الفصل العاشر

الذرة فى خدمة الصناعة

تشكل الطاقة الذرية عاملاً أساسياً فى الصناعة . فى أقل من خمسة عشر عاماً بعد استخدامها تجارياً دلت الإحصائيات على نتائج مذهلة .

فقد بلغت قيمة منتجات الطاقة الذرية التى شحنت للمستهلكين فى عام واحد حوالى ١٥٠ مليون دولار . وبلغت قيمة النظائر التى صدرت إلى خمسين ولاية، وسبع وستين دولة أجنبية مايوازى ٣ مليون دولار سنوياً . وبلغت تكاليف المفاعلات النووية ومعداتها سنوياً ١٢٥ مليون دولار. أما مبيعات الأجهزة والمعدات الخاصة بالمعامل الذرية، فقد بلغت ٣٠ مليون دولار سنوياً .

ووفرت المشروعات الذرية للصناعة الأمريكية ما قيمته ٣٠ مليون دولار سنوياً .

وتستخدم الصناعة النظائر ككشافات ، وكأجهزة للقياس ، وكمصدر سهل للطاقة . وتكاد تكون كل الأعمال التى تقوم بها النظائر متشابهة ، فهى تقوم بعمل أشياء لا يمكن عملها بسهولة بأى طرق أخرى، أو التى لم يكن من الممكن القيام بها قبل ذلك .

فى صناعة السيارات مثلاً ، من السهل على النظائر المشعة أن تدلنا على

أى السبائك أفضل من حيث قدرة تحملها لصنع جدران السلندرات ، وأى الإطارات تعيش مدة أطول .

فتحضر السبائك، بحيث يكون الحديد محتوياً على كمية ضئيلة من الحديد المشع ، ثم تصنع الآلات من السبائك وتشغل الآلات فترة معينة ثم تقاس القدرة الإشعاعية للزيوت المستعملة فى الآلة التى توجد تحت الاختبار ، ومن ذلك نعرف بسرعة كم من الحديد المشع ، أو بمعنى آخر كمية التآكل من السبيكة فى جدران السلندرات ، وذلك بكل دقة رغم ضآلة كمية الحديد فى هذه العملية وهى أدق طريقة على الإطلاق .

كما يمكن الكشف عن درجة احتمال إطار بنفس الطريقة . ويعمل إطار السيارة الجيد، إذا قطعت السيارة مسافة من ٣٠,٠٠٠ إلى ٤٠,٠٠٠ ميل، دون أن يتلف . وفى حالة إضافة جزء مشع لأجزاء تركيب الإطار، فإن مقياس جيجر يمكنه معرفة أصغر جزء من المطاط فى الإطـــار تأثر باحتكاكه بأحد الأرصفة .

وفى كثير من الأعمال التجارية المختلفة كحال كى وتنظيف الملابس وفى صناعة الصابون أو ماكينات الغسيل ، تستعمل النظائر المشعة روتينياً للكشف على مدى كفاءة المنظف أو ماكينة الغسيل . ويستعمل فى ذلك مربعات من القماش يتم اتساخها عمداً بقاذورات مشعة بكمية ذات قياس معروف ، ثم تغسل وتقاس القوة الإشعاعية قبل الغسيل وبعده ، ولذا يمكن بسهولة معرفة كمية الاتساخ الذى أزاله الصابون أو الماكينة .

ويمكن استعمال طريقة مشابهة فى حالة صنع ورنيش السيارات، وذلك لمعرفة المدة التى تظل فيها المادة الشمعية باقية على جسم السيارة ومدى تحملها لغسل السيارة ، ولذا تمزج كمية ضئيلة من مادة مشعة بعينة الورنيش

وتدهن بهـا السيارة ثم تغسل السيارة مراراً فيـدلنا الإشعاع على كمية الورنيش المتبقى على السيارة بعد كل غسيل .

ويحتاج عامل خط الأنابيب التى تمر فيها أنواع عديدة من المواد المختلفة إلى التمكن من متابعة مختلف المنتجات المارة بها. لنفرض أن هذه الأنابيب تنقل زيوت الوقود، ثم تتبعها حمولة أخرى من الجازولين. هنا يجب عليه أن يعرف بدقة تامة متى تصل آخر نقطة من زيت الوقود إلى الصمام فى الصهاريج المعدة للتخزين، حتى يتسنى له إدارة الصمام فيمر الجازولين حتى يصل إلى الصهاريج الخاصة به . ففى مثل هذه الأحوال تقوم المادة المشعة بالعمل بسهولة ؛ إذ توضع كميـة صغيرة منهـا سائلة بين الزيت والجازولين فتعلن النقطة الفاصلة بينهما أو توماتيـكياً عن وصولها إلى الصمام .

وبطريقة مشابهة يمكن استعمال مادة مشعة لقياس مستوى السوائل فى الصهاريج؛ إذ يمكن لعداد جيجر — إذا وضع جسم طاف فى الصهريج — تحديد موضع هذا الجسم الطافى فيعطينا القياس المطلوب بدقة .

وتساعد النظائر المشعـة على معرفة الثقوب التى قد تحدث فى أنابيب مدفونة ، فإذا حدث تسرب من جهاز معقد من أجهزة الأنابيب الموجودة داخل أرضية من أسمنت مسلح، كما يحدث أحياناً فى أنابيب أجهزة التدفئة بالمنازل الحديثة ، تنزع كل تلك الأرضية لمعرفة موضع التسرب . أما الآن ، فلا نحتاج إلا إلى وضع كمية صغيرة من النظائر فى الأنابيب فتتركز القدرة الإشعاعية حيث يحدث التسرب ، وعندئذ يمكننا تحديد المكان بالضبط بوساطة عداد جيجر ، فنحفر حفرة صغيرة فى هذا الجزء حيث توجد الأنبوبة التى بها التسرب .

ومن أهم فوائد النشاط الإشعاعى تأمين عمال المكابس؛ إذ يحمل العامل

حول رسغه كبسولة صغيرة من مادة مشعة غير ضارة، وتحمل الماكينة عداد جيجر موجهاً نحو المنطقة الخطرة التى قد تسبب فيها المكابس بعض الأضرار، فهذه المكابس لن تعمل طالما يشير عداد جيجر إلى أن هناك إشعاعات فى هذه المنطقة وللتأكد من أن العامل يحمل هذه المعدات المشعة فى رسغه، فإن الماكينة تتوقف عن العمل إلى أن يكشف العداد عن النشاط المشع لبضعة ثوان قبل ضغط المفتاح. وعلى العامل استعمال العداد أولاً، عند تحميل الماكينة ثم يبعد يديه، وعندئذ فقط ينزل المكبس.

وفى كل هذه الاستعمالات تستغل ميزة النشاط الإشعاعى الفائقة لتعمل ككشافات، فهنا يمثل الإشعاع علامة تدلنا على مكان بعض المواد ومقدار الكميات الموجودة منها، ولكن هناك بعض نواحٍ هامة أخرى فى استعمالها.

وتعتبر النظائر المشعة مقاييس غير عادية، إذ يمكنها قياس سمك الأوراق والصلب والصفائح وغيرها بمنتهى السرعة والدقة؛ إذ يتخلل الإشعاع على شكل إلكترونات، هذه المواد. وإذا وضعنا نظيراً فوق المادة وكشافاً تحتها، فإن الكشاف يمكنه معرفة التغييرات فى الإشعاع، ويعطى مقاييس مستمرة للسمك مهما بلغت سرعة الصفائح. وهذه الطريقة كثيراً ما تستعمل فى الطواحين التى تصنع الصلب المخصص للعلب المحفوظة، وتستعمل بكثرة فى صناعة الدخان للتأكد من سلامة عبوة علب السجائر التى تصنع آلياً بكميات تصل إلى عدة ملايين.

وتعتبر بعض النظائر أيضاً مصدراً للضوء. ويرجح أن تكون هذه أقدم فائدة عرفت عن النشاط الإشعاعى، فكلنا شاهدنا الساعات المضيئة بمادة

الراديوم فى ميناء الساعة ، ويطبق هذا الاستعمال الآن فى كثير من المواد فقد تم صنع إشارات مضيئة ضخمة تبهر الأبصار بكل الألوان المطلوبة .

والعنصر المستعمل لهـــذا الغرض هو سترونثيوم ٩٠ ، وهو أحد العناصر التى توجد فى رماد الأفران الذرية ، وهو يعطى إلكترونات غير منظورة ، ولكنها عندما تصطدم بالمواد الكيماوية تشع أضواءً (وهذا ما يحدث بالضبط فى صورة التليفزيون ، فإن إلكترونات بندقية الأنبوبة المفرغة وليس النظير المشع تصطدم بهذه المواد الكيماوية على سطح الأنبوبة فتعطى الضوء الذى يكون الصورة) .

والعلامات المشعة الحديثة تحتوى على سترونثيوم ٩٠ مغطى بطبقة فسفورية وتجعل إلكترونات سترونثيوم ٩٠ الفسفور يتوهج . ويتوقف لون الضوء على نوع الفسفور المستعمل ، وتوجد ألوان بيضاء وحمراء وبرتقالية وزرقاء وقرمزية وغيرها .

ولدره أى ضوء ناشىء من الإشعاع ، توضع الوحدة فى كيس من البلاستيك الذى يوقف تماماً الأشعة القصيرة الإلكترونية .

وتكون الأشعة الإلكترونية المنبعثة من النظائر المشعة أساس الكهرباء، فليس التيار الكهربائى سوى مجرى إلكترونى يجرى فى سلك . وإذن فلماذا لا يلتقط الأشعة الإلكترونية ويغذى بها السلك ويشغل ماكينات ؟ لقد أمكن عمل ذلك ، إذ أمكن تشغيل النظائر فى بطاريات ذرية .

وقد اخترع إحداها « فيليب أومارت » حيث استعمل إشعاع نظير فى تأين غاز (يتحول إلى جسيمات ذات شحنة كهربائية) فيعطى الغاز المتأين شحنته إلى أقطاب معدنية ، فيجرى التيار فى سلوك متصلة بها . ولايمكن

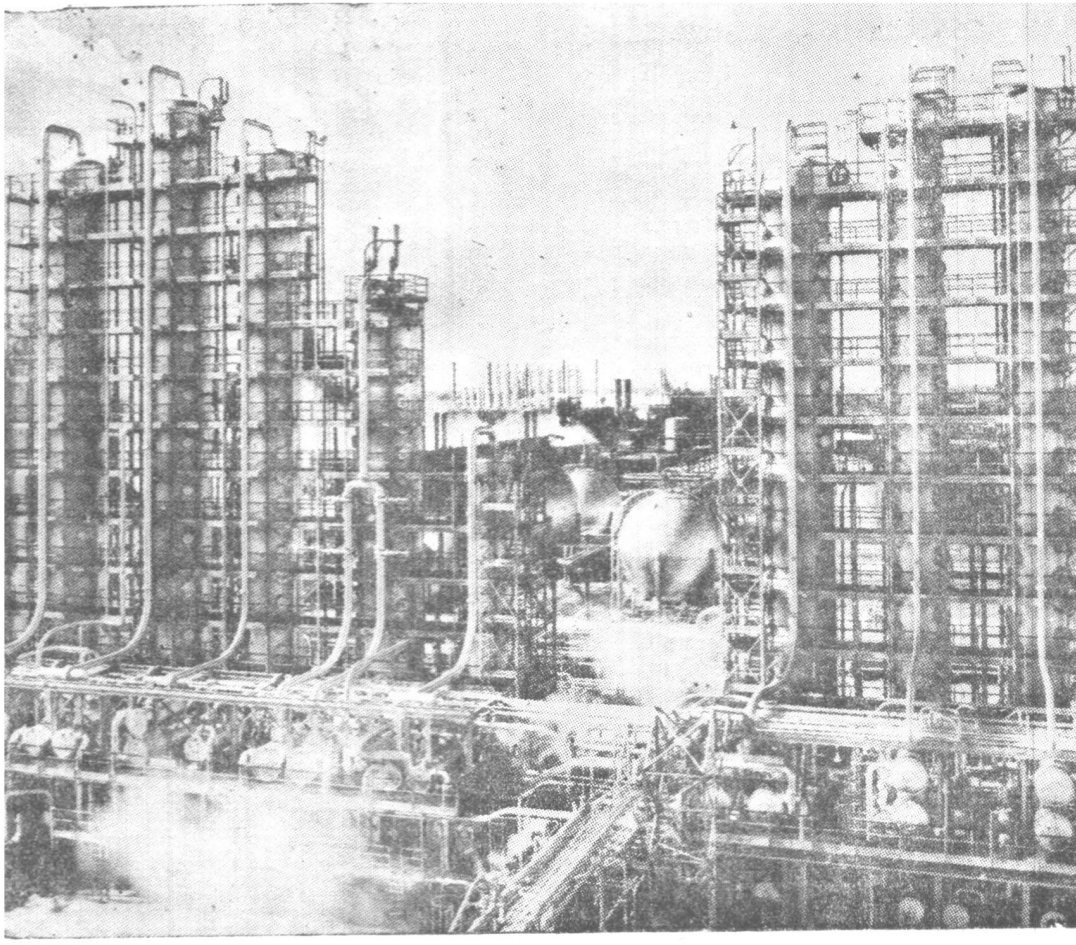
توليد كمية كبيرة من الكهرباء بتلك الطريقة ؛ إذ تحتاج إلى بطارية حجم باردة مكعبة لإنارة لمبة قوة ١٠ واط، ومع ذلك،فقد استعملت هذه الطريقة تجارياً فى بعض الأجهزة .

وهناك طراز آخر صنعته شركة راديو أمريكا من سترونثيوم ٩٠ ، وتصطدم الإلكترونات المنبعثة من الأسترنثيوم ٩٠ ببلورة من الجيرمانيوم أو السليكون فيبعث كمية كبيرة من الإلكترونات ، وهو ما يكون التيار المستعمل فيولد جزءاً من مليون من الواط . فإذا أمكن زيادة الإنتاج كان هذا ذا أهمية كبيرة ؛ إذ يمكن تشغيلها حوالى ٢٠ عاماً قبل أن تضعف .

ومن الممكن صنع بطاريات ذرية أقوى،باستغلال الحرارة المنبعثة من المواد المشعة (وهى ساخنة بالمعنى العادى كما هى ساخنة ذرياً) وتحول الحرارة مباشرة إلى كهرباء بوساطة أزرار صغيرة زجاجية تسمى خلايا حرارية كهربية . ويسير التيار فى هذه الأزرار الزجاجية إذا سخن أحد الجوانب بينما يبرد الجانب الآخر .

وفى الصناعة الكيماوية امتد استعمال طراز آخر من إشعاع النظائر ، وهى أشعة جاما التى تمتاز بقوة اختراقها الكبيرة وهى تشبه فى ذلك الأشعة السينية . ويمكن لأشعة جاما تنشيط التفاعلات الكيماوية ، ففى صنع البلاستيك يجب أن تتحد المواد الخام لتكون جزيئات طويلة جداً (Polymerize) ، وهذه الجزيئات الطويلة تبدأ بمساعدة مواد خاصة تسمى بالعوامل المساعدة . ويمكن أن تحل أشعة جاما المنبعثة من النظائر المشعة محل العامل المساعد ، وقد استعملت لتحويل البترول إلى جازولين .

ومن إمكانيات الإشعاع العجيبة،قدرته على تحويل أشياء عديدة بطريقة مشابهة لتأثير إشعاع الشمس على الأقمشة والأصباغ . ويمكن للأشعة



(صورة رقم ٢٦)

توفر النظائر المشعة للصناعة فى الولايات المتحدة وحدها ماقيمته مائة مليون دولار فى السنة — وتعطى صناعة البترول مثلا فى انتشار هذه الاستخدامات ؛ إذ تستخدم هذه النظائر المشعة بصفة مستمرة وذلك فى طرق الكشف عن البترول وفى عمليات تكرير الجازولين والكيروسين وغيرها من المنتجات — كذلك تستخدم فى قياس وتحسين جودة الشحومات .

الذرية أن تشكل الجزىء ؛ إذ لها تأثير يفوق بكثير تأثير أشعة الشمس ، ولكنها تحول الأشياء إلى أسوأ ؛ إذ تصبح المواد متحجرة وهشة ويتغير شكلها أو تتحول إلى تراب . غير أن بعض المواد تتحسن بالإشعاع ، ومن بين هذه المواد البوليثلين ، وهو نوع من البلاستيك تصنع منه الزجاجات . ويستعمل نوع منه لحمل الماء البارد فى المنازل والمزارع . ولكن حتى وقت قريب لم يمكن استعمالها للماء الساخن ؛ إذ تصبح المادة لينة بسخونة الماء ، ولكن الأشعة الذرية يمكنها تغيير صفات البلاستيك ، بحيث لا يتأثر بالسخونة أو حتى بالغلى أو البخار . وتعبأ الأدوية فى زجاجات بلاستيك ، وتعالج بهذه الطريقة حتى يمكن تعقيمها . ويمكننا أن نتطلع فى المستقبل إلى منازل معدة بأنابيب بلاستيك غير مشعة خفيفة الوزن رخيصة سهلة الاستعمال .

ويمكن استغلال الحرارة الناتجة عن استعمالات الذرة، حتى إذا لم تكن بالدرجة الكافية لعمل بخار لتوليد الكهرباء ، إذاً يمكن استعمالها لتدفئة المسكن مثلاً .

وهذا ماحدث فعلاً فى مصانع هانفورد للبلوتونيوم ؛ إذ تحول المفاعلات الضخمة هناك اليورانيوم ٢٣٨ ، من النوع الغير قابل للإنقسام إلى وقود ذرى من البلوتونيوم . وهذا هو هدفهم . وهم ينتجون أيضاً كمية هائلة من الحرارة تساوى ١٥٤ بليون وحدة حرارية بريطانية لكل رطل مستهلك من اليورانيوم الذى يجب إزالته . ويستعمل ماء نهر كولمبوس القريب لتبريد المفاعلات . وكان الماء المستعمل فى التبريد يصب ثانية فى النهر وكانت الحرارة المنبعثة ترفع من درجة حرارة هذا النهر الكبير عدة درجات.

وقبل صب الماء الساخن للمفاعل فى النهر يدفع بوساطة جهاز

(الراديا تير) حيث تنتقل حرارته إلى محلول كيماوى . وهذا المحلول يدفع إلى وحدات قياسية مكيفة الهواء تدفىء الهواء بهذه الطريقـــة فى مبان ضخمة تعادل فى مساحتها حوالى ١٠٠٠ منزل متوسط الحجم . وتوفر الحرارة الذرية ١,٥٠٠,٠٠٠ جالون من زيوت الوقود تساوى ١٠٠,٠٠٠ دولار سنوياً فى هانفورد .

ويمكن استغلال الحرارة المفقودة من المفاعلات الأخرى الكبيرة بنفس الطريقة كنتاج مفيد من عملية تشغيل المفاعل . كما يجب إعداد مفاعلات مولدة للحرارة خاصة بالصناعة، تعتمد على عمليات ذات درجة حرارة عالية كما تفعل المصانع الكيماوية المختلفة . ويوجد طراز من ذلك النوع مصمم لمصنع يحول الماء الملح إلى عذب ، شيد فى مكان شحيح المـاء فى الجنوب الغربى من أمريكا مخصص لتحويل الماء المالح إلى عذب .

وقد صممت مفاعلات خاصة لتدفئة المنازل ، وأنشىء واحد منها فى أوربا لإمداد الحرارة لمجتمع بأكمله .

وإمداد الصناعة بالمواد الذرية وأجهزتها يحتاج إلى صناعة قائمة بنفسها . وأصبحت صناعة الطاقة الذرية عملاً كبيراً ، فهى تضم أعمالاً ضخمة تجارية أصبحت معروفة فى جميع أنحاء العالم ، كما أنشئت مصانع صغيرة بوساطة شبان ترعرعوا فى هذا المجال العلمى الذرى يقومون بخدمته .

وتختلف أوجه نشاط الشركات الذرية ، فتصنع النظائر المشعة فى المفاعلات الكبيرة وتعبئها على شكل مركبات جاهزة معـــدة لمختلف الأغراض ، كالإشارات التى يضعها عمال الذرة لتسجيل درجة تعرضهم للإشعاع وللجهاز التحكمى المختص بمناولة المواد المشعة الشديدة . ومعدات مصانع القوى الذرية وعدادات جيجر مطلوبة حتى من الهواة الذين يحاولون

اكتشاف اليورانيوم خلال عطلاتهم الصيفية . ويلزم للعامل الممتاز عشرات من عدادات جيجر وماكينات حاسبة وأجهزة أخرى أكثر تعقيداً .

وتوجد منظمات عديدة متخصصة فى تقديم الخدمات فى هذا الميدان الجديد . وأنشأت أماكن لتسجيل أنباء هذه الصناعة ، كما تكونت وكالات للدعاية لتلك المنتجات وأنشئت بنوك لتمويل الأعمال الذرية ، كما أن هناك المستشارين الذين يعطون مشورتهم فى كل شىء يختص بالدعاية والأمن وتصميمات المنشآت الكبيرة .

وتنمو الصناعة الذرية بقوة كبيرة وسرعة وقد تنبأت هيئة حكومية بالتنبؤات التالية :

فيما بين عامى ١٩٦٠ و ١٩٨٠ ستحتاج محطـــات القوى الذرية إلى ٢٧,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ دولار . ستنفق المستشفيات والمعاهد الطبية أكثر من ٢٠,٠٠٠,٠٠٠ دولار فى شراء الأجهزة فى مدى خمس سنوات .

يحتمل صرف ٢,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ دولار على المحركات الذرية فى عابرات المحيط حتى عام ١٩٨٠ .

ويذكر التقرير ، أن العقبة الوحيدة التى قد تؤخر مثل هذا الازدهار هى قلة العلماء المدربين ، وكذلك الفنيين القائمين بالتنفيذ . ولكن يبدو أن الأمر غير ذلك ؛ إذ لم يحدث فى الماضى مطلقاً نقص فى الرجال التواقين للتدريب فى أية صناعة نامية . وعلاوة على ذلك ، فإن نسبة كبيرة من الطلبة النابهين فى المدارس الثانوية ينوون التخصص فى الهندسة والعلوم ، ومن هؤلاء الذين شبوا فى العصر الذرى سينتشر شغفهم بالصناعة الذرية .