتنفيذ الأمر . وفعلا اعتقل دو نوغاريه رئيس الأخوية مع كبار وجهائها وأصدر حكما بحرقهم وهم أحياء فى احدى جزر نهر السين . ولكن الهدف الرئيسى للملك كان الاستيلاء على ثروة الأخوية ، فأشرف بنفسه على تنفيذ ذلك كى لا تذهب قطعة واحدة من الذهب الى جيوب المسؤولين أو القضاة الذين قد يحاولون الاستفادة من هذه الفرصة الذهبية . فالذهب كله يجب أن يصبح ملكا له فقط .

وكم كانت خيبة هذا الملك الجشع مريرة عندما تبين أن ثروة الاخوة لم تكن كبيرة كما كان متوقعا . ويبدو أن فرسان الهيكل تمكنوا من اخفاء القسم الأعظم من هذه الثروة فى مكان ما .

ومرت عدة مئات من السنين . وفى عام ١٧٤٥ عثر فى أرشيف قديم على رسالة كان قد أرسلها جاك دو موليه الى ابن عم سلفه الكونت جيوما دو بوجيو . وجاء فيها ما يلى :

«ان جثمان عمك الرئيس العظيم دو بوجيو

غير موجود فى قبره ، بل يوجد فى القبر أرشيف سرى للأخوية وفيه تاج ملوك أورشليم والتماثيل الذهبية الأربعة لمؤلفى الانجيل والتى كانت تزين قبر المسيح فى أورشليم ولم يتمكن المسلمون من الاستيلاء عليها . أما بقية الكنز ، فتوجد فى مخبأ سرى داخل عمودين يقعان أمام مدخل السرداب ولكل منهما رأس يدور بدفعة بسيطة حول محوره فتظهر وراء فتحة المخبأ» .

وبعد وفاة جاك دو موليه حصل الكونت الشاب جيشار دو بوجيو من الملك فيليب الجميل على اذن بالسماح له بنقل رفات قريبه من القلعة . ويحتمل أنه أخذ الكنز من المخبأ السرى ونقله الى مخبأ جديد .

ويبدو أن هذه الرواية صحيحة لأنه تبين بعد الفحص أن أحد العمودين كان أجوفا فعلا . ولكن لا أحد يعلم حتى الآن الى أين نقل جيشار دو بوجيو الكنز .

وليست هذه الحادثة هى السر الوحيد من أسرار القرون الوسطى التى لم يتمكن المعاصرون من حلها . واليكم قصة أخرى لا تقل اثارة وطرافة عنها وهى اسطورة الحصانين الذهبيين للخان باتى :

أمر الخان أن يصب من كميات الذهب الضخمة التى نهبها وسلبها فى فتوحاته وغزواته حصانان بحجمهما الطبيعى (وزن كل منهما لا أقل من طن ونصف) . ونفذ الأمر وارتفع نصب الحصانين فى عاصمة القبيلة الذهبية سارای — باتو كرمز على جبروت الخان باتى .

ومرت السنين ، وعين الخان بركه ابن باتى خليفة من بعده وقرر أن يشيد عاصمة جديدة أجمل وأضخم من العاصمة القديمة ونقل حصانا باتى الذهبيان الى العاصمة الجديدة وبقيا هناك يتوارثهما الخانات الواحد عن الآخر الى أن توفى الخان مامای فدفن تحت سور العاصمة سارای بركه وطمر معه فى القبر أحد الحصانين الذهبيين .

ولكن مصير الحصان الثانى كان مختلفا . ففى أحد الأيام اقتحمت فرقة من المحاربين الروس العاصمة سارای — بركه ثم ولت الأدبار ولم تحمل معها سوى هذا الحصان الذهبى . وقام رجال القبيلة الذهبية بمطاردتهم . ولما شاهدهم الروس قرروا اخفاء الحصان فى قاع نهر صغير هناك ، وبدأوا يقاتلون حتى قضى عليهم جميعا ، وبقى مكان الحصان الذهبى سرا لا يعلم به أحد .

وفى نهاية القرن الرابع عشر دمرت جيوش تيمورلنك العاصمة سارای — بركه واختفى الحصان الذى كان مطمورا فى قبر مامای ، ولم يعثر له على أثر بعد ذلك . والسؤال هنا هو هل أن قصة هذين الحصانين حقيقية أم لا ؟

الاسطورة الشعبية تجيب بالايجاب على هذا السؤال ، ومع ذلك فانها تبقى لغزا محيرا حتى الآن .

وفى مطلع القرن السادس عشر ، وفيما كانت هواية تحويل الفلزات الى ذهب منتشرة فى اوروبا وجد الفاتحون الاسبان والبرتغاليون «طريقة» أربح للحصول على هذا الفلز الثمين : فقد قاموا بنهب وسلب الدول القديمة فى أمريكا التى اكتشفها خريستوف كولومبس عام ١٤٩٢ . وبدأوا ينقلون الى اوروبا كميات ضخمة من الذهب كان الأزتكيون والاينكيون والمايانيون وغيرهم من شعوب العالم الجديد قد جمعوها على مدى العصور .

ولم يحلم الفاتحون قبل ذلك بمثل هذه الكنوز الخيالية التى شاهدوها على أرض أمريكا . وعندما وصل فرناندو كورتس الى فيراكوز عام ١٥١٩ ونزل الى البر لم يخطر فى بال أحد من السكان الأصليين الهنود أن مستقبلا بائسا سينتظرهم من هذا الغريب الأبيض وقدموا له هدية عبارة عن مجموعة من الحلى والمجوهرات بالاضافة الى قرصين بحجم دولاب عربة النقل أحدهما من الذهب والآخر من الفضة ويرمزان الى الشمس والقمر .

اشتهرت امبراطورية الإينكيين بالذهب وكان سكانها يقدسونه ويعتبرونه فلز اله الشمس . وقد تجمعت كميات هائلة منه فى المعابد ويحكى أن سقف أحد المعابد كان مرصعا بالنجوم الذهبية وكانت تظهر عليه اليعاسيب والفراشات والطيور المنقوشة من الذهب وكأنها تحلق فوق الناس . وكان منظرا رائعا بهر العيون وأعجب كل من زار المعبد .

كان فرانسيسكو بيسارو أحد القادة الأسبان الذين وطأت أقدامهم أرض الاينكيين فى مطلع الثلاثينات من القرن السادس عشر . وكانت الحروب الداخلية والخلافات بين السكان على أوجها . واعتبر زعيم الاينكيين آتاوالبا أن الآلهة أرسلت له هذا الانسان الغريب ليساعده على تحقيق النصر وانهاء الحروب .

وفى أحد الأيام دعا بيسارو زعيم الاينكيين الى وليمة عنده . ووصل آتاوالبا الى مكان الحفل على هودج ذهبى مزين بالريش تصحبه حاشيته وكانوا جميعا غير مسلحين . وباشارة من هذا الفاتح الماكر هجم الأسبان على أفراد الحاشية وقضوا عليهم جميعا وأسروا آتاوالبا .

ومرت عدة أيام وآتاوالبا رهن الاعتقال ولا يعلم ماذا سيحل به حتى جاء اليه بيسارو ووعده بأن يطلق سراحه بشرط أن يملأ الغرفة التى كان معتقلا فيها بالذهب حتى ارتفاع تصل اليه يده واعطاء مهلة شهرين لتنفيذ ذلك . ووافق زعيم الإينكيين على هذه الفدية الخيالية وكان عليه أن يجمع حوالى ١٠٠ متر مكعب من الذهب . وقام رسل أتاوالبا يطوفون أرجاء البلاد ويحثون الأهالى على جمع الذهب لفدية زعيمهم . وسرعان ما بدأت قوافل العربات تتوارد الى مكان الاعتقال وهى مثقلة بالأوانى والتماثيل الذهبية والحلى وغيرها من السلع الذهبية الأخرى . وصارت كومة الذهب ترتفع يوما بعد يوم ولكن المهلة انتهت ولم تمتلئ الغرفة حتى الارتفاع المتفق عليه . وبالرغم من محاولات آتاوالبا اقناع بيسارو بالانتظار فترة قصيرة أخرى الا أن بيسارو أمر بشنقه اعتقادا منه بأن زعيم الاينكيين قد يشكل خطرا عليه فى المستقبل .

وعندما وصل الخبر بوفاة آتاوالبا كان أكثر

من أحد عشر ألف لاما (حيوان من فصيلة الجمال) فى طريقها الى مكان الاعـتقال وهى محملة بالذهب . وقرر الاينكيون عندئذ اخفاء هذا الذهب فى جبال أزانجارو (وتعنى الجبال النائية جدا) . ومن بين القطع الذهبية الثمينة التى كانت فى الطريق ولم تصل اليها أيدى الفاتحين سلسلة ذهبية ضخمة يحتاج رفعها عن الأرض ، كما ادعت الرواية ، الى جهد لا أقل من مئتى شخص .

ولكن الإينكيين لم يتمكنوا من اخفاء ثروتهم كلها . واحتل الاسبان مدينة كوسكو وهى من أغنى مدن البيرو ، وأجمل ما فيها معبد الشمس المغطى بالذهب . وكانت جدران وسقف القاعة المركزية فى المعبد مزينة بصفائح ذهبية وفى الحائط الشرقى منه كان يسطع قرص ذهبى يمثل وجه إله ذى عينين من حجر كريم تتلألآن عندما تسقط أشعة الشمس المشرقة على القرص . وكانت تحيط بالمعبد حديقة ذهبية حيث الأشجار والطيور من الذهب وفيها عروش ذهبية تتربع عليها أجسام محنطة (مومياء) لابناء الشمس من عظماء الاينكيين .

وهكذا دمر الفاتحون الاسبان مدينة كوسكو تدميرا كاملا وقضوا على جميع آثار الحضارة التى صنعها الاينكيون على مدى قرون عديدة وقاموا بصهر التحف الأثرية وتحويلها الى سبائك من الذهب كى يسهل نقلها عبر المحيط .

وهكذا استمر اسطول الاسبان ينقل الذهب مدة قرنين كاملين من شواطئ العالم الجديد الى شبه جزيرة ايبيريا (اسبانيا والبرتغال حاليا) . ولكن المحيط الهائج انتزع أكثر من مرة من ايدى هؤلاء اللصوص الذهب المسلوب وكأنه كان يثأر للاينكيين التعساء .

ففى صيف عام ١٥٩٥ تحطم المركب الشراعى الاسبانى «سانتا مرغريتا» بالقرب من شواطئ فلوريدا وغرقت معه كميات من الذهب والأحجار الثمينة يقدر ثمنها بسبعة ملايين دولار . وفى عام ١٦٤٣ ذهب ستة عشر مركبا شراعيا من «الاسطول الذهبى» الاسبانى ضحية عاصفة هوجاء بينما كان الاسطول متوجها الى ميناء سيفيليو فى اسبانيا . وتؤكد الوثائق التاريخية التى بقيت حتى الآن على أن القيمة الاجمالية لحمولة هذه المراكب (معظمها من الذهب) تقدر بـ ٦٥ مليون دولار . وابتلع المحيط أربعة عشر مركبا من «الاسطول الذهبى» المذكور عند شواطئ أمريكا فى ربيع عام ١٧١٥ وذلك نتيجة اعصار شديد وعاصفة هوجاء هبت على تلك المنطقة .

ويقدر المؤرخون أن عدد المراكب التى

ترقد فى قاع البحر الكاريبى يبلغ حوالى مئة مركب ، وهناك عدد مماثل من المراكب التى غرقت عند الشاطئ الجنوبى الشرقى من فلوريدا . وتعتبر شواطئ جزر باهاما وبرمودا مقبرة لأكثر من ستين مركبا اسبانيا . وأخيرا وجد حوالى سبعين مركبا مثواهم الأخير فى قاع البحر فى خليج المكسيك . ويمكن أن تسمى هذه المراكب بلا مبالغة بالمراكب الذهبية نظرا لأنها كانت محملة جميعها بالذهب . ويكفى القول بأن أحد هذه المراكب وهو المركب «سانتا روزا» حمل معه الى قاع البحر كميات من الذهب والأحجار الثمينة الأخرى (سلبت من قصر مونتيسوما المشهور) تقدر قيمتها حاليا بـ ٣٥ مليون دولار .

وها قد مرت عدة قرون وهذه المبالغ الخيالية لا تزال حتى الآن تشغل بال العديد من الباحثين عن الكنوز . ولكن البحث عن الذهب فى قاع المحيطات أمر صعب جدا والأسهل منه هو العثور على هذا الفلز الأصفر على الأرض .

فما أن يكتشف الذهب فى أية بقعة من بقاع الأرض حتى يتهافت اليها الآلاف والآلاف من الباحثين عن السعادة والمصابين «بالحمى الذهبية» وهى مرض لا تجد له أثرا فى كتب الطب ولكنه يشخص بوضوح فى قصص الكاتبين المشهورين جاك لندن وبرت هارت . ففقد الناس أى شعور انسانى لديهم وتحولوا الى وحوش كاسرة فالأخوة كانوا يتقاتلون والأبناء يقتلون آباءهم بهدف استملاك عدة جرامات من الرمال الذهبية . وهذا ما حدث فى مطلع القرن الثامن عشر عندما اكتشف مكمن للذهب فى البرازيل ، وهكذا حصل فى أواسط القرن الماضى عندما تدفقت حشود الباحثين عن الذهب الى كاليفورنيا الحارة ومن بعدها بعدة سنوات الى صحارى اوستراليا . وهكذا انتشرت «الحمى الذهبية» فى الثمانينات من القرن التاسع عشر عندما كانت عيون هواة الكسب تشع «ذهبا» لمجرد سماعهم كلمة «ترانس فال» وانتقلت بعدها الى آلاسكا المغطاة بالثلوج وكانت الولايات المتحدة الأمريكية قد اشترتها بسعر زهيد من حكومة قيصر روسيا قبل ذلك بفترة قصيرة .

وقد بقيت حتى الآن صور فوتوغرافية لهؤلاء المغامرين (الذين كانوا يسمون «بالحيات السوداء») وهم يشقون طريقهم عبر القمم الثلجية للجبال القطبية ويحملون على ظهورهم أو يجرون وراءهم أمتعتهم ظنا منهم أنهم سيعودون بأكياس مملوءة بالذهب ولكن معظمهم عاد مع الأسف بخفى حنين .

وفى القرن الماضى اكتشفت توضعات ضخمة من الذهب فى سيبيريا على شواطئ نهر لينا . ولكن تاريخ الذهب الروسى أقدم من ذلك .

ففى مطلع القرن السابع عشر ظهرت القطع النقدية الذهبية فى روسيا لأول مرة . وفى عام ١٧٣٠ أصدرت الامبراطورة آنا يوانوفنا أمرا بسك قطعة نقدية ذهبية قيمتها عشرة روبلات . وكانت تقدم هدايا نفيسة وثمينة جدا الى أفراد حاشيتها كى يقال عنها بأنها كريمة . ففى أحد الأيام أمرت صائغ القصر بصنع ١٦ علبة سجاير من الذهب وترصيعها بعدة أحجار ثمينة كبيرة .

وفى عهد الأمبراطورة اليزابيت بيتروفنا ظهرت قطعة نقود ذهبية جديدة قيمتها عشرة روبلات سميت «امبريال» لتوافق لقب حاكمة روسيا .

ويبدو أن اليزابيت بيتروفنا كانت تهوى جمع الذهب فقد عثر فى القصر بعد وفاتها على عدة صناديق صغيرة وكبيرة مملوءة بالقطع النقدية الذهبية .

ولم يكن الوجهاء والأعيان يرغبون فى التخلف عن الحكام والملوك فى هذا المجال . ففى عام ١٧١١ قرر الأمير غاغارين أن يدهش العالم بثروته الضخمة فطلب أن تصنع له عربة خيل فاخرة تغطى بحرير أجنبى وأن تكون دواليبها من الفضة وحدوات الأحصنة الثمانية الذين يقودونها من الذهب الخالص .

بدأ استخراج الذهب فى روسيا فى أواسط القرن الثامن عشر بعد أن اكتشف الفلاح يروفى ماركوف عام ١٧٤٥ أول مكمن لهذا الفلز على شاطئ نهر بيريزوفكا . وهكذا أصبح الأورال مهد الصناعة الوطنية للذهب .

وفى الأورال عثر على أكبر حجر من الذهب فى روسيا بلغ وزنه حوالى ٣٦ كيلوجراما . وقد عثر عليه عام ١٨٤٢ فى حوض نهر مياس عامل فى مصنع مياس يدعى نيكيفور سيوتكين وأرسل الحجر الى بطرسبرج حيث أثار ضجة كبرى وكيف لا فهو أضخم حجر ثمين فى روسيا . وتقديرا لذلك فقد منح مراقب المنجم الملازم شومان وسام ستانيسلاف ومنح مدير المنجم الرائد شيروكشين مكافأة مالية وترك سيوتكين جانبا ولم يهتم أحد به . وقد كتبت احدى المجلات القديمة بهذا الصدد تقول : وتأثر سيوتكين جدا لهذا التصرف غير العادل وبدأ يشرب الخمر ويتقاعس عن العمل حتى أمرت ادارة المصنع بأن يساق الى المنجم مقيدا بالحبال وأن يجلد ويعذب على مرأى من عمال المنجم .

كانت ظروف العمل فى مناجم الذهب أبان العهد القيصرى قاسية جدا ، ففترة العمل كانت تمتد أحيانا فى الصيف ١٦ ساعة . وكان العمال يغسلون أطنانا من الرمل فى أحواض بدائية من الصباح حتى المساء وهم فى العراء يأكلهم البعوض والبرغش والذباب ولم يكن يسمح لهم بالراحة ولو لفترة قصيرة ولهذا كانت الاضرابات تحدث هنا وهناك من حين الى آخر ولعل أضخمها وأقواها الاضراب الذى وقع عام ١٩١٢ فى مناجم لينا واعتبر حدثا هاما فى تاريخ الحركة الثورية فى روسيا .

بدأت الحكومة الثورية منذ السنوات الأولى

للسلطة السوفييتية تعير اهتماما خاصا لتطوير صناعة الذهب . فقد كانت دولة العمال والفلاحين بحاجة ماسة الى الأموال لتنفيذ المشاريع الضخمة من كهربة البلاد بأكملها وانشاء صناعة ثقيلة وتزويد الزراعة بالجرارات والآلات الزراعية الأخرى . كانت الحاجة تقتضى شراء كمية كبيرة من المعادن والمعدات فى السوق العالمية وتدفع الحكومة ثمنها ذهبا ، حيث كان الذهب فقط هو العملة المعترف بها ، والتى كانت حسب تعبير كارل ماركس «المقياس العام للقيمة» .

ووصلت الآلات الحديثة الى مناجم الذهب بعد الثورة ودخلت أنظمة عمل جديدة عادلة محل الأنظمة القديمة وتحولت عملية استخراج الذهب والحصول عليه من حرفة نصف يدوية بدائية الى فرع من أحدث فروع الصناعة .

وانتهى دور الأدوات القديمة ونقلت الى المتاحف وأصبح استخراج الذهب الآن يتم بواسطة كراكات dredges ضخمة وهى آلات يبلغ ارتفاعها ارتفاع بناية من أربعة طوابق ومعقدة جدا وفيها قطع وأدوات كثيرة يبلغ وزنها ١٤٠٠ طن ويتطلب نقلها مئة قاطرة حديدية . وقد صمم المهندسون السوفييت كراكة ضخمة تعمل اوتوماتيكيا ومجهزة بأجهزة خاصة للتحكم من بعد وأجهزة تلفزيونية للمراقبة . وتشير حسابات علماء الاقتصاد الى أن انتاجية هذه الكراكة الضخمة التى يعمل عليها تسعة أشخاص فقط تعادل مجموع ما ينتجه يدويا ١٢ ألف عامل .

تفصل حبيبات الذهب الدقيقة من الاحجار والرمال وتعالج بعد ذلك للحصول على سبائك صغيرة من الذهب . وأحيانا يصادف هذا الفلز فى الأرض على شكل سبائك طبيعية ، أى أحجار كبيرة وقد تحدثنا عن واحد منها وهو أكبر حجر من الذهب فى روسيا . وقد عثر فى استراليا على أكبر حجر من الذهب فى العالم ويزن حوالى ١١٢ كجم .

عند البحث عن هذا الفلز أو ذلك يستعين الجيولوجيون أحيانا «بالخدمات» التى يقدمها العديد من النباتات فى هذا المجال . فالمعروف أن بعض النباتات تعتبر كاشفا خاصا يدل على وجود عناصر كيميائية معينة فى التربة ولهذا تساعد على التنقيب عن خاماتها . ولكن جيولوجيا من زيمبابوى يدعى ويليم وست قرر استغلال الحيوانات ، وبالتحديد النمل الافريقى الأبيض ، وليس النباتات فى هذا المجال . ذلك أن هذا النمل عندما يبنى بيوته المخروطية التى يصل ارتفاعها أحيانا الى خمسة امتار ، ينفذ الى داخل الأرض بحثا عن مادة البناء اللازمة لذلك ثم يعود الى سطح الأرض حاملا معه عينات من أعماق مختلفة . ولهذا فان دراسة بيوت النمل هذه ، أى تعيين تركيبها الكيميائى ، تسمح بالحكم على وجود هذه الخامات أو تلك فى التربة المعينة .

ولقد قام ويليم وست باجراء تجارب عديدة فى هذا المجال أعطت بعض النتائج العملية الأولية : فبفضلها تمكن وست من اكتشاف طبقات أرضية غنية بالذهب .

وأحيانا يعثر على الذهب فى أماكن لا يتوقع وجوده فيها أبدا . فبالقرب من بانكوك عاصمة تايلاند كان ينتصب تمثال من الحجر لبوذا لا أحد يعلم أصله ومن جاء به الى هنا . ومنذ أربعين سنة تقرر بناء مصنع كبير

للأخشاب فى ذلك المكان وكان من الضرورى أن ينقل التمثال الى مكان آخر . واتخذت تدابير احتياطية للمحافظة عليه أثناء نقله ، بالرغم من ذلك فقد تصدع أثناء فصله عن قاعدته وظهرت فيه شقوق عميقة ، وبدا وكأن شيئا ما يلمع فى داخله . عندئذ قرر المشرفون على العملية أن ينزعوا الغطاء الحجرى . وكم كانت دهشتهم كبيرة عندما ظهر أمامهم تمثال لبوذا مصنوع من الذهب الخالص ويزن ٥,٥ طن .

وأثبت الأخصائيون أن هذا التمثال يعود الى سبعة قرون مضت . ويرجح أنه أثناء الحروب الداخلية الاقطاعية رغب أصحاب التمثال فى اخفائه عن الانظار خوفا من السطو عليه فصنعوا له «لباسا» حجريا ولم يتمكنوا بعد ذلك لسبب ما من «نزع» هذا اللباس . والآن يحفظ هذا التمثال الذى تبلغ قيمته حوالى خمسة ملايين دولار فى المعبد الذهبى المشهور فى مدينة بانكوك .

يبلغ مجموع ما استخرج من الذهب فى تاريخ البشرية كله أكثر من ٥٠ ألف طنا بقليل . فهل هذا بالشىء الكثير ؟ على الأرجح لا . اذ يرى الجيولوجيون أن القشرة الأرضية وحدها تختزن حوالى ١٠٠ مليار (!) طن من هذا الفلز ، أضف الى ذلك حوالى ١٠ مليارات طن منه مذابة فى مياه المحيطات والبحار . واحتياطى المحيطات والبحار من الذهب فى تزايد مستمر لأن مياه الأنهار التى تجرى عبر المناطق الحاوية على الذهب تجرف معها هذا الفلز وتقذفه فى البحر . ويؤكد الأخصائيون أن نهر آمور وحده يقذف سنويا فى المحيط الهادئ لا أقل من ٨,٥ طن من هذا الفلز الثمين .

جرت فى الماضى محاولات عدة لاستخلاص الذهب من مياه البحر . ومن الأوائل الذين قاموا بذلك الكيميائى الألمانى فريتس هابر . فقد كانت تحذوه الرغبة فى التخفيف عن بلاده من عبء دفع الغرامات التى فرضت عليها بعد الحرب العالمية الأولى مباشرة . وفى عام ١٩٢٠ شكلت فى مدينة داهلم لجنة سرية جدا للبحث عن طريقة لاستخلاص الذهب من ماء البحر وتبرع بتمويلها كل من مصرف فرانكفورت ومصلحة الاختبارات فيها . وتمكن هابر بعد أبحاث متواصلة دامت ثمان سنوات من وضع طريقة دقيقة جدا للتحليل تسمح بالكشف عن الذهب حتى ولو كانت كميته لا تتجاوز ٠,٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠١ جرام فى اللتر ولم يكتف بذلك ، بل أعد طرائق جديدة يمكن بموجبها زيادة تركيز هذا الفلز فى الماء عشرة آلاف مرة . وبدا وكأن كل شىء قد أنجز ولم يبق سوى الشروع فى العمل ولكن . . . (وكم مرة ظهرت فى العلم أمور غير متوقعة فى آخر لحظة) التحاليل الدقيقة التى أجريت بعد ذلك بينت أن النسبة الفعلية للذهب فى ماء البحر أقل بحوالى ألف مرة مما كان يتوقعه هابر . واقتنع هابر فى نهاية الأمر أن جهوده ذهبت سدى .

ولكن المستوى الحديث للعلم والتكنيك يجعل هذه المشكلة قابلة للحل فى الوقت الحاضر . ولهذا فان الكثير من الشركات الأجنبية يقوم الآن بأبحاث فى هذا المجال . ومن يعلم ، فربما أصبح المحيط فى السنوات القادمة «منجما» للذهب لا ينفد أبدا .

وثمة اتجاه آخر طريف جدا يتبعه حاليا علماء فرنسا والاتحاد السوفييتى . ويتعلق بعمليات

تعدين بيولوجية . فقد تعرفوا مؤخرا على جراثيم «تلتهم» الذهب . وتبين أن بعض أنواع الفطور العفنة «يمتص» الذهب من محاليله ويصنع منه غطاء رقيقا لنفسه . ينزع هذا الغطاء ويجفف ثم يحمص ويحصل منه على الذهب ولكن بكميات ضئيلة جدا . ومع أن هذه الطريقة لا تستخدم بعد الا فى المخابر فقط غير أن العلماء مقتنعون بأن النشاط البيوكيميائى (الكيميائى الحيوى) لعدد من الكائنات الحية يمكن أن يستغل عمليا لاستخلاص الذهب من الرمال والصخور وتركيزه بشكل مناسب .

يمكن الحصول على الذهب فى الوقت الحاضر من . . . الفلزات الأخرى . وقد يتبادر فورا الى ذهن القارئ بعد قراءته للعبارة المذكورة السؤال التالى : هل يعنى ذلك أن حلم السيميائيين القدامى الذى نغص عيشهم آلاف السنين قد تحقق الآن وأنه عثر فى نهاية الأمر على «حجر الفلاسفة» ؟؟ القضية هنا لا تتعلق «بحجر الفلاسفة» وانما تعتمد على الفيزياء النووية التى حلت محله بنجاح فى هذا المجال . فعندما يقذف الاريديوم أو البلاتين أو الزئبق أو الثاليوم بالنيوترونات فى المفاعلات الذرية «يحصل» العلماء على نظائر مشعة للذهب . ويمكن استخدام المسرعات الخطية أو الدائرية لهذا الغرض حيث تقوم المجالات الكهربائية والمغنطيسية بتسريع الجسيمات المشحونة .

ونشير أخيرا ، لمجرد النكتة والدعابة فقط ، الى أن علماء الفيزياء المعاصرين فى انكلترا كانوا قد خالفوا أكثر من مرة القانون الذى أصدره الملك هنرى الرابع فى القرن الرابع عشر والذى ينص على أنه «لا يسمح لأحد مهما كان شأنه واعتباره أن يحول المعادن العادية الى ذهب » ولم يتجاسر أحد على مخالفة هذا القانون على مدى عدة قرون متتالية بالرغم من أن عدد الراغبين فى ذلك كان كبيرا . ولم يخرق القانون الملكى هذا الا فى القرن العشرين .

والآن وبعد أن تعرفنا على تاريخ الذهب وطريقة استخراجه والحصول عليه دعونا نطرح السؤال التالى : ما هو هذا الفلز وما هى تطبيقاته واستعمالاته فى الوقت الحاضر ؟

يعتبر الذهب من الفلزات الثقيلة جدا . وهذه الخاصة بالذات هى التى ساعدت أرخميدس على كشف عملية غش واحتيال : فقد أمر الملك هيرون صاغة القصر بصنع تاج له من الذهب ثم طلب من أرخميدس أن يتأكد فيما اذا كان التاج مصنوعا من الذهب الخالص أم أنه يحتوى على نسبة ما من فلز آخر . ولعل القارئ سيسخر من هذا الطلب السخيف وسيقول بأن هذه المهمة ليست صعبة فى الوقت الحاضر حتى على تلاميذ المدارس الثانوية . ولكن مهلا ، فالقصة تعود الى القرن الثالث قبل الميلاد . واضطر العالم الفذ أرخميدس الى التفكير مليا فى ايجاد طريقة لتنفيذ طلب الملك وتصرف كما يلى : اذ قام بوزن التاج ثم غمره فى الماء وعين حجم الماء المزاح . وبتقسيم وزن التاج على الحجم حصل على عدد أقل من العدد ١٩,٣ ، وهو العدد الموافق للوزن النوعى للذهب . وهكذا تأكد من أن الصاغة احتفظوا لأنفسهم بقسم من الذهب واستبدلوه بفلز آخر أخف منه .

والذهب النقى فلز لين ولدن جدا . اذ

يمكن أن يسحب من حبة منه بحجم رأس عود الثقاب سلك يبلغ طوله أكثر من ثلاثة كيلومترات ويمكن أن تصنع منها صفيحة شفافة مساحتها ٥٠ مترا مربعا .

واذا خدش الذهب النقى بالظفر بقيت عليه آثار الخدش . ولهذا فانه عند صنع الحلى الذهبية يضيف الصاغة النحاس أو الفضة أو النيكل أو الكادميوم أو غيرها من الفلزات الأخرى الى الذهب لجعله أكثر متانة . والمعروف أن قسما من الذهب النقى يتحول عند معالجته الى غبار .

ويروى أن حادثا طريفا وقع فى الولايات المتحدة الأمريكية فى نهاية القرن الماضى : فبالقرب من دار سك النقود فى فيلادلفيا كانت تقع كنيسة قديمة جدا . وعندما حان أوان اصلاحها وترميمها أبدى أحد سكان المدينة رغبة فى شراء سقفها العتيق وعرض لقاء ذلك مبلغا لا بأس به وهو ثلاثة آلاف دولار . ودهش رجال الكنيسة لهذا العرض المغرى لقاء سقف لا يصلح لأى شىء واعتبروا هذا الانسان مهووسا وأن لديه مال كثير لا يعرف كيف يتصرف به . وتمت الصفقة . . . وظهر فى نهاية الأمر أن رجال الكنيسة هم الخاسرون . اذ جمع الشارى النبيه السقف وقشر الدهان منه ثم حرقه فحصل على رماد يحوى حوالى ٨ كيلوجرامات من الذهب يزيد ثمنها كثيرا عما دفعه . وتبين أن حبيبات الذهب الدقيقة كانت تنطلق من مدخنة مصهر دار سك النقود وتتطاير فى الهواء ثم تترسب فى الأماكن المجاورة وبخاصة على سقف الكنيسة القريبة حيث تجمعت هذه الكمية من الذهب على مر السنين .

واليكم قصة أخرى جرت قبيل الحرب العالمية الأولى وتكشف عن دهاء أمين صندوق فى أحد المصارف الاوروبية الضخمة : ففى ذلك الوقت كان التعامل بالنقود الذهبية ساريا فى معظم البلدان وكانت المصارف تتلقى يوميا آلاف القطع من هذه النقود حيث يقوم امناء الصندوق بجمعها وتصنيفها وعدها وكانت هذه العمليات تتم عادة على مناضد خشبية خاصة . ففى أحد الايام أحضر أحد أمناء الصندوق قطعة من الجوخ وفرشها على الطاولة ثم وضع القطع الذهبية عليها . وعند انتهائه من العمل كان يلف قطعة الجوخ بعناية ويضعها فى درج الطاولة ثم يكرر العملية فى اليوم التالى . وفى يوم السبت من كل اسبوع كان يأخذ القطعة معه الى البيت ويحضر يوم الاثنين قطعة جديدة أخرى . وأعجب رئيسه بهذا التصرف وبقى فترة طويلة يضرب المثل بهذا الأمين على نظافته وحسن ترتيبه .

واستمر الوضع على هذا المنوال الى أن قامت خادمة أمين الصندوق فى البيت بافشاء

السر من غير قصد . اذ كانت تحكى لاصدقائها كيف أن سيدها كان يضع قطعة جوخ على المقلاة كل يوم سبت ويحرقها على النار . وانفضح السر وتبين أن أمين الصندوق كان يفرش قطعة الجوخ على الطاولة لتعلق عليها طيلة الاسبوع حبيبات الذهب ثم يحرقها فتنصهر الحبيبات وتتحول الى قطع من هذا الفلز الثمين .

يمتاز الذهب بمقاومته الكيميائية العالية . فهو لا يتأثر بالأحماض والقلويات . «والماء الملكى» (مزيج من حمضى النيتريك والهيدروكلوريك) وحده هو القادر على اذابته . وقد استغل هذه الخاصة مرة نيلس بور العالم الدانمركى المشهور والحائز على جائزة نوبل . ففى عام ١٩٤٣ اضطر بور لمغادرة كوبنهاجن بعد احتلالها من قبل النازيين . ولم يجازف فى حمل ميدالية نوبل الذهبية معه ، وانما أذابها فى «الماء الملكى» وأخبأ الدورق الحاوى على المحلول فى مكان أمين فى مخبره . وبعد تحرير الدانمارك من النازيين عاد بور الى مخبره واستخلص الذهب من المحلول بطريقة كيميائية وطلب أن تصنع منه ميدالية كالميدالية السابقة .

يوصف الذهب غالبا بأنه «ملك الفلزات» ويحاط بهالة من نور ، ويثمن غاليا ، ويحترم من الجميع حتى أن البعض يعبده حق العبادة . وبالرغم من هذا المجد والعز ، فانه لا يحسد على ذلك . فهو فى الواقع سجين مؤبد . فما أن يستخلص من باطن الأرض وتصل يد الانسان اليه حتى يوضع من جديد رهن الاعتقال فى خزائن حديدية ضخمة وأقبية مدرعة وسراديب من الخرسانة المسلحة . واليكم وصفا لأحد هذه السجون ويدعى فورت – نوكس حيث يحفظ الاحتياطى الرئيسى من الذهب فى الولايات المتحدة الأمريكية . فالمكان محاط بعدة صفوف من الاسلاك الشائكة المكهربة بتيار كهربائى توتره ٥٠٠٠ فولط . وتقع على المشارف البعيدة عشرة أبراج عالية للحراسة مزودة بأحدث أجهزة المراقبة الالكترونية وبمدافع رشاشة توجه أوتوماتيكيا . والمكان مجزأ الى قطاعات ذات مقاسم يمكن غمرها بالماء فى لحظات . والأكثر من ذلك أن جميع المستودعات والأقبية والأبنية الواقعة داخل المنطقة يمكن أن تملأ عند الضرورة وخلال عدة دقائق بغاز سام جدا يقضى فورا على كل شىء حى . وفى وسط المنطقة يحفظ احتياطى الولايات المتحدة الأمريكية من الذهب فى «سجن» خاص محاط بجدران سميكة من الخرسانة المسلحة وليس له سوى باب واحد يزن ٢٠ طنا ويغلق بعدة أقفال سرية .

وتسلط على السجن «عيون الكترونية لا يرف لها جفن أبدا» . وتطوف دوريات من طائرات

الهليوكوبتر فوق المنطقة باستمرار . ولا أظن بأن حراسة كهذه تطبق على أى سجين آخر فى العالم .

صحيح أن فورت – نوكس فقد جزءا من ثروته فى مطلع عام ١٩٧٥ ، ولكن ذلك تم بعلم وموافقة رئيس الولايات المتحدة الأمريكية الذى وقع مرسوما يسمح ببيع الذهب للمواطنين والتصرف به لأغراضهم الخاصة (وكان بيع وشراء الذهب محظورا فى البلاد منذ عام ١٩٣٣) . وفى أحد الايام من شهر يناير (كانون الثانى) عام ١٩٧٥ جرى أكبر مزاد علنى فى التاريخ لبيع الذهب حيث تم بيع حوالى ٥٦ طنا من هذا الفلز الأصفر للمواطنين . ومع ذلك فلم يتأثر فورت–نوكس بالحادث كثيرا فقد بقيت فيه كمية من الذهب «لليوم الأسود» تقدر بحوالى ثمانية آلاف طن .

منذ القدم والذهب لا يستخدم للزينة أو فى الأعمال النقدية فحسب بل ويعتبر مادة جيدة فى مجال الجراحة وطب الاسنان . فأثناء التحريات الأثرية التى أجريت فى أمريكا الجنوبية عثر علماء الآثار على جمجمة لزعيم قبائل الهنود الحمر فى تلك المنطقة . وسرعان ما اهتم الأطباء بهذه اللقية لأن «صاحب» الجمجمة قد أجريت له فى ذلك الوقت عملية جراحية فى رأسه ولدى فحص الجمجمة تبين أن ثقبا فى عظم الجمجمة تم اغلاقه بصفيحة رقيقة من الذهب .

واكتشف أول طقم أسنان من الذهب فى مومياء مدفونة فى هرم حفرين . وفى عام ١٩٥٢ نشرت احدى المجلات العلمية الأمريكية مقالا جاء فيه أنه عند دراسة مقبرة مصرية قديمة يزيد عمرها عن أربعة آلاف وخمسمئة سنة عثر فيها على جسر من ثلاثة أسنان بشرية مثبتة بسلك من الذهب .

والواقع أن الصاغة وأطباء الأسنان لا يستهلكون الا جزءا قليلا من الذهب المستخرج فى العالم وهناك نسبة أقل تستهلك منه فى الأغراض التكنيكية . ولكن الصناعة بدأت تعير اهتماما متزايدا للذهب فى الآونة الأخيرة . فالصناعة الالكترونية أخذت تستهلك كميات أكثر فأكثر من الفلز الأصفر كمادة لصنع الترانزيستورات والصمامات الثنائية diodes . وتصنع من سبائك الذهب مع البلاتين قطع الآلات المخصصة لصنع الألياف الاصطناعية نظرا لأن ظروف الانتاج

تفرض أن تكون هذه الآلات مقاومة جدا لفعل المواد الكيميائية .

ويستخدم الذهب النقى تجاريا فى أجهزة التفريغ الحديثة نظرا لأنه «يلتصق» جيدا أثناء التفريغ الشديد بالنحاس الذى يتلامس معه . وعندها تصبح جزيئات أحد الفلزين قادرة على النفوذ فى الفلز الآخر علما أن الانتشار المتبادل للجزيئات يحدث عند درجات حرارة أخفض بكثير من درجتى انصهار الفلزين أو درجة انصهار أية سبيكة منهما . وتتكون من جراء هذا التبادل بالجزيئات مركبات متينة جدا تسمى فى عالم الصناعة «بالأختام الذهبية» . وتصنع من الذهب حلقات الحشو للوحدات الأساسية فى مسرعات الجسيمات المشحونة كما تلحم به مختلف الوصلات والمفاصل فى الحجرة الرئيسية للمسرعات . والذهب يسد جيدا جميع فتحات ومنافذ الهواء الأمر الذى يؤمن تفريغا عاليا فى الوحدة ويسمح بخلق ضغط أقل بمليار مرة من الضغط الجوى العادى . والمعلوم أن الجسيمات الاولية «تعيش» فى الوحدة فترة أطول كلما ازداد التفريغ فيها .

اضطر المهندسون فى أواسط الخمسينات الى الاستعانة بالذهب أثناء مد الكابل الهاتفى عبر المحيط الأطلسى . فاذا كان الاتصال البرقى بين أمريكا واوروبا قائما منذ أكثر من مئة عام ، فان المحادثات الهاتفية عبر الأطلسى كانت حتى فترة قريبة حلما جميلا يسعى الجميع الى تحقيقه . وكانت العقبة الرئيسية أمام ذلك تتلخص فى أن التيار المار فى الكابل يضعف بسرعة . وبقيت هذه المشكلة دون حل الى أن اقترح تركيب مضخمات على طول الكابل تحافظ على شدة التيار . ولحماية هذه المضخمات من التأثير الهدام لماء البحر اقترح أن يطلى معظم أجزائها بالذهب . وهكذا حلت هذه المشلكة التكنيكية المعقدة وتم فى عام ١٩٥٦ أول اتصال هاتفى فى التاريخ عبر الأطلسى .

ولا شك أن الذهب يساهم مساهمة فعالة فى اكتشاف اسرار الفضاء الكونى . فمنذ عدة سنوات نشرت الصحافة الأجنبية خبرا مفاده أن الغلاف الخارجى للقمرين الصناعيين الأمريكيين «بروسبيرو» و «آريل-٤» ، المخصصين لدراسة الايونوسفير سيطلى بالذهب . ولم يتخذ مصممو القمرين هذا القرار للأبهة والعظمة ، كما فعل الامبراطور الرومانى نيرون عندما أمر بصنع حدوات من الفضة لبغاله ، بل انطلاقا من أن «ملك الفلزات» يؤمن تنظيما حراريا فعالا عند الغلاف الخارجى للقمرين ، وأنه لا يتأكسد ويمتص جيدا الايونات والدقائق المشحونة الأخرى ويحول بذلك دون تجمعها على السطح مما قد يؤدى الى حدوث مفاجآت ومشاكل غير متوقعة .

تزداد حاجة الصناعة الى الذهب عاما بعد عام . ولا شك أن هذا الفلز الثمين سيغادر عاجلا أم آجلا الخزائن الحديدية والأقبية المدرعة والسراديب المصفحة وسينتقل الى المصانع والمخابر ليساهم فى خدمة الانسان وتطوير المجتمع البشرى .

Hg

«الماء الفضى»

شذوذ عن القاعدة — قرابة بعيدة — مطرقة من الزئبق — رافعو الأثقال يتعجبون — «دواء عجيب» — حادث مأساوى على ظهر الباخرة «تريومف» — القانون يمنع . . . — الكلاب لا تخطئ — روما تشترى الزئبق — تصرف أحمق لجنكيزخان — كتابة على قصر ملوك الفرس — هواية رائجة — الملوك يبنون المخابر — حيل مشعوذى القرون الوسطى — الموت شنقا أو حرقا — تجارب سرية — ضحية الارهاب — مريخ المحتال — ابداع مونفيران — الفرح سابق لأوانه — أحمر شفاه «أخضر» — فرديناند الثانى يفضل الكحول — تجارب صعبة — الطريق الى الحياة .

منذ أكثر من مئتى عام أعطى لومونوسوف تعريفا بسيطا واضحا لمفهوم «الفلز» فكتب ما يلى : «الفلزات أجسام صلبة ، طروقة ، ولماعة» . وبالفعل ، فان هذا التعريف ينطبق على الحديد والألومنيوم والنحاس والذهب والفضة والرصاص وغيرها من الفلزات الشائعة الاستعمال . ولكن ليس عبثا القول بأن لكل قاعدة شواذ . ففى الطبيعة حوالى ٨٠ فلزا جميعها صلبة باستثناء واحد منها يكون سائلا فى الظروف العادية . وأظنكم قد حزرتم بأن الكلام هنا يدور حول الزئبق .

ويمكن التأكد من مدى اتساع خواص الفلزات بالقاء نظرة على الزئبق ونقيضه التنجستن . فاذا كان التنجستن ينصهر فى الدرجة ٣٤٠٠ م تقريبا (للمقارنة نشير الى أن درجة حرارة اللهب فى المنطقة الحارة من فرن مارتن لا تتجاوز ٢٠٠٠ م) ، فان الزئبق يبقى سائلا حتى أثناء الصقيع ولا يتجمد الا فى الدرجة ٣٨,٩ تحت الصفر . وهكذا نرى أن الزئبق والتنجستن يرتبطان «بقرابة بعيدة» بالرغم من أنهما ينتميان الى عائلة كبيرة واحدة هى عائلة الفلزات .

تم تجميد الزئبق لأول مرة عام ١٧٥٩ . وهو فى الحالة الصلبة عبارة عن فلز فضى مائل الى الزرقة يشبه الرصاص فى مظهره الخارجى . واذا سكب الزئبق فى قالب له شكل المطرقة ثم برد بسرعة ، بالهواء السائل مثلا ، حتى التجمد ، أمكن استعمال المطرقة الزئبقية الناتجة لدق مسمار فى لوح خشبى ، ولكن يجب الاسراع هنا لأن المطرقة المذكورة ليست دائمة وقد تذوب وهى فى اليد .

والزئبق أثقل السوائل المعروفة على الاطلاق :

فكثافته تساوى ١٣,٦ جم/سم^3 . وهذا يعنى أن زجاجة سعتها لتر واحد ومملوءة بالزئبق تزن أكثر من سطل مملوء بالماء . ولو جرب رافع أثقال أن يضع العارضة الحديدية الثقيلة فى حوض مملوء بالزئبق لشاهد أنها لن تغرق فى الزئبق وانما تبقى عائمة على سطحه كما تطفو سدادة الفلين على سطح الماء . ذلك أن الحديد أخف كثيرا من الزئبق .

والزئبق معروف للانسان منذ قديم الزمان . فقد جاء ذكره فى كتب أرسطوطاليس وثيوفراستوس وبلينى الأكبر وفيتروفيوس وغيرهم . وأطلق الطبيب اليونانى ديوسكوريديس الذى عاش فى القرن الأول قبل الميلاد اسم «هيدرارجيوم» على الزئبق . وهى كلمة لاتينية تعنى «الماء الفضى» . ولا عجب فى أن الأطباء كانوا يهتمون بالزئبق فى ذلك الوقت . فخواصه العلاجية كانت معروفة منذ القدم ، وان كانت فى بعض الأحيان تأخذ طابعا غريبا . فقد جاء فى المراجع الطبية أن مرض التواء المعى كان يعالج بسكب كمية من الزئبق (٢٠٠ــ٢٥٠

جرام) فى معدة المريض . وكان مؤيدو «طريقة العلاج» هذه يرون أن الزئبق بفضل وزنه الكبير وسهولة حركته يمر داخل الامعاء ويقوم بثقله الجزء الملتوى منها . وبامكان القارئ أن يتصور النتائج الوخيمة لهذا العلاج .

واليوم يعالج التواء المعى بوسائل أخرى مضمونة ومجدية . بيد أن مركبات الزئبق المختلفة لا تزال حتى الآن تستخدم على نطاق واسع فى الطب : فمثلا يستعمل السليمانى (كلوريد الزئبق ثنائى التكافؤ) كمعقم ، والكالوميل (كلوريد الزئبق أحادى التكافؤ) كملين أو مسهل ، والميركوزال كدواء مدر للبول ، وتستعمل بعض المراهم الحاوية على الزئبق لمعالجة الأمراض الجلدية وغيرها .

ولا يجوز أن ننسى أبدا أن مركبات الزئبق وأبخرته سامة جدا ويمكنها أن تسبب حالات تسمم خطيرة . ففى عام ١٨١٠ حدثت موجة تسمم بالزئبق على ظهر الباخرة الانكليزية «تريومف» أصيب بها أكثر من مئتى شخص . ولهذا فان بعض الصناعات المرتبطة بالزئبق ومركباته محظورة تماما فى الاتحاد السوفييتى والبلدان الأخرى . وفى الحالات التى لا يمكن الاستغناء فيها عن الزئبق تتخذ احتياطات وتدابير وقائية للمحافظة على صحة العمال وحمايتهم من التاثيرات الضارة التى تنجم عن التعامل بالزئبق .

والزئبق قليل الانتشار فى الطبيعة وأحيانا يصادف بشكل حر على شكل قطرات ولكن المادة الخام الرئيسية له هى الزنجفر (كبريتيد الزئبقيك cinnabar) .وهو حجر جميل ملطخ ببقع حمراء . وللزنجفر قصة طريفة . فقد ذكرنا سابقا أن الجيولوجيين يستعينون فى الفترة الأخيرة بالكلاب للبحث عن الخامات المفيدة . ففى أحد الأيام كانت مجموعة من الكلاب تتلقى تدريبا خاصا بالكشف عن الزنجفر وتقرر أن يجرى لهم امتحان بسيط . فوضعت أمامهم عدة عينات من معادن مختلفة وطلب منهم العثور على الزنجفر بينها . فاكتشفوه بسرعة ولم يكتفوا بذلك بل تابعوا البحث وفجأة تجمعوا جميعا وكأنهم على اتفاق مسبق أمام عينة من الكالسيت الوردى . وسخر الفاحصون الجيولوجيون فى البداية من هذا التصرف الذى يدل على أن الكلاب ليست مؤهلة بعد للقيام بمثل هذه المهمة وقرروا دراسة الأسباب التى أدت الى ارتكاب هذا الخطأ . وكم كانت دهشتهم كبيرة وفرحهم عارما عندما ظهر بنتيجة الدراسة أن الكالسيت الوردى يحتوى فى داخله على حبيبات من الزنجفر .

توجد فى اسبانيا (فى منطقة ألمادين) أضخم توضعات للزئبق فى العالم كانت تشكل حتى وقت قريب ٨٠ بالمئة من الانتاج العالمى للزئبق . ويذكر المؤرخ بلينى الأكبر فى كتاباته أن روما كانت تشترى من اسبانيا حوالى أربعة أطنان ونصف من الزئبق سنويا .

وفى الاتحاد السوفييتى توجد توضعات للزئبق فى دونباس تعتبر من أقدم التوضعات المعروفة فى البلد . وقد اكتشفت هنا على أعماق مختلفة (حتى عشرين مترا) مناجم قديمة شوهدت فيها أدوات عمل قديمة هى المطارق الحجرية .

وثمة منجم آخر أقدم من مناجم دونباس وهو منجم حيدر آكان فى وادى فرغانا (فى منطقة كيرغيزيا) حيث لا تزال وسائل العمل

القديمة موجودة حتى الآن مثل الأسافين الحديدية والقناديل والأنابيق الغضارية المخصصة لحرق الزنجفر وغيرها .

وتؤكد الحفريات الأثرية على أن استخراج الزئبق فى وادى فرغانا استمر عدة قرون ولم يتوقف الا عندما غزا جنكيزخان المنطقة (فى القرنين الثالث عشر والرابع عشر) وقضى على جميع الورشات الحرفية والمراكز التجارية التى كانت تمتهن هذا العمل وتحول سكان المنطقة الى بدو رحل .

وكانت تستغل توضعات أخرى للزئبق فى آسيا الوسطى . فمثلا تشهد الكتابات المنقوشة على قصر ملوك الفرس القدامى فى سوزى (فى الفترة الواقعة بين القرنين السادس والرابع قبل الميلاد) على أن الزنجفر الذى كان يستعمل كصباغ فى ذلك الوقت كان يأتى من جبال زيرافشان الواقعة فى جمهوريتى طاجكستان واوزبكستان حاليا ويبدو أن الزئبق كان يستخرج هنا فى أواسط الألف الأول قبل الميلاد .

كان العمل فى مناجم الزئبق مضنيا وقاتلا فى الماضى . ولعل أفضل وصف لذلك ما كتبه الكاتب الانكليزى كيبلينج : «أفضل الموت على العمل فى مناجم الزئبق حيث تتفتت الاسنان فى الفم . . .» ولا يزال العديد من الهياكل العظمية البشرية موجودا حتى الآن فى أغوار المناجم التى كان الزئبق يستخرج فيها فى الماضى .

ارتفع انتاج الزئبق فى القرون الوسطى . واهتم السيميائيون به كثيرا لأن احدى النظريات التى كانت سائدة فى ذلك الوقت اعتبرت الزئبق والكبريت والملح «العناصر الأصلية» فى الطبيعة . ونسب الى الزئبق أنه «أصل المادة» : « . . . فالحرارة تذيب الجليد وتحوله الى ماء ، وهذا يعنى أن الجليد من الماء . والفلزات تذوب فى الزئبق ، وهذا يعنى أن الزئبق هو المادة الأصلية لهذه الفلزات» .

وهكذا لم يبق للسيميائيين الذين كانوا مسلحين «بنظرية علمية دقيقة» سوى العثور على «حجر الفلاسفة» . فبواسطته كانوا يأملون فى تحويل الزئبق الى ذهب . ولكن البحث عنه طال بالرغم من أن شخصيات هامة متنفذة ، مثل ملك بريطانيا هنرى السادس ، وأمبراطور «امبراطورية الرومان المقدسة» رودولف الثانى ، وغيرهما من ملوك أوروبا كانت تنتظر بفارغ الصبر نتيجة البحث حتى

أنهم أنشأوا فى قصورهم مخابر كيميائية كبيرة لهذا الغرض .

والواقع أن هذه الدراسات أعطت بعض النتائج : فقد اكتشف السيميائى الذى كان يعمل فى قصر الملك هنرى السادس أن النحاس يكتسب عند دلكه بالزئبق مسحة فضية . وأسرع الملك بتطبيق هذا «الاختراع» . فأمر بسك دفعة كبيرة من القطع النقدية النحاسية المطلية بالزئبق وطرحها للتداول على أساس أنها قطع من الفضة الصرفة وكسب من وراء عملية التزوير هذه مالا كثيرا .

ومن وقت لآخر كان يظهر فى بلدان مختلفة أناس يدعون معرفتهم للغز «حجر الفلاسفة» وكأن بينهم علماء محترمون ضلوا طريق العلم الصحيح ، أما الغالبية العظمى ، فكانت مشعوذين مهرة أتقنوا عدة طرائق «للحصول» على الذهب منها أنهم كانوا على مرأى من الحاضرين يخلطون الرصاص أو الزئبق المصهور بقضيب خشبى أخبأوا فيه مسبقا قطعا صغيرة من الذهب . وكان الذهب يذوب جزئيا فى الفلز المصهور ويظهر فى البوتقة بعد انتهاء «التجربة» . وكانت أخبار هؤلاء «السحرة» تصل عاجلا أم آجلا الى الحكام الذين كانوا يأمرون بالقبض عليهم واحضارهم الى القصر كى يقوموا بتنظيم عملية انتاج واسعة للذهب وهنا كانت تظهر الفضيحة ولم يعد بامكان القضيب الخشبى انقاذ صاحبه .

وكان السيميائى المتهم بالكذب والخداع يعلق — كمزور النقود — على مشنقة مطلية بالذهب وهو يرتدى البهرج . وكانت هناك وسائل أخرى للعقاب . ففى عام ١٥٧٥ ، مثلا ، أمر دوق لوكسمبرج بحرق ماريا زيجلرن وهى حية فى قفص حديدى لامتناعها عن اعطائه تركيب «حجر الفلاسفة» الذى ادعت أنها تعرفه حق المعرفة .

وبعد فترة من الزمن أعلنت الكنيسة الكاثوليكية (وكانت الافكار العلمية عندئذ تحت سيطرتها المطلقة) اللعنة على السيمياء ، وأصبحت محظورة رسميا بعد ذلك فى انكلترا وفرنسا وبلدان أخرى . ولكن السيميائيين ظلوا يتابعون تجاربهم فى الخفاء واستمرت أعمال الشنق أيضا وذهب ضحيتها الكيميائى الفرنسى جان باريللو الذى كان يدرس فى مخبره الخواص الكيميائية للعناصر ، ولكن المسؤولين ارتأوا أن تجاربه هذه مشبوهة ومثيرة للشك فقرروا اعدامه فورا .

تبين الوثائق التى بقيت حتى يومنا هذا أن الزئبق كان يسمى عند السيميائيين «بالمركورى» وقد أعطيت له هذه التسمية فى روما القديمة نظرا لأن قطراته تستطيع «الجرى» بسرعة على سطح أملس وهذا حسب اعتقاد الرومان يذكرهم بالاله مركورى اله التجارة والمكر والخداع عندهم . وبالمناسبة فان السيميائيين كانوا يرمزون الى العناصر برموز خاصة : فكانت الشمس رمز الذهب والمريخ رمز الحديد والزهرة رمز النحاس . . . الخ . وبهذه الطريقة كانوا يخفون معلوماتهم عن الآخرين .

ان قدرة الزئبق على اذابة الكثير من الفلزات وتشكيل ما يسمى بالملغمات amalgams كانت معروفة منذ أقدم العصور . وكانت الملغمات تستعمل لطلاء قبب الكنائس النحاسية بطبقة رقيقة من الذهب . فهذه الطريقة طليت بالذهب قبة كاتدرائية القديس اسحق فى بطرسبرج التى تعتبر تحفة رائعة فى الفن المعمارى وقد

بنيت بين عامى ١٨١٨ و ١٨٥٨ حسب تصميم اوغيوست مونفيران .

واستهلك اكثر من مئة كيلوجرام من الذهب الصافى فى عملية الغام amalgamation الصفائح النحاسية التى تغطى قبة الكاتدرائية (يبلغ قطر القبة حوالى ٣٦ مترا) . وقبل العملية نظفت الصفائح من الأوساخ والدهون ولمعت وصقلت جيدا ثم طليت بملغمة من محلول الذهب فى الزئبق . وبعد ذلك سخنت فى مجمرة خاصة حتى تبخر الزئبق كله وبقيت على الصفائح طبقة رقيقة (سماكتها عدة ميكرونات) من الذهب . وكانت أبخرة الزئبق تتصاعد أثناء العملية على شكل دخان أخضر مزرق خفيف وتختفى دون أى أثر لها ولكنها فى الواقع كانت تسمم العمال وهى «فى طريقها» . وبالرغم من أن قواعد «الأمن الصناعى» فى ذلك الحين كانت تقضى بأن يلبس العمال أقنعة زجاجية ، الا أن هذه الاقنعة لم تحميهم من التسمم وكانوا يموتون بعد عذاب أليم . ويقال بأن عملية طلاء القبة المذكورة كلفت حياة ستين عاملا .

وتاريخ الملغمات ليس حافلا بالحوادث المؤسفة والمؤلمة فحسب بل سجلت فيه حوادث طريفة أيضا . اذ يحكى أنه فى مطلع القرن الحالى حاول أحد البحاثة الحصول على الذهب من الزئبق وذلك بتسليط شحنات كهربائية قوية على أبخرته . وصرف الكثير من الجهد والوقت لتنفيذ ذلك . وأخيرا تحقق أمله وشاهد آثارا من الذهب فى الزئبق ، فطار فرحا فى البداية ، ولكن أمله خاب وغمره الأسف بعد أن اتضح له أن آثار الذهب هذه سقطت فى الزئبق من . . . الاطار الذهبى لنظارته التى كان يصحح وضعها من حين لآخر بيده الملوثة بقطرات دقيقة من الزئبق وكان بذلك ينقل الذهب من الاطار على شكل ملغمة الى الزئبق .

وفى الوقت الحاضر تستعمل الملغمات فى بعض الحالات لطلاء السلع المعدنية بالذهب (وطبيعى أنه لا تحدث الآن ضحايا بسبب ذلك) وفى صناعة المرايا وطب الاسنان والأعمال المخبرية . وتصنع من فولمينات الزئبق (ملح الزئبق لحمض الفولمينيك) بعض أنواع المتفجرات.

يستعمل الزئبق الحر بشكل واسع فى الصناعة . ففى الصناعة الكيميائية يشترك الزئبق الحر مثلا فى صناعة الكلور وهيدروكسيد الصوديوم وحمض الخليك الاصطناعى .

وتتميز الصمامات الزئبقية المستخدمة لتقويم التيار المتناوب (المتردد) بأنها مأمونة وتخدم فترة طويلة . وفى أجهزة القياس والمراقبة الاوتوماتيكية تستعمل مفاتيح من الزئبق تؤمن غلق وفتح الدارة الكهربائية بصورة مستمرة وفورية .

تطلق مصابيح الزئبق والكوارتز أشعة فوق بنفسجية قوية وتستخدم فى الطب لتعقيم الهواء فى غرف العمليات الجراحية والمعالجة بالأشعة .

وفى عام ١٩٢٢ اكتشف الكيميائى التشيكى ياروسلاف هيروفسكى الطريقة البولاروجرافية (طريقة التحليل القطبى) فى التحليل الكيميائى حيث يقوم الزئبق بدور أساسى . ومنح لذلك جائزة نوبل .

تستعمل أبخرة الزئبق المخلخلة مع غاز الأرغون لملء مصابيح الانارة . ففى عام ١٩٣٧ جرت محاولة لانارة شارع غوركى فى

موسكو بهذه المصابيح ولكن سرعان ما تقرر العدول عنها لأنها كانت تعطى ضوءا يجعل وجوه الناس شاحبة وغير جذابة حتى أن أحمر الشفاه كان يتحول تحت هذا الضوء من أحمر الى أخضر .

وتم فيما بعد تركيب مواد خاصة يطلى بها السطح الداخلى للمصابيح فتجعل الضوء الصادر عنها قريبا جدا من ضوء النهار الطبيعى .

والزئبق عنصر أساسى فى العديد من الأجهزة الفيزيائية كالمانومترات والباروميترات ومضخات التفريغ ولكن موازين الحرارة الزئبقية (الترمومترات) أكثر انتشارا من هذه الأجهزة .

فى القرن السابع عشر صنعت أول أجهزة لقياس درجة الحرارة بواسطة الماء . ولكن هذه الأجهزة كانت سريعة العطب لأن الماء كان يتجمد أثناء الصقيع ويحطم الزجاج . وعندها اقترح دوق توسكانا فرديناند الثانى أن يستعمل كحول العنب (وكان يعرفه حق المعرفة) بدلا من الماء وأصبحت موازين الحرارة أكثر ضمانا ويمكن الوثوق بها . ولكن ظهرت مشكلة أخرى وهى أن الموازين الكحولية كانت تعطى درجات حرارة متباينة نظرا لأن نوعية الكحول لم تكن واحدة فيها . وأول من بدأ باستخدام الزئبق لقياس درجة الحرارة الفيزيائى الفرنسى أمونتون وتبعه بعد ذلك بعدة سنوات الفيزيائى الألمانى فهرنهايت الذى صنع ميزان حرارة زئبقى مدرج بتدريجات لا تزال تطبق حتى الآن فى انكلترا والولايات المتحدة الأمريكية (درجات فهرنهايت) .

واليوم تستعمل موازين الحرارة الزئبقية على نطاق واسع وفى مجالات شتى ولأغراض مختلفة تتطلب مواصفات معينة للميزان وبخاصة سماكة الانبوب الشعرى الذى يمر فيه الزئبق . ففى موازين الحرارة الطبية يكون الانبوب الشعرى أرفع ما يمكن ولا يتجاوز قطره ٠,٠٤ ملم . ولكى يشاهد الزئبق فيه بالعين المجردة يصنع الانبوب على شكل موشور مكبر ثلاثى الوجوه ويطلى جداره الخلفى بدهان أبيض «كشاشة» يظهر عليها الزئبق . والمفروض أن يضيق الانبوب فى أسفله كى لا يهبط فيه الزئبق الى المستودع قبل رج الميزان ، ولكن الانبوب نفسه ضيق بما فيه الكفاية ولا يجوز تضييقه أكثر من ذلك . ولهذا تلحم به فى أسفله انبوبة اسطوانية صغيرة ذات عنق ضيق .

يجب أن يكون الزئبق المستعمل فى موازين الحرارة نقيا جدا ذلك أن أية شائبة فيه مهما كانت ضئيلة قد تسبب خطأ فى القياس .

ولهذا يخضع الزئبق لمعالجة خاصة حيث يغسل ويقطر وعندئذ تملأ به الانابيب الشعرية الزجاجية .

ونشير هنا الى أن الزجاج ، بالرغم من تقصفه ، يبقى المادة الوحيدة التى لا بديل لها فى هذه الحالة حتى أن البلاستيك الشفاف ، مثلا ، لا يجوز استعماله هنا لأنه يسمح بمرور الأكسجين الضار بالزئبق .

ان ملء الانبوب الشعرى بالزئبق عملية حساسة اذ لا يجوز أن يدخل اليه الهواء . ففى السابق كانت هذه العملية تتم يدويا وكان العمال يضطرون الى تسخين طرفى الانبوب المملوء بالزئبق على التوالى عدة أسابيع وذلك لطرد فقاعات الهواء منه . أما اليوم ، فتقوم الآلات بهذه العملية بسرعة وعلى أحسن وجه .

تخضع موازين الحرارة قبل أن يسمح لها بالقيام بمهمتها الى فحص دقيق واختبارات عدة تودى بقسم منها الى سلة النفايات ، بينما تعطى للقسم الآخر الذى اجتاز جميع الفحوص والاختبارات «شهادة حسن سلوك» تجعله موضع ثقة عند مستخدميه ويصبح قادرا على اداء واجبه بكل صدق وأمانة فى مختلف فروع العلم والصناعة والزراعة والطب .

اجتازت صناعة الزئبق طريقا شاقا وصعبا خلال تاريخها الطويل الممتد عدة قرون . ففى الماضى البعيد كانت خامات الزئبق تحرق فى قدر من الفخار وكانت أبخرة الزئبق تتكاثف على أوراق أشجار مقطوعة حديثا توضع بالقرب من القدر فى غرف من الآجر . أما اليوم ، فتعمل فى المصانع وحدات اوتوماتيكية ضخمة لانتاج الزئبق باستمرار . اذ يكفى أن يضغط العامل على زر جهاز التحكم من بعد حتى تندفع أطنان من خام الزئبق لتملأ صومعة فرن كهربائى ضخم . وهنا يبدأ الزئبق بالتبخر من خاماته ، وبعدها تبرد الأبخرة ويحول الزئبق الناتج الى خزان خاص . ثم تجرى له تنقية نهائية يسكب بعدها فى اسطوانات فولاذية تتسع كل منها لـ ٣٥ كجم . أما الزئبق النقى جدا ، فيجمع فى كؤوس خزفية (يستوعب الواحد منها خمسة كيلوجرامات) تحول فى نهاية الأمر الى مستودع المواد الجاهزة ، ومنه يبدأ «الماء الفضى» طريقه لخدمة الانسان .

Pb

محطم روما

وز يقظ — مصير سئ لنبلاء الرومان — فى خدمة محاكم التفتيش — أسرار البراهمة — صرخات الرعب على «جسر الآهات» — حجة مقنعة — تصرف غير مقبول — غيوم كاحلة تخيم على المدينة — «صنع فى رودوس» — حريق فى ميناء أثينا — هل المعجزات تحدث حقا ؟ — «سكر» سام — فى الهجوم والدفاع — نافذة صغير — لقية تحت الرماد — مكتبة الملك آشوربانيبال — أعمار الصخور بيد الرصاص — الضوء الاخضر للمنقبين — واحد لعشرة ملايين — لا حاجة للتمويه — أواصر «القربى» — وفسر الماء بعد الجهد بالماء .

الكل يعلم أن الوز أنقذ روما . فهذه الطيور اليقظة لاحظت فى حينه اقتراب جيوش معادية فبدأت تطلق أصوات حادة تنبئ بالخطر . ومر كل شىء بسلام فى هذه المرة . ولكن أمبراطورية الرومان سقطت بعد ذلك . فما هو سبب سقوط هذه الامبراطورية الجبارة ؟ وما الذى أهلك روما ؟

يعتقد بعض العلماء الأمريكيين الخبراء فى علم السموم أن «التسمم بالرصاص هو السبب فى سقوط روما» . ويضيفون أن الأوانى المنزلية المرصعة بالرصاص ، وكذلك أصبغة التجميل التى يدخل فى تركيبها الرصاص هى التى عجلت فى انقراض الطبقة الارستقراطية الرومانية . والدليل على ذلك أن متوسط العمر عند أفراد طبقة النبلاء الرومان لم يتجاوز ٢٥ عاما نظرا لتسممهم البطىء والمستمر بجرعات صغيرة من الرصاص . وبموجب هذا الرأى ، فان أفراد الشعب من الطبقات الدنيا كانوا أقل تعرضا للتسمم من الرصاص لأنه لم تكن لديهم هذه الأوانى الغالية الثمن ولم يستعملوا أصبغة التجميل الحاوية على الرصاص . ولكنهم ، برغم ذلك ، كانوا يشربون الماء من خط الأنابيب المشهور الذى «بناه عبيد روما» وكانت هذه الأنابيب مصنوعة ، كما هو معروف ، من الرصاص .

وهكذا كان الناس يموتون وكانت الامبراطورية تضمحل تدريجيا . وطبيعى أن الرصاص لم يكن المذنب الوحيد فى ذلك ، بل كانت هناك أسبابا أخرى سياسية واجتماعية واقتصادية لعبت دورا أساسيا فى انقراض الامبراطورية الرومانية . وعلى كل حال ، فان فى رأى العلماء الأمريكيين قدر من الحقيقة بلا شك : اذ عثر أثناء الحفريات الأثرية على رفات العديد من الرومانيين القدامى وأثبت التحليل أنه يحوى كمية كبيرة من الرصاص .

ان جميع مركبات الرصاص الذوابة مواد سامة . وقد ثبت أن الماء الذى كان يشربه أهالى روما القديمة من خط الأنابيب المذكور كان مشبعا بغاز ثانى أكسيد الكربون . وهذا الغاز يتفاعل مع الرصاص مكونا كربونات الرصاص التى تذوب جيدا فى الماء . وهكذا كان الرصاص يدخل مع الماء الى الجسم ويبقى فيه حيث يحل تدريجيا محل الكالسيوم الذى يدخل فى تركيب العظام الأمر الذى يؤدى فى النهاية الى اصابة الجسم بأمراض مزمنة .

وسقوط روما ليس الجريمة الوحيدة بحق الرصاص وانما تنسب اليه «أعمال» شنيعة أخرى : ففى فترة سطوة محاكم التفتيش (inquisition) محاكم كاثوليكية نشطت بخاصة فى القرنين الخامس عشر والسادس عشر وكانت مهمتها اكتشاف الهرطقة ومعاقبة الهراطقة) كان اليسوعيون (jesuits أعضاء جمعية دينية للرجال أسسها

القديس اغناطيوس ليولا عام ١٥٣٤) يستعملون الرصاص المصهور كأداة للتعذيب والقتل . وفى الهند كانت تطبق حتى مطلع القرن الماضى طريقة لمعاقبة أبناء الطبقات الدنيا من الشعب اذا ما حاول أحدهم ، متعمدا أو بلا عمد ، الانصات الى البراهمة وهم يقرأون الكتب المقدسة ، فكانوا يسكبون فى أذنيه مصهور الرصاص (كان الكهنة فى بابل ومصر والهند يحتفظون بعلمهم ومعرفتهم سرا ، لا يجوز أن يعلم به أحد غيرهم كى يبقوا مسيطرين على الشعب) .

وفى فينسيا لا يزال يوجد حتى الآن سجن يعود أصله الى القرون الوسطى . ويتصل هذا السجن بقصر الدوج (Doge القاضى الأول فى جمهوريتى فينسيا وجنوا) عن طريق «جسر الآهات» . وفى علية السجن توجد غرف خاصة مسقوفة بالرصاص كانت مخصصة لمرتكبى الجرائم الخطرة . وهنا كان السجناء يقاسون أمر العذاب من الحر الشديد صيفا والبرد القارس شتاء . وكانت تسمع صرخات العذاب على «جسر الآهات» .

ومنذ أن اكتشفت الأسلحة النارية والرصاص يستعمل لصنع طلقات البنادق والمسدسات . وأصبح من أقوى «الحجج المقنعة» فى الخلافات بين الأطراف المتصارعة . وكم مرة كان الرصاص العنصر الحاسم فى تقرير نتائج المعارك الحربية والصراعات الدموية .

وربما ترك هذا الحديث انطباعا عند القارئ مفاده أن الرصاص لا يجلب سوى الشر والهلاك وأن على البشرية التخلى كليا عن هذا الفلز الشرير لما سببه من مآس وآلام . ولكن الناس لا يسعون ، لأمر ما ، نحو تحقيق ذلك ، بل تراهم ، على العكس ، يحاولون رفع انتاجه باستمرار . والدليل على ذلك أن انتاج الرصاص يفوق انتاج جميع الفلزات اللاحديدية باستثناء الألومنيوم والنحاس والزنك . فما هى اذن فوائد هذا الفلز ؟

يسجل التاريخ الكثير من الحروب العادلة التى خاضتها الشعوب دفاعا عن حريتها وسيادتها وكان الرصاص يساعدهم فى هذا النضال . ذلك أن أمن البلاد لم يكن متوقفا على البارود فحسب ، بل وعلى الرصاص أيضا ، ولهذا ازدادت أهمية هذا الفلز من الناحية العسكرية .

وفى مطلع القرن الحالى ارتفع انتاج الرصاص ارتفاعا حادا نتيجة التطور الهائل الذى حققته التكنولوجيا فى مجال صناعة السيارات والطائرات والغواصات وظهور صناعات أخرى كالصناعة الكيميائية والصناعة الالكترونية .

يستهلك حوالى ثلث الانتاج العالمى من الرصاص حاليا فى صنع المدخرات (المركمات) التى تصنع شبكاتها من سبيكة الرصاص والأنتيمون وتملأ بمزيج من الرصاص والليثارج (أكسيد الرصاص) .

وتستهلك صناعة الوقود والمحروقات كميات ضخمة من هذا الفلز. ففى المحركات التى تعمل على البنزين ، مثلا ، يضغط مزيج الوقود قبل اشتعاله . ويتحسن عمل المحرك من الناحية الاقتصادية كلما ازداد ضغط المزيج ولكن المشكلة هنا هى أن الضغط الكبير على المزيج يجعله ينفجر قبل أن يشتعل ، وهذا أمر لا يجوز السماح به . وجاء رباعى اثيل الرصاص ليحل المشكلة . اذ تضاف كمية قليلة منه (أقل من جرام واحد فى اللتر) الى

البنزين لمنع الانفجار ولجعل الوقود يشتعل بانتظام وفى اللحظة المناسبة .

وبما أن رباعى اثيل الرصاص سام جدا ، لذا يلون البنزين الحاوى عليه بلون وردى لتمييزه عن البنزين العادى . وللأسف فان كمية لا بأس بها من المادة السامة تنطلق من محركات السيارات مع الغازات العادمة . ويشير تقرير أعده الاخصائيون فى معهد التكنولوجيا فى كاليفورنيا الى أن غيوما من الرصاص تخيم فوق رؤوس سكان المدن الكبرى . وخلال عام واحد فقط سقط فوق المحيطات والبحار فى نصف الكرة الشمالى حوالى خمسين ألف طنا من هذا الفلز أتى معظمها من بنزين المحركات (أرايتم ماذا يفعل هذا الجرام الواحد فى الليتر) . وعثر حتى فى ثلوج القطب الشمالى على رصاص من هذا النوع . وكما يبدو ، فانه لا بد من البحث عن بديل لرباعى اثيل الرصاص ، ولكنه يبقى بعد المادة الوحيدة التى لا يمكن الاستغناء عنها فى هذا المجال .

يستعمل الرصاص فى الهندسة الكهربائية فى صنع أغطية الكابلات وتستهلك كميات منه فى صنع سبائك اللحام المختلفة .

وفى المصانع الكيميائية وورشات التعدين يستعان بالرصاص لتغطية الجدران الداخلية للغرف والأبراج فى صناعة حمض الكبريتيك ، وكذلك الأنابيب والمغاطس على مختلف أنواعها .

وتشاهد فى العديد من المحركات والآليات محامل مصنوعة من سبيكة من الرصاص والفلزات الأخرى ، كما يدخل الرصاص مع الأنتيمون والقصدير فى تركيب السبيكة التى تصنع منها أحرف الطباعة .

يستعمل الرصاص فى صناعة الزجاج والخزف ، وتستخدم أكاسيده وأملاحه فى صنع الأصبغة والدهانات . ونشير هنا الى أن الأصبغة الحاوية على الرصاص كانت شائعة الاستعمال منذ قديم الزمان . فأبيض الرصاص مثلا كان معروفا منذ ثلاثة آلاف سنة . وكانت جزيرة رودوس المورد الرئيسى له فى ذلك الوقت . صحيح أن طريقة تحضير هذا الدهان كانت بدائية هنا ، ولكنها كانت مضمونة فى الوقت نفسه : اذ كان محلول الخل يسكب فى برميل خشبى ويغطى سطحه بأغصان الأشجار ثم تصفف عليها قطع الرصاص . وبعدها يختم البرميل باحكام ويترك على هذا الحال فترة من الوقت ثم يفتح بعد ذلك وتشاهد قطع الرصاص وقد تغطت بطبقة بيضاء هى الدهان المطلوب . وكان الدهان يقشط من على سطح الرصاص ويعبأ فى براميل خاصة ثم ينقل فيها الى مختلف البلدان .

وفى أحد الأيام شب حريق على باخرة محملة بأبيض الرصاص كانت ترسو فى ميناء أثينا . وصدف أن كان الرسام نيكياس بالقرب من مكان الحادث . وما أن علم بأن الباخرة محملة بأبيض الرصاص حتى صعد عليها أملا فى انقاذ ولو برميل واحد على الأقل ، ذلك أن الدهان المذكور كان غالى الثمن وغير متوفر دوما . ودهش نيكياس عندما شاهد فى البراميل المحترقة كتلة لزجة لونها أحمر فاتح فحمل واحدا منها وأسرع الى ورشته حيث اكتشف أن البرميل يحتوى على دهان ممتاز سمى فيما بعد بالرصاص الأحمر وأصبح يحضر بحرق أبيض الرصاص .

تسود مع الزمن الايقونات واللوحات الفنية

المرسومة بدهانات الرصاص ولكن يكفى أن تمسح اللوحة بمحلول مخفف من فوق أكسيد الهيدروجين أو الخل حتى تظهر الألوان زاهية وواضحة من جديد . وكان الكهنة فى الماضى يستغلون هذه الظاهرة لخداع المؤمنين البسطاء والايحاء لهم بحدوث أعجوبة حقا لأن الايقونة بعثت من جديد .

تستعمل مركبات الرصاص فى الطب كمواد قابضة للانسجة ومزيلة للآلام ومضادة للالتهابات . ومنها خلات الرصاص التى تعرف تحت اسم «ماء جولارد» وتسمى أحيانا بسكر الرصاص لطعمها الحلو . ولا يجوز أن ننسى أبدا أن هذا «السكر» ضار جدا ويسبب حالات تسمم شديدة لجسم الانسان .

تتخذ تدابير واحتياطات خاصة فى الورشات والمخابر التى يجرى فيها التعامل بالرصاص ومركباته . وتقضى الوقاية الصحية بألا تتجاوز كمية الرصاص فى الجو داخل هذه الأبنية الحد المسموح به وهو ٠,٠٠٠٠١ مليجرام فى اللتر . واذا كانت حالات التسمم بالرصاص فى الماضى مرضا مهنيا شائعا عند عمال الطباعة ومصانع صهر الرصاص ، فانها أصبحت الآن نادرة الحدوث نظرا لتحسين تكنولوجيا الانتاج واتباع وسائل حديثة فى التهوية وتنقية الجو .

والطريف أن الانسان لا يحمى نفسه من الرصاص فحسب ، بل ويحتمى به أيضا . فقد تبين أن فلز الرصاص من أجود المواد التى لا تسمح بمرور الاشعاعات بمختلف أنواعها بما فى ذلك أشعة اكس . فلو جرب أحدكم أن يحمل بيديه مثزر أو قفاز طبيب الأشعة ، لدهش لثقلها : فهى مصنوعة من مطاط يضاف اليه الرصاص لمنع مرور أشعة اكس وحماية جسم الطبيب من التأثير الضار لهذه الأشعة . وفى قاذف (مدفع) الكوبلت المستعمل لمعالجة الأورام الخبيثة توضع حبة الكوبلت المشع ضمن غلاف أمين من الرصاص .

تستعمل حواجز الرصاص للوقاية فى مجالات الصناعة المعتمدة على الطاقة الذرية والنووية . كما تستخدم لهذا الغرض أنواع من الزجاج تدخل فى تركيبها أكاسيد الرصاص وتسمح

بمراقبة العمليات الاشعاعية والتحكم بها عن بعد بواسطة «الأيادى الميكانيكية» . هذا وتوجد فى المركز الذرى فى مدينة بوخارست كوة من زجاج يحتوى على الرصاص وتبلغ سماكته مترا واحدا ويزن أكثر من طن ونصف .

والرصاص قليل الانتشار فى الطبيعة . وكميته فى القشرة الأرضية أقل بآلاف المرات من كمية الألومنيوم أو الحديد . وبالرغم من ذلك ، فان معرفة الانسان به قديمة العهد جدا وتعود الى ٧٠٠٠ عام قبل الميلاد . ويتميز الرصاص عن الكثير من الفلزات الأخرى بأن درجة انصهاره منخفضة (٣٢٧ مئوية) ويصادف فى الطبيعة على شكل مركبات كيميائية غير ثابتة . وهذا هو السبب فى أن العثور عليه كان يتم صدفة فى بعض الأحيان .

والدليل على ذلك أن توضعات كبيرة من خامات الرصاص اكتشفت فى أمريكا «بفضل» . . . حريق شب فى احدى الغابات : اذ عثر تحت طبقة الرماد الذى خلفته الاشجار المحترقة على سبائك ضخمة من الرصاص . وتبين أن النيران «صهرت» الرصاص من خاماته الموجودة تحت جذور الأشجار ويحتمل أن الانسان تعرف على الرصاص لأول مرة بهذه الطريقة . ويعتقد أن أقدم عينة من الرصاص بقيت حتى الآن هى تمثال صغير عثر عليه فى مصر ويحفظ اليوم فى المتحف البريطانى فى لندن ويعود تاريخه الى ٣٨٠٠ عام قبل الميلاد . وفى اسبانيا توجد حتى الآن أكوام من خبث الرصاص تدل على أن الفينيقيين هنا كانوا يستغلون فى الألف الثالث قبل الميلاد توضعات الرصاص فى ريو – تينتو . وفى مكتبة ملك الآشوريين أشور بانيبال

(القرن السابع قبل الميلاد) عثر على مخطوطات بابلية يعود تاريخها الى ألفى سنة قبل الميلاد . وتتضمن احداها نشيدا لاله النار هيبيل : «أيها الاله العظيم ، انك تصهر النحاس والرصاص وتنقى الذهب والفضة» . وقد عثر أثناء الحفريات الأثرية فى مدينة أشور على كتلة من الرصاص وزنها ٤٠٠ كجم . ويعتقد علماء الآثار أن أصلها يعود الى العام ١٣٠٠ قبل الميلاد .

ونذكر بالمناسبة ان احدى طرائق تقدير عمر الصخور والمكتشفات الأثرية تعتمد على الرصاص : فالمعلوم أن معظم الضخور والمعادن يحتوى على نسبة قليلة من العناصر المشعة . ويحدث فى الطبيعة على مدى آلاف السنين أن تتفكك بعض العناصر وتزول وتنشأ بدلا عنها عناصر أخرى جديدة . ويؤدى التحول الطويل الذى تتعرض له بعض الفلزات الى تشكل عنصر الراديوم الذى يتفكك تدريجيا ، بدوره ، متحولا فى نهاية الأمر الى رصاص .

وبموجب ذلك يمكن تقدير عمر أى صخر كان اذا علمنا نسبة الراديوم فيه وكمية الرصاص التى تتكون من هذا العنصر سنويا . وهكذا أثبت ، مثلا ، أن ترسبات الفحم الحجرى فى منطقة دونباس تشكلت منذ حوالى ٣٠٠ مليون سنة .

وقد اكتشفت فى مناطق ألتاى والبايكال والشرق الأقصى للاتحاد السوفييتى آثار تدل على أن الرصاص كان يستخرج قديما هناك . ولا تزال حتى الآن تكتشف فى بعض الأحيان توضعات للرصاص فى هذه المناطق .

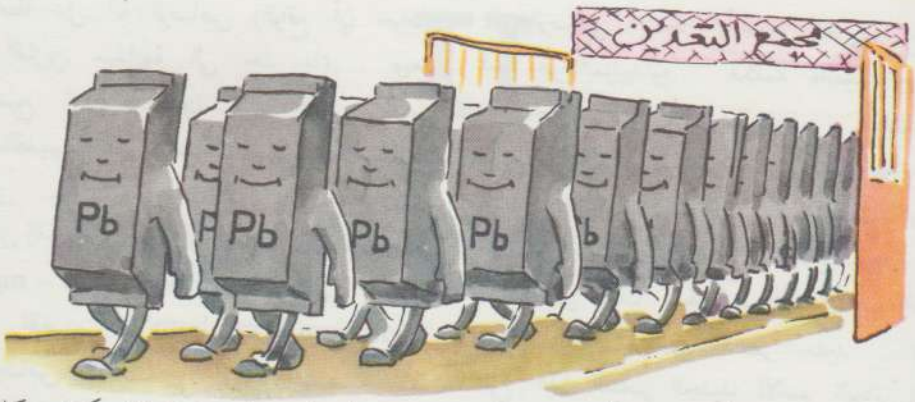
وثمة معلومات تؤكد أن الرصاص بدأ يستخدم فى القرن الثالث عشر لتغطية سقوف الكنائس ولصنع الأختام التى كانت تربط بالوثائق .

تعود المحاولات الأولى للحصول على الرصاص صناعيا الى أواخر القرن السابع عشر وقد قامت بها عائلة ستروجانوف (وهى عائلة اشتهرت بالأعمال التجارية والصناعية فى ذلك الوقت) التى اكتشفت خامات الرصاص على شاطئ نهر التوبول وارسلت فى عام ١٦٩٥ عينات من هذه الخامات الى ألمانيا لتحليلها واجراء الاختبارات اللازمة عليها .

تطورت أعمال التنقيب وازدهرت صناعة التعدين فى عهد القيصر بطرس الأكبر الذى كان يشجع العاملين فى هذا المجال . وفى عام ١٧٠٤ اكتشف فى منطقة نرتشينسك (الواقعة فى اقليم ما وراء البايكال) احتياطى ضخم من خامات الفضة والرصاص . وبدأ عام ١٧٠٨ الانتاج فى أول مصنع حكومى فى هذه المنطقة . وفى القرن الثامن عشر اكتشفت عدة مكامن للرصاص والفضة والزنك فى اقليم التاى (زمينوغورسك وزيريانوفسك وغيرها) الأمر الذى فرض ضرورة انشاء عدة مصانع جديدة فى تلك المنطقة . وهكذا بدأ فى عام ١٧٣٢ انتاج أول دفعة من الرصاص فى مصنع صهر الرصاص فى بارناوول . وسرعان ما أصبح اقليم ألتاى يلعب دورا ملحوظا فى صناعة التعدين العالمية سواء من حيث حجم الانتاج أو من حيث مستوى التكنيك الصناعى . فقد كان يعمل هناك العديد من الأخصائيين المشهورين فى ذلك الوقت . وكان البعض منهم قد استدعته حكومة روسيا من مدينة فريبرج (فى مقاطعة سكسونيا) التى كانت تشتهر فى ذلك الوقت بأكاديمية التعدين فيها . وقد أطلق اسم مهندس التعدين الألمانى فيليب ريدر على مكمن لخامات الرصاص اكتشفه عام ١٧٨٦ (ثم أطلق اسمه على المدينة التى أنشئت بالقرب من هذا المكان وبقيت تسمى باسمه حتى عام ١٩٤١ حيث أصبح اسمها لينينوجورسك) . وفى أواخر القرن الثامن عشر بلغ مجموع ما أنتجته مصانع اقليم آلتاى من الرصاص أكثر من ٦٣ ألف طن .

وفى أواسط القرن التاسع عشر أصبحت منطقة القفقاس أحد المراكز الهامة لانتاج الفضة والرصاص حيث بدأ استغلال مناجم سادون التى كانت معروفة حتى فى عهد ملكة جورجيا تمارا وبنى بالقرب منها مصنع آلاجير لانتاج الرصاص والفضة ، وقد لعب هذا المصنع دورا ملحوظا فى حرب القرم (١٨٥٣-١٨٥٦) .

وفى عام ١٨٩٨ شرع فى بناء مصنع آخر فى مدينة فلاديقفقاس (مدينة اوردجونيكيدزى حاليا) وانتهى بناؤه عام ١٩٠٩ . وبدأ خلال هذه الفترة استغلال خامات الرصاص والزنك الغنية فى تيتيوخى (الشرق الأقصى) . وقبل الحرب



العالمية الأولى كان الرأسماليون الأجانب يملكون حق الامتياز لمعظم مؤسسات التعدين فى روسيا القيصرية . فمناجم تيتيوخى كانت بيد الرأسماليين الألمان ، وكانت المصانع والمناجم فى إقليم آلتاى تحت تصرف الانكليز وكان البلجيكيون يسيطرون على مناجم القفقاس . وقد أدى نهبهم لثروات البلاد الطبيعية الى انخفاض انتاج الرصاص انخفاضا مذهلا . ففى عام ١٩١٣ كانت مصانع روسيا كلها لا تلبى سوى ١,٥ % من حاجة البلاد الى هذا الفلز الهام .

أنشئت أثناء السلطة السوفييتية صناعة ضخمة للرصاص تم بفضلها تموين البلاد بكل ما تحتاجه من الرصاص وتصدير الفائض من الانتاج الى البلدان الأخرى . واليوم يعرف جيدا أخصائيو التعدين فى مختلف البلدان الماركة المشهورة لمصنع لينين لانتاج الرصاص والزنك فى مدينة أوست – كامينوجورسك . اذ تم فى بورصة لندن للفلزات اللاحديدية تسجيل الرصاص الذى ينتجه هذا المصنع كمعيار تجارى للجودة (وقد منح الكادميوم هذا الشرف أيضا) . وليس هذا هو المصنع الوحيد الذى ينتج رصاصا عالى الجودة بل ان مصنع انتاج الرصاص فى مدينة تشيمكنت (كازاخستان) لا يتخلف عنه فى هذا المضمار . وفى هذا المصنع نجح علماء كازاخستان فى تطبيق طريقة لتنقية الفلزات بالملغمات . وقد سمحت هذه الطريقة لأول مرة فى تاريخ صناعة التعدين بالحصول على رصاص نقى جدا لا تتجاوز نسبة الشوائب فيه ٠,٠٠٠٠١ % وهذا يعنى أن الطن الواحد من هذا الرصاص يحتوى على عشر الجرام فقط من العناصر الغريبة ! ولا شك أن فلزا نقيا كهذا يلاقى الترحيب والتكريم دوما فى صناعة أشباه الموصلات (أنصاف النواقل) واللازر .

كان من الممكن أن نتوقف هنا لننهى حديثنا عن الرصاص ، الا أننا لم نـذكر شيئا بعد عن اسم هذا العنصر . فكلمة «سفينتس» (وتعنى الرصاص باللغة الروسية) اشتقت على ما يبدو من الكلمة «سفينكا» التى كانت تطلق سابقا على سبائك الرصاص . ولكن هذا الفلز عاش فترة طويلة تحت أسماء مستعارة قبل أن يصبح رصاصا فعلا . ففى الماضى البعيد كان يسمى فى روسيا بالقصدير . أما القصدير الحقيقى ، فلم يكن معروفا ، فى ذلك الوقت . وبعد اكتشافه بقى فترة

يعتبر خطأ على أنه الرصاص (الواقع أن خواص هذين الفلزين متشابهة الى حد ما) . وبعد أن أصبح الناس يميزون بين الفلزين ألحق الاسم القديم بالفلز الجديد وسمى الفلز القديم بالرصاص . والرومان القدامى كانوا يخلطون بين هذين الفلزين : فكانوا يطلقون على الرصاص اسم "plumbum – nigrum" (أى الرصاص الأسود) ويسمون القصدير بـ "plumbum – candium" أى الرصاص الكنـدى أو الأبيـص لأن القصدير كان يصل الى روما من جزيرة قبرص التى كان الرومان يطلقون عليها اسم جزيرة كنديا .

والرصاص يرتبط بأواصر «القربى» مع فلز آخر هو الموليبدنوم . فكلمة «الموليبدنوم» تعنى «الرصاص» فى اللغة اليونانية . والظاهر أن اليونانيين القدامى كانوا لا يفرقون بين معدنى هذين الفلزين الغالينيت والموليبدنيت ويطلقون عليهما اسما واحدا هو «الموليبدنوم» واستمر الحال على ذلك عدة قرون الى أن تم الحصول من الموليبدنيت على عنصر جديد . وعندها انتزع هذا العنصر الجديد الاسم اليونانى القديم من الرصاص . وأصبح الرصاص فى نهاية الأمر رصاصا .

U

وقود القرن العشرين

على شرف الكوكب السابع — فسيفساء قدماء الرومان — بلبلة فى الجدول الدورى — تنبؤ رائع — بيكرل ينتظر ظهور الشمس — اكتشافات فى زريبة مهجورة — خطأ فى الموسوعة العلمية ! — خبر مثير — «الصبية» يقترحون فكرة جريئة — من أين جاء اللنثانوم ؟ — حادث فى صالون الحلاقة — اين يمكن الحصول على النيوترونات ؟ — «جشع» مفيد — العثور على «عود الثقب» — فى محطة المترو «دينامو» — قطرة فى البحر — فى مدينة شيكاغو — «فلنذهب لتناول القطور» — سائق عصبى — ابتسامة على وجه العالم فرمى — يوم أسود — خطوة أولى — كاسحة الجليد «لينين» — اليورانيوم من البحر — «طرد بريدى» الى الشمس — افاق مشعة .

لا أحد يعلم الاسم الذى كان من الممكن أن يعطيه العالم الألمانى مارتن كلابروت للعنصر المكتشف فى عام ١٧٨٩ لو لم يحدث قبل ذلك بعدة سنوات حادث هز وأثار جميع أوساط المجتمع : ففى عام ١٧٨١ ، وبينما كان الفلكى الانكليزى ويليم هرشل يراقب النجوم من خلال تلسكوب صنعه بنفسه ، اذا به يكتشف غمامة مضيئة ظن فى بادئ الأمر أنها مذنب عادى ولكنه تأكد فيما بعد أن ما شاهده هو الكوكب السابع فى المجموعة الشمسية الذى لم يكن معروفا سابقا . وأطلق هرشل اسم «اليورانيوم» على هذا الكوكب نسبة الى اله السماء عند الاغريقيين «اورانوس» . ولشدة تأثر كلابروت بهذا الاكتشاف العظيم فقد أطلق اسم الكوكب الجديد على عنصره الجديد أيضا .

وبعد مرور حوالى نصف قرن ، وبالتحديد عام ١٨٤١ ، تمكن الكيميائى الفرنسى يوجين بليجو لأول مرة من الحصول على فلز اليورانيوم . ولكن المهندسين وأخصائيى التعدين قابلوا هذا الفلز الثقيل واللين نسبيا بعدم الاكتراث واللامبالاة ولم يعيروا اهتماما لخواصه الميكانيكية والكيميائية . بيد أن عمال نفخ الزجاج فى بوهيميا وكذلك صناع الخزف والبورسلين السكسونيين استقبلوه بالترحاب وقاموا باستخدام اكسيده لاعطاء الكؤوس لونا أخضر جميلا مائلا الى الصفرة ولتلوين الاطباق والصحون بلون مخملى أسود .

ونشير هنا الى أن قدماء الرومان كانوا على علم «بالمواهب الفنية» لمركبات اليورانيوم . فاثناء الحفريات التى أجريت بالقرب من مدينة نابولى تم العثور على لوحة جدارية من الزجاج والفسيفساء رائعة الجمال . وقد أذهلت هذه اللوحة علماء الآثار لأن قطع الزجاج والفسيفساء فيها لم يتغير لونها ولم تعتم بالرغم من مرور ألفى عام على صنعها . ولما أجرى تحليل كيميائى على عينات من هذا الزجاج تبين أنها تحتوى على أكسيد اليورانيوم الذى يعود له الفضل فى ابقاء الزجاج على وضعه الأصلى طيلة هذه الفترة .

وبالرغم من أن أكاسيد وأملاح اليورانيوم كانت تقوم بأعمال «اجتماعية» مفيدة الا أن أحدا لم يكن يهتم به وهو فى حالة حرة نقية . حتى أن العلماء أنفسهم كانوا على معرفة سطحية بهذا الفلز . فالمعلومات عنه كانت طفيفة بشكل عام وخاطئة أحيانا . فمثلا كان يعتقد أن الوزن الذرى لليورانيوم يساوى تقريبا ١٢٠ . وقد أربك هذا الرقم مندلييف وأوقعه فى حيرة عندما كان يرتب جدوله الدورى : فخواص اليورانيوم لم تكن ملائمة أبدا لوضعه فى المكان الذى كان مخصصا للعنصر ذى الوزن الذرى ١٢٠ . وعندها قرر مندلييف ، بالرغم من معارضة الكثير من زملائه ، أن يعطى اليورانيوم وزنا ذريا جديدا هو ٢٤٠ ونقله من ذلك المكان الى مكان آخر فى أسفل الجدول . وأكدت الابحاث والتجارب فيما بعد أن الكيميائى العظيم مندلييف كان محقا فى عمله هذا : فالوزن الذرى لليورانيوم هو فعلا ٢٣٨,٠٣ .

ولكن عبقرية مندلييف لم تقف عند هذا الحد : ففى عام ١٨٧٢ كان الرأى السائد عند معظم العلماء أن اليورانيوم لا يساوى شيئا تجاه العديد من العناصر الثمينة الأخرى . وخلافا لذلك ، فقد استطاع مؤسس الجدول الدورى ببصيرته وبعد نظره أن يتنبأ بمستقبل

باهر لهذا العنصر وكتب يقول : «يتميز اليورانيوم عن جميع العناصر الكيميائية الأخرى بأنه يملك أكبر وزن ذرى . . . فأعظم تركيز معروف لكتلة المادة يتمركز فى اليورانيوم . . . ولا بد أن تنجم عن ذلك خصائص رائعة . . . واننى على يقين من أن دراسة اليورانيوم ، ابتداء من مصادره الطبيعية ، ستؤدى حتما الى اكتشافات جديدة ، كما أنصح ، بكل جرأة ، كل من يفتش حاليا عن مواضيع جديدة للبحث أن يبدأ فورا بدراسة مركبات اليورانيوم دراسة شاملة ودقيقة» .

وتحققت نبوءة العالم الفذ خلال أقل من ربع قرن : ففى عام ١٨٩٦ توصل الفيزيائى الفرنسى هنرى بيكيريل ، عندما كان يجرى تجارب على أملاح اليورانيوم ، الى اكتشاف يعتبر بحق من أهم الاكتشافات العلمية التى عرفتها البشرية حتى الآن ، واليكم القصة بالتفصيل : كان بيكيريل يهتم منذ فترة طويلة بظاهرة الفسفرة (الوميض phosphorescence) التى تتصف بها بعض المواد . وفى أحد الأيام قرر أن يستخدم فى تجاربه أحد أملاح اليورانيوم الذى يسميه الكيميائيون بالكبريتات الثنائية لليورانيل والبوتاسيوم . فأخذ قطعة معدنية ذات شكل مزخرف ومطلية بطبقة من هذا الملح ووضعها على لوحة فوتوغرافية ثم لفها بورقة سوداء وعرضها لأشعة الشمس كى تحدث الفسفرة على أشد ما يمكن . وبعد أربع ساعات قام بيكيريل باظهار اللوحة وشاهد عليها خيالا واضحا للقطعة المعدنية . وكرر التجربة عدة مرات وفى كل مرة كان يحصل على النتيجة نفسها . وفى الرابع والعشرين من فبراير (شباط) عام ١٨٩٦ أعلن فى جلسة لأكاديمية العلوم الفرنسية أن ملح اليورانيل هذا يصدر عند تعرضه للضوء اشعاعا غير مرئى يخترق الورقة السوداء ويختزل أملاح الفضة على اللوحة الفوتوغرافية .

وبعد مرور يومين على ذلك قرر بيكيريل متابعة تجاربه ولكن الطقس كان غائما ، والفسفرة لن تحدث بدون أشعة الشمس ، فانزعج كثيرا وتأسف على حظه السئ ولم يبق له سوى أن يضع اللوحات الفوتوغرافية التى كان أعدها لتعريضها لأشعة الشمس فى درج طاولته الى جانب عينات من ملح اليورانيوم ، وبقيت هناك عدة أيام . وفى ليلة الأول من مارس (آذار) هبت الريح على مدينة باريس وطردت الغيوم من سمائها واستيقظ الناس فى الصباح على أشعة الشمس . وأسرع بيكيريل الذى كان ينتظر هذه اللحظة بفارغ الصبر الى مخبره وأخرج اللوحات من درج الطاولة ليعرضها لأشعة الشمس . ولكنه توقف فى اللحظة الأخيرة وقرر اظهار اللوحات بالرغم من شعوره بعدم ضرورة ذلك وقناعته بأنه لم يحدث خلال الأيام الماضية أى شىء لها . فقد كانت موضوعة فى درج مظلم لا تصل اليه أشعة الشمس . ولم يخطر أبدا فى بال بيكيريل فى تلك اللحظة أن هذه اللوحات الفوتوغرافية العادية التى لا يتجاوز ثمنها بضعة فرنكات فرنسية ستتحول بعد عدة ساعات الى كنز لا يقدر بثمن ، وأن يوم الأول من مارس (آذار) عام ١٨٩٦ سيدخل التاريخ الى الأبد كيوم من أيام العلم المجيدة .

ان ما شاهده بيكيريل على اللوحات بعد اظهارها أذهله فعلا : اذ ارتسمت بدقة وجلاء خيالات سوداء للعينات على الطبقة

الحساسة للضوء فى اللوحة الفوتوغرافية . وهذا يعنى أن الفسفرة ليست السبب هنا . اذن ، فما هى الأشعة التى يصدرها ملح اليورانيوم ؟ وبدأ بيكيريل يجرى تجارب مماثلة على مركبات أخرى لليورانيوم من بينها مركبات لا تملك القدرة على الفسفرة ومركبات كانت مخبأة فى مكان مظلم طيلة عدة سنوات . وفى كل مرة كانت تظهر الصورة على اللوحات .

وظهرت عند بيكيريل فكرة لم تكن واضحة تماما بعد وهى أن اليورانيوم يعتبر «أول مثال على فلز يتصف بخاصة تشبه الفسفرة غير المرئية» .

وفى تلك الفترة بالذات تمكن الكيميائى الفرنسى هنرى مواسان من وضع طريقة للحصول على فلز اليورانيوم بشكل حر . فطلب بيكيريل منه قليلا من هذا الفلز لاجراء التجارب عليه وكانت النتيجة أن اشعاع اليورانيوم النقى ظهر أشد وأقوى من اشعاع مركباته ، أضف الى ذلك أن هذه الخاصة عند اليورانيوم بقيت ثابتة ولم تتغير بتغير شروط التجارب ، وبخاصة عند تسخين اليورانيوم الشديد أو تبريده حتى درجات حرارة منخفضة .

لم يستعجل بيكيريل فى نشر نتائجه هذه ، بل انتظر حتى يعلن مواسان عن دراسته وأبحاثه الهامة جدا . فقواعد الاخلاق وآداب السلوك العلمى كانت تفرض عليه ذلك . وحلت اللحظة المناسبة : ففى الثالث والعشرين من نوفمبر (تشرين الثانى) عام ١٨٩٦ قدم مواسان فى جلسة لأكاديمية العلوم تقريرا عن نتائج أعماله فى الحصول على اليورانيوم النقى . وتبعه بيكيريل ليعلن عن الخاصة الجديدة لهذا العنصر والتى تتلخص فى الانشطار التلقائى لنوى ذراته وسميت هذه الخاصة بالفاعلية الاشعاعية أو النشاط الاشعاعى .

اعتبر اكتشاف بيكيريل بداية عهد جديد فى الفيزياء هو عهد تحول العناصر . ومنذ ذلك التاريخ أصبح من غير الجائز النظر الى الذرة كوحدة كاملة لا تتجزأ : اذ انفتح أمام العلم الطريق للدخول الى أعماق هذا «الحجر الأساسى» لعالم المادة .

وطبيعى أن يصبح اليورانيوم بعد ذلك محط اهتمام العلماء . وصاروا يطرحون على أنفسهم السؤال التالى : هل اليورانيوم وحده يتصف بالفاعلية الاشعاعية ، أم توجد فى الطبيعة عناصر أخرى تتمتع بهذه الخاصة ؟

وجاء الجواب عن هذا السؤال من الفيزيائيين المشهورين بيير كورى وقرينته مارى سكلادوفسكايا-كورى . فقد أجرت مارى كورى دراسة مفصلة لعدد كبير من الفلزات والمعادن والأملاح وذلك بواسطة جهاز صممه زوجها بيير . ولا بد هنا من الاشارة الى الوضع السئ والظروف القاسية التى كان يعمل بها الزوجان . فمخبرهما

كان عبارة عن زريبة خشبية مهجورة عثرا عليها فى فناء احدى البنايات فى مدينة باريس . وكتبت مارى كورى فيما بعد تصف هذا المخبر : «كان عنبرا مبنيا من ألواح خشبية ، أرضه مفروشة بالأسفلت وسقفه من زجاج لم يكن يصلح حتى للحماية من المطر . ولم يكن العنبر مجهزا بشىء باستثناء عدة طاولات خشبية قديمة ومدفأة حديدية عديمة الفائدة وسبورة كان بيير يحب الكتابة عليها كثيرا . ولم تكن فيه نافذة للتهوية وسحب الغازات ، وعليه كنا نضطر الى اجراء التجارب التى كانت تتطلب التعامل بالغازات السامة والضارة اما فى الهواء الطلق ، عندما يسمح الطقس بذلك ، أو فى العنبر نفسه بعد فتح الباب والنوافذ» . وقد وردت فى دفتر يوميات بيير كورى ملاحظة تفيد بأن بعض التجارب كانت تجرى أحيانا ودرجة حرارة الجو فى العنبر لا تتجاوز ست درجات مئوية فوق الصفر .

وكانت هناك صعوبات جمة فى الحصول على المواد اللازمة . فخامات اليورانيوم ، مثلا ، كانت غالية الثمن جدا ، ولم يكن بمقدور الزوجين كورى شراء كمية كافية منها . وقررا التقدم الى الحكومة النمساوية بطلب الموافقة على بيعهما بسعر رخيص نفايات هذه الخامات التى كان يستخلص منها اليورانيوم لاستعماله على شكل أملاح لتلوين الزجاج والخزف . وتدخلت أكاديمية العلوم فى فيينا لدى الحكومة النمساوية مؤيدة طلب العالمين كورى . وتمت الموافقة على الطلب فى نهاية الأمر ، وأرسلت عدة أطنان من النفايات الى مخبرهما فى باريس .

وبدأت مارى كورى تعمل بجد ونشاط وتجرى التجربة تلو الأخرى على مواد مختلفة وجاءت نتائج المئات من التجارب لتؤكد صحة رأى بيكيريل الذى كان يعتبر أن النشاط الاشعاعى لليورانيوم النقى أكبر من النشاط الاشعاعى لأى مركب له . ولكن مارى كورى لم تتوقف عند ذلك بل تابعت دراستها لمواد جديدة أخرى . وفجأة حدث شىء لم يكن متوقعا أبدا . فقد ظهر على الجهاز أن معدنى اليورانيوم : التوربرنيت (الشالكوليت) والبتشبلند المستخرج من بوهيميا هما أشد فعالية من اليورانيوم نفسه . وهكذا جاءت النتيجة لتتحدث عن نفسها وتؤكد أن هذين المعدنين لا بد أن يحتويا على عنصر ما مجهول ذى نشاط اشعاعى أكبر منه عند اليورانيوم . وأطلق الزوجان اسم البولونيوم على هذا العنصر نسبة الى بولونيا موطن مارى كورى .

وتابع الزوجان البحث بجد وثبات وأنفقا جهودا جبارة للسير قدما على هذا الطريق حتى جاء نصر جديد : فقد اكتشفا عنصرا ذا نشاط اشعاعى أكبر بمئات المرات من النشاط الاشعاعى لليورانيوم ، وأطلقا عليه اسم الراديوم ، أى «الشعاع» فى اللغة اللاتينية .

واكتشاف الراديوم جعل العلماء يصرفون النظر الى حد ما عن اليورانيوم . فبقى طيلة أربعين عاما تقريبا دون أن يلقى الاهتمام الكافى من قبل العلماء والمهندسين ، حتى أن الموسوعة التكنيكية العلمية التى صدرت فى عام ١٩٣٤ ذهبت الى أبعد من ذلك ، فقد جاء فى أحد أجزائها أنه «ليس لعنصر اليورانيوم أية تطبيقات عملية تذكر» . ولكن هذه الموسوعة المحترمة لم تتمكن من طمس وتشويه الحقيقة ، بل ان الحياة نفسها فرضت بعد مرور عدة سنوات فقط على هذا القول

اجراء تصحيحات جوهرية حول المواهب والامكانيات التى يتمتع بها اليورانيوم .

ففى مطلع عام ١٩٣٩ نشر خبران علميان الأول موجه من قبل فريدريك جوليو-كورى الى أكاديمية العلوم الفرنسية وعنوانه «دلائل تجريبية على الانشطار الانفجارى لنواتى اليورانيوم والثوريوم تحت تأثير النيوترونات» . أما الخبر الثانى ، فقد أرسله الفيزيائيان الألمانيان أوتو فريش وليزا ميتنر الى مجلة «الطبيعة» الانكليزية ونشر فيها تحت عنوان : «انشطار اليورانيوم تحت تأثير النيوترونات : نوع جديد للتفاعل النووى» . وكان الحديث هنا وهناك يدور حول ظاهرة جديدة تحدث فى نواة اليورانيوم أثقل العناصر .

وقبل ذلك بعدة سنوات كان اليورانيوم محط اهتمام «الصبية» (هكذا كانت تسمى تحببا مجموعة من الفيزيائيين الشباب الموهوبين كانوا يعملون تحت اشراف انريكو فرمى فى جامعة روما) . وكان هؤلاء «الصبية» يبحثون فى مجال الفيزياء النيوترونية وهى فرع جديد من فروع الفيزياء فيه الكثير من الأسرار والألغاز .

ولكن ظاهرة هامة كانت قد اكتشفت فى هذا المجال وهى أنه عندما تقذف نواة أحد العناصر بالنيوترونات فانها تتحول ، كقاعدة عامة ، الى نواة عنصر آخر هو العنصر الذى يلى العنصر الأول فى الجدول الدورى . وبدأ التساؤل عما سيحدث فيما لو قذفت نواة اليورانيوم بالنيوترونات ؟ فهو العنصر الأخير (الثانى والتسعون) فى الجدول الدورى . والمفروض ، حسبما تقدم ، أنه سيتكون عندئذ العنصر الثالث والتسعون وهو عنصر لم تتمكن الطبيعة نفسها من صنعه !

وأعجب «الصبية» بهذه الفكرة . وكيف لا ؟ فالرغبة كانت شديدة فى التعرف على هذا العنصر الاصطناعى وتحديد مظهره وشكله ومراقبة تصرفاته وسلوكه . وهكذا تم قذف اليورانيوم بالنيوترونات . فما الذى حصل ؟ الواقع أنه ظهرت فى اليورانيوم عشرة عناصر مشعة على أقل تقدير وليس عنصرا واحدا كما كان متوقعا . وبدا أن ثمة لغز محير فى سلوك اليورانيوم هذا . وأرسل انريكو فرمى تقريرا حول ذلك الى احدى المجلات العلمية جاء فيه أنه يعتقد أن العنصر الثالث والتسعين

قد تشكل ، ولكن ليست لديه براهين قاطعة على ذلك ، الا أنه يستطيع الجزم بانه توجد فى اليورانيوم المقذوف بالنيوترونات عناصر أخرى حتما ، ولكن لا أحد يعلم ما هى هذه العناصر ؟

وحاولت ايرين جوليو-كورى ابنة مارى كورى الاجابة على هذا السؤال . فأعادت تجارب فرمى ودرست دراسة دقيقة التركيب الكيميائى لليورانيوم بعد قذفه بالنيوترونات . وكانت النتيجة مذهلة : فقد ظهر فى اليورانيوم عنصر اللانثانوم الذى يقع فى منتصف الجدول الدورى تقريبا ، أى بعيدا جدا عن اليورانيوم .

وعندما قام العالمان الألمانيان أوتوهان وفريدريك شتراسمان باجراء التجارب نفسها اكتشفا فى اليورانيوم ، بالاضافة الى اللانثانوم عنصرا آخر هو الباريوم . وهكذا كان يظهر لغز وراء الآخر . وأطلع هان وشتراسمان صديقتهما الفيزيائية المشهورة ليزا ميتنر على نتائج تجاربهما فاهتمت كثيرا بالأمر . وأصبحت مشكلة اليورانيوم تشغل بال عدة علماء بارزين فى آن واحد وبعد فترة قصيرة توصل فريدريك جوليو-كورى ومن بعده ليزا ميتنر الى نتيجة واحدة مفادها أن نواة اليورانيوم تنقسم الى عدة أجزاء أثناء قذفها بالنيوترونات وهذا ما يفسر الظهور المفاجئ للانثانوم والباريوم وهما عنصران وزنهما الذرى أقل بمرتين تقريبا من الوزن الذرى لليورانيوم .

وقد تلقى الفيزيائى الأمريكى لويس ألفاريس (الذى منح فيما بعد جائزة نوبل) هذا الخبر فى صباح يوم من أيام يناير (كانون الثانى) عام ١٩٣٩ وهو فى صالون الحلاقة يقص شعره وكان جالسا بهدوء يتصفح جريدة الصباح وفجأة وقع بصره على عنوان متواضع : «ذرة اليورانيوم تقسم الى نصفين» .

وكم كانت دهشة الحلاق والزبائن الذين كانوا ينتظرون دورهم كبيرة عندما رأوا هذا الزبون الغريب وهو يقفز من كرسيه فرحا ويهرع خارجا من صالون الحلاقة والمنشفة مربوطة حول عنقة ترفرف مع الريح وشعره نصف محلوق . وانطلق هذا الفيزيائى مسرعا فى الشارع وكان المارة ينظرون اليه باستغراب ولكنه لم يهتم بهم أبدا بل كان يركض فرحا مسرورا باتجاة مخبره فى جامعة كاليفورنيا ليطلع زملاءه على هذا الخبر الرائع ، ولكن زملاءه ذهلوا فى البداية لمنظره الغريب هذا وهو يلوح بالجريدة . ولكن ما أن قرأوا الخبر المثير حتى فهموا تصرف ألفاريس العجيب .

نعم لقد كان ذلك حدثا مثيرا حقا فى العلم . وسرعان ما أثبت جوليو-كورى حقيقة هامة أخرى وهى أن انشطار نواة اليورانيوم يشبه انفجارا تتطاير فيه الشظايا بسرعة هائلة . وكانت طاقة الشظايا فى البداية لا تكفى الا لتسخين قطعة اليورانيوم وهذا يعنى أنه ستنطلق كمية كبيرة من الطاقة عندما يصبح عدد الشظايا كبيرا .

ولكن ، من أين يمكن الحصول على هذه الكمية من النيوترونات لقذف عدد كبير من نوى اليورانيوم فى آن واحد ؟ فمصادر النيوترونات المعروفة كانت تؤمن عددا منها أقل بمليارات المرات من العدد المطلوب . وهنا جاءت الطبيعة نفسها لتحل المشكلة فقد اكتشف جوليو كورى أنه عند انشطار نواة اليورانيوم تنطلق منها عدة نيوترونات تؤدى

عند اصطدامها بنوى الذرات المجاورة الى حدوث انشطار جديد ، أى يبدأ ما يسمى بالتفاعل المتسلسل . وبما أن هذه العمليات تستمر أجزاء من المليون من الثانية لذا ستنطلق فورا كمية هائلة من الطاقة وسيحدث انفجار حتما وظهر وكأن كل شىء واضح الآن . بيد أن قطع اليورانيوم قذفت أكثر من مرة بالنيوترونات ، ولكنها لم تنفجر من جراء ذلك ، أى أن التفاعل المتسلسل لم يحدث . ويبدو أن شروطا معينة يجب أن تتوفر عندئذ . فما هى هذه الشروط ؟ وللأسف لم يتمكن فريدريك جوليو–كورى من الاجابة على هذا السؤال .

ولكن الجواب وجد فى العام نفسه ١٩٣٩ بفضل أبحاث العالمين السوفييتين الشابين زيلدوفيتش وخاريتون اللذين أثبتا أنه يوجد طريقان لاستمرار التفاعل النووى المتسلسل . ويقضى الطريق الأول بضرورة زيادة حجم قطعة اليورانيوم وذلك لأن قذف قطعة صغيرة منه يجعل الكثير من النيوترونات المنفصلة من جراء ذلك تتطاير منها دون أن تصطدم فى طريقها بأية نواة أخرى . ولكن زيادة حجم القطعة تؤدى الى ازدياد احتمال اصطدام النيوترون بالهدف .

أما الطريق الثانى ، فيقضى باغناء اليورانيوم بالنظير ٢٣٥ . والحقيقة أن اليورانيوم الطبيعى يتألف من نظيرين رئيسيين يساوى وزنهما الذرى ٢٣٨ و ٢٣٥ . ويحوى النظير الأول عددا من الذرات أكبر بـ ١٤٠ مرة من عددها فى النظير الثانى ، كما أن عدد النيوترونات فى نواة ذراته يزيد بثلاثة نيوترونات عما فى نواة ذرات النظير الثانى . ولهذا فان اليورانيوم — ٢٣٥ «الفقير» بالنيوترونات يحاول جاهدا الحصول عليها أكثر من أخيه اليورانيوم — ٢٣٨ الذى لا ينشطر فى حال اضطراره تحت ظروف معينة لامتصاص النيوترون ، وانما يتحول الى عنصر آخر . وقد استعان العلماء فيما بعد بهذه الخاصة للحصول على عناصر ما بعد اليورانيوم الاصطناعية . ومن ناحية أخرى فان عدم اكثراث اليورانيوم — ٢٣٨ بالنيوترونات

يشكل عقبة أساسية أمام استمرار التفاعل المتسلسل نظرا لأنه يوقف العملية قبل أن تشتد . وبالمقابل ، فان التفاعل ينشط أكثر فأكثر كلما ازداد فى اليورانيوم عدد ذرات النظير ٢٣٥ «الجشعة والمتعطشة» للنيوترونات .

ولكى تبدأ العملية لا بد من أن يتوفر النيوترون الأول : فهو يلعب دور «عود الثقاب» الذى يسبب اشتعال «الحريق» الذرى . ومن الطبيعى أن يستعان لهذا الغرض بمصادر النيوترونات العادية التى كان العلماء يستخدمونها سابقا فى أبحاثهم ولكنها ، مع الأسف ليست مريحة وان كانت تفى بالغرض المطلوب . وهنا طرح السؤال التالى : ألا يوجد «عود ثقاب» آخر أكثر ملاءمة لذلك ؟

نعم يوجد ! فقد عثر عليه العالمان السوفييتيان بترجاك وفليروف لدى دراستهما لسلوك اليورانيوم . اذ توصلا الى نتيجة مفادها أن نواة هذا العنصر تنشطر تلقائيا . وقد أكدت ذلك التجارب التى أجراها العالمان المذكوران فى أحد المخابر فى مدينة لينينغراد . ولكن ، ربما أن اليورانيوم لم ينشطر لنفسه ، وانما انشطر ، مثلا ، تحت تأثير الأشعة الكونية ، التى تتعرض لها الأرض باستمرار . ولهذا كان من الضرورى اجراء هذه التجارب مرة أخرى تحت الأرض وفى أعماق لا تصل اليها هذه الأشعة . وبعد التشاور مع العالم الذرى السوفييتى كورتشاتوف قرر العالمان الشابان اجراء التجارب فى احدى محطات المترو فى موسكو وأخذوا موافقة وزارة المواصلات على ذلك وتقرر استخدام غرفة مدير محطة «دينامو» التى تقع على عمق خمسين مترا لهذا الغرض .

كانت الأمور تجرى كالمعتاد فى المحطة

فالقطارات كانت تمر من حين لآخر لتقل المسافرين وكان آلاف الناس يهبطون ويصعدون على السلالم الكهربائية ولم يخطر فى بال أحدهم أنه تجرى بالقرب منهم تجارب هامة جدا . وأخيرا تمت التجارب بنجاح وحصل على نتائج مماثلة لتلك التى حصل عليها فى مدينة لينينغراد . ولم يعد هناك أى شك فى أن نوى اليورانيوم تنشطر تلقائيا . ولكن ملاحظة هذا الانشطار تتطلب مهارة تجريبية فائقة ، اذ أن ذرة واحدة من بين ٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ذرة من اليورانيوم تنشطر خلال ساعة . وهى قطرة فى البحر حقا .

وهكذا سجل بترجاك وفليروف الصفحة الأخيرة من ذلك الجزء من تاريخ اليورانيوم الذى سبق اجراء أول تفاعل متسلسل فى العالم قام به انريكو فرمى فى الثانى من ديسمبر (كانون الأول) عام ١٩٤٢ .

فى نهاية الثلاثينات من القرن الحالى اضطر فرمى ، كالعديد من العلماء البارزين الآخرين ، الى الهجرة الى الولايات المتحدة الأمريكية هربا من الطاعون النازى . وكان مصمما على متابعة أبحاثه الهامة هناك الا أنه كان بحاجة الى دعم مادى ومال كثير لتحقيق ذلك وكان الحل الوحيد هو اقناع الحكومة الأمريكية بأن التجارب المذكورة ستؤدى فى نهاية الأمر الى اختراع سلاح ذرى رهيب يمكن استخدامه ضد الفاشية . وأخذ العالم المشهور ألبرت أينشتين على عاتقه هذه المهمة ، فكتب رسالة الى رئيس الولايات المتحدة فرنكلين روزفلت بدأها بالعبارات التالية : «السيد الرئيس ! اطلعت شخصيا على الأبحاث الأخيرة لفرمى وزيلارد . وانها لتبعث على الأمل فى أن عنصر اليورانيوم قد يتحول فى المستقبل القريب الى مصدر جديد هام للطاقة . . . .» وختم رسالته بدعوة الى الحكومة الأمريكية للبدء بتمويل هذه الأبحاث . ووافق الرئيس روزفلت على ذلك آخذا بعين الاعتبار سمعة أينشتين وشهرته العالمية ، وكذلك خطورة الوضع الدولى آنذاك .

وفى أواخر عام ١٩٤١ لاحظ سكان شيكاغو أن نشاطا غير معتاد لا يمت الى الرياضة بأية صلة يجرى على ساحة أحد الملاعب الرياضية فى المدينة . فالسيارات الشاحنة كانت تمر من حين الى آخر عبر بوابة الملعب وهى محملة بحمولة مجهولة وكان العديد من الأشخاص يقومون بحراسة المنطقة ولا يسمحون لأى كان بالاقتراب حتى من سور الملعب . وهنا على ملاعب التنس الواقعة تحت المنصة الغربية كان انريكو فرمى يقوم باعداد تجربته الخطرة وهى تحقيق التفاعل المتسلسل لانشطار نوى اليورانيوم بحيث يمكن التحكم فيه وتوجيهه . واستمر العمل ليلا نهارا ولمدة عام كامل فى بناء هذا المفاعل النووى الأول من نوعه فى العالم .

وأخيرا حل صباح اليوم الثانى من ديسمبر (كانون الأول) عام ١٩٤٢ بعد ليلة قضاها العلماء ، دون أن يغمض لهم جفن ، فى مراجعة وتدقيق الحسابات والتأكد من سلامة الأجهزة . وكيف لا ! فالملعب يقع فى وسط المدينة وأى خطأ فى الحسابات ، مهما كان بسيطا جدا ، قد يعرض حياة مئات الآلاف من الناس للخطر . وبالرغم من أن الحسابات كانت تؤكد أن التفاعل فى المرجل الذرى سيكون بطيئا ، أى أنه

لن يؤدى الى حدوث انفجار ، الا أن العلماء استمروا فى المراجعة والتدقيق . وبدأ النهار وحل وقت الفطور ولكن الجميع نسوا ذلك وهم فى غمرة الشوق للبدء باقتحام الذرة . ولكن فرمى لم يستعجل الأمر : فكان عليه أن يعطى الناس المنهكين فرصة للراحة قبل البدء بالمرحلة الحاسمة . وبينما كان الجميع ينتظر الأمر منه للبدء بالتجربة ، اذا به ينطق عبارته المشهورة التى دخلت التاريخ كبداية لعصر اقتحام الذرة : «حان وقت الفطور» .

ذهب الجميع لتناول الفطور ثم عادوا ليحتل كل منهم مكانه . . . وبدأت التجربة وتوجهت الأنظار الى الأجهزة ، وساد صمت رهيب ومرت لحظات متعبة من الانتظار . وأخيرا أخذت عدادات النيوترونات تقرقع كالمدفع الرشاش وكأنها تلهث تعبا من كثرة عدد النيوترونات التى حاولت جاهدة حصرها وعدها . وبدأ التفاعل المتسلسل ! وقد حدث ذلك فى الساعة الخامسة عشرة والدقيقة الخاسة والعشرين بتوقيت مدينة شيكاغو . وسمح «للنار» الذرية بالاستمرار ٢٨ دقيقة ، ثم أعطى فرمى الأمر بايقاف التفاعل المتسلسل .

ورفع أحد المشتركين فى التجربة سماعة الهاتف واتصل بالمسؤولين عن العملية يبلغهم أن «البحار الايطالى وصل الى العالم الجديد» وكانت تلك عبارة سرية اتفق عليها مسبقا ، وتعنى أن العالم الايطالى المشهور انريكو فرمى حرر طاقة نواة الذرة وأثبت أن الانسان يستطيع التحكم بها واستخدامها كيفما يشاء .

ولكن النوايا كانت متباينة . ففى تلك الفترة كان البعض فى أمريكا ينظر الى التفاعل المتسلسل على أنه خطوة أساسية فى الطريق الى صنع القنبلة الذرية وكانت أبحاث علماء الذرة هناك توجه فى هذا الاتجاه بالذات . وكان الوضع فى الأوساط العلمية متوترا جدا ولكنه لم يخل من الحوادث الطريفة : ففى خريف عام ١٩٤٣ تقرر القيام بمحاولة لاخراج الفيزيائى المشهور نيلس بور من الدانمارك التى احتلها الألمان ونقله الى أمريكا للاستفادة من خبرته وعلمه الواسع فى مجال الذرة . وفى احدى الليالى المظلمة غادر العالم بور الدانمارك متنكرا بشكل صياد على مركب للصيد قامت بحراسته سريا غواصات انكليزية ووصل الى السويد حيث كان من المفروض أن ينتقل بالطائرة الى انكلترا ومنها الى أمريكا .

ولم يحمل بور معه من أمتعة سوى زجاجة واحدة من زجاجات البيرة الدانماركية المشهورة أخبأ فيها الماء الثقيل كى لا يكتشفه الألمان ويستولوا عليه : اذ كان الرأى السائد عند معظم علماء الذرة أن الماء الثقيل بالذات هو القادر على ابطاء النيوترونات فى التفاعل النووى .

وصل بور الى أمريكا بعد رحلة مضنية أرهقته جدا وكان أول ما قام به هو التأكد من سلامة الزجاجة الحاوية على الماء الثقيل . وكم كان أسفه عميقا عندما اكتشف أنه ذهب ضحية شرور ذهنه وتشتت أفكاره . فبدلا من أن يحمل معه زجاجة الماء الثقيل التى كان يحتفظ بها دوما فى الثلاجة فى بيته فى الدانمارك حمل زجاجة بيرة حقيقية كانت أمامه على الطاولة ظنا منه أنها الزجاجة المطلوبة .

تم الحصول فى مصانع أوك ريدج الضخمة الواقعة فى ولاية تنسى على أول قطعة صغيرة من اليورانيوم ٢٣٥ مخصصة لصنع القنبلة

الذرية . وتقرر ارسالها الى لوس آلاموس الواقعة وسط وديان ضيقة تحيط بها الجبال من كل جانب فى ولاية نيو— مكسيكو حيث كان يصنع هذا السلاح القتال . ولم يكن السائق الذى كلف بهذه المهمة يعلم شيئا عما تحتويه العلبة الموضوعة فى سيارته ، ولكنه سمع أكثر من مرة أحاديث وشائعات عن «أشعة الموت» الخفية التى تصنع فى أوك ريدج . وهكذا بدأ رحلته والأفكار السوداء تراوده باستمرار وكان يزداد اضطرابا وهلعا كلما تابع المسيرة ، وأخيرا قرر الهرب من السيارة عند أول بادرة مشبوهة تأتى من هذه العلبة الملعونة المخبأة وراءه .

وبينما كانت السيارة تعبر جسرا طويلا اذا به يسمع طلقة قوية من الخلف . وفجأة قفز من السيارة وأخذ يركض مبتعدا عنها ثم توقف بعد فترة ليتأكد من أنه ما زال على قيد الحياة والتفت الى الوراء ليشاهد أن سيارته سليمة وأن طابورا طويلا من السيارات توقف وراءها مما اضطره الى العودة اليها ومتابعة الطريق .

وما كاد يجلس وراء المقود حتى سمع من جديد دويا هائلا . وهنا جعلته غريزة الدفاع عن النفس وحب البقاء ينطلق مرة أخرى من السيارة كالصاروخ مبتعدا ما أمكن عن هذه العلبة الشريرة . ولكن السائق المذعور هدأ روعه بعد أن علم من شرطى المرور الذى لحقه على دراجة نارية أن هذا الدوى والطلقات النارية تأتى من حقل رمى مجاور تجرى فيه الآن تجارب على قذائف جديدة للمدفعية .

كانت الأبحاث فى لوس–آلاموس تحاط بالسرية التامة . وكان جميع العلماء البارزين هنا يحملون أسماء مستعارة . فنيلس بور ، مثلا ، كان يعرف فى لوس–آلاموس بنيقولاس بيبكر وكان اسم انريكو فرمى هنا هو هنرى فارمر واتخذ يوجين فيغنر اسما له هو يوجين فاغنر .

وفى أحد الأيام كان فرمى وفيغنر يهمان بالخروج من ساحة أحد المصانع السرية فأوقفهما الحارس للتأكد من هويتيهما فقدم له فرمى بطاقة المرور باسم فارمر ، بينما لم يعثر فيغنر على بطاقته ، وكانت عند الحارس قائمة بأسماء الاشخاص الذين يسمح لهم بالدخول الى المصنع والخروج منه . وعندما سأله عن اسمه أجابه البروفسور بأنه فيغنر ثم أصلحه فورا وقال فاغنر ، مما جعل الحارس

يشك فى أمره فقد كان اسم فاغنر موجودا فى القائمة ولا يوجد فيها اسم فيغنر فالتفت الحارس الى فرمى الذى كان يعرفه جيدا وسأله : هل هذا الشخص فاغنر ؟ فأجابه وهو يخفى ابتسامته : نعم اسمه فاغنر . وهذا صحيح بقدر ما أن اسمى فارمر . وبعدها سمح لهما الحارس بالمرور .

كانت الأبحاث المتعلقة بصنع القنبلة الذرية والتى كلفت ملیارى دولار قد انتهت فى أواسط عام ١٩٤٥ وفى السادس من أغسطس (آب) من العام نفسه ظهر فى سماء مدينة هيروشيما اليابانية «فطر» نارى عملاق ذهب ضحيته عشرات الآلاف من الناس . وأصبح هذا اليوم يوما أسود فى تاريخ الحضارة البشرية وتحول هذا الانجاز العلمى الرائع للعقل البشرى الى مأساة انسانية رهيبة .

وأصبح العلماء والعالم كله وجها لوجه أمام الخيار التالى : هل يجوز الاستمرار فى تطوير السلاح النووى وتكريسه للقتل والتدمير أم يجب استغلال الطاقة الهائلة الكامنة فى نوى الذرات لخدمة الانسان وازدهار المجتمع البشرى ؟

واختار العلماء السوفييت الحل الثانى وقاموا باشراف الأكاديمى كورتشاتوف بأول خطوة على هذا السبيل : ففى السابع والعشرين من يونيو (حزيران) عام ١٩٥٤ أذاع راديو موسكو للعالم كله خبرا هاما يعلن فيه «أنه تم فى الاتحاد السوفييتى حاليا بفضل جهود العلماء والمهندسين السوفييت بناء أول محطة كهربائية تعمل على الطاقة الذرية وتبلغ استطاعتها ٥٠٠٠ كيلوواط» ولأول مرة فى التاريخ يجرى فى الأسلاك الكهربائية تيار يحمل الطاقة من أعماق ذرة اليورانيوم .

وقد علقت جريدة «الديلى وركرر» فى حينه على هذا النبأ بقولها «انه لحدث تاريخى عظيم ونصر انسانى جبار لا يمكن أن يقارن بمأساة القاء أول قنبلة ذرية على هيروشيما . . .» .

وبتشغيل أول محطة كهربائية ذرية بدأت الطاقة النووية عهدا جديدا لها وأصبح اليورانيوم الوقود السلمى فى القرن العشرين .

ولم تمر سوى خمس سنوات على ذلك حتى خرجت من قاعدة سوفييتية لبناء السفن كاسحة الجليد «لينين» وهى أول باخرة من نوعها فى العالم تعمل على الطاقة الذرية . وتكفى بضعة عشر من جرامات اليورانيوم لتشغيل محركاتها التى تبلغ استطاعتها ٤٤ ألف حصان بخارى . وهذه القطعة الصغيرة من الوقود النووى تحل محل آلاف الأطنان من المازوت أو الفحم الحجرى التى تضطر البواخر العادية لحملها معها أثناء عبورها المحيط الأطلسى من لندن الى نيويورك مثلا ، بينما يكفى أن تحمل الباخرة الذرية «لينين» عدة كيلوجرامات من اليورانيوم كى تستطيع البقاء فى عرض البحر ثلاث سنوات متواصلة دونما حاجة الى عودتها للميناء للتزود بالوقود .

وفى عام ١٩٧٤ أنزلت الى الماء كاسحة جليد أخرى تدعى «اركتيكا» تعمل على الطاقة النووية وتبلغ استطاعة محركاتها ٧٥ ألف حصان بخارى . وقامت «أركتيكا» فى عام ١٩٧٧ باختراق المحيط المتجمد الشمالى ووصلت فى السابع عشر من أغسطس (آب) من العام نفسه الى القطب الشمالى . وتحقق الحلم الذى راود أجيالا عديدة من البحارة وبحاثة القطب الشمالى .

تزداد نسبة الوقود النووى فى الميزان العالمى للطاقة عاما بعد عام . ومنذ عدة سنوات بدأ فى الاتحاد السوفييتى تشغيل أول محطة كهربائية ذرية تعمل بواسطة مفاعل للنيوترونات السريعة . وتمتاز مثل هذه المفاعلات بأن الوقود النووى المستخدم فيها هو اليورانيوم —٢٣٨ الموجود بكثرة فى الطبيعة وليس اليورانيوم —٢٣٥ النادر الوجود . ولا تعطى هذه المفاعلات كمية هائلة من الطاقة فحسب ، بل ويتشكل فيها عنصر اصطناعى هو البولونيوم — ٢٣٩ الذى ينشطر تلقائيا ، ويصبح بالتالى مصدرا جديدا للطاقة النووية . وقد كتب العالم كورتشاتوف بهذا الصدد يقول : «ان ما يحدث هنا يشبه تماما أنك تحرق الفحم فى الفرن وتحصل بالنتيجة مع الرماد على كمية منه أكبر من الكمية الأصلية» .

صمم العلماء اليابانيون مؤخرا مشروع مصنع لاستخلاص اليورانيوم من ماء البحر . ولكن هذا اليورانيوم يبقى بعد أغلى بعدة مرات من اليورانيوم المستخرج من الأرض . ومن ناحية أخرى فان التطور السريع المتوقع حدوثه فى اليابان فى مجال الطاقة النووية سيؤدى فى السنوات القادمة الى ازدياد الطلب على اليورانيوم ،

وعندها سيأتى اليورانيوم «البحرى» لمساعدة زميله «الأرضى» فى حل هذه المشكلة .

ان مزايا ومحاسن الوقود النووى حقيقة لا تقبل الجدل ، ولكن استخدامه يصطدم بعقبات كثيرة أهمها التخلص من النفايات المشعة الناجمة عنه . فهل يجب وضعها فى صناديق خاصة ورميها الى قاع البحار والمحيطات أم الأفضل دفنها فى أعماق كبيرة تحت الأرض ؟ من المستبعد أن تحل المشكلة نهائيا بهاتين الطريقتين وذلك لأن هذه النفايات المميتة ستبقى على كوكبنا الأرضى . فماذا لو حاولنا نقلها الى مكان بعيد أى الى كوكب سماوى آخر ؟ لقد جاءت هذه الفكرة من أحد العلماء الأمريكيين الذى اقترح شحن نفايات المحطات الكهربائية الذرية على سفن فضاء «تجارية» توجه نحو الشمس . ومن الطبيعى القول بأن هذه العملية باهظة التكاليف فى الوقت الحاضر ، ولكن بعض الأخصائيين المتفائلين يرى أنها ستصبح مقبولة من الناحية الاقتصادية فى المستقبل القريب .

ولا أظن أن المرء فى الوقت الحاضر بحاجة الى موهبة خارقة وخيال واسع كى يتبنأ بالمستقبل الباهر الذى ينتظر اليورانيوم . فيورانيوم الغد هو الطاقة التى ستدفع سفن الفضاء الى أعماق الكون وهو الذى سيمون مدنا ضخمة تحت الماء بالطاقة لعشرات السنين وسيساعد على بناء جزر اصطناعية وارواء الصحارى والنفوذ الى جوف الأرض وتغيير المناخ على الأرض لفائدة البشرية . ولعل من الصحيح القول فى الختام بأن اليورانيوم أعجب وأغرب فلز فى الطبيعة على الاطلاق .