الفصل الخامس

طريقة جديدة للسفر

فى عام ١٨١٩ أبحرت أول سفينة بخارية تعبر المحيط الأطلنطى ، وكان اسمها « سافانا » ولم تكن تحمل من الفحم والأخشاب إلا ما يكفيها لمدة ثلاثين يوماً ، أما باقى الرحلة فقد اعتمدت على أشرعتها .

أما الآن فهناك « سافانا » جديدة تمخر عباب الماء ، ويمكنها المسير مدة ثلاث سنوات ونصف ، أى اثنتى عشرة دورة حول العالم بذخيرة واحدة من الوقود .

إن الباخرة النووية « سافانا » ، هى أول باخرة تستعمل الطاقة الذرية ، وهى سفينة بخارية كتلك السفن القديمة ، غير أنها تمتاز بوجود التربينات العادية لتحريك دفتها الوحيدة . ولكن الاختلاف الأساسى هو فى الوقود فبدلاً من أن تستهلك الفحم لتوليد البخار ، فإن « سافانا » تعمل بانقسام ذرات اليورانيوم فى مفاعل مائى ذى ضغط .

وقد بلغت قوة تركيز الوقود الذرى فى « سافانا » الدرجة التى يمكنها أن تكتنى بحمل ٧٠٠ رطل من يو ٢٣٥ القابل للانقسام . ولذا ، أصبح من الممكن الاستفادة بمكان الوقود العادى فى نقل البضائع . وفى الواقع ، فإن القوى الذرية تزيد من حمولة السفينة دون زيادة فى حجمها . وأهم من ذلك ، أن مدى سير السفينة يتضاعف بدرجة غير عادية ، فمعظم السفن التى

تعبر الأطلنطى تأخذ حاجتها من الوقود فى نهاية كل رحلة، بينما يمكن للسفن النووية أن تعبر المحيط مئات المرات دون التوقف للوقود .

و « سافانا » تحفة جميلة بيضاء صممها المهندس الكبير « جورج شارب » تزينها ديكورات جميلة ويبلغ طولها ٥٩٥,٥ قدم . ولا توجد مداخن حيث أنها لا تنفث دخاناً . وحمولتها ٢٢,٠٠٠ طن ، وتحمل ٩٤٠٠ طن بضائع ، و ٦٠ راكباً ، و ١١٠ ملاحاً . ويمكنها السير بسرعة ٢١ عقدة بطاقة عادية تبلغ ٢٢,٠٠٠ حصان .

ومحطة « سافانا » الذرية غاية فى الأمان والكفاءة ؛ إذ يتوفر فيها احتياطات غير عادية لم يتخذ مثلها من قبل فى أية محطة ذرية أخرى وذلك لأنها سفينة . فالمنشآت الذرية الأرضية تكون دائماً فى أماكن منعزلة ولا يعمل فيها سوى عدد قليل من الناس . أما « سافانا » فترسو فى أكبر موانىء العالم، حيث يعمل ويعيش ملايين الناس . ويقضى ركابها وملاحوها، وعددهم ٢٠٠ ، كل وقتهم من حول المفاعل كما أنها معرضة للأخطار التى تتعرض لها سائر السفن ، والتى من أخطرها الجنوح والاصطدام ، ولكنها فى مأمن حتى من تلك الأخطار .

فاحتمال انفجار سفينة كهذه وهى تسير بأقصى سرعتها، فيتحطم مفاعلها وينبعث منها إشعاعات قاتلة ، احتمال شغل مصممى « سافانا » وأرقهم ، ولذا أحاطوا المفاعل بأقصى ما يمكن من الاحتياطات .

وأشد المواد خطورة هو رماد اللهب الذرى داخل قلب المفاعل . ولذا ، فهو محاط بصهريج من الصلب طوله ١٧ قدماً . والشىء الوحيد المشع خارج الدرع الأولى هو الماء المبرد المضغوط . فجهاز التبريد المضغوط وملطفات

الحرارة والدرع الأولى والمفاعل نفسه ، كلها موضوعة داخل وعاء ثقيل من الصلب محكم بدرجة شديدة . وحول هذا الوعاء الذى هو بدوره داخل وعاء آخر توجد معدات تحميها من الصدمات ، وهى على شكل طبقات متداخلة من الصلب سمك بوصة وخشب خاص سمك ثلاث بوصات ، ويبلغ سمك هذه الطبقات جميعاً ٢٤ بوصة . وتأتى بعد ذلك رؤوس ثقيلة من الصلب مانعة للاصطدام . أى أن أية سفينة صادمة لابد أن تخترق ١٧ قدماً من هذه التركيبات المقواة بخلاف الوعاء الذى يحوى المفاعل حتى تصل إلى المفاعل نفسه . ولا يوجد سوى ١ ٪ من السفن التى لها المقدرة على ذلك .

كما تمنع الدروع الإضافية الأشعة الذرية من التسرب فى الأحوال العادية ، ولذا ، فإن النصف الأسفل من الوعاء الذى يحوى الأجهزة محاط بطبقة من الأسمنت المسلح يبلغ سمكها ٤٨ بوصة ويوجد بأسفله صهاريج الماء . أما النصف الأعلى من الوعاء فمغطى بطبقة رصاص سمكها ست بوصات خلاف ست بوصات أخرى من بلاستيك البوليثيلين .

ولا تسمح كل هذه الدروع الواقية لأى شخص يقف على ظهر السفينة من أجل التمتع بأشعة الشمس ، بأن يتعرض لإشعاعات من هذه الطاقة الذرية ، أكثر مما يتعرض لإشعاعات الأشعة الكونية والإشعاعات العادية الموجودة فى الهواء . ورغم ذلك ، فإن أجهزة قياس الإشعاع توجد بكثرة فى السفينة للتأكد والاطمئنان .

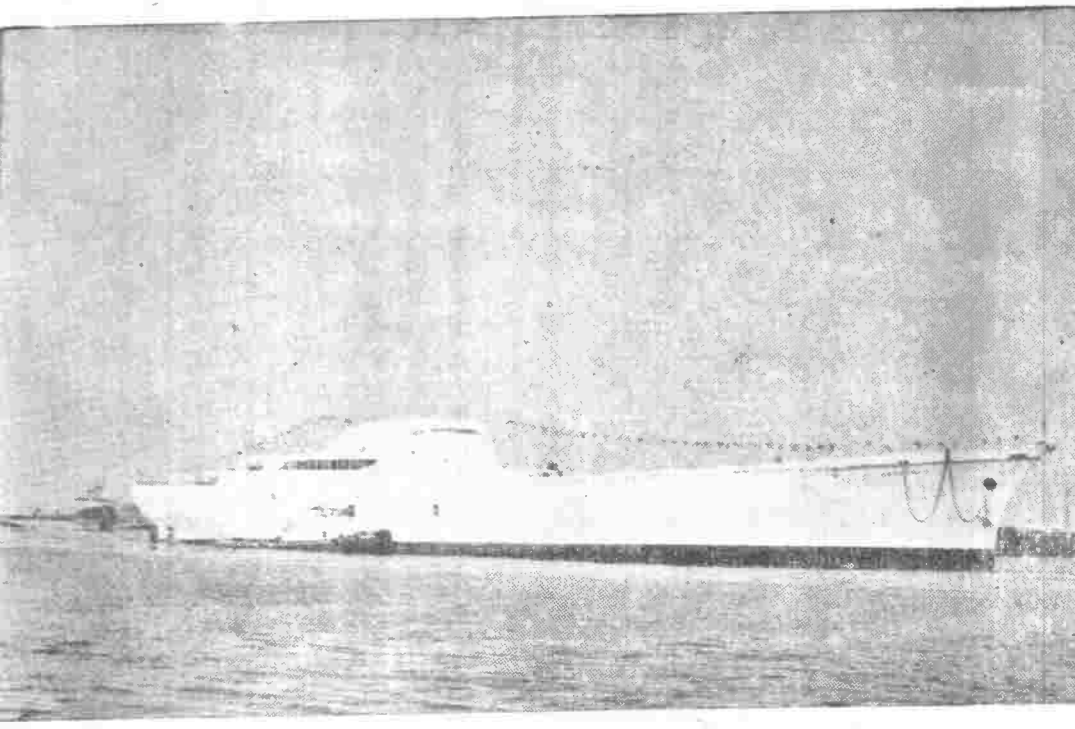
ولنفترض أن « سافانا » قد غرقت لسبب ما . . فى تلك الحالة سيهلك الإشعاع المنبعث من المفاعل ، الأسماك والسفن وحتى الأشخاص الذين قد يوجدون بالقرب منها . كل ذلك أجرى حسابه ، فوضع باب فى أسفل وعاء

المفاعل بحيث يفتح ضغط الماء العميق الباب أوتوماتيكياً فيغمر قلب السفينة ويطفىء اللهب الذرى . ثم يوصد الباب تلقائياً بمجرد غمر قلب السفينة بالماء ، وذلك لمنع تسرب أى إشعاعات . وهذا هو أول الاحتياطات . فهناك قابضات ممسكة بصفة مستمرة بوعاء المفاعل حتى يمكن رفع المفاعل فى حالة الطوارىء ، وإن ثبت أن هذا مستحيل فيمكن عمل صمامات وملء المفاعل بالأسمنت المسلح .

ولم تقف الاحتياطات عند هذا الحد ، فقد تمت استعدادات لكل طارىء ، كتوقف أى جهاز هام فى « سافانا » ، كما أعد بديل لكل شىء ، وأحياناً يعد بديلان لبعض الماكينات . وكل تلك الأشياء البديلة تمكن المفاعل من توليد القوى فى حالات الطوارىء إذا أصابه تلف فى البحر .

وتوجد ماكينتان مستقلتان للعمل بالتناوب لدفع السفينة — الأولى عبارة عن محرك كهربائى قوة ٧٥٠ حصان ويمكن إيصاله بمحرك السفينة فى دقائق مع التربينات البخارية ، والثانى عبارة عن غلاية تستهلك الزيوت لتغذية التربينة بدلاً من الجهاز البخارى للمفاعل .

وهناك مولدان (٧٥٠ كيلو واط) ديزل كبيران لإمداد الكهرباء المحرك الأول ، ولحاجيات السفينة الأخرى عندما يتوقف مولد المفاعل . وفى حالة توقف هذين المولدين يوجد مولد آخر ديزل قوة ٣٠٠ كيلو واط للإضاءة وتبريد المفاعل فى حالة الطوارىء . وفضلاً عن ذلك ، فهناك البطاريات التى تشغل الأجهزة وتتحكم فيها فى حالة توقف أجهزة القوى الأخرى (المفاعل ومولدى الديزل والمولد الصغير الخاص بالطوارىء) .



(صورة رقم ١٤)

أول سفينة ذرية تعبر المحيطات وهي السفينة « سافانا » Savannah .

و «سافانا» تتميز بكل هذه الأجهزة المزدوجة الخارقة للعادة مما استعان به مصممو السفينة حتى تكون على درجة كبيرة من الأمان ، بل أكثر أماناً من أى سفينة عادية تعمل بالفحم أو الزيت .

والآلات الذرية فى السفن تمكنها من نقل أحمال ثقيلة . فالمفاعل الثقيل وأجهزة وقايته الكبيرة تؤهلها لذلك ولو أنها لاتخلو من بعض الصعوبات، فآلات السفينة تشبه فى ذلك محطات توليد الكهرباء العادية التى تعمل بالبخار لتشغيل التربينات . والتكنولوجيا المعدة لمحطات القوى الذرية يمكنها تشغيل السفن الذرية والعكس بالعكس .

أما تكييف الوقود الذرى بما يناسب وسائل النقل الأخرى فهو أكثر صعوبة بسبب وسائل الوقاية اللازمة . فالزيادة فى الوزن تبعاً لذلك تفوق وزن الوقود بكثير . وعلى ذلك يبدو أن السيارة الذرية أمر بعيد المنال .

ورغم ذلك ، فقد أجريت بعض التجارب على محراث ذرى صمم لجر خط طويل من العربات للعمل فى البرارى القطبية ، كما تدرس شركة سكك حديد « دنفر » و « ريو » أفكاراً عديدة للمحركات الذرية .

كما تجرى أبحاث على المحركات فى روسيا حيث تشتد حركة نقل البضائع على مدى ٧٥,٠٠٠ ميل . ومن المتوقع إنشاء قوة ذرية للسكك الحديدية مما يوفر مبالغ طائلة، وكذا توفر الفحم والزيوت لأغراض أخرى، (حيث تستهلك السكك الحديدية ربع كمية إنتاج الوقود) . كما توفر تسعة أعشار محطات الماء ونصف أعمال الصيانة وتزيد كفاءة الخطوط الرئيسية بنسبة ٧٠٪ (المحركات الذرية يمكنها تشغيل قطارات ذات أحمال أكبر). كما أن توفير الأيدى العاملة عامل هام فى روسيا حيث يعمل ثلاثة ملايين

شخص فى السكك الحديدية ، وهذا العدد يوازن أربعة أضعاف عدد العاملين فى سكك حديد أمريكا .

وأهم تصميم روسى يستدعى الاهتمام هو تصميم آلة قوة ٥٠٠ حصان و ٤٣٠ طن مترى ذات طول ١٧٠ قدماً ومكونة من جزئين وتحمل ١٢ محركاً ، كل يعمل بمحركه الكهربائى الخاص . ولوقاية العاملين من الأشعة الذرية فقد بنى درع قوى من الأسمنت المسلح سمك خمس بوصات وذلك فى مكان بعيد عن المفاعل .

وتأتى كهرباء عجلات المحرك من تربين بخارى من مفاعل ذرى خاص . وقلب المفاعل اسطوانى الشكل طوله سبع أقدام وقطره خمس أقدام ويحمل ١½ طن مترى من اليورانيوم (يورانيوم طبيعى أضيف إليه ٥٪ يو ٢٣٥) ، وسبعة أطنان مترية من الجرافيت لتعمل كمعدِّل . ويدفع معدن الصوديوم السائل بين قضبان وقود اليورانيوم لإزالة الحرارة فتصل إلى درجة ٨٤٢ فهرنهيت .

وبطبيعة الحال يصبح الصوديوم المبرد مشعاً . ويستعمل ثانية فى تسخين كمية أخرى من الصوديوم السائل . ويسخن المبرد الثانوى الماء ليحوله إلى بخار (٧٢٠ درجة تحت ضغط ١٢٠٠ رطل للبوصة المربعة) . ويدير البخار غير المشع مولد التربينة .

ومثل هذه الآلة لابد أن تعمل عملاً فريداً فهى تسير قطاراً حمولة ٤٠٠٠ طن مترى بسرعة أقصاها ٧٥ ميلاً فى الساعة . كما أنها لا تحتاج إلى تزويدها بالوقود قبل مسيرة ٧٢٠٠ ساعة أى حوالى سنة . ويدعى مصممو ها أنها يمكنها السير من موسكو إلى ريجا والعودة ، بقطعة من الوقود لا يزيد حجمها عن حجم البندقة .

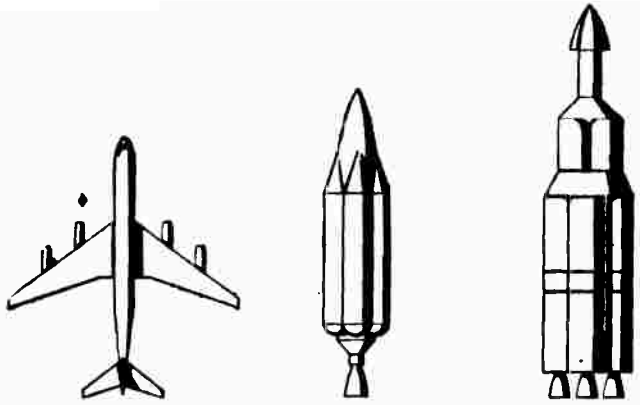
هل يمكن بناء طائرة ذرية . . ؟ نعم ، فقد طار فعلاً مفاعل . إن المزايا الناتجة من ازدياد الكفاءة وقدرة الحمولة فى سفينة ذرية تنطبق على طائرة ذرية . فى الواقع ، لا يمكن للطائرات العادية أن تحمل كمية وافية من الوقود رغم أن الطائرة الكبيرة يمكنها أن تحمل أكثر من ٥٠ طناً من الجازولين فى خزاناتها . ويجب أن تعد المطارات بطريقة مناسبة حتى لا تحدث كوارث نتيجة انفجار الوقود فى الجو . كما أن الطيران الطويل فوق الماء له متاعبه ، فقد سبب تجمع حوادث صغيرة ، كالعواصف وتوقف محرك ونقص الوقود ، فى حدوث مآس .

ويحل الوقود الذرى كل تلك المشاكل ، فإن بضع أوقيات من اليورانيوم تمكن الطائرة من الطيران إلى ما لا نهاية .

وقد اقترحت عدة طرق لاستخدام الطاقة الذرية فى تسيير الطائرات ، وكلها تستعمل المفاعل كآلة حرارية ولكنها لا تحول الحرارة إلى كهرباء . وكلها تشابه الآلات العادية أساساً .

فأول طريقة هى استعمال المفاعل لتوليد البخار كما هو الحال فى سفينة ذرية أو محرك ذرى . وفى هذه الحالة يحرك البخار التربينات المتصلة بالمحركات مباشرة .

وربما يكون من الأحسن — وإن كان أصعب — الاستغناء عن البخار واستعمال الهواء فى جهاز التبادل الحرارى ؛ إذ يمكن تمريره إلى المفاعل وتسخينه ، ثم تفريغه فى تربينة تعمل بالغاز . ويحرك الهواء الساخن التربينة التى تضغط وتسخن مزيداً من الهواء وتخرجه بقوة ، وحينئذ لن تكون هناك حاجة إلى محركات . وتكون الآلة من نوع النفاث التربينى شبيهة بالآلات التالية ، فيما عدا أنها تستعمل الانقسام الذرى بدلاً من استعمالها كلهب لتسخين الهواء .



	DC-8 TERRESTRIAL TRANSPORT	NUCLEAR LUNAR TRANSPORT	LARGE CHEMICAL LUNAR TRANSPORT
GROSS WT	280,000 LBS	270,000 LBS	6,000,000 LBS
FUEL	122,000 LBS	213,000 LBS	5,500,000 LBS
PAYLOAD	36,000 LBS	17,000 LBS	16,000 LBS

(صورة رقم ١٥)

الصواريخ النووية التى تستطيع توليد طاقة هائلة لمدة طويلة ، وذلك باستخدام كمية صغيرة من الوقود ـ وهى تبشر ببداية طريق الإنسان لاستكشاف المجموعة الشمسية .

وهناك ما هو أبسط من ذلك ، وهو النفاثات الذرية حيث لا يوجد فى هذا النوع تربينات ؛ إذ أن حركة الطائرة تقذف الهواء إلى غرفة خاصة وتضغطه، ثم يعمل المفاعل على تسخينه فينتقل الهواء الساخن المضغوط إلى الخلف فتتحرك الطائرة . ويجب أن تكون النفاثات متحركة فى الهواء بسرعة شديدة قبل البدء فى العمل ، وهذا يعنى أن الحاجة ماسة إلى أنواع أخرى من الآلات للبدء فى تشغيلها .

والآلات الذرية النفاثة، التى تستعمل الهواء الساخن داخل المفاعل، معقدة غاية التعقيد فى طرق وقايتها ؛ إذ أن الهواء المشع يستهلك مباشرة فى الجو قريباً من الركاب . ومن بين الحلول، تصميم الطائرات بحيث تكون الآلات بعيدة عن الركاب ، خلفهم مثلاً ، حتى يكونوا بعيدين عن الإشعاعات (إذ يجب أن تنشر بسرعة فى الجو بحيث لا تصبح خطرة على السكان) . والمفاعلات الصغيرة من الطراز السريع التى ليس لها معدل ، والتى تستعمل النيوترونات السريعة يمكن استعمالها على أن تكون متعددة ومركبة فى أطراف الأجنحة .

وفى كل الأحوال تعتبر الوقاية مسألة صعبة . فإذا احتاج الأمر إلى مائتى طن من الصلب والبلاستيك لوقاية الركاب وطاقم الطائرة كما هو الحال فى المحرك الذرى ، فإنه يبدو فى تلك الحالة أن استعمال الطائرة الذرية يكون غير عملى ، فإن الوفر حمولة فى الوقود لا تتجاوز خمسين طناً ، وربما لا تكون الحاجة ماسة إلى الطبقات الواقية . ويقترح بعض الخبراء أن يكتفى بهذه الطبقات الواقية حول جانب المفاعل القريب من الركاب لأن الإشعاعات التى توجد فى الاتجاهات الأخرى تتصاعد إلى أعلى فى طبقات الجو فلا تسبب أضراراً .

وفيما وراء الهواء يوجد الفضاء حيث تقاس المسافات بمقاييس فلكية، تكون الحاجة ماسة إلى ماكينة لا تستهلك وزناً يذكر من الوقود . وبذا قد يصبح سفر الصاروخ الذرى بين الكواكب أمراً ممكناً .

والصواريخ تعمل بنفث بعض المواد خلفها بسرعة فائقة . وهى لاتحتاج إلى هواء ويمكنها أن تعمل بكفاءة أكثر خارج الغلاف الجوى . وهى تعتبر آلات حرارية . وتستخدم الحرارة التى تنتجها لعمل النفاثات ذات السرعة الفائقة لتدفعها . والنفاثة عبارة عن غاز استهلك نتيجة احتراق وقود الآلة . وربما لا يكون الأمر كذلك ؛ إذ ربما تكون النفاثة من مادة مختلفة تماماً تسخن عن طريق الآلة نفسها .

ويحتمل أن يصمم المفاعل الذرى بحيث تكون منتجات الانقسام ذرات سريعة الحركة وأجزاء من الذرة توجه كلها إلى دافع نفاث . وهذا يجعل عمل الصاروخ الذرى مماثلاً للذى يعمل بالطاقة الكيماوية . ويحتمل كذلك استعمال وقود شغال كالأيدروجين فى صواريخ ذرية ، ويسخن داخل المفاعل فيمتد لدفع المؤخرة فينطلق الصاروخ . والصاروخ الذرى ما زال حلماً لم يتحقق ، بينما السفن الذرية والقطارات الذرية والطائرات الذرية ليست كذلك . وتستمر الأبحاث قدماً شهراً بشهر . وهذه المركبات سوف تحقق تقدماً فى وسائل النقل الحالية قبل أن تنطلق سفينة الفضاء الذرية نحو كوكب المريخ .