السفر بين الكواكب

أ. شتيرنفلد

ترجمة شوقي جلال

السفر بين الكواكب

تأليف
أ. شتيرنفلد

تقديم وترجمة
شوقي جلال

هنـــداوي

السفر بين الكواكب

أ. شتيرنفلد

Interplanetary Travel

A. Sternfeld

الناشر مؤسسة هنداوي
المشهرة برقم ١٠٥٨٥٩٧٠ بتاريخ ٢٦ / ١ / ٢٠١٧

يورك هاوس، شييت ستريت، ويندسور، SL4 1DD، المملكة المتحدة
تليفون: ٨٣٢٥٢٢ ١٧٥٣ (٠) ٤٤ +
البريد الإلكتروني: hindawi@hindawi.org
الموقع الإلكتروني: https://www.hindawi.org

إنَّ مؤسسة هنداوي غير مسئولة عن آراء المؤلف وأفكاره، وإنما يعبِّر الكتاب عن آراء مؤلفه.

تصميم الغلاف: ولاء الشاهد

الترقيم الدولي: ١ ٣٨٧٩ ٥٢٧٣ ١ ٩٧٨

صدر أصل هذا الكتاب باللغة الإنجليزية عام ١٩٥٧.
صدرت هذه الترجمة عام ٢٠١٤.
صدرت هذه النسخة عن مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٥.

جميع حقوق النشر الخاصة بتصميم هذا الكتاب وتصميم الغلاف محفوظة لمؤسسة هنداوي.
جميع حقوق النشر الخاصة بنص العمل الأصلي محفوظة للسيد الأستاذ شوقي جلال.

المحتويات

سنوات العُمر وحصاد الهشيم	٧
مقدمة الطبعة الثانية	١٥
مقدمة الطبعة الأولى	١٩
١- السفر عبر الفضاء	٢١
٢- سفن الفضاء	٢٧
٣- حول سفينة الفضاء	٤٣
٤- القمر الصناعي	٥٥
٥- رحلات الفضاء	٦١
خاتمة	٧٧

سنوات العُمر وحصاد الهشيم

نشأتُ في أحضان الحركة الوطنية لاستقلال ونهضة مصر، التي استعانَت بالكفاح المُسلَّح حينًا، واستطاعَت على مدى قرن من الزمان وحتى منتصف العشرين أن تُعيد لمصر وعيَها بذاتها بعد غيابٍ امتدَّ قرونًا بفعل قوى الكولونيالية والإمبريالية، ابتداءً من الفُرس ومرورًا بالرومان والعرب والمماليك والأتراك.

ومع انتصاف القرن العشرين شَهدت مصر تحوُّلًا سياسيًّا قسريًّا يحمل ظاهريًّا بعض شعارات الحركة الوطنية، وإن أنكَرها واستنكرها في الممارسة العملية، بدلًا من أن يكون امتدادًا لإيجابياتها بشأن الديمقراطية ونظام حكم المؤسَّسات والفصل بين السُّلطات، وترسُّخ مَطلب الحريات وحقوق وواجب الإنسان المصري العام في المشاركة المُنظَّمة مؤسَّسيًّا لإدارة شئون مجتمعه وبناء مستقبله.

البداية لي مع عام ١٩٣١م ... مصر في وعيِ جيلي إرادةٌ وعزم صادقان على النهوض، التحرُّر من الاستعمار، العدالة الاجتماعية ومحاربة الفقر والفساد والحفاء، التحديث الاجتماعي واللحاق بالحداثة الأوروبية فنًّا وأدبًا وعلمًا وإنجازاتٍ مادية (تكنولوجيا) ... ومصر قوةٌ إنتاجية واعدة، يحفظها حُلمٌ مُؤسَّس على تاريخٍ حضاري سالف وواقعٍ واعد، وإن ضاقت ساحته بصراع المتناقضات، ورؤًى مُبشِّرة في المستقبل الذي يليق بمكانة مصر ... مصر فجرُ الضميرِ والمجدِ الحضاري التليد.

نشأتُ في واقع حضاري ثوري أسهَم في تأسيسه نِضالُ أجيالٍ ثلاثة قبل جيلي، استيقظَت بدايةً على ضوء مدافع الغرب، وأفاقَت وتململَت تدعو وتُحفِّز، تُبشِّر وتُنذِر، واستهلَّت مشروع التحديث إلى أن خطت أول الطريق في عهد «محمد علي» الذي أشرت في كتبي إلى أنه كان مُناسَبةً لا سببًا ... ومن هنا مصر ثقافة جديدة ... مصر الوطن والمواطَنة

تستوعب الموروث بعقل نقدي جديد ... ثقافة الوعي بالذاتية التاريخية بعد جهود متوالية من الغُزاة على مدى أكثر من ألفَي عام لطمسِ هذه الذاتية والانسلاخ عنها ... استعادت مصر اسمها وتاريخها على يدَي الأزهريِّ رفاعة الطهطاوي، واستعادت ذاتيتَها الوطنية على أيدي فلَّاحي مصر العسكريين أحمد عرابي ورفاقه.

تربَّيت مثلما تَربَّى جيلي على قِيم الحُرية والتحرير والتغيير ... ثقافة التسامح مع المذاهب الفكرية والعقائد الدينية ... كتُب مَن كتَب «لماذا أنا مُلحِد؟» مثل أدهم، أو «لماذا أنا مسلم؟» مثل عبد المتعال الصعيدي. وانتقدهما مَن انتقدهما دون أن يُفسِد النقدُ للودِّ قضيةً ... وكانت مصر قِبلة المُتعطِّشين إلى الحداثة من المُثقَّفين العرب ... ولم يكن الجوار بعدُ ناهضًا ولا مناهِضًا أو مُزاحِمًا ... مصر هي الكلمة، ومصر هي الفعل.

وشَهِدَت مصرُ التي عشتُها وملأَت عليَّ وجداني وعقلي الكثيرَ من أعلام الفكر والأدب والعلوم والفنون والرياضة ... كانوا النجوم الهادية، مثل مشرفة الذي ذاع عنه باعتزازٍ مصري أنه نظير آينشتاين، والشيخ علي عبد الرازق، والشيخ جمال الدين الأفغاني، والشيخ محمد عبده، وطه حسين، وسلامة موسى، ومختار النحات العظيم، ورءوف صروف، وشبلي شميل، وجورجي زيدان، وروز اليوسف، وهدى شعراوي، ومي، وسيد درويش، وداود حسني، ومحمد عبد الوهاب، وأم كلثوم ... ولمعت أسماءُ رياضيين دوليين في السباحة وكرة القدم والشيش ... هؤلاء وغيرهم نجومٌ سواطعُ تَهدينا إلى الطريق، وتُحفِّزنا للاقتداء بهم باسم مصر ومن أجل مصر.

وتعلَّمتُ في مدرسة ثانوية خيرية؛ أي للفقراء، ولكن استمعت فيها لأول مرة إلى فاجنر معزوفًا على شاشة مسرح المدرسة، وتربَّيت كما تربَّى أقراني على كتبٍ مثل «تاريخ الأديان في العالم» دون حساسية أو انحياز، ومجلات ثقافية مثل: «مجلتي»، و«الرسالة»، و«الثقافة»، و«الكتاب»، و«الكاتب»، و«المقتطف»، و«الفصول» ... ولن أنسى مجلةً تنويرية أسبوعية ساخرة هي «البعكوكة»، الواسعة الانتشار، وإحدى شخصياتها الأسبوعية الناقدة «الشيخ بعجر» الذي نقرأ على لسانه نقدًا ساخرًا للمتنطِّعين باسم الدين.

وشاهدَت مصر الغنية بالمتاحف العلمية نهضةً مُواكِبة من المدارس الفكرية والعلمية، فجاءت نشأةُ جامعة القاهرة ببعضِ الجهد النضالي والتحدي ضد الاستعمار، وضمَّت الجامعة أسماء أعلام أسهموا بجهدٍ مُتميِّز وتاريخي: شفيق غربال، وإبراهيم حسن، وأحمد أمين، في الأدب والتراث، ويوسف مراد مُؤسِّس مدرسة علم النفس التكاملي، ومصطفى زيور مُؤسِّس مدرسة علم النفس التحليلي، وعبد العزيز القوصي في علم النفس التربوي ... وغيرهم وغيرهم في العلوم والفنون والآداب.

ونشطت في مصر حركةُ الترجمة العلمية المرتبطة بالهدف القومي واستيعاب علوم وفكر العصر، وتوظيف ذلك لبناء مصر الجديدة، وإذا كانت جهود الترجمة في العصر الحديث بدأت على يدَي رفاعة الطهطاوي ومدرسة الألسن، فحَريٌّ أن نَذكر بقدرٍ كبير من الزهو لجنةَ التأليف والترجمة والنشر التي رأسها أحمد أمين، وقدَّمت ثروةً من الإنجازات البالغة الأهمية بمقاييس العصر، وكانت نموذجًا احتذَته مجتمعاتٌ عربية أخرى. وكم شعرتُ بالفَخَار عند زيارتي للجنة التأليف والترجمة والنشر في الرباط بالمغرب، وقال لي رئيسها إننا هنا نقتدي بمصر.

تحدَّدَ طموحي، مثل أقراني وأبناء جيلي، في النضال من أجل مصر الحُرة ... الواعية في اعتزاز بتاريخها ... الجادة في سعيها لبناء مجدها الحضاري العصري، اعتمادًا على سواعد وعقول أبنائها، والعمل على إنتاج وجودها الحديث المادي والفكري إبداعًا ذاتيًّا، وانتماءً نقديًّا إلى العالم المتقدِّم ... وكان طموحي أن أكون مثل مَن أُشرِبَت نفسي بعِلمهم وثقافتهم وقِيمهم، وأن أُسهِم إيجابيًّا في بناء مصر الحُرة/المستقلة/المنتِجة ...

وسعيتُ على الرغم من تعدُّد السُّبل إلى أن أكون إيجابيًّا في جهدي لذلك بمداوَمة الفكر والتفكير دون قيود غير العقل الناقد، والاطِّلاع على كل جديد من غير انحياز أو عُقَد، وأن أُتابِع فكر وجهود الساعين إلى ذلك من خلال التنظيمات والأحزاب ... واستطعتُ الانتصار على قيود ومحاذير الفقر بالاعتماد على نفسي، ولكن العَقَبة الأخطر في الطريق هي سنوات الاعتقال السياسي المُتقطِّعة على فتراتٍ دونَ محاكَمة، وبلغ مجموعها اثنتَي عشرة سنةً بدأت عام ١٩٤٨م، وحتى نهايتها ١٩٦٥م. وحاوَلت أن أنتصر على قسوة وآلام التعذيب في السجون والمعتقلات، من السجن الحربي إلى ليمان أبي زعبل؛ حيث كُنَّا نعيش حُفاة الأقدام، شِبه عُراة الأبدان، نَشقى في عمل تكسير الزلط تحت وَطْأة الشمس الحارقة، والسِّياط اللاهبة، والسِّباب المُقذِعة، والشتائم المُهِينة الجارحة، ولم أتخلَّ عن طموحي وجهدي من أجل مصر ... مصر العقل الجديد.

وبدأتُ الكتابةَ أول الأمر وأنا طالب بالجامعة، في سلسلة «كتابي» التي يُصدِرها حلمي مراد ... وأول موضوع كتبته عام ١٩٥٣م بعنوان «مُذكِّرات الولد الشقي»، وهو تلخيص لمذكرات تشارلز داروين. ولكنني لم أرَه بسبب الاعتقال.

ولكي أتجنَّب خيوطَ المنع والحظر رأيت أن أتكلَّم بلسانِ غيري، مع إضافة رأيي في مُقدِّمة وهوامش؛ ومن هنا اتَّخذتُ الترجمة وسيلةً لكي أبدأ مشروعي «تغيير العقل المصري العربي»، وصدَر لي عام ١٩٥٧م عن دار النديم كتابان هما: «السَّفَر بين الكواكب»،

وهو أول كتاب علمي مترجم عن علوم ورحلات الفضاء، صدَر بمناسبة إطلاق الكلبة لايكا إلى الفضاء. والكتاب الثاني «بافلوف، حياته وأعماله»، وهو أيضًا أول كتاب علمي مترجم عن هذا العالِم الروسي الفَذِّ الذي كنت أعتزم أن أرصد له جهدي في دراستي الجامعية العليا. ثم انقطعتُ عن الكتابة والترجمة ثانيةً سنواتٍ سبعًا بسبب الاعتقالات السياسية، وعلى الرغم من كل ما عانيتُه في المعتقلات تطوَّعتُ — وأنا المستقل سياسيًّا غير المنخرط في أي تنظيم — بعد هزيمة ١٩٦٧م، لكي أحملَ السلاح دفاعًا عن بلدي مصر، ولكن جهات الأمن السياسي استدعَتني وحذَّرتني وطالَبتني صراحة: «انت لأ ... تقعد في البيت.»

وواصلتُ جهدي في التحدُّث بلسان الآخرين، وقدَّمت ترجمةً لرواية «المسيح يُصلَب من جديد» تأليف نيقوس كازانتزاكيس، الذي عشقتُ كتاباته وشعرت بنوع من التماهي معه. وتوالت الترجمات التي لا يَعنيني كَمِّيتها التي تجاوَزت الستين، ولكن يَعنيني أنها مختاراتي من بين قراءاتي، وملتزمة جميعها بمشروعي من الانتقال إلى العقل العلمي، والتحوُّل عن ثقافة الكلمة إلى ثقافة الفعل.

وبدأتُ التأليف في تكاملٍ مع مشروع الترجمة، وصدر لي أول كتاب عام ١٩٩٠م بعنوان «نهاية الماركسية!» وهدفي منه نقد الثقافة العربية في التعامُل النصي الأرثوذكسي مع الفكر العالمي، متخذًا الحديثَ المتواتر عن سقوط الماركسية مثالًا، مع فصل بعنوان «هل سقطت الليبرالية؟» وأتبعتُ هذا بكتابٍ عنوانه «التراث والتاريخ»، وهو رؤيةٌ نقدية لأخطاء ثقافية شائعة في حياتنا، وحاكمة لنا، عن العقيدة والموروث الثقافي وفهم التاريخ.

وصدر كتابي الثالث بعنوان «العقل الأمريكي يُفكِّر: من الحرية الفردية إلى مسخ الكائنات»، وهو دراسة أكاديمية تُعطي بانوراما لتطوُّر العقل الأمريكي السائد على مدى ١٦٠ عامًا، ابتداءً من الآباء المُؤسِّسين لتصحيح صورة أمريكا المُدَّعاة في حياتنا، ومجابَهة الحقيقة، وأُؤكِّد فيه العلاقة الجدلية بين الفكر والواقع العملي نشأةً وتطوُّرًا، وأن الفكر هو مُنتَج الفعل الاجتماعي في تطوُّر جدلي مُطَّرد، مستشهِدًا بتطوُّر الفكر/الفعل الأمريكي في مجالات الفلسفة/العلم/الآداب والفنون، مُوثِّقًا ذلك بنصوصٍ لأئمة الفِكر الأمريكيِّين.

وبلغ مجموع مُؤلَّفاتي أربعة عشر عنوانًا، آخِرها «الشك الخلَّاق في حوار مع السلف»، وأعكف منذ سنوات على إصدار دراسة عن انتحار الحضارات ... كيف سقطت بفعل أبنائها وأوَّلُهم رجالُ الدين، حين تكون لهم السُّلطةُ دونَ العقل؛ أي لأسباب داخلية أولًا وليست خارجيةً فقط. وذلك في ضوء ما نشاهده اليومَ من جماعات تُدمِّر وتنتحر وتَنحر مَن حولها باسم إحياء حضارة تفكَّكت وسقطت وتأخَّر تأبينها قرونًا.

قضايانا المُلِحَّة عديدة ومتكاملة، ومن هذه القضايا التي عرضتها في كتبي:

(١) إعادة بناء الإنسان المصري الذي تعمَّد الغُزاة والحُكَّام المُستبدُّون انسلاخَه عن تاريخه وعن هُويته؛ ولذلك لا تتوفَّر نظريةٌ جدلية متكاملة لتاريخ مصر منذ القِدم، وقد حاوَلها صبحي وحيدة، والدكتور حسين فوزي سندباد مصري، ومحمد العزب. وتلزم الإجابة على سؤال: ماذا أصاب الإنسان المصري على مدى التاريخ حتى أصبح على هذه الحال من السلبية واللامبالاة؟ حتى لا نُردِّد ما قاله المقريزي وغيره: «قال الرخاء أنا ذاهب إلى مصر، فقال الذلُّ وأنا معك».

ثم إننا نعيش الآن في عصر أو حضارة الإنسان العام المشارِك إيجابيًّا، عن علمٍ وقدرةٍ، في إدارة شئون أُمَّته مع مسئوليته عن الإنسان والبيئة في العالم. ويتناقص هذا مع الظروف التاريخية وحياة الاستبداد والقهر التي صاغت الإنسان المصري، وباتت موروثًا اجتماعيًّا وثقافةً نافذة.

وحَرِي أن نتخلَّى عن الالتزام بإنجاز ما أُسمِّيه المعادلة المستحيلة؛ ألَا وهي نزعة المواءمة أو الجمع بين حضارة العلم والتكنولوجيا والعقل العلمي النقدي، وبين الموروث الثقافي المُتحجِّر الذي انتهى عصره. وإن أوَّل مَعالم الطريق إلى النهضة الحضارية إنما يتجلَّى بدايةً في سقوطِ هَيبة السلف والفكر السلفي وعبادة السلف في أذهان العامة، ومن ثَم إحلال ثقافة التغيير والتطوير باعتماد العقل العلمي النقدي؛ لذلك نُؤكِّد دائمًا أن لا نهضة لمصر إلا بنهضة الفلاح المصري في قُرى ونجوع الشمال والجنوب، هذا الفلاح هو مصر، الذي ظلَّ يحمل على فَودَيْه رسمًا نزعم سخريةً أنه عصفور … وهو حورس الحامي.

(٢) اتساقًا مع هذا نحن بحاجة إلى دِراسة العلاقة العكسية بين الاستبداد والإبداع … الاستبدادُ يصنع روبوتًا فضيلتُه الطاعةُ دون حق السؤال، والحريةُ هي صانعة الإنسان … الحرية كما يقول فيلسوف العلم دانييل دنيت هي القوة الحافزة للتطوُّر الخلَّاق للحياة منذ نشأتها حتى بلغت مرحليًّا أعلى صورها في صورة الجهاز العصبي للإنسان.

(٣) المُثقَّفون المصريون مسئولون أولًا وأساسًا عن واقع حال مصر الراهن؛ إذ بدأ المُثقَّف الحديث مُوظَّفًا تابعًا للسُّلطة الحاكمة وقد نشأ وتربَّى على ثقافة الطاعة، بينما المُثقَّف المستنير هو مَن يحافظ على مسافة نقدية فاصلة بينه وبين ذوي السلطان؛ أي سُلطة دينية، أو سياسية، أو عقائدية؛ لكي تتهيَّأ له فرصةُ الرؤى في عقلٍ نقدي يُنير بها الطريق إلى المستقبل.

(٤) سبَق أن ذكرتُ في كتابي «أركيولوجيا العقل العربي» أن التراث الثقافي الذي عاش ممتدًّا في الزمان التاريخي الاجتماعي، وإنْ أخَذ مُسمَّيات دينيةً لاحقة؛ هو التراث الهرمي في مصر … تراث هرمي مُثلَّث المعظمات، لا يزال يُقسِم باسمه المصريون (معظمًا ثلاثًا)، ويحمل هذا التراث صفات وخصائص البيئة والذهنية المصرية، وأراه تراث تحوت أو توت رب الحكمة والقلم في الديانة المصرية، وإن حمل حينًا اسمًا إغريقيًّا … وأرى أن هذا التراثَ هو الحاكمُ للثقافة الشعبية السائدة التي امتدَّت مع حالة الركود الاجتماعي قرونًا. وهذه الثقافة التي تصوغ ذهنيةَ المصري هي التي تُجهِض إرادة وفعالية الإنسان لحساب قوة مفارقة، لها القدسية والفعالية.

ويستلزم هذا تحوُّلًا حقيقيًّا وموضوعيًّا من ثقافة الكلمة والثبات إلى ثقافة الفعل والتغيير … من ثقافة اللسان إلى ثقافة اليد والأداة. وهذا هو ما سينقُلنا طبيعيًّا إلى ثقافة التناقض والحركة كشرط وجودي … الحركة مع التناقض … الفعالية بين «النحن والآخر» … الانتقال من ثقافة الإقصاء المُفضِية إلى الانشقاق والانقسام — دائِنا التاريخي — إلى ثقافة التناقض أو تلازم النقيضَين … إذ إن ثقافة الحركة الفكرية والمادية في جدل مشترك مطَّرد، لا تنشأ ولا تكون إلا بين نقيضَين «نحن والآخر»، ووجود كلِّ طرَفٍ رهْنُ وجودِ الآخر … ولهذا نشأ الحوار الذي هو صراع في إطار الوحدة، أو حركة في إطار التناقض … إن الصورة لا تكتمل ولا نفهمها إلا في دلالاتها الحركية؛ أي وجود النقيضَين، وإلا بدَت مواتًا … وهل الحياة إلا حركة بين نقائض؟!

ويكتمل ما سبَق بالحديث عمَّا اصطلحنا على تسميته أزمة الترجمة في العالم العربي. وسبَق أن تناولتُ هذا تفصيلًا في ضوءِ إحصاءاتٍ ذاتِ دلالة، سواء في كتابي «الترجمة في العالم العربي» أو في تقرير التنمية الإنسانية للأمم المتحدة ٢٠٠٣م. وتُؤكِّد الدراسة أن الترجمة مُتدنِّية أشد التدني، وطالَبنا — كما سبَق أنْ طالَب عميد الأدب العربي طه حسين — بإنشاء مُؤسَّسة عربية للترجمة. ولكن على الرغم من محاوَلات الإنقاذ وسَتر العورة وإنشاء مراكز ترجمة في عدد من البلاد العربية، مع رصدِ أموالٍ ضخمة في بلدان الخليج، فإنها تُؤكِّد جميعًا تشتُّتَ الجهود دونَ هدف استراتيجي جامع واضح مشترك.

وهذا ما أكَّده أيضًا التقرير العربي الأول للتنمية الثقافية؛ إذ أوضَح تقريرُ عام ٢٠٠٧م أن المُناخ السياسي المُتَّسم بالاستبداد والقهر وغياب الحريات أدَّى إلى انتعاش الظلامية والفكر الأصولي السلفي المتطرِّف. وأشار إلى أن هذا المُناخ هو المسئول عن انصراف الإنسان العربي عن ثقافة تحصيل العلم، وعن الاهتمام بالقراءة وبالبحث.

والرأي عندي أن واقع حال الترجمة، بعيدًا عن الشكليات والأرقام الصمَّاء، ليس أزمة، بل هو موقف ثقافي اجتماعي من المعرفة والإبداع والتجديد قرين الفعالية المجتمعية لإنتاج الوجود الذاتي. ولا يستقيم الحديث عن الترجمة دونَ الحديث عن الفعل الإبداعي المجتمعي والفضول المعرفي ... الفعل والفكر الاجتماعيان في اقترانٍ جدلي تطوُّري ... وهذا غير وارد في ثقافتنا؛ ثقافةِ الإقصاء والاكتفاء الذاتي بالموروث ... ولا يستقيم كذلك دونَ الحديث عن الإنسان، وتغيير الواقع بإرادة ذاتية، وبالانخراط كقوة فاعلة إيجابيًّا في الفعل والفكر العالميَّين؛ أي الانخراط في الحداثة انخراطًا إبداعيًّا ذاتيًّا تكامليًّا في تطوُّر مرحلي ... أعني الوحدة مع الصراع في العالَم الحديث؛ فهذا شرط التغيير الجذري الحضاري نحو واقع مصري يُبدعه الإنسان المصري.

والآن وقد تجاوزتُ التسعين من العمر أنظر إلى الحياة نظرةَ مُودِّع، أراني أفتقد مصر التي كانت في خاطري، وأرى أن مصر على مستوى الإنسان العام تغوص على نحو غير مسبوق في وحل اللامعقول الموروث، مصر لم تَعُد مجتمعًا، بل أصبحت تجمُّعًا سكنيًّا، وقد أُضيفُ ما أضافه لي الصديقُ الأجلُّ أنور عبد الملك، وهو أنها باتت تجمُّعًا سكنيًّا لغرائزَ مُنفلِتة ... أفتقد مصرَ الحلم الحافز، مصر الوعي الموحد تاريخيًّا، مصر الوطن والمواطَنة، مصر الواقع المشحون بإرادة الفعل والفكر والحركة الجماعية ... مصر المستقبل ... أفتقد كل هذا ولا أرى غير فرط العمر والركض وراء السراب.

ولكن تحت الرماد جذوة نار قد تتأجَّج ويشتد لهيبها ... ومن بين رُكام الفوضى ينبثق الأمل ... هكذا علَّمنا التاريخ ... ومياه النيل لا ترتَدُّ أبدًا إلى وراء.

شوقي جلال

مقدمة الطبعة الثانية

السفر عبر الفضاء حلم داعب خيال البشرية منذ بداية الوعي بالوجود. حلم جمع بين الرهبة والخوف من كائنات غريبة تسكن الفضاء، وبين الخيال والطموح الجامح. وعبَّر الإنسان عن حلمه الجَسور بعبارات مزيج من الروع والقداسة والخيال الأدبي؛ حيث ينطلق اللسان بأحاديث عن سكان الفضاء وما يحملونه للبشر من نُذر شر أو بشائر خير، وقدرات على رسم المصير والتحكم في شئون البشر؛ وحينًا آخر بأحاديث وروايات تدخل باب الخيال الأدبي أو الخيال العلمي. وظل الفضاء رهانًا ونطاقًا لا يقربه الإنسان إلا بخياله.

ولكن البشرية بإرادتها الصلبة، ودأبها على تحصيل المعارف، ورغبتها الأصلية في مغامرة كشف الحجب ورفع أستار المجهول، وإيمانًا بحقها في الفهم والمعرفة وانتزاع حقها في الوجود، وأن لا مستحيل، استطاعت مرحلة بعد مرحلة أن تعزز خَطْوها على هذه الأرض، داخل هذا الكون الفسيح تبحث، وبفضل السؤال والشك ومغامرة المعرفة، وتراكم الإنجازات، وتضافر الجهود العلمية وفهم قوانين الطبيعة، استطاعت اختراق حُجب الفضاء القريب ثم البعيد، مع التطلع إلى الأبعد فالأبعد، وكأن الكون كله بين يدي البشر مجال للاستثمار، ومجال للمزيد من البحث والمغامرة المعرفية، ومجال للإنجاز والوثب إلى البعيد، إلى حيث دان لها المستحيل.

عرف الإنسان الجاذبية مبحثًا علميًّا له قوانين، وتيسر له تفسير الكثير من الظواهر، ولكنه ظن نفسه أسير جاذبية كوكب الأرض. وواصل جهود البحث العلمي لفهم ظواهر الطبيعة من حوله، وعرف كيف يخترق حاجز الجاذبية، واكتشاف قوانين الفضاء.

ظل السؤال الأبدي: ماذا عن مكان ومكانة الإنسان على هذا الكوكب الأرضي وفي الكون؟

كانت للقدماء جهودهم وأحلامهم التي تجسَّدت في رؤًى وتأملات عن النجوم والكواكب، وعلاقتها بمصائر وأقدار البشر والمجتمعات. ومع هذه الجهود والرؤى رسموا خرائط الكون القريب، وحدثونا عن أبراج السماء وانتماء البشر إليها. نجد هذا في بابل وآشور، وفي مصر القديمة، وفي حضارتَي الأزتك ومايا في أمريكا الجنوبية، وفي بلدان آسيا حيث الصين والهند ... إلخ، أي إنها قضية إنسانية أو مشكلة مؤرِّقة للإنسان. وظل الإنسان على مدى هذا التاريخ كيانًا مفعولًا له، خاضعًا لأقدار تسطرها أبراج السماء تجسيدًا لأقدار أعلى. أو هكذا كانت صورة الكون وتصور الإنسان. وساد اعتقاد أن الكون كله تجلٍّ لقدرة أعظم، وأن الإنسان هو محور الكون، وترسَّخ على مدى الأحقاب رأي أن الإنسان كيان منفصل ومستقل عن الطبيعة التي نشأت، حسب تصوره، لخدمته وقد أتاها عابرًا.

ولكن البشرية، بفضل جهود البحث الدءوب، وتراكم المعارف التي تجسد تراث الإنسانية، والقدرة على فرز الغث وإضافة الجديد الجيد، بدأت مسيرة مغايرة نوعيًّا على طريق كشف أستار الحُجب، وتمثل المسيرة بداية الشك في الموروث، والتحدي للتقليد، والجسارة لإثبات المغاير المختلف تأسيسًا على البحث العلمي، وإطالة النظر، والبرهان، والالتزام بمنهج حاكم لكل هذا، هو المنهج العلمي.

وعانى أهل الفكر والبحث والنظر أشدَّ المعاناة للتعبير عن إنجازاتهم، واقتناص الفرصة للإفصاح عن حقيقة جديدة. وما أشدَّ الآلام والمعاناة! وهكذا عرفت ساحة العلم شهداء ضحَّوا فداء المعرفة، منهم من قُتل على الخازوق أو حرقًا، ومنهم من أُودِع السجن، ومنهم من قنع بأن سجن هو أفكاره حبيسة بين جوانحه، أو أرغمته سلطات التراث على الإنكار والاستنكار. وعرفت ساحة العلم رُوَّادًا تدين لهم جميعًا بالفضل. والفضل ممتد منذ قديم الزمان وموصول حتى يومنا هذا بفضل الجهود المُطَّردة.

بدأت عمليات البحث في العصر الحديث على يدي نيقولا كوبرنيك في القرن ١٦، الذي رأى أن الأرض ليست مركز الكون. وهو الرأي الذي دعمه من بعده جاليليو جاليلي في مطلع القرن ١٧، مع أول تلسكوب يوضح برؤية العين أن الأرض كوكب يدور في فلك حول الشمس. وتتابعت موجات البحث العلمي الفلكي على مدى القرون التالية، واتَّسع أفق الكون المحيط، وتزايدت التساؤلات التي تلتمس الإجابة، وتوفرت بفضل البحث العلمي تكنولوجيات، أي أدوات بحث جديدة متطورة بالغة الدقة والقدرة، وتضاعفت طموحات البشرية، واتسعت آفاق الرؤى والبحث بقدر اتساع آفاق غموض الكون.

ومنذ أكثر من خمسين عامًا صدر هذا الكتاب في ترجمته العربية، بينما البشرية على أعتاب الأمل لاختراق حجب الفضاء، وكان لا يزال الأمل العربي غضًّا جنينًا أو جديدًا في ألَّا

يقنع العرب بدور المشاهدين للفتوحات العلمية؛ إذ يرونها بعين التقليد إعجازًا لا إنجازًا، وإنما الأمل في أن يكونوا مشاركين موضوعيين، سبَّاقين أو أندادًا أكفاءً مثلما كانت الصين وقتذاك ومثلما هي الآن. ومضت السنون ونحن أسرى الإعجاز.

وصدر الكتاب وقتذاك، ولا يزال حتى يومنا هذا، تجسيدًا للأمل وتوضيحًا للحدث، وتعبيرًا عن المبادئ العلمية الأساسية لعلوم الفضاء وإنجازاته. يُعتبر الكتاب في تاريخ صدوره أول كتاب عربي علمي عن الفضاء، مع أول رحلة إلى الفضاء مع إطلاق صاروخ يحمل الكلبة لايكا. وتتابعَت بعده كتب ودراسات مثلما تواترت رحلات الفضاء؛ لتعود بالكم الوفير من المعلومات التي تظل ملكًا لأصحاب الجهد والعلم. ويمثل الكتاب ضرورة للقارئ العربي الذي ينشد ألَّا يشعر بالغربة والاستغراب إزاء رحلات الفضاء، بل يشعر أنه على أُلفة بها، وأنها عمل بشري مؤسس على العلم والتكنولوجيا، وجهد ميسور لمن عقدوا العزم على المساهمة الإيجابية، يخوضون لجج نهر الحياة الدافق بدلًا من القناعة بالتقاعس والبقاء على قارعة طريق الحياة، رءوسهم تعشعش فيها أفكار بالية، بينما العيون مذهولة من هول المفاجآت العلمية والتكنولوجية المتطورة أبدًا، وليس لهم فيها نصيب.

ويعرض الكتاب بأسلوب علمي بسيط يناسب المثقف العام. يبدأ بحكاية السفر عبر الفضاء في التراث الإنساني، وموقعها بين الأسطورة والعلم. ثم يُحدثنا عن سفن الفضاء: ما هي؟ وكيف تتكون؟ ومشكلاتها، وأهمها مشكلة الإفلات من جاذبية الأرض، وتكوين الصاروخ حامل السفينة وسرعاته وأنواع الوقود، ويقرن ذلك بصور ورسوم توضيحية للمجموعة الشمسية وزوايا الانطلاق والحركة، وهيكل مكونات الصاروخ. ثم يحدِّثنا بعد ذلك عن سفينة الفضاء المأهولة، وكيفية حياة رواد الفضاء من نوم وغذاء ومتابعة بحثية، والمشكلات النظرية والعلمية للعودة والهبوط على الأرض في موقع محدد لها.

ويقدم الكتاب رؤية توضيحية للقمر الاصطناعي: تصميمه، وطرق إطلاقه، ودوره لتوفير المعلومات عن طبقات الجو العليا، ودوره باعتباره محطة أرصاد طائرة، أو محطة لوجستية، فضلًا عن الاستفادة في مجالات أخرى عديدة، مثل البث الإعلامي والتجسس وغيره. ويحدثنا بعد ذلك عن الرحلات المزمع الانطلاق بها إلى كواكب المجموعة الشمسية، والتي كانت أملًا وقتذاك، وأصبحت حقيقة الآن، شاهدة على أن العلم هو السبيل الأوحد لتحقيق التقدم والرفاه، في ظل مجتمع مؤمن بالعلم، ومؤمن بالإنجاز وإرادة الإنسان والسبق في الماراثون الحضاري. هذا، أو لنقنع بدور المتفرج الذي يرى ولا يعمل، بل ولا يفهم.

وامتدَّت مسيرة العلم آمادًا فاقت كل الخيال، ومع كل هذه الإنجازات المذهلة، لا تزال المسيرة في البداية، وتفتحت تفاصيل لا نهائية، واتسعت آفاق لا حدود لها في علوم الفضاء والبيولوجيا وغيرها. واشتد عزم الإنسان، وقويت إرادته، وترسخ سلطان العلم والعلماء بفضل قوة رواده وعزمهم ودأبهم ومعاناتهم، الذين تحدَّوا سطوة وسلطان التقليد.

وأدعو القارئ إلى أن يقرأ مقدمة الطبعة الأولى المكتوبة منذ أكثر من خمسين عامًا، لتصدمه المفاجأة المتمثلة في الأمل المتوهج وقتذاك بأن يكون للعرب دورٌ ناجز في ساحة العلوم، ومنها علوم الفضاء، ولكن بعد هذه العقود الخمسة، يبين بوضوح كيف وُئد الأمل، كيف خبا وتبدَّد، أو ما ظنناه أملًا داعب خيالنا في شبابنا، وإذا به لا يزال سرابًا خادعًا، وكأننا إذ نعيد طبع الكتاب، إنما نرثي حلمًا من أحلام اليقظة في إطار سخرية الزمان.

شوقي جلال
القاهرة – ديسمبر ٢٠١٠م

مقدمة الطبعة الأولى

يتميَّز النصف الأخير من القرن الحالي، بحدثَين مهمَّين، خطا كلٌّ منهما بالإنسانية خطواتٍ جبَّارة إلى الأمام، ووسَّعا من آفاق إدراك الإنسان، وفتح كلٌّ منهما أمامه عصرًا تاريخيًّا جديدًا، وحضارة عريضة. ولقد كان كلٌّ منهما دلالة واضحة على مدى ما بلغه العقل الإنساني من تقدم في سُلَّم التطور، وبيانًا جليًّا عن مدى سيطرة هذا العقل على الطبيعة، وتحكمه فيها، وفهمه لقوانينها.

أما الحدث الأول، فهو تحطيم الذرة، ويعني هذا أن الإنسان وضع يده على مصدر لا ينفد من الطاقة المحرِّكة، وهي طاقة كفيلة بأن يسيِّر الإنسان بها السحب، وأن يحوِّل عناصر الطبيعة، ويقضي على كثير من الأمراض، ويشق بها الجبال، ويزرع الصحراء، ويحرِّك بها الآلات والسيارات، ويزيد الإنتاج، ويخلق بيئة صالحة، وتكون بذلك مصدر سعادة ورفاهية.

ولكن كيف عرف الإنسان هذا الحدث؟

لقد عرفه عام ١٩٤٥م، مع دقَّات أجراس الحِداد، بعد أن أُلقيَت أول قنبلة ذرية فوق هيروشيما. عرفه مع ضحايا هذه القنبلة، من قتلى، ومشوهين، ومشرَّدين.

وهنا وجلت القلوب، وخفَتت الأصوات، وجمدت الأبصار، ونظر الإنسان إلى حياته، ومستقبله، في يأس آمل، عسى أن يُكتَب للبشرية السلام، وتبدأ عصرًا جديدًا، بعد انتهاء الحرب العالمية، والانتصار على الفاشية.

والحدث الثاني الذي دفع بالبشرية إلى الأمام، وانتقل بها من عصر إلى عصر، هو إطلاق الاتحاد السوفييتي لأول قمر صناعي يدور حول الأرض.

وكم كان التباين واضحًا في استقبال الشعوب لكِلا الحدثَين، فإن كانت البشرية قابلت الحدث الأول، والوجوم يخيِّم عليها، واستمعَت إلى نبئه مع صرخات الأطفال، وبكاء النساء،

وصيحات الكهول، أبناء قتلى هيروشيما وضحاياها، فإنها استقبلت القمر الصناعي بالفرح والبهجة، وتحوَّل اليأس الآمل إلى أمل بسَّام.

فإن كانت البشرية قد دقَّت أجراس الحِداد مع إلقاء أول قنبلة ذرِّية، فقد حقَّ لها أن تدقَّ أجراس البِشر والأمل، مع إطلاق أول قمر صناعي يعلن سيطرة الإنسان على الطبيعة وخرقه لحُجُب الفضاء.

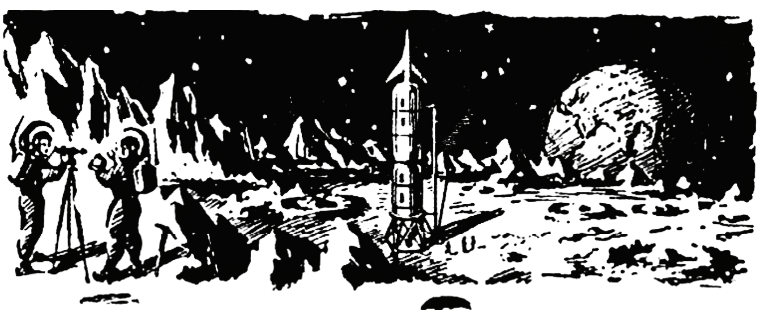
إنه انتصار في ميدان التنافس العلمي، في المعركة الخالدة التي بدأها الإنسان الأول مع الطبيعة، كي يبني حياة سعيدة جميلة.

شوقي جلال
٢٠ / ١٠ / ١٩٥٧م

الفصل الأول

السفر عبر الفضاء

بين الأسطورة والعلم



ظل السفر عبر الفضاء قرونًا طويلة وهو لا يعدو أن يكون أضغاث أحلام.

فهناك الكثير من الأساطير التي تحكي لنا قصة إنسان يطير إلى العوالم الأخرى، أو قصة زوَّار يأتون من تلك العوالم في زيارة للأرض: وعلم الأساطير اليونانية القديمة، على وجه الخصوص، غنيٌّ بمثل هذا النوع من الأساطير؛ فنحن نجد على سبيل المثال قصة إيكاروس. وإيكاروس هذا شخص ركب على ظهره أجنحة من الريش وثبتها بالشمع، ثم طار بها حتى اقترب من الشمس. وهنا ذاب الشمع وسقط إيكاروس في البحر وغرق. وهناك قصة أخرى، وهي قصة الإسكندر الأكبر الذي أراد أن يزور السماء في عربة تقودها مجموعة من النسور. وثمَّة أسطورة صينية تزعم لنا بأن السلالة الصينية انحدرت إلينا من القمر.

وفي الأيام المظلمة من العصور الوسطى، تجنب الناس فكرة التحليق في الفضاء، وكان ذلك خوفًا من اضطهاد الكنيسة. وشذَّت عن هذا الموقف الملحمة الهندية المسمَّاة «رامايانا»؛ إذ تحكي لنا الملحمة بأن بطلها سافر إلى السماء.

وفي عصر النهضة، بُعث من جديد الاهتمام بالتحليق بعيدًا عن الأرض. وانعكس ذلك في صورة رؤًى خيالية. ومع نمو معرفة الإنسان بالطبيعة، حلَّت التخمينات العلمية محل الأساطير.

وفي القرن السابع عشر، ظهرت أولى المحاولات التي أُعدَّت بطريقة فنية لتحقيق الاتصال بين الأرض والأجرام السماوية الأخرى، إلا أن هذه المحاولات، رغم ذلك، لم تكن مبنية على أساس علمي.

وأشار العالم الإنجليزي جون ويلكينز إلى أن التحليق في الفضاء من الأمور الممكنة، وكان ذلك في كتابه «مقال عن عالم جديد وكوكب آخر». وقد ذهب الروائي الفرنسي سيرانو دي برجراك إلى أبعد من ذلك. ومنذ أن عرف الإنسان كيفية الطيران، وهو يتحدث عن إمكانية استخدام الصواريخ للسفر عبر الفضاء، بل وصل به الأمر إلى أن تحدث عن أبسط تصميم لسفينة الفضاء التي تُبنى على هيئة صاروخ.

ولقد شاهد القرن التاسع عشر ظهور عدد من الروايات الخيالية التي تتحدث عن السفر عبر الفضاء، وبعض هذه الروايات لا تقوم على أساس علمي بالمرة؛ فهناك على سبيل المثال أبطال قصص الروائي جول فيرن، الذين أطلقتهم بندقية إلى القمر، إلا أن المؤلف تناسى تمامًا أن أبطاله هؤلاء سيلقون حتفهم حالما تُطلق البندقية.

وهناك الكثير من الروائيين الذين ظهروا في بداية القرن الحالي، وكتبوا روايات خيالية تعالج الحياة في العوالم الأخرى، ولقد شاعت هذه الروايات بين جمهور القراء، ومن هؤلاء الروائيين هـ. ج. ويلز في إنجلترا، وأ. بوجدانوف، وأخيرًا تولستوي وأ. بيلياييف في روسيا.

وهناك بعض العلماء الذين كتبوا عددًا من الروايات والقصص عن التحليق في الفضاء. ومن بين هؤلاء العلماء ك. أ. تسيولكوفسكي.

لا مراء في أن علم السفر عبر الفضاء أصبح من حقه الآن أن يُعامل على قدم المساواة مع أي فرعٍ من فروع العلوم الأخرى.

إن تاريخ علم السفر عبر الفضاء مرتبط ارتباطًا وثيقًا بالمجالات الأخرى للبحث العلمي؛ إذ من المستحيل مثلًا أن يُكتب لعلم السفر عبر الفضاء، البقاء دون دراية بعلم الفلك، أو دون معرفة بتعاليم نيقولا كوبرنيكوس عن بنية المجموعة الشمسية.

فقد برهن كوبرنيكوس على أن الأرض ليست هي مركز الكون، كما برهن على أن الكواكب بأكملها، وبما فيها الأرض، تدور حول الشمس، كما اكتشف يوحنا كيبلر القوانين التي تضبط حركة الكواكب، وحدَّد إسحق نيوتن بوضوح القوانين الأساسية التي تخضع لها حركات الأجرام السماوية. وكان نيوتن يرى كذلك أن من الممكن أن تنطلق قذيفة من الأرض، وتصبح بمثابة «قمر» مصغَّر، أي بمثابة كوكب صناعي تابع للأرض. كما كان يرى أن من الممكن أن ينطلق جسم من الأرض إلى الفراغ اللانهائي.

لهذا، فإن تعاليم كوبرنيكوس، والقوانين التي اكتشفها كيبلر ونيوتن، تُعتبر كلها ذات أهمية قصوى لعلم السفر عبر الفضاء؛ وذلك لأن سفينة الفضاء يمكن أن يُنظر إليها باعتبارها نوعًا من الأجرام السماوية، كما أنها سوف تتخذ لها مسارًا محددًا في غاية الدقة، وتسير فيه عبر الفضاء، وستخضع لنفس القوانين التي تخضع لها الأجرام السماوية.

ولقد ظهر علم السفر عبر الفضاء نتيجةً لتطور علم الفلك وصناعة الصواريخ.

وإذا ألقينا نظرة سريعة إلى تاريخ الصاروخ، سنلاحظ أنه معروف منذ القدم، فقد اعتاد الصينيون في الأزمنة القديمة أن يُطلقوا صواريخ من البارود؛ بقصد التسلية في الأعياد الكبرى. كما كانت تُستخدم الصواريخ في العصور الوسطى كذلك للأغراض العسكرية.

وفي نهاية القرن السادس عشر، ظهرت رسوماتٌ وأوصاف للصاروخ ذي المراحل، وظهرت في منتصف القرن السابع عشر، رسومات لصواريخ مجهزة بزعانف هوائية.

وعرفت روسيا صناعة الصواريخ منذ بداية القرن السابع عشر، وكان ذلك بفضل الجهد الذي بذله العالم أوبنزيم ميخايلوف. وقد أُسست في عام ١٦٨٠م، أول «مؤسسة للأبحاث الصاروخية»، ورأس هذه المؤسسة ك. ي. كونستانيتينوف في منتصف القرن التاسع عشر. ويُعتبر هذا العالم أعظم خبير في صناعة الصواريخ في الفترة السابقة على الثورة الروسية. وقد عمل على تطوير الصاروخ الحربي الروسي لدرجة لا بأس بها، وفي عام ١٨٨١م، وضع العالم الروسي ن. أ. كيبالتشيك تصميم طائرة صاروخية.

ونقح العالم الروسي الشهير ك. أ. تسيولكوفسكي (١٨٥٧–١٩٣٥م) نظرية حركة الصاروخ في الفضاء، كما وضع هذا العالم تصميم أول صاروخ يسير بوقود سائل.

وجديرٌ بنا أن نذكر من بين أتباع هذا العالم كلًّا من ف. أ. تساندر (١٨٨٧–١٩٣٣م)، والعالم ي. ف. كوندرانيوك، الذي توفِّي عام ١٩٤٢م.

وهناك كثيرٌ من العلماء الأجانب الذين أسهموا بنصيب وافر في علم السفر عبر الفضاء. ومن بين هؤلاء العالم روبرت أسنولت بلتيري (فرنسا)، وهرمان أوبرث، وأ. زاييڤنجر (ألمانيا)، وروبرت هـ. جودارد (الولايات المتحدة)، وأ. أنانوف (فرنسا)، والعالم و. لي، وأ. هالي (الولايات المتحدة)، وي. ستيمار (السويد)، وأ. بيرجيس، وأ. كلارك (بريطانيا)، وهـ. جارتمان (جمهورية ألمانيا الاتحادية). كما أسهمت في ذلك جمعيات دراسية ما بين الكواكب (مثل الجمعية البريطانية على سبيل المثال).

ولقد أحرزت صناعة الصواريخ تقدمًا هائلًا منذ ذلك الحين، وهذا ما تكشفه لنا الأرقام التالية: ففي العقد الثالث من هذا القرن تمكن صاروخ ذو مرحلة واحدة، يسير بوقود سائل، من أن يضرب الرقم القياسي في الارتفاع وقدره ١٣ ك.م، وفي عام ١٩٥٢م، بلغ هذا الرقم ٢١٧ ك.م، وفي عام ١٩٥٤م، ١٤ك.م.

وأحرزت الصواريخ المتعددة المراحل نجاحًا أفضل من ذلك بطبيعة الحال؛ إذ ضربت رقمًا قدره ٤٠٠ ك.م عام ١٩٤٩م، وفي عام ١٩٥٣م مسافة تقرب من ٥٠٠ ك.م، وهي الآن تبلغ ارتفاعًا قدره ألف ك.م، ومن المؤكد أن هذه الأرقام ليست بالأرقام المثيرة إلى حد كبير، إذا ما قورنت بالمسافات التي تفصل بين الأرض والأجرام السماوية الأخرى.

فالمسافة بين الأرض والقمر مثلًا تعادل هذا البعد مئات المرات، كما أن المسافة بين الأرض وأقرب الكواكب تساويها عشرات الآلاف، ومع ذلك ينبغي علينا ألا نغض من قيمة المكاسب التي أحرزتها صناعة الصواريخ.

ولو تمكَّنا من أن نزيد من سرعة الصاروخ الحديث إلى الضعف، لتحوَّل هذا الصاروخ إلى كوكب صناعي تابع للأرض، وهذا ما سنبلغه خلال سنين قليلة. ولو زادت سرعة هذا الصاروخ إلى ثلاثة أمثاله، فسوف يخرج من مجال جاذبية الأرض ويتجه إلى القمر.

ومع ذلك، فليست المشكلة من السهولة بهذا القدر. فلكي نحصل على مثل هذه السرعة، لا بد لنا من أن نخفف من وزن الصاروخ الحديث، ولا بد أن نزيد نسبة كتلته. كما يجب أن يكون بناء الصاروخ متماسكًا لدرجة قوية، حتى يقاوم درجات الحرارة والضغوط العالية. وهذه هي المشاكل التي تواجه العلماء والمهندسين الآن.

وثمَّة اعتقاد شائع بأنه لكي يستطيع الإنسان التحليق في الفضاء، فلا بد أن تحدث ثورة في فن العلوم الصناعية (التكنولوجيا)، لكنه اعتقاد خاطئ؛ إذ إن التحليق في الفضاء يتحوَّل بالتدريج إلى مسألة يمكن إجراؤها عمليًّا؛ فالنجاح الذي أحرزناه في تطور صناعة الصواريخ، وفي التحكم في حركة الأجسام عن بعد، وفي الطبيعيات، وعلم الأحياء، كل هذا يخوِّل لنا الاعتقاد بحق بأن الإنسان أصبح الآن على عتبة السفر عبر الفضاء. واليوم يشتغل

علماء كثير من البلاد في هذا المجال، وليس علم السفر عبر الفضاء من الأمور التي تعني الخواص فقط، بل إنها تعني كذلك الجمهور العام بالمعنى الواسع، ولقد تكونت منذ الحرب الماضية جمعيات خاصة لعلم السفر عبر الفضاء في أكثر من عشرين قُطرًا.

ومنذ أكثر من ثلاثين عامًا مضت، تكوَّنت في الاتحاد السوفييتي جماعات من هُواة علم السفر عبر الفضاء. وفي بداية عام ١٩٥٤م، تكونت جمعية لعلم السفر عبر الفضاء، وتعرف هذه الجمعية باسم «نادي شكالوف الهوائي المركزي». وفتح هذا النادي للراغبين في السفر عبر الفضاء. ولقد شكلت أكاديمية العلوم باتحاد الجمهوريات السوفييتية الاشتراكية منذ عهد قريب لجنة للسفر عبر الفضاء، وحددت الأكاديمية جائزة لتشجيع البحث في هذا المجال، وتعرف هذه الجائزة باسم «جائزة تسيولكوفسكي». ولا شك في أن هذه الإجراءات كلها ستعجل باليوم الذي ستحل فيه مشكلة السفر عبر الفضاء.

ويمثل هذا الكتيب أحد الجهود التي تُبذل بهدف تقديم عرض موجز يكشف عن الإمكانات التي بين أيدينا الآن، والتي تساعد على السفر بين الكواكب.

الفصل الثاني

سفن الفضاء

مشكلة الإفلات من الأرض

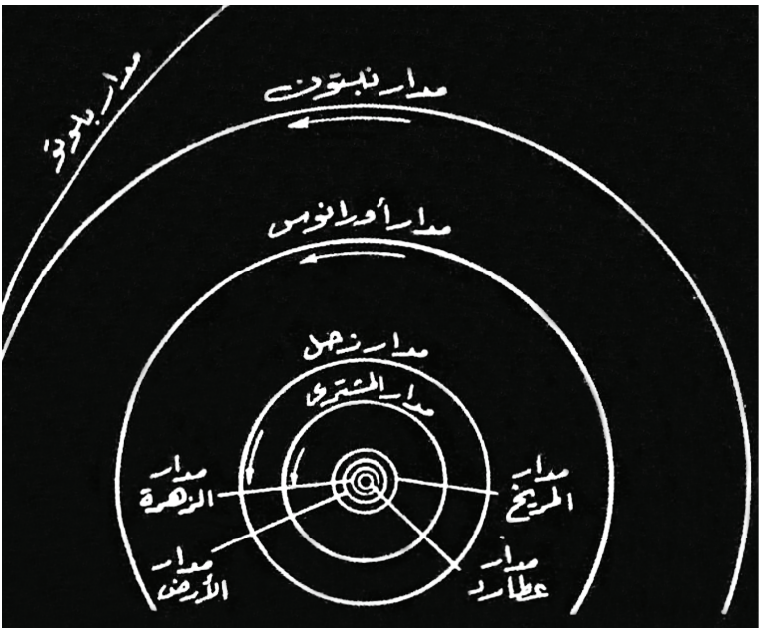
لنحاول أن نُلقي نظرة إلى المجموعة الشمسية (شكل ٢-١) التي سنعبر أرجاءها اللامحدودة بسفن الفضاء التي سنصنعها في المستقبل.

الأرض واحدة من بين الكواكب التسعة الكبرى التي تضمهم المجموعة الشمسية، وتتحرك الأرض حول الشمس في مدار دائري تقريبًا، وهي تسير بسرعة عظيمة في فضاء خالٍ من الهواء. وتبعد الأرض عن الشمس في حركتها هذه بنحو ١٥٠٠٠٠٠٠٠ك.م، ويؤخذ هذا البعد على اعتبار أنه وحدة فلكية واحدة. أما الكواكب الثمانية الكبرى، وعدد كبير آخر من الكواكب الصغرى — الكويكبات — فإنها تتحرك في نفس مستوى مدار الأرض. ويُبين لنا (الشكل ٢-٢) مقارنة لأبعاد الكواكب عن الشمس.

وينتهي الفضاء الموجود بين الكواكب عند مدار بلوتو، وبلوتو هذا هو الكوكب الأخير في المجموعة الشمسية، وتفصل بينه وبين الشمس مسافة تُقدَّر بنحو ٦٠٠٠٠٠٠٠٠ك.م، وهذا هو الفراغ اللامحدود الذي ستضطر سفن الفضاء إلى عبوره. وسوف تستفيد هذه السفن في حركتها من جاذبية الشمس، أو ستضطر إلى مقاومتها، كما ستضطر إلى تجنب الاصطدام بالشهب وأسراب الكويكبات السابحة في الفضاء.

لكن ما الذي يمنعنا من البدء بإطلاق صاروخ في الفضاء؟

إن العقبة الكبرى هي قوة الجاذبية؛ فكل شيء موجود على سطح الأرض مجذوب إلى مركزها، وليست هذه هي حال الأرض وحدها، بل إن كل الأجسام، من حبة الرمل الصغيرة إلى النجم الهائل، لها قوة الجاذبية هذه. فكل الأشياء التي تحيط بنا يجذب بعضها بعضًا. ونحن لا نشعر بذلك؛ لأن قوة الجذب فيها ضعيفة جدًّا، ونحن نشعر من ناحية أخرى بالجاذبية الأرضية على الدوام.

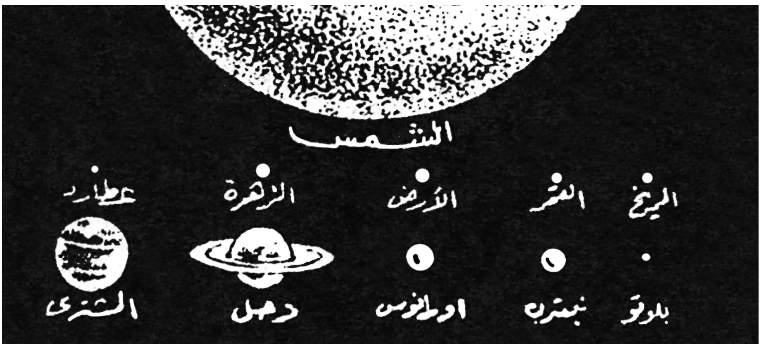


شكل ٢-١: منظر تخطيطي للمجموعة الشمسية.

ولولا الجاذبية هذه، لما بقي شيء على سطح الأرض؛ إذ بدونها لطار كل شيء وانطلق في الفضاء، كما أن الأرض ستنطلق بعيدًا عن الشمس، ويبتعد القمر عن الأرض. ونظرًا لأن هذه القوة حقيقة لها وجودها الفعلي، فإنها تعقِّد مشكلة السفر بين الكواكب.

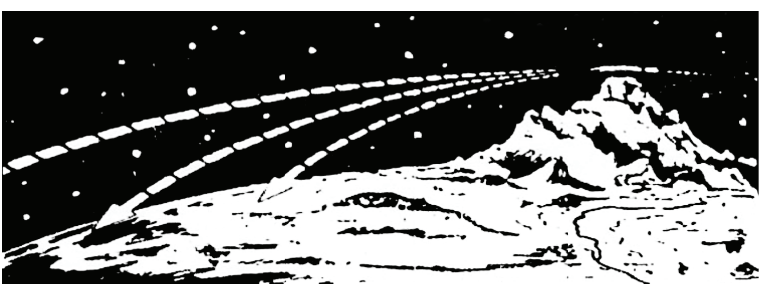
هل من الممكن أن يترك صاروخ الأرض ولا يعود إليها أبدًا؟

نعم، من الممكن ذلك. ولنتخيل أن هناك قاعدة بُنيت فوق جبل عالٍ، حيث لن يُعدَّ الهواء عقبة تحول دون طيران الصاروخ، وإذا افترضنا أن صاروخًا أُطلق من هذه القاعدة بسرعة معينة، فإنه سيتبع مسارًا منحدرًا، ويسقط على بُعد معين من الجبل، وإذا افترضنا أن قوة الوقود التي تدفع الصاروخ وسرعته قد ضُوعِفَتا، فإنه سيطير إلى مسافة أبعد، كما أن مساره سيكون بالتالي أقل انحدارًا. وهكذا يمكن زيادة سرعة الصاروخ حتى تصبح درجة انحدار مساره هي نفس درجة انحدار سطح الأرض. وإذا ما بلغ الصاروخ هذه الدرجة فإنه يستطيع حينئذٍ أن يدور حول الأرض، ويطوف حولها مرة بعد أخرى.



شكل ٢-٢: رسم يقارن بين أبعاد الكواكب عن الشمس.

وبهذه الطريقة يصبح الصاروخ تابعًا للأرض، وسيكون مثل القمر، ولن يسقط أبدًا على سطحها.



شكل ٢-٣: كلما زادت سرعة الصاروخ، ازداد مدى طيرانه ونقص منحنى مساره. وإذا وصل إلى السرعة الدائرية (يمثلها المدار الأعلى) يتحوَّل الصاروخ إلى تابع للأرض ويسير في مسار موازٍ لسطح الأرض.

وإن أقل سرعة يمكن بها لجسم من الأجسام أن يدور حول الأرض دون أن يسقط؛ تُسمَّى بالسرعة الأولى للسفر عبر الفضاء، أو السرعة الدائرية.

ولكن لماذا لا يسقط جسمٌ يتحرَّك بمثل هذه السرعة على الأرض؟ لنفترض أن طائرةً تطير حول الأرض على طول خط الاستواء أو خط الزوال، فإن هذه الطائرة تقع تحت تأثير قوة طرد مركزية، وتزداد هذه القوة بزيادة سرعة الطائرة، وتقاوم هذه القوة جذب الجاذبية، وتحاول رفع الطائرة بعيدًا عن الأرض، ولا يمكن ملاحظة هذه القوة بوضوح في السرعات البطيئة.

ولكن حينما تصل السرعة إلى ٧,٩ ك.م في الثانية، فإن قوة الطرد المركزية تساوي حينئذٍ قوة الجاذبية وتفقدها غلبتها. وهذه هي ما نسمِّيها بالسرعة الأولى للسفر عبر الفضاء. ولولا مقاومة الهواء لتمكنت الطائرة التي تطير بمثل هذه السرعة أن تدور حول الأرض لمدة غير محدودة، ويكون لها نفس كمية الحركة. وبهذا تصبح الطائرة كوكبًا صناعيًّا تابعًا للأرض.

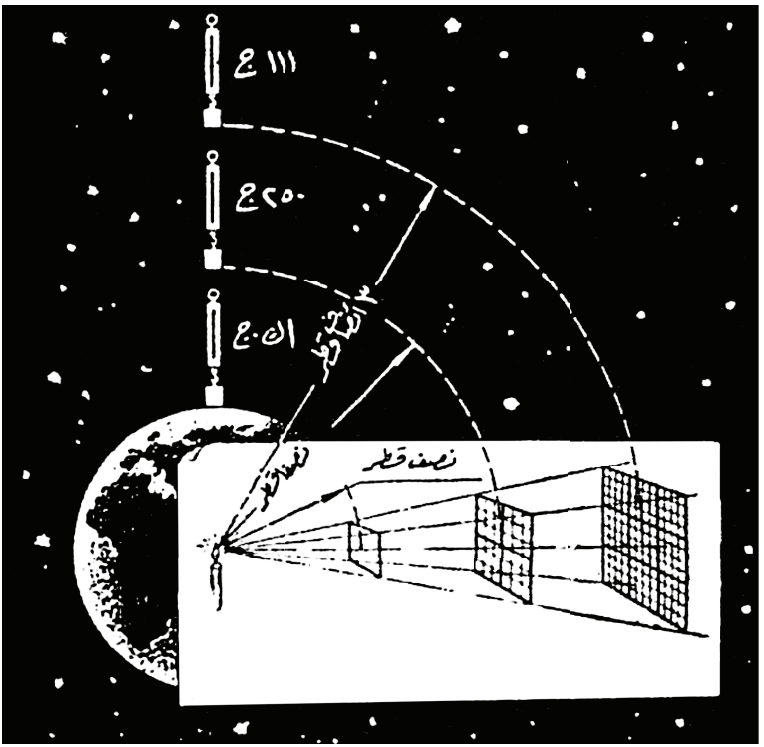
وما السرعة التي يجب أن يسير بها جسم من الأجسام حتى يتغلب على جاذبية الأرض، وينطلق في الفضاء؟

لكي نجيب عن هذا السؤال لا بد لنا أن نعرف شيئًا ما عن الجاذبية.

تقل قوة جذب الجاذبية الأرضية كلما ابتعد الإنسان عن مركزها، وهذه هي الحال بالنسبة للأجرام السماوية الأخرى. وتقل هذه القوة بنفس النسبة التي يخفُّ بها لمعان جسم من الأجسام، كلما ابتعد عن مصدر الضوء الذي يسقط عليه، أي يتناسب تناسبًا عكسيًّا مع الجذر التربيعي للمسافة. أو بعبارة أخرى تخف نسبة قوة جذب الجاذبية بمقدار يساوي عامل العدد ٤، إذا كان الجسم على بُعد ضعف هذا العدد، أو تخف بنسبة عامل العدد ٩، إذا كان الجسم على بُعدٍ يساوي هذا العدد ثلاث مرات.

وكي نخلِّص جسمًا من الأجسام من مجال جاذبية أحد الكواكب، فلا بد من أن نبذل نفس كمية الجهد التي يجب بذلها إذا أردنا أن نرفع الجسم إلى ارتفاع مساوٍ لنصف قطر الكوكب.

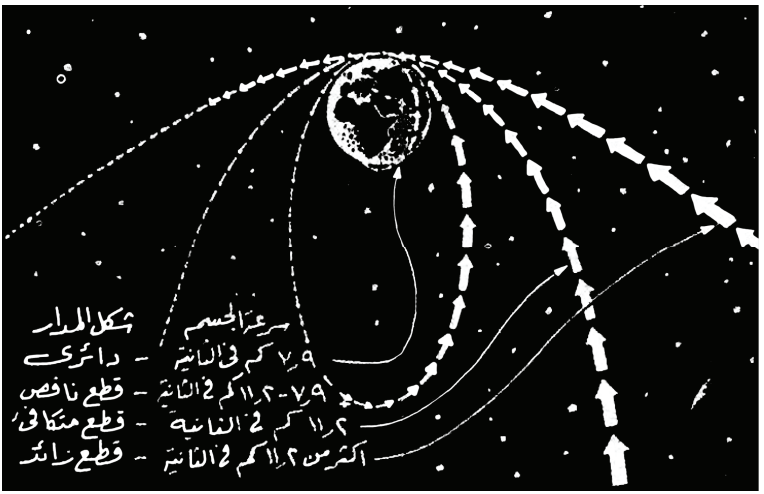
هذا على فرض أن قوة الجاذبية لا تتغير كلما ابتعد الجسم عن مركز الكوكب، ويمكننا أن نحقق ذلك إذا ما اكتسب الجسم بالقرب من سطح الأرض سرعة معينة. والجسم الذي يسير بمثل هذه السرعة سيتخذ لنفسه مسارًا على شكل قطع متكافئ (شكل ٢-٥)، وهذا هو الأصل الذي اشتُق منه اصطلاح سرعة القطع المتكافئ، والتي تُعرف أيضًا باسم السرعة الثانية للسفر عبر الفضاء، أو «سرعة الإفلات». وسرعة الأرض عند سطحها تساوي ١١,٢ كيلومترًا في الثانية.



شكل ٢-٤: تقلُّ قوة جذب الجاذبية الأرضية بنفس المعدل الذي تخفُّ فيه درجة لمعان الأشياء، كلما ابتعدت عن مصدر الضوء الساقط عليها.

وإذا كانت السرعة التي يكتسبها جسم من الأجسام تفوق السرعة الدائرية، وأقل من السرعة التي تدفعه للتحرك في مدار قطع متكافئ، فإن الجسم في هذه الحالة يسير في مدار على شكل القطع الناقص. أما إذا ما تجاوزت سرعة الجسم السرعة التي تدفعه إلى الحركة في شكل قطع متكافئ، فإن الجسم يسير في مدار على شكل القطع الزائد. (انظر شكل ٢-٥).

ولقد افترضت في حديثي أن الجسم خاضع فقط للجاذبية الأرضية، وهدفي من ذلك هو تبسيط عملية حساب حركة الجسم، بينما يقع الجسم في واقع الأمر تحت تأثير مجال جاذبية الشمس كذلك، وتبين لنا بعض العمليات الحسابية أن الجسم لكي يتحرر من



شكل ٢-٥: رسم يوضِّح المسارات التي ستتبعها سفن الفضاء.

مجال جاذبية الشمس والأرض، فلا بد وأن يتحرَّك في سرعة لا تقل عن ١٦,٧ كيلومترًا في الثانية. وهذه هي السرعة التي تُسمَّى بالسرعة الثالثة للسفر عبر الفضاء.

ومهمة علم السفر عبر الفضاء هي أن يهيئ لنا الفرصة لتحقيق السرعة الأولى والثانية والثالثة للسفر عبر الفضاء.

الصاروخ باعتباره مثالًا لسفينة الفضاء

من الأمور المتفق عليها بوجهٍ عام، أن أي سفينة من سفن الفضاء التي سنبنيها في المستقبل، ستعتمد على الصواريخ لدفعها؛ إذ ستندفع هذه السفينة إلى الفضاء بقوة دفع الغازات التي تنطلق من الصاروخ. ويعتبر السفر بالصاروخ من الوسائل المأمونة العواقب للغاية؛ وذلك لأن الصاروخ يكتسب كمية حركته بالتدريج. وهذا ما يميزه عن قذيفة المدفع. ويفسر لنا ذلك لماذا ستكون عملية الجذب التي يشعر بها الإنسان وقت الانطلاق ضعيفة لدرجة كبيرة؛ بحيث إنها لن تسبب أي أذًى لركابها المسافرين عبر الفضاء.

ويلاحظ أن سفينة الفضاء لن تعترضها مقاومة عنيفة من الهواء، كما أن الحرارة الناتجة عن الاحتكاك ستكون ضعيفةً لدرجة لا يُؤبَه لها. والسبب في ذلك هو أن

سرعة سفينة الفضاء المندفعة بقوة دفع الصاروخ، داخل الغلاف الغازي ستكون بطيئة نسبيًّا.

وسوف يتمكن كذلك ركاب سفينة الفضاء من استخدام محرك الصاروخ للتحكم في حركة سفينة الفضاء، وذلك بأن يزيدوا من سرعتها في الفضاء، أو يقللوا منها، أو يغيروا من اتجاه الطيران إذا اقتضت الضرورة.

ولكن ما الفكرة الأساسية التي تقوم عليها حركة الصاروخ؟

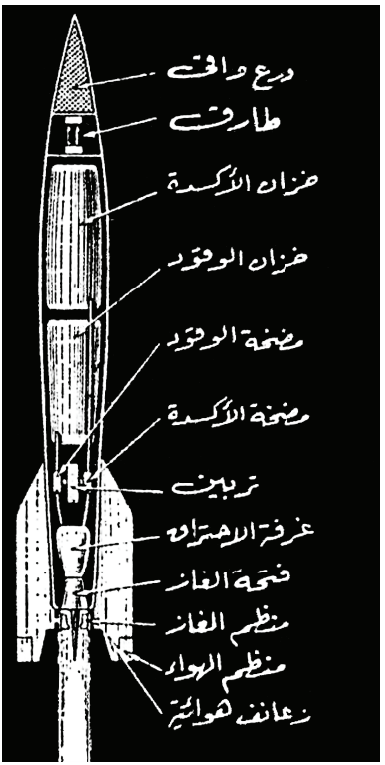
من المعروف أن حامل البندقية حينما يطلق بندقيته، فإنه يرتد إلى الوراء. ويرجع ذلك إلى ضغط الغازات المتولدة عن احتراق المادة المتفجرة؛ فالغازات تضغط في اتجاهَين متضادَّين بقوة متساوية، تجاه القذيفة وتجاه البندقية. إلا أن البندقية ترتدُّ إلى الوراء قليلًا؛ لأن كتلتها أكبر بكثير من كتلة القذيفة. ويحدث هذا وفقًا لأحد القوانين الرئيسية في الميكانيكا، وهو القانون الآتي: «لكل فعل لا بد وأن يكون له رد فعل مضاد ومساوٍ له.» وتُعرف الحركة الناتجة عن الفعل باسم الحركة الإرجاعية.

والصاروخ الذي يُستخدم باعتباره محركًا لسفينة الفضاء، لا بد وأن يكون من نوع خاص؛ إذ إنه لن يكون من نوع الصاروخ المعبأ بالبارود، والذي يُطلق عادة في الأعياد؛ وذلك لأن عملية احتراق الغازات تولِّد بداخله ضغطًا عاليًا جدًّا، ولا بد وأن يكون الصاروخ قويَّ البنيان، حتى يتحمَّل مثل هذا الضغط؛ وبالتالي سيكون وزنه كبيرًا جدًّا. وزيادة على ذلك، فإنه من المستحيل تنظيم عملية استنفاد البارود أثناء الطيران، تمامًا كما يستحيل علينا أن ننظم احتراق لهيب الشمعة، فمن المستحيل مثلًا أن يوقف الإنسان عملية احتراق البارود، حتى يتمكَّن من أن يوقف المحرك إذا لزم الأمر.

وتُستخدم الآن على نطاق واسع الصواريخ التي تُزوَّد بوقود سائل، وهذا النوع من الصواريخ يُفضَّل تمامًا عن الصواريخ المعبَّأة بالبارود في هذا الغرض بالذات.

ويُبيِّن لنا (الشكل ٢-٦) صورة لصاروخ مزوَّد بوقود سائل. ويوجد لهذا الصاروخ خزانان، ويحتوي أحد الخزانَين على مادة دافعة (مثل الكحول الإيثلي)، ويحتوي الآخر على مادة مؤكسدة (مثل سائل الأكسجين مثلًا).

وتوجد بالصاروخ مضخَّتان يتحكَّم فيهما توربين. وينتقل كلٌّ من الوقود السائل، والسائل المؤكسد من المضختَين، ويلتقيان في غرفة خاصة، وتحدث حينئذٍ بداخل الغرفة عملية تفاعل كيميائية (أي احتراق الوقود السائل). وتخرج الغازات المتولِّدة عن عملية الاحتراق من غرفة الاحتراق، وتتسبَّب هذه العملية في حدوث ارتداد من شأنه أن يدفع الصاروخ إلى الأمام.



شكل ٢-٦: الصاروخ المزوَّد بوقود سائل.

وتستخدم كلٌّ من الصواريخ المعبَّأة بالمواد المتفجرة أو بالوقود السائل زعانف هوائية، ومنظمات للغاز والهواء، وتعتمد الصواريخ على هذه الزعانف والمنظمات، لضمان انتظام وثبات طيرانها.

إلا أن هذه الزعانف والمنظمات تصبح عديمة الفائدة، حالما يخرج الصاروخ عن نطاق الغلاف الغازي المحيط بالكرة الأرضية وينتقل إلى الفضاء، ولكن ماذا على ركاب سفينة الفضاء أن يفعلوا لو انحرف الصاروخ عن طريقه؟ هذه هي المشكلة التي قام العالم ك. أ. تسيولكوفسكي بحلها؛ إذ اقترح وضع منظمات في طريق انطلاق الغاز من فتحته، وبذلك يتيسر تغيُّر اتجاه طيران الصاروخ في الفضاء.

وما العوامل التي تتوقف عليها سرعة الصاروخ في سفره؟

تتوقف السرعة التي يمكن أن يسير بها الصاروخ في الفضاء، بعد أن يترك مجالات تأثير الجاذبية، على السرعة التي تخرج بها الغازات من فتحتها، كما تتوقف على كمية الوقود المستهلكة. وتُستخدم لهذا الغرض أنواع معينة من الوقود الذي يولد أعظم قدر ممكن لسرعة العادم، ومن بين هذه الأنواع الأكسجين والهيدروجين مثلًا. ويلاحظ مع ذلك أن الهيدروجين خفيف الوزن جدًّا، حتى ولو كان مكثفًا على شكل سائل، كما يستلزم خزانات واسعة على عكس المواد الدافعة الأخرى. وزيادة على ذلك، فإن درجة غليانه هي ٢٥٣ سنتيجراد، ويُستخدم كذلك حامض النتريك والهيدرازين (وهو مركب كيميائي من الآزوت والهيدروجين)، لميزاتهما الاقتصادية عن غيرهما. كما أن هذَين السائلَين من السهل تحضيرهما، ويمكن حفظهما في خزانات صغيرة، وهناك أنواع أخرى من المواد الدافعة للصواريخ التي تسير بالوقود السائل، ومن هذه الأنواع الكيروسين والبنزين وزيت التربنتينة وزيت البرافين وغيرها، وتُستخدم معها مواد مؤكسدة مثل حامض البيروكلوريد والهيدروجين والبيروكسين.

وتولد المواد الدافعة الكيميائية الحرارية، أو المواد الدافعة العادية، عادِمًا يخرج بسرعة تقرب من ٢,٥ ك.م في الثانية، وهناك بوادر تدعو إلى الاعتقاد بإمكانية زيادة هذه السرعة إلى ٤ ك.م في الثانية. وإذا تمكنا من الوصول إلى هذه السرعة، فإن ذلك من شأنه أن يُبسط مشكلة بناء سفينة الفضاء.

وهناك طريقة أخرى يمكن استخدامها لزيادة سرعة الصاروخ وزيادة مداه، وذلك بدفعه بواسطة صاروخ آخر مساعد، وحينما يستنفد الصاروخ المساعد كل وقوده، فإنه ينفصل عن الصاروخ الأصلي من تلقاء نفسه، وتتمُّ عملية النزول بواسطة مظلَّة (براشوت). وينطلق الصاروخ الرئيسي بعد أن تنتهي مهمة الصاروخ المساعد؛ وذلك بعد أن يبلغ ارتفاعًا معينًا وسرعة محدودة، وبهذا يستطيع الصاروخ الارتفاع إلى مسافة أبعد من الصاروخ العادي. ويعرف الصاروخ من هذا النوع باسم الصاروخ الذي يندفع على مراحل. (انظر شكل ٢-٧). ومع زيادة عدد المراحل أو (المضاعفات) تزداد كلٌّ من سرعة الصاروخ ومداه.

وقد أُجريت في السنين القليلة الماضية تجارب أثبتت أن الصاروخ المضاعف، المعبَّأ بالمواد المتفجرة، يمتاز بأنه اقتصادي لحد كبير؛ وذلك لأن دَفْعَة هذا الصاروخ هائلة جدًّا، إذا ما قورنت بوزنه، ومن المحتمل أن يُستخدم هذا النوع من الصواريخ في عملية القذف الأولية لسفينة الفضاء.

شكل ٢-٧: صاروخ ذو مرحلتَين.

ولزيادة سرعة العادم أكثر من ذلك، يُستحسن استخدام مواد دافعة نووية، بدلًا من المواد الدافعة العادية.

ولكن ما المادة الدافعة النووية؟ ولماذا تُفضَّل على المواد الدافعة العادية؟

لقد نجحت العلوم الطبيعية في تحويل عدد من العناصر الكيميائية إلى عناصر أخرى. ولقد صاحب هذه العملية، في حالة معينة، انطلاق طاقة ذرية. وتُعرف كل مادة تولد مثل هذه الطاقة باسم مادة دافعة نووية. وتحتوي كمية صغيرة من هذه المادة على قدر هائل جدًّا من الطاقة.

وتتميز عملية انطلاق الطاقة الذرية بسرعتها الهائلة، ولكن ليس معنى هذا أنه من الصعب التحكم فيها.

ويمكن استخدام الطاقة الذرية لتحويل سوائل معينة (مثل سائل الهيدروجين أو الهليوم)، إلى غاز، ثم تُطرد خارج الصاروخ.

وتسمى المادة الدافعة النووية التي هي على هيئة غاز أو سائل، باسم «الوقود الذري».

وجدير بنا أن نذكر أن الاصطلاحَين: المادة الدافعة النووية، والوقود الذري، إنما نستخدمهما هنا فقط حسب الاصطلاح المتبع، وذلك لأنه ليس هناك أي تشابه بين عملية انطلاق الطاقة الذرية وتحولها إلى جسم خامد، وبين عملية الاحتراق كما هي معروفة لنا.

وسوف تخرج الغازات، في الصاروخ الذري، من فتحة الغاز بسرعة تُقدَّر بعشرات الكيلومترات في الثانية. وكلما زادت سرعة العادم، قلَّت كمية الوقود اللازمة للسفر بين الكواكب. وهذه ميزة ضخمة يتميز بها الصاروخ الذري.

والطريقة التي يعمل بها الصاروخ الذري كالآتي: ينتقل الهيدروجين السائل، أو أي سائل آخر، إلى غرفة صغيرة تشبه غرفة الاحتراق في الصاروخ الذي يسير بالوقود السائل. وحينما تنطلق الطاقة الذرية، فإنها ترفع في الحال من درجة حرارة الهيدروجين إلى درجة عالية للغاية.

وفي هذه الحالة يتحوَّل الهيدروجين إلى غاز، وينطلق من غرفة الاحتراق تحت ضغط هائل.

وعلى الرغم من أن الصاروخ الذي لا يختلف في فكرته الأساسية عن الأنواع العادية من الصواريخ، فإن هناك عددًا من المصاعب الفنية التي تحول دون بنائه. وأولى هذه المصاعب هي الحاجة إلى تخفيض درجات الحرارة العالية جدًّا، ودرجات الضغوط المرتفعة للغاية، التي تتولد داخل الصاروخ الذري، وذلك لأن ليس ثمة معدن يمكنه تحمل هذه الدرجات. وثانية هذه المصاعب، أنه لا بد من اتخاذ إجراءات لحماية المسافرين إلى الفضاء من الإشعاعات الذرية التي تنطلق في نفس الوقت على صورة طاقة ذرية. ولعلاج هذه المشكلة بنجاح، لا بد من اختراع مادة تمتصُّ مثل هذه الإشعاعات، ولا بد كذلك أن تكون هذه المادة خفيفة الوزن؛ لأن الوزن الزائد على الحد سيتسبب في خفض مدى الصاروخ لدرجة كبيرة.

تصميم سفينة الفضاء

يتوقف تصميم سفينة الفضاء إلى حد كبير على الغرض المقصود من ورائها؛ فالصاروخ الذي يُوضع تصميمه بحيث يستقرُّ على القمر، سيختلف في نواحٍ كثيرة عن الصاروخ الذي يُعد لكي يحلِّق حول القمر دون أن يهبط عليه، كما أن سفينة الفضاء التي تُعد للسفر من الأرض إلى المريخ، ستختلف عن السفينة التي يُوضع تصميمها بحيث تطير وتصل إلى الزهرة، وكذلك سيكون هناك فارق كبير بين صاروخ يستخدم وقودًا حراريًّا كيميائيًّا، وسفينة فضاء تسير بالذرة.

وهناك أوجه شبه كبيرة بين سفينة الفضاء والغواصة؛ من حيث إن بحارة كلٍّ منهما سيكونون معزولين تمامًا عن العالم الخارجي. كما أن تركيب الهواء وضغطه ودرجة الحرارة والرطوبة داخل الصاروخ سيتحكم فيها جهاز خاص، ولكن هناك ميزة كبرى ستتميز بها سفينة الفضاء؛ إذ إن نسبة الفرق بين الضغط الخارجي والداخلي لسفينة الفضاء ستكون أقل منها بالنسبة للغواصة، وكلما كان هذا الفارق أقل، ساعَد على أن يكون غلافها أرقَّ.

وسوف تتمكَّن سفينة الفضاء من استخدام أشعة الشمس في أغراض خاصة بالإضاءة والتسخين. كما أن غلافها الخارجي سيكون بمثابة درع تحول دون نفاذ أشعة الشمس فوق البنفسجية، التي تؤذي الجهاز العضوي الإنساني.

وسوف يكون لسفينة الفضاء غلاف مزدوج، وذلك لضمان حمايتها من أثر الاصطدامات مع الشهب.

وسفينة الفضاء التي سيُوضع تصميمها كي تسافر إلى قمر صناعي تابع للأرض، وتستخدم وقودًا من النوع الحراري الكيميائي، هذه السفينة ستُصنع على نفس النمط الذي يُصنع به الصاروخ ذو المراحل، كما ستكون في حجم الطائرة.

ويُقدَّر وزن سفينة الفضاء قبل انطلاقها بعدة مئات من الأطنان، وسيكون وزن القناع الأمامي فيها ١٪ من وزنها الكلي، وستُصنع المراحل بحيث يمكن تركيبها على بعضها تركيبًا محكمًا. كما سيُصنع هيكل مخطط بخطوط انسيابية، وتُغلف به المراحل. وفائدة هذه الخطوط تقليل مقاومة الهواء في أثناء طيران السفينة داخل الغلاف الغازي. وقد تُجهز في مقدمة السفينة غرفة صغيرة نسبيًّا للبحارة، وغرفة لبقية القناع الأمامي.

ونظرًا لأن ملاحي هذه السفينة لن يمكثوا فيها سوى فترة قصيرة (أقل من نصف ساعة)، فلا داعي لتجهيزها بأثاث معقد.

سينطلق الصاروخ في الوقت المحدد له بواسطة طارق أوتوماتيكي، ولا بد من تجهيز الصاروخ ببعض الأجهزة الأوتوماتيكية، التي تُستخدم لتوجيهه في الطيران، أو لاتخاذ أي إجراءات أخرى تقتضيها الضرورة. أما عن المراحل الزائدة (الصواريخ الزائدة المركبة لمضاعفة الحركة)، فتعود إلى الأرض بعد أن تستنفد غرضها، وترجع هذه الزوائد إلى الأرض، إما بواسطة مظلة، أو بواسطة أجنحة قابلة للانكماش، وتمتد وقت النزول، وتحوِّل الصواريخ إلى نوعٍ من الأسهم التي تسير بدون محرك.

وثمَّة تصميم آخر لسفينة الفضاء، وهو الموضح بالشكل رقم ٣-١ ويوجد بوسط الشكل. وينطلق هذا النوع من سفن الفضاء من فوق كوكب صناعي، ليقطع رحلته إلى القمر.

والغرض الذي أُعدت من أجله هذه السفينة، هو القيام بدراسة مطوَّلة لسطح القمر، دون الحاجة إلى الهبوط عليه. وبعد أن تنتهي سفينة الفضاء من رحلتها، فإنها تعود مباشرة إلى الأرض. ويتضح من الرسم أن أجزاءها الرئيسية عبارة عن صاروخَين مزدوجَين، وثلاثة أزواج من الخزانات الأسطوانية، تحتوي على مادة دافعة ومادة مؤكسدة. ومن بين الأجزاء الرئيسية كذلك سهمان من الأسهم التي تنساب في الهواء، ولهما أجنحة قابلة للانكماش، تساعدها على الهبوط على الأرض. وليس من الضروري أن تُخطط سفينة الفضاء بخطوط انسيابية؛ وذلك لأنها ستنطلق من فوق قاعدة بعيدة عن طبقات الجو العليا.

ويتم إعداد السفينة على المراحل الآتية:

تُبنى السفينة أولًا، وتُختبر على سطح الأرض. تُنقل بعد ذلك إلى محطة موجودة في الفضاء بين الكواكب، ويُرسل الوقود والأجهزة والطعام والأكسجين إليها، كلٌّ على حدة.

وبعد أن يتم إعداد وتجهيز السفينة في محطة الفضاء، تبدأ رحلتها إلى الفضاء. وفي أثناء انطلاقها، ستستمر عملية تزويد المادة الدافعة والمؤكسدة الموجودتَين في المحرك عن طريق الخزانات الأسطوانية الرئيسية. وهذه الخزانات في الواقع هي الغرف الرئيسية في سفينة الفضاء التي ستُملأ مؤقتًا بالوقود؛ ولذلك سيعاني بحارة السفينة بعض الضيق من جراء انتظارهم في غرفة السهم المعدَّ للهبوط، حتى يتم تفريغ الغرف الرئيسية، أي بعد بضع دقائق بعد انطلاق الصاروخ.

أما عن الوقود الباقي، فإنه سيتبخَّر في الحال، بعد أن يفتح صمام صغير يصل بين الخزانات والفضاء. وهنا يدفع الهواء إلى داخل الخزانات بواسطة مضخات، ويمكث فيها المسافرون عبر الفضاء حتى نهاية رحلتهم.

وحينما تصل سفينة الفضاء إلى بُعد معين بالنسبة للقمر، فإنها ستتحول إلى تابع له. وهنا تستخدم السفينة المادة الدافعة والمادة المؤكسدة، الموجودتَين في الخزانات الجانبية بمؤخرة السفينة فتساعدها على الدوران حول القمر. وبعد أن يستنفد الوقود، تنفصل الخزانات عن السفينة.

ولن يحاول المسافرون تشغيل المحركات مرة أخرى، حتى يأتي الوقت المحدد للعودة من رحلتهم. وستُزود المحركات بوقود من الخزانات الجانبية الموجودة في المقدمة.

وقبل أن تدخل السفينة الفراغ الغازي المحيط بالأرض، سينتقل البحارة إلى الخلف، حيث يوجد سهم فراغي، وفي هذا الوقت سينفصل هذا السهم عن السفينة ويدور حول الأرض.

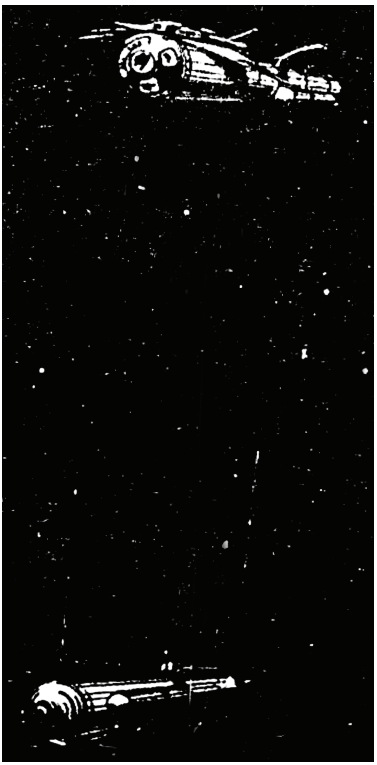
وسوف يستخدم المسافرون الأجنحة القابلة للانكماش المثبتة في السهم، لضمان سلامة الهبوط على الأرض.

وحينما تتوقَّف المحركات عن الدوران، سيفقد الناس والأجنحة الداخلية الموجودون داخل الصاروخ، سيفقدون جميعًا ثقلهم. وتمثل هذه الحالة عقبة كبيرة تحول دون الهبوط؛ لهذا يجب على واضعي تصميم السفينة أن يُنشئوا جاذبية صناعية على ظهر السفينة للتغلب على هذه العقبة.

ولقد صُممت سفينة الفضاء الموضحة بالشكل ٢-١ وفقًا لهذا المبدأ.

ويوجد لهذه السفينة قطاعان ينطلقان في البداية وكأنهما جزء واحد، ولكنهما سينفصلان عن بعضهما فيما بعد مع ارتباطهما بواسطة كابلات. وهنا ستدفعهما محركات ضعيفة القوة إلى الدوران حول مركز مشترك للجاذبية (شكل ٢-٨).

وبعد أن يبلغ هذان القطاعان السرعة اللازمة لدورانهما حول بعضهما، ستنفصل المحركات، ويستمر الدوران حسب كمية حركاتهما الذاتية. ويرى تسيولكوفسكي أن قوة الطرد المركزية ستحل محل قوة الجاذبية.



شكل ٢-٨: إيجاد جاذبية صناعية لسفينة الفضاء.

الفصل الثالث

حول سفينة الفضاء

الرحيل

تستمر السيارة، أو القطار، أو المركب الشراعي، في حركته ما دام هناك آلة أو ريح تستمر في دفعه، ولكن إذا ما توقفت الآلة، أو طُوي الشراع، فلن تكون هناك حركة.

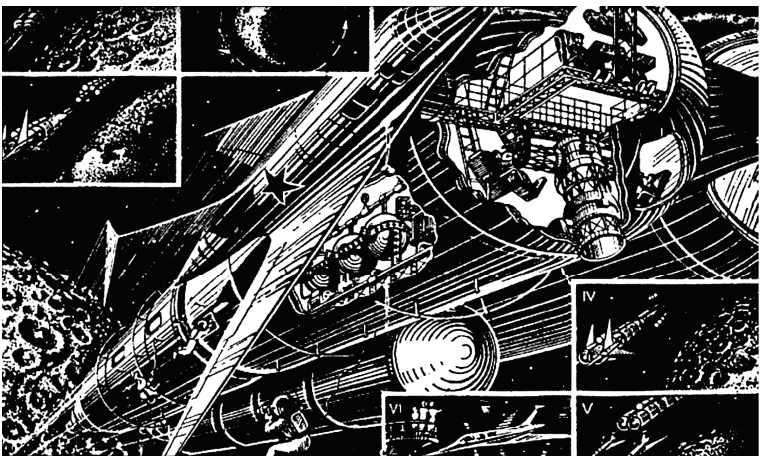
حقًّا أنها تقف مرة واحدة، ولكنها ستواصل الحركة بدافع كمية حركتها الذاتية لفترة من الوقت، لكنها مع ذلك لا يمكنها أن تسير مسافة طويلة، ما دامت كمية الطاقة المتجمعة ستتعادل في الحال بفعل الاحتكاك ومقاومة الهواء.

لكن الموقف يختلف تمامًا بالنسبة لسفينة الفضاء؛ إذ إن محركاتها ستزودها في دقائق معدودة بسرعة ضخمة، كما أن الصاروخ سيتكفل بدفعها الجزء الباقي لتكملة رحلتها بدافع كمية حركته الذاتية. ويساعد على ذلك أن الفضاء لا يكون به احتكاك أو مقاومة للهواء حتى يعوقها.

وإذا تمكن الصاروخ من بلوغ السرعة اللازمة لمواصلة رحلته في الحال، فيمكن حينئذٍ توفير قدر ضخم من الوقود. وسيتمكَّن الصاروخ من مواصلة السير في طريقه بقوة دفع كمية حركته الذاتية. إلا أن هذه العملية تُعتبر من الأمور المستحيلة من الناحية التطبيقية؛ وذلك لأن الصاروخ لا يكتسب سرعته إلا بالتدريج مع احتراق الوقود. يضاف إلى هذا أن السرعة المبدئية يجب ألا تكون أكبر مما يمكن أن يتحمله الجهاز العضوي الإنساني.

غالبًا ما نرى على أغلفة الكتب، التي تعالج مسألة السفر بين الكواكب، صورة لسفينة الفضاء، وهي تطير في خطٍّ مستقيم بين الأرض والقمر، وتبين الصورة السفينة وكأنها قطعت نصف المسافة، أو قد تصورها وكأنها اقتربت من هدفها وما زالت محركاتها تدور. هذا المفهوم خاطئ من أساسه؛ إذ إن مسار سفينة الفضاء لن يكون عبارة عن خط

مستقيم على الإطلاق، كما أن محركاتها لا بد وأن تتوقف بعد رحيلها ببضع دقائق، أي بعد أن تترك الأرض بمسافة قصيرة، وهذه هي الطريقة الوحيدة التي يمكن بها لسفينة الفضاء أن تقتصد قدرًا كافيًا من الوقود؛ كي تعتمد عليه في العودة من رحلتها.



شكل ٣-١: في الوسط: سفينة فضاء وُضع تصميمها للقيام برحلة حول القمر. (١) الرحيل على ظهر كوكب صناعي تابع للأرض. (٢) سفينة الفضاء بعد أن أصبحت تابعًا للقمر. (٣) مسار السفينة حول القمر. (٤) سفينة الفضاء تشق طريقها بعيدًا عن القمر. (٥) انفصال الأسهم الهابطة من سفينة الفضاء عند اقتراب السفينة من الأرض. (٦) الأسهم تهبط على الأرض.

وسوف يتوقف نجاح الطيران إلى حدٍّ كبير على اختيار المسار الصحيح، ويلاحظ أن المسارات التي تحتاج إلى استنفاد أقل قدر ممكن من الوقود معقدة جدًّا؛ إذ لا بد أن يغير الصاروخ اتجاهه وعجلته على الدوام، ولو اخترنا مسارًا مبسطًا (ليكن مسارًا رأسيًّا مثلًا)، فإن الوقود المستهلك سيتضاعف قدره عدة مرات.

ومن الأمور المهمة للغاية، لضمان نجاح الرحلة، توقيت الرحيل. وسبب ذلك أن الأرض، أو الجرم السماوي الذي ستسافر إليه سفينة الفضاء، ليسا في حالة توقف وسط الفضاء.

الطيران

حينما تتوقف المحركات عن الدوران ستتكفل سفينة الفضاء بقطع المسافة الباقية بين الكوكبَين (وهي تعادل أكثر من ٩٩٪ من المسافة الكلية)، فالصواريخ التي تنطلق من الأرض إلى الأجرام السماوية المجاورة، ستستفيد من حركاتها لقطع المسافة الأولى من رحلتها، وهي نحو ٢٠٠٠ كيلومتر أو ما يقرب من ذلك، هذا بينما تقدر المسافة بين الأرض والقمر بمئات الآلاف من الكيلومترات، كما أن المسافة بين الأرض والكواكب تقدر بملايين الكيلومترات.

إن الشيء الوحيد الذي يتحرك في خط مستقيم على الأرض هو القطار فقط، أما بالنسبة لوسائل المواصلات الأخرى، فإنها تنحرف دومًا عن الخط الهندسي لطريقها. ويرجع ذلك، إما إلى عيوب في الطريق، أو لتأثير الهواء، أو تيارات مائية، كما قد يرجع إلى أن المحركات في حركتها لا تسير على معدل واحد، أو لأسباب أخرى.

الأمر على العكس من ذلك بالنسبة للأشياء التي تتحرَّك في الفضاء؛ إذ إن سفينة الفضاء لن تتأثر طوال مسافة سيرها، إلا بجاذبية الشمس فقط، كما أنها ستسير على خط محدد تمامًا، وكأنها تسير على طريق غير مرئي من طرق السكك الحديدية.

قد يبدو أن سفينة الفضاء، إذا ما انحرفت انحرافًا بسيطًا عن مسارها المحدد لها، فلن يكون ذلك مصدر خطر كبيرًا، ما دام لديها متسع من المكان لتجنب الاصطدام بسفن الفضاء الأخرى، ولكن الأمر على العكس من ذلك، فالملاحة في الفضاء لا بد أن تتم بدقة كبيرة، كما لا بد وأن تتوفر اليقظة والحذر أكثر مما هي الحال بالنسبة للملاحة في البحر أو الجو؛ إذ إن أقل انحراف في السرعة أو اتجاه سفينة الفضاء قد تنجم عنه نتائج خطيرة، كما يتضح لنا من الأمثلة التالية:

لنفترض أن سفينة الفضاء متجهة إلى القمر، وانطلقت من الأرض بأقل سرعة لها، فإن هذه السفينة ستتوقف عن السير قبل الوصول إلى هدفها بأربعة آلاف كيلومتر، وذلك إذا ما نقصت سرعتها بما يساوي مترًا واحدًا في الثانية. وبهذا يمكننا أن نتصور مدى الصعوبة التي سيواجهها الملاح لتسيير سفينة فضاء، إذا كانت عجلتها نحو ٤ أو ٥ أمتارٍ في كل ١ من ١٠ من الثانية.

وسوف يزداد الموقف خطورةً بصدد السفر إلى الكواكب؛ إذ لو نقصت سرعة سفينة الفضاء بما يساوي مترًا واحدًا في الثانية، فإن هذا معناه نقص مدى الصاروخ بما يقدر بعشرات، إن لم يكن مئات الآلاف من الكيلومترات.

ولنفترض أننا بسبيل الرحيل من الأرض إلى المشتري، في مسار يقتضي أن تكون أقل سرعة للانطلاق هي ١٤٢٢٦ مترًا في الثانية. لو فرض أن هذه السرعة نقصت بمقدار متر واحد في الثانية، فمعنى هذا أن سفينة الفضاء ستقف بعيدًا عن هدفها بمقدار ٤٠٠٠٠٠ كيلومتر، وإذا انحرفت السفينة بمقدار ٠,١ في المائة عن هدفها، فمعنى هذا أنها انحرفت بما يزيد على خمسة ملايين كيلومتر.

وقد يبتعد الصاروخ عن هدفه بمقدار مليون كيلومتر، إذا ما انحرف عن زاوية انطلاقه بما يعادل ٠,١ درجة.

لذلك يجب على الملاحين أن يكونوا يقظين دائمًا، حتى يتجنبوا الوقوع في مثل هذه الأخطاء، كما يجب عليهم أن يعدلوا مسار الصاروخ عن طريق إدارة أو وقف المحرك الموجه ذي القوة الضعيفة.

وكيف يتسنَّى للمسافرين عبر الفضاء أن يقدِّروا المسافة التي قطعوها؟

إذا كانت الرحلة إلى القمر، فيمكن تقدير المسافة عن طريق التحقُّق من زاوية رؤية القمر أو الشمس؛ إذ كلما قلَّت الزاوية، زادت المسافة. ويمكن تقدير البعد عن الشمس حسب تغير درجة الحرارة؛ إذ تستطيع العدادات الحرارية الكهربائية الحديثة أن تسجل ذبذبات حرارية بمعدل ٠,٠٠٠٠٠١ درجة سنتيجراد. وتساعد هذه الآلات على تقدير البعد عن الشمس في حدود كيلومترَين أو ثلاثة.

الحياة داخل سفينة الفضاء

منذ أكثر من مائة عام مضَت، دخلت إحدى المجلات الإنجليزية في جدال عنيف مع المخترع الإنجليزي المشهور جورج ستيفنسون. زعمت هذه المجلة بأنه ليس ثمة شيء أكثر بطلانًا من الادعاء بأن في الإمكان بناء قاطرة تسير بسرعة تقدر بضعف سرعة عربة البريد؛ واستمرَّت المجلة تقول: ومن الغباء الاعتقاد بأن سكان وولويتش سيأمنون على حياتهم ويثقون في هذه الآلة؛ إذ إن هذا معناه أنهم سيلقون بأنفسهم للاحتراق داخل صاروخ.

ومن الطريف أن ستيفنسون أطلق على أول قاطرة اسم «صاروخ»، ولقد تحرك «الصاروخ» في السباق الذي تم بعد ذلك بسرعة تعادل أضعاف سرعة عربة البريد، ووصل ركابه إلى هدفهم في أمن وسلام.

ولا شك في أن ستيفنسون نفسه كان سيدهش، إذا ما نما إلى علمه أن الإنسان سيتمكن من السفر داخل صاروخ حقيقي يسير بسرعة كونية، ويتم رحلته في أمن وسلام، وأن ذلك سيتحقَّق بعد أن تتهيَّأ بعض الشروط الضرورية.

ويلاحظ أن كلًّا من الإنسان وسفينة الفضاء سيتأثَّران بحالات من الجذب، نتيجة تزايد السرعة، عند انطلاق الصاروخ.

لهذا فإن مدى تحمل الجهاز العضوي للإنسان هو الذي سيحدد شدة الجذب التي يمكن أن نتجاوز عنها، كما أنه سيحدد بالتالي المدى الذي تزيد السرعة وفقًا له. ويمكن بلوغ السرعات الكونية بعد بضع دقائق، إذا ما زادت عجلة التثاقل إلى أربعة أو خمسة أمثالها.

وتفيدنا الخبرة العملية أن الإنسان قادر على تحمل حالات من الجذب والضغط الكبيرة. ويتبين لنا ذلك مثلًا إذا ما ركب الإنسان عربة تتحرك بسرعة هائلة ثم تقف فجأة، أو حينما يغطس تحت الماء من فوق ارتفاع معين. كما أن الطيار يواجه حالات من الضغط الشديد، إذا ما أُطلقت مركبته الهوائية من فوق قاعدة لإطلاق القذائف والصواريخ، أو حينما يقوم ببعض الألعاب البهلوانية في الهواء.

ولقد أُجريت تجارب خاصة، بهدف زيادة معلوماتنا في هذا الصدد. وهاك مثالًا من تلك التجارب: وُضع رجل لمدة ست دقائق داخل مركب يسير في حركة دورانية. وكان هذا المركب دائري الشكل، ونصف قطره خمسة أمتار، كما كان يتحرك بسرعة تساوي ١٤ مترًا في الثانية، ورُوعِي أن تكون الظروف الملابسة للتجربة مماثلةً لتلك التي سيواجهها الإنسان أثناء السفر بين الكواكب. ولقد نجحت التجربة، ولم يترتَّب عليها أي أذًى للإنسان.

وتبيَّن أن قدرة الجهاز العضوي على التحمل تتوقَّف، إلى حدٍّ كبير، على وضع الجسم أثناء الطيران بسرعة متزايدة. وأثبتت التجارب أن الإنسان في الوضع الانبطاحي أقدر على تحمُّل حالات الضغط الشديد، مما لو كان متخذًا وضع الوقوف أو الجلوس.

ولقد جُهزت الصواريخ الآن بوسائد خاصة تتعدل بنفسها، حسب هيئة الجسم حينما تعتريه حالة من الضغط المفرط. والهدف المقصود من ذلك هو زيادة مقاومة الكائن العضوي.

ويجب أن نضع في اعتبارنا التدريب البدني؛ فقد ثبت أن مَن تدرَّبوا تدريبًا بدنيًّا جيدًا يتحمَّلون ضغطًا يزيد على وزنهم بمقدار خمس عشرة مرة، وأنهم يستمرون في

ذلك لمدة دقيقتَين أو ثلاث دقائق. وتبين، حسب وجهة نظر علم وظائف الأعضاء، أن هذه القدرة من التحمل، لا تكفي فقط للسير عبر الفضاء الموجود بين الكواكب، بل إلى ما هو أبعد من ذلك.

ومن الطبيعي جدًّا أن الناس الذين يسافرون في صاروخ يتحرك عبر الفضاء، بقوة دفع كمية حركته الذاتية، لن يشعروا بأن لهم ثقلًا بالمرة؛ إذ إن الإحساس بالثقل ناجم عن الضغط الذي يقع على جسم الإنسان، من حامل يحمله (مثل ضغط الأرض، أو السرير أو الكرسي ... إلخ). كما أنه نتيجة للضغط المتبادل بين أجزاء الجسم وبعضها بعضًا، ولو فرض أننا انتزعنا هذا الحامل الذي يركن إليه الإنسان، فإن الإحساس بالثقل سينتهي أيضًا.

لنفترض، مثلًا أننا بداخل مصعد صُمِّم بطريقة خاصة. وأن هذا المصعد يهبط بنا الآن دون أن يعوقه أي شيء. حينئذٍ ستهبط كل الأشياء الموجودة بداخل المصعد، بنفس السرعة؛ ولهذا فلن يكون لأحدنا أي ضغط على الآخر. ولو افترضنا أن شيئًا ما، في يدك، ثم تركته يسقط، فإنه لن يسقط على أرضية المصعد. والسبب في ذلك، هو أن هذا الشيء قد فقد ثقله، تمامًا كما فقدت كل الأشياء الأخرى الموجودة داخل المصعد ثقلها بما فيها أنت نفسك.

وهاك مثالًا آخر. إذا وضعنا ثلاثة قوالب من الطوب فوق بعضها؛ فإن القالب الأول سيكون له ضغط معين على القالب الموضوع في الوسط، بينما سيكون ضغط القالب الثاني على القالب الثالث ضعف ضغط القالب الأول. ولو تصوَّرنا أننا ألقينا بهذه القوالب الثلاثة، وهي في نفس الوضع، من النافذة، فإنها لن تضغط على بعضها؛ إذ لن يكون أيٌّ منها حاملًا للآخر.

ونحن على سبيل المثال نشعر بفقدان الثقل على الأرض، حينما نترك الحامل الذي يمسكنا ونغطس في الماء، أو حينما نهبط من الطائرة وننزل على مهل. وإذا قفزت من على ارتفاع وأنت تحمل في جيبك شيئًا له ثقل، فإنك لن تشعر بهذا الثقل إذا كنت تهبط في مجال ليست فيه مقاومة. ويلاحظ أن الشخص الذي ينزلق على الجليد من فوق جبل مثلًا، يشعر بفقدان جزئي للثقل، وهذه هي الحال بالنسبة للشخص الذي يترنح، وخاصة بعد أن يصل إلى أعلى جزء. ومن المعروف كذلك أن الهابطين بالمظلات، والأشخاص الذين يقومون بالألعاب البهلوانية، يحسون بفقدان الثقل، دون أن يفقدوا توازنهم، أو تنظيم حركاتهم.

ويقصد بلفظة «ثقل» بوجه عام في علم الأسفار عبر الفضاء، القوة التي تحفظ الناس والأجهزة فوق أرضية سفينة الفضاء. وإذا حدث أن انعدمت هذه القوة، فلن يكون هناك أي ضغط متبادل بين الناس والأشياء وبين بعضها بعضًا، وستصبح غير ذات ثقل.

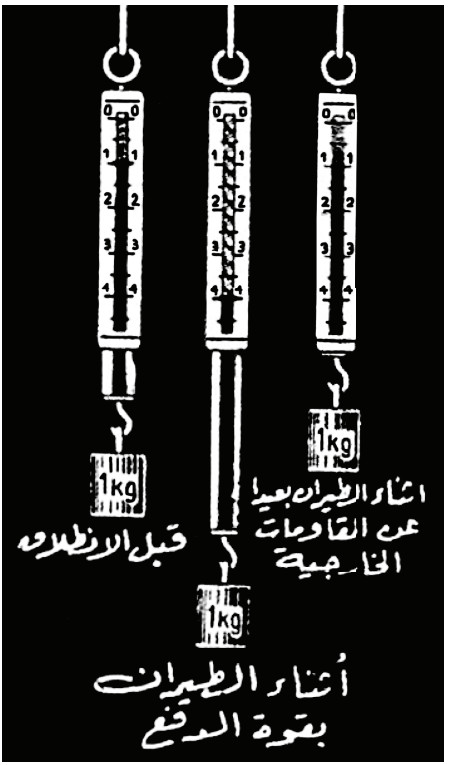
ويقول بعض أولي الشأن بأن ثقل الإنسان، أو الشيء فوق سطح الصاروخ يبدو وكأنه ينخفض ويزداد أثناء الطيران. إلا أننا على أية حال لا نقرُّ هذا الرأي، ما دام الفارق الفعلي في الثقل يمكن تسجيله بواسطة آلات خاصة بذلك.

ويبين لنا الشكل رقم ٣-٢، كيف أن ثقل الجسم يتغير داخل الصاروخ؛ إذ يلاحظ أن ثقل كيلوجرام واحد معلق في ميزان زنبركي، يحرك مؤشر الميزان ليشير إلى علامة كيلوجرام واحد، وهذا بالنسبة للثقل قبل انطلاق الصاروخ. أما بعد أن يحمل الهواء الصاروخ، فإن ثقل الأجسام الموجودة بالداخل تزداد إلى أضعافها، إذ قد تصل مثلًا إلى أربعة أمثالها، وبهذا يشير مؤشر الميزان إلى علامة ٤ كيلوجرامات. وحينما يتحرَّك الصاروخ بقوة دفع كمية حركته الذاتية، فإن كل الأجسام الموجودة بداخله تفقد ثقلها. وبهذا يعود مؤشر الميزان إلى العلامة صفر.

ما زال أمامنا كثيرٌ من الجهود الشاقة المضنية، التي يجب علينا أن نبذلها لحل مسألة تموين المسافرين عبر الفضاء بكميات كافية من الأكسجين والماء والطعام، وذلك في أولى رحلاتهم إلى المريخ والزهرة؛ إذ إن هذه الرحلة ستستغرق أكثر من عامَين. وما زلنا كذلك في حاجة إلى القيام بدراسة تفصيلية أكثر مما هو الآن لحل مشكلة تنقية الماء والهواء على ظهر سفينة الفضاء، لكن أهم شيء الآن هو أن حل هذه المشكلة كلها أصبح من الأمور الممكنة عمليًّا.

مخاطر الطيران عبر الفضاء

تتعرض الأرض دائمًا إلى الاصطدام بالشهب؛ إذ يقع في خلال العام الواحد عدة مئات من الشهب على سطح كوكبنا. وهذه الشهب عبارة عن أجسام معدنية أو حجرية، ذات أحجام مختلفة، ويبلغ قُطر بعض هذه الشهب عدة أمتار، قبل دخولها نطاق الغلاف الغازي المحيط بالأرض. ومع أن هذه الجزيئات النيزكية بعيدة بُعدًا شاهقًا، فإن معدل سرعة سقوطها على الأرض ما بين عشرة ومائة ألف جزءٍ من الثانية. ويبلغ الوزن الكلي لمجموع الأجسام النيزكية التي تصل إلى سطح الأرض في اليوم الواحد من عشرة إلى عشرين طنًّا. وتصل سرعتها خارج الغلاف الغازي المحيط بالأرض بين عشرة وسبعين كيلومترًا في الثانية.



شكل ٣-٢: يوضح نسبة تغير ثقل جسم من الأجسام أثناء السفر بين الكواكب.

وتزداد درجة حرارة النيازك داخل الغلاف الغازي، ويرجع ذلك لاحتكاكها بالهواء، وتتوهج في بعض الأحيان مثل الشمس، إن لم يكن أكثر. وقد يحدث نتيجة اصطدام أحد النيازك بسطح الأرض أن تتكوَّن فجوة يبلغ قطرها عدة كيلومترات. ومن المحتمل جدًّا أن تتحطَّم سفينة الفضاء إذا ما اصطدم بها نيزك كبير الحجم. ومن الخطورة بمكان أن يحدث أي ثقب، ولو كان صغيرًا جدًّا، في هيكل السفينة الخارجي؛ إذ سيتسرَّب الهواء منها في سرعة كبيرة تعادل سرعة الصوت. ولقد أثبتت التجارب مع ذلك أن الإنسان سيظلُّ محتفظًا بوعيه لمدة تقرب من خمس عشرة ثانية، بعد الاصطدام بالجسم الخارجي، وهي مدة كافية لكي يتمكَّن الإنسان من ارتداء قناع الأكسجين المثبت ببدلة الفضاء.

ومن الممكن جدًّا أن تحطم الشهب المجهرية هيكل السفينة، إذا ما ظلت ترتطم بها مدة تكفي لكي تؤثر فيها. ويمثل هذا النوع من الشهب خطرًا أساسيًّا على الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض لمدة طويلة من الزمن. كما يقول المثل القديم: «قطرات الماء تبلي الحجر مع مرور الزمن.»

ولقد أُجريت تجربة في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٥٣م، كانت هذه التجربة على ارتفاع ما بين ٤٠ و١٤٠ كيلومترًا. وحدثت في أثنائها ٦٦ صدمة في فترة مدتها ١٤٤ ثانية، أي بمعدل ٤٫٩ صدمات في الثانية في مساحة قدرها متر مربع. وقد أُجريت تجارب أخرى على ألواح معدنية مصقولة؛ إذ عُرضت هذه الألواح على ارتفاع عالٍ جدًّا، ثم اختبرت بالمجهر بعد إعادتها، فتبين أنه قد تكونت بها سنون دقيقة جدًّا، وهي آثار صدمات شهب مجهرية.

ولم يتمكن العلماء بعد من معرفة الطرق الفاعلة التي يمكن بها حماية سفينة الفضاء من تهديد الشهب. ولكنهم على أية حال أحرزوا بعض التقدم في هذا المجال. ونحن نعرف مثلًا أن الشهب ليست موزعة توزيعًا متعادلًا في المكان والزمان. ولقد قام العلماء بدراسة شظايا النيازك ووقت سقوطها. وهناك بحث مفصل عن مدارات أسراب الشهب المختلفة، والمعلومات التي تحصل عليها ستعين المسافرين عبر الفضاء على اختيار المسار الصحيح؛ لكي يبدءوا رحلتهم في اللحظة المناسبة، كما أنهم سيتمكنون من الوصول إلى القمر في فترة «الهدوء النيزكي»، ثم يعودون إلى وطنهم دون أن يخاطروا بأنفسهم ويتعرضوا للاصطدام بشهب كبيرة الحجم، أثناء رحلتهم. وسوف تُجهز سفينة الفضاء بلوحة معدنية خارجية، تكفي لحمايتها من الغبار النيزكي، هذا، بينما سيحميها الغلاف الداخلي من الشهب الصغيرة.

وحينما تجاوز سفينة الفضاء مدار المريخ، فإنها ستواجه حينئذٍ خطرًا آخر، ألا وهو خطر الاصطدام بأحد الكواكب الصغرى، أو الكُوَيكبات؛ إذ تدور هذه الكويكبات بين مدار المريخ والمشتري. ولقد حدد علماء الفلك الطرق التي يسير فيها ما يقرب من ١٦٠٠ كوكب من هذه الكواكب، كما تمكنوا من رسمها.

وتُقدر الكتلة الكلية للكواكب الصغرى، بما يقرب من كتلة المادة النيزكية بأكملها الموجودة ضمن المجموعة الشمسية (وهي نحو واحد على ألف من كتلة الأرض) وواضح تمامًا أن أي اصطدام بأيٍّ من هذه الأجرام، معناه نهاية سفينة الفضاء. ويبلغ قطر أصغر هذه الأجرام نحو كيلومتر.

ولكي نتجنَّب الاصطدام بهذه الشهب والكُوَيكبات، تُجهز السفينة بجهاز رادار، ويُستخدم هذا الجهاز لإعطاء تحذير في الوقت المناسب وتحويل الصاروخ تلقائيًّا عن طريقه. إلا أن هذه مشكلة صعبة. ويرجع ذلك إلى السرعة الهائلة التي تتحرك بها الأجسام النيزكية في الفضاء.

وتعبر الفراغ الموجود بين الكواكب، الأشعة البنفسجية التي تصدر عن الشمس، والأشعة المسماة بالأشعة الكونية. أما عن الأشعة فوق البنفسجية، فيمكن الحيلولة دون نفاذها بواسطة اللوح المعدني المركب حول سفينة الفضاء. أما الأشعة الكونية فإنها ستنفذ لا محالة، من خلال هذا اللوح في غاية السهولة؛ إذ إنها أقدر أنواع الأشعة على النفاذ في الأجسام. وما زلنا في حاجة إلى مزيد من البحث لمعرفة طرق الوقاية الكافية.

وأجرى العالم السويسري إيوجستر الاختبار التالي للتأكد من تأثير الأشعة الكونية على الجسم الإنساني؛ فقد وضع قطعة صغيرة من الجلد الإنساني المحفوظ داخل صاروخ بعيد المدى، ورفعها إلى طبقات الجو العليا وعرضها للأشعة الكونية على هذا الارتفاع الشاهق، وبعد أن عاد الصاروخ لحم العالم قطعة الجلد بجسم إنسان ونجحت العملية. وبهذا ثبت من البحث الذي استخدم فيه الصاروخ البعيد المدى، أن التعرُّض للأشعة فوق البنفسجية، والأشعة الكونية لمدة قصيرة من الزمن، لن ينجم عنه أي أذًى. ولا يتوقف هذا الأمر على الحيوانات الدنيا فقط، بل يصدق كذلك على القرود، لكن التجارب التي ذكرت هنا لا يمكن اعتبارها تجارب قطعية.

وسوف تتعرض كذلك حياة المسافرين في صاروخ ذري لخطر الإشعاع الذري الذي يشعُّ من الوقود النووي؛ إذ إن النشاط الإشعاعي قد يمتد ويصل إلى بعض أجزاء سفينة الفضاء، وهذا من شأنه أن يعرض الركاب للأذى؛ ولذلك فلا بد من إعداد دروع خاصة لوقاية الركاب من خطر النشاط الإشعاعي.

الهبوط

كيف تتم عملية هبوط سفينة الفضاء العائدة؟

لو عالجنا المشكلة نظريًّا، سنقول باستخدام محرك صاروخي لتحقيق هذا الغرض، ولكي تدور السفينة لتتجه نحو الأرض، ستضطر إلى خفض سرعة الصاروخ، وذلك باستخدام الغازات العادمة التي تدفع الصاروخ في الاتجاه المضاد. إلا أن هذه العملية تستلزم قدرًا هائلًا من الوقود، وليس هناك الصاروخ الذي يسع هذا القدر من الوقود.

وهناك طريقة أخرى لتهدئة سرعة سفينة الفضاء، وذلك عن طريق الاستفادة بمقاومة الهواء. ومع ذلك فإن الحرارة الناتجة عن الاحتكاك ستجعل من المستحيل علينا استخدام المظلات لأنها ستحترق في الحال. ويصدق هذا الكلام أيضًا على سفينة الفضاء التي تُطلق من فوق كوكب صناعي. ولن يلائم هذا كله عملية الهبوط على الأرض؛ لأن السفينة بناء ضخم جدرانه رقيقة وخالية من الخطوط الانسيابية التي تُحفر على الهيكل الخارجي. ويكفي أن تصل إلى الغلاف الغازي حتى تبيض من شدة الحرارة. وحينما تقترب السفينة من طبقات الجو العليا، سيتخذ البحارة حينئذٍ أماكنهم في سهم فضائي له غلاف خارجي مخطط بخطوط انسيابية. وسوف تتحول سفينة الفضاء في هذا المكان السحيق الذي توجد به، إما إلى قمر صناعي تابع للأرض وذلك إذا كانت لا تزال بها بقية من الوقود يكفيها لتتخذ لنفسها مدارًا دائريًّا، وإما أن تحترق داخل الغلاف الغازي.

سيدخل السهم الفضائي طبقات الجو العليا، وهو يتحرَّك بسرعة تزيد على أحد عشر كيلومترًا في الثانية، لكنه سيظهر ثانية في الفضاء بعد أن يلاقي قدرًا معينًا من الممانعة بسبب مقاومة الهواء. وبعد سلسلة من المناورات بهذه الطريقة يكون السهم الفضائي قد استنفد أغلب سرعته الزائدة على الحاجة، ويتجنب بذلك السخونة الشديدة أثناء نزوله.

ونظرًا لانخفاض سرعة السهم الفضائي المنزلق، فإن سطح أجنحته «الأصلية» سيصبح غير كافٍ ليساعده على الانزلاق، وفي هذه المرحلة الحرجة ستبدأ الأجنحة المنكمشة في القيام بدورها، وبعد أن تتعادل بعد انقضاء بضع ساعات في الهبوط.

وهذا هو نفس الإجراء الذي سيتبع مع المسافرين العائدين إلى الأرض من محطة فضائية. وفي هذه الحالة سيقذف السهم المنزلق من المحطة بواسطة محرك صاروخي له قوة دفع ضعيفة؛ إذ سيدفعه هذا الصاروخ دفعة بسيطة في الاتجاه المضاد لحركة المحطة، وبعد أن يفقد جزءًا من سرعته السابقة، يبدأ السهم المنزلق في الدخول تدريجيًّا داخل نطاق الغلاف الغازي.

الفصل الرابع

القمر الصناعي

بناء القمر

إن أولى مراحل انتصار الإنسان على الفضاء في الكون هي بناء قمر صناعي للأرض، أي بناء آلة تطير وتدور حول كوكبنا مثل القمر.

والقمر الصناعي يشبه سفينة الفضاء تمامًا؛ من حيث إنه سيُبنى ويوضع موضع الاختبار على ظهر الأرض، ثم يفك بعد ذلك ويرسل إلى مدار حدِّد من قبل؛ حيث يعاد جمعه هناك (شكل ٤-١).

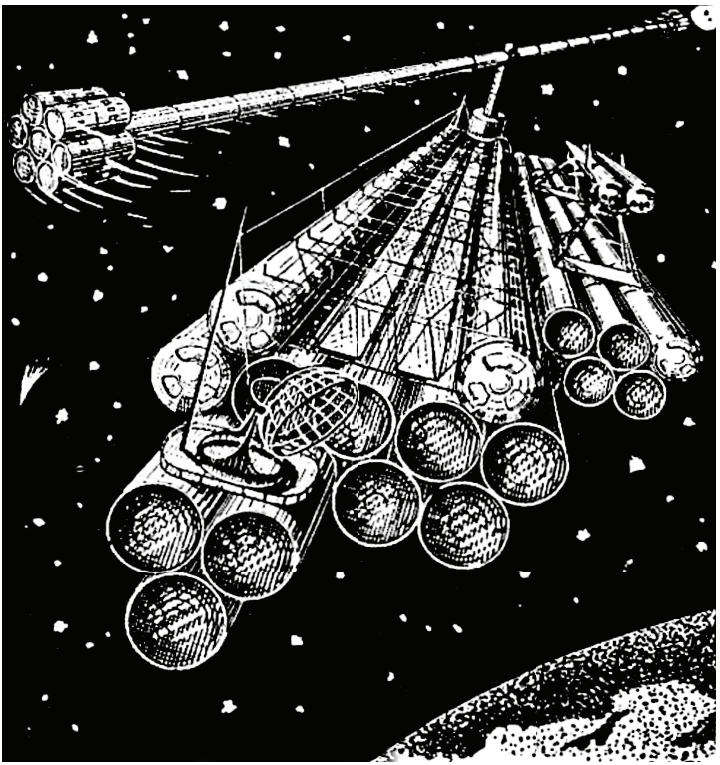
بعد أن يستقر الصاروخ ذو المراحل الثلاث أو الأربع في مداره، سيلحق بصاروخ ثانٍ وثالث ورابع، وهكذا، وسوف تضمُّ هذه الصواريخ إلى بعضها بحيث تكون كلًّا واحدًا. كما ستستخدم حجرات وخزانات الوقود، بعد تهيئتها وإعدادها إعدادًا خاصًّا، ستستخدم باعتبارها مساكن ومعامل ومصانع ... إلخ.

وستجهز كل هذه الحجرات بالهواء المكيف وأجهزة حبس الهواء؛ كي تحول دون تسرب الهواء إلى الخارج.

وفي الوقت المناسب سترسل كل المعدات اللازمة للمحطة الفضائية. ويمكن استخدام توربينات الغاز، وأجهزة القياس، وآلات تقدير الحرارة وغير ذلك، كما يمكن استخدام الوقود الزائد على الحاجة، والمادة المؤكسدة الموجودة في الصواريخ التي يتكوَّن منها القمر.

ويمكن إنشاء الجاذبية الصناعية حول محطة الفضاء حتى يشعر سكانها (شكل ٤-١)، ولكن على أي ارتفاع سيُبنى القمر الصناعي؟

لا شكَّ أن اقتراب القمر من الأرض من العوامل التي تسهل الاتصال به، ولكن إذا ما اضطر القمر إلى السير داخل الطبقات الكثيفة للغلاف الغازي المحيط بالأرض، فإن



شكل ٤-١: صورة تمثل التصميم المحتمل وضعه للقمر الصناعي، ويلاحظ أن الجزء الأسفل من القمر الصناعي يسوده انعدام الثقل، بينما نجد أن الجاذبية الصناعية تسود جزءه الأعلى. وقد نشأت هذه الجاذبية بفعل الحركة الدورانية.

الهواء سيعرقل حركته ويقلل من سرعته؛ وبالتالي سيسقط على الأرض؛ ولهذا يجب أن يوضع بعيدًا عن الطبقات الكثيفة للغلاف الجوي.

ليس من الميسور تحديد الحد الأقصى الذي ينتهي عنده غلاف الأرض الجوي؛ فهو يمتد إلى أعلى مع انخفاض نسبة كثافته كلما ارتفع؛ فكثافة الهواء مثلًا عند قمة أنجلس (٦,٨ كيلومترات) تقرب من نصف كثافة الهواء الموجود في مستوى سطح البحر. وتصل هذه الكثافة إلى الثلث على ارتفاع عشرة كيلومترات، وهي العُشر فقط على ارتفاع ١٨ كيلومترًا، ويلاحظ أن الشهب لا تحترق في المستويات التي هي أبعد من ١٥٠ كيلومترًا،

على الرغم من أن سرعتها قد تبلغ عشرة أمثال سرعة القمر الجديد. ويندر وجود الهواء بعد ارتفاع ٢٠٠ كيلومتر، حتى يصح لنا القول بأنه غير موجود؛ ولذلك فمن المفضل أن تكون محطة القمر الصناعي على هذا الارتفاع.

والقمر الصناعي لا يختلف عن أي جسم ساقط؛ إذ يمكنه أن يتحرك في مستوًى يمر خلال مركز الأرض، أي عبر خط الزوال مثلًا. ويخضع القمر الصناعي لنفس قوانين الطبيعة تمامًا مثل الأجرام السماوية الأخرى. ومن هنا فإن سرعته ومدة دورانه حول الأرض تتوقفان على ارتفاعه.

ولو حدث أن انخفضت سرعة القمر الصناعي، ولو شيئًا بسيطًا، فإنه سيترك مداره ويسقط على الأرض في مسار على شكل قوس ممتد.

الاستفادة من القمر الصناعي

إن علم الأرصاد الحديث لم يجمع بعدُ معلومات كافية تساعده على التأكد من القوانين الطبيعية التي تخضع لها العمليات الجوية؛ وذلك لأننا الآن لا يمكننا أن نرصد طبقات الجو العليا إلا على فترات قصيرة؛ ولهذا فإن الأقمار الصناعية ستساعدنا جدًّا في هذا المجال؛ وذلك لأنها ستمكننا من عملية الرصد المستمرة.

ولقد بلغت فكرة تصميم القمر الصناعي التابع للأرض مرحلة تسمح لنا بأن نطلق القمر في خلال عامَين أو ثلاثة. ويعمل كلٌّ من الاتحاد السوفييتي، والولايات المتحدة وبعض البلاد الأخرى من أجل بلوغ هذا الهدف، وأول قمر صناعي سيكون عبارة عن صاروخ صغير في الحجم ليس به آدميون، ولا يزيد قطره على نصف متر. وسوف تنتقل تسجيلاته التي تسجلها الآلات الموجودة به إلى الأرض بواسطة الراديو.

ستأتي بعد ذلك مرحلة المراصد الطائرة التي يوجد بها آدميون، ولكي تسهل عملية مراقبة سطح الأرض، فلا بد وأن تطلق في مسارات تمر فوق القطبَين، وسوف يكمل المرصد الطائر ست عشرة دورة حول الأرض في خلال أربع وعشرين ساعة، كما يقوم بتصوير سطحها كله أثناء النهار.

وسيكون القمر الصناعي مفيدًا جدًّا في دراسة الطبيعة، وتوزيع السحب في الأرجاء الواسعة المحيطة بكوكبنا. كما سيفيدنا كذلك في تحديد الحدود التي ينتهي عندها كلٌّ من الكتل الدافئة والباردة من الهواء، وتحديد اتجاه الزوابع. وسوف تتمكَّن المحطات الطائرة للأرصاد الجوية من أن تسجل بدقَّة مقاييس الحرارة والضغط، وكثافة الهواء

... إلخ، في طبقات الجو العليا. كما أن دراسة الإشعاعات الشمسية ستمكننا من تحديد ما يستنفده كوكبنا من طاقة شمسية بصورة دورية. وتساعدنا هذه الدراسة على التنبؤ الصحيح بالطقس، وشروط المراسلة بالراديو.

ولا شك أن القمر الصناعي سيتعرض دائمًا لكمية ضخمة من الطاقة الشمسية، ورأى تسيولكوفسكي أنه من الممكن الاستفادة بهذه الطاقة في تنمية النباتات داخل بيوت زجاجية خارج الكرة الأرضية. ورأى أن سكان الجزيرة السماوية يستطيعون بذلك أن يجدوا حاجتهم من الطعام النباتي.

ومن الواضح أن معامل الأبحاث النووية التي ستقام هناك، ستجد بين يدَيها قدرًا ضخمًا من الأشعَّة الكونية لدراستها.

ومن مميزات القمر الصناعي أنه سيكون مكانًا ممتازًا للإذاعة على الموجة القصيرة، وغيرها من الموجات فوق القصيرة.

واقترح تسيولكوفسكي اقتراحًا لتسهيل عملية السفر بين الكواكب، ومضمون هذا الاقتراح هو تقسيم الفضاء الموجود بين الكواكب إلى مراحل. ويستخدم القمر الصناعي التابع للأرض باعتباره رصيفًا لتغيير الصواريخ.

وإذا تم صنع هذا الرصيف، فإن خروج الصواريخ إلى الفضاء من فوقه سيكون أسهل بلا شك مما لو بدأ من الأرض. ويكفي في هذه الحالة السير بسرعة ٣,١ إلى ٣,٦ كيلومترات في الثانية للوصول إلى القمر أو الزهرة أو المريخ؛ وذلك لأن الرصيف نفسه يتحرَّك هو الآخر بسرعة تقرب من ثمانية كيلومترات في الثانية. بينما نجد أن السرعة اللازمة للإفلات من الأرض هي ١١,٢ كيلومترًا في الثانية.

وثمَّة مشاريع عدة بخصوص السفر عبر الفضاء مع التوقف في محطة سماوية بين الكواكب.

ويرى أحد خبراء المشاريع أن الصاروخ ينطلق من الأرض، ويصل إلى محطة الفضاء. وهنا يزود الصاروخ بكل ما يلزمه من وقود وطعام كي يواصل رحلته.

وثمَّة مشروع آخر. ويرى هذا المشروع أن المسافرين عبر الفضاء يقومون بتغيير الصواريخ التي يستقلونها هناك في المحطة الموجودة بين الكواكب. أما الصاروخ الذي سيواصلون به رحلتهم فإنهم يقومون بتركيبه من مجموعة الأجزاء التي يحضرونها معهم من الأرض، بالإضافة إلى بعض المعدات الموجودة في الصاروخ الأول.

وستعود علينا محطة الفضاء بالفائدة في نواحٍ أخرى كثيرة؛ إذ سيتمكن المسافرون عبر الفضاء من القيام بتجارب معينة عن طريق الطيران في الفضاء، لكشف الظروف التي

ستتم فيها رحلات الفضاء في المستقبل. وثمَّة أبحاث تفصيلية شاملة سيقوم بها العلماء لمعرفة أثر فقدان الثقل على الإنسان، وخاصة إذا استمرت هذه الحالة مدة طويلة. كما سيدرسون أثر الجاذبية الصناعية على الإنسان وهكذا. وسوف يكون من المستطاع القيام بأبحاث فوق ظهر جزيرة الفضاء؛ لإعداد الوسائل اللازمة للوقاية من تهديد الشهب. أما من سيكتب لهم بأن يكونوا ضمن المسافرين عبر الفضاء فإنهم سيستخدمون محطة الفضاء باعتبارها قاعدة لإتقان الفن العملي لتوجيه الصاروخ في الفضاء.

وسوف يتمكن العلماء من الحصول على أغلب المعلومات التي هم في حاجة إليها؛ كي يتمكنوا من تنفيذ أفضل الطرق لتصميم سفينة الفضاء والسهم الهابط.

وترى بعض الأوساط العلمية، أنه من المحتمل أن يحل القمر في المستقبل محلَّ محطة الفضاء. إلا أن هذه الفكرة غير صحيحة لأن القمر بعيد جدًّا عن كوكبنا. ويُضاف إلى هذا أن كتلة القمر وبالتالي جاذبيته كبيرة جدًّا؛ ومن ثم فإن هذا من شأنه أن يكلفنا كثيرًا جدًّا من الوقود، حتى تتمكن سفينة الفضاء من أن ترسو على سطحه ثم تنطلق منه مرة أخرى.

ولكن من يدري، فقد يكون للأرض قمر آخر أصغر حجمًا من القمر الطبيعي، أو عدد من التوابع الطبيعية الصغيرة التي لم تُكتشف بعد؟ وبهذا سيكون من السهل جدًّا بناء مرصد طائر أو محطة فضاء فوق هذه الأقمار.

ومع ذلك، فلو فُرض أن مثل هذه التوابع موجودة بالفعل، فإنها صغيرة الحجم للغاية، ومن الصعب جدًّا تحديد موقعها. ويكاد يكون من المستحيل تحديد مسار كوكب دقيق بواسطة التلسكوب، على الرغم من أنه يدور حول الأرض على مسافة قصيرة؛ وذلك لأنه يتحرك بسرعة هائلة؛ ولهذا فإن فكرة بناء محطة فضاء فوق أحد التوابع الطبيعية التابعة للأرض تكاد تكون في عداد المستحيلات.

الفصل الخامس

رحلات الفضاء

رحلة إلى القمر

لا شك أن القمر سيكون أول هدف يقصده الإنسان في سلسلة رحلاته عبر الفضاء. ويبعد القمر عن الأرض بنحو ٣٨٤٠٠٠ كيلومتر، أي ٠,٠١ من المسافة التي تفصل بين الزهرة والأرض، حينما تكون الزهرة في أقرب نقطة لها من الأرض. وتُعتبر هذه المسافة قصيرة إلى حدٍّ كبير، حتى ولو كانت بالنسبة للمسافات الأرضية؛ إذ إن هناك الكثير من ركاب السكك الحديدية. والبحارة الذين قطعوا نفس المسافة، وهناك كثير من الطيارين الذين قطعوا بطائراتهم مسافات تعادل هذا البعد مرتَين.

والإنسان قادر على تسلق أعلى الجبال، ولكن هل ستكون لديه القوة الكافية التي تساعده على الصعود إلى القمر، لو افترضنا وجود سُلَّم يصل بين الأرض والقمر؟

لقد أثبتت التجارب العديدة أن الإنسان لكي يرتقي ارتفاعًا قدره ١٥٥٠ مترًا، فإنه يحتاج إلى جهد يساوي الجهد الذي يبذله في يوم كامل. وحسب هذا التقدير، فإن الإنسان يحتاج إلى ٦٨٠ عامًا كي يصل إلى القمر. إلا أن هذا التقدير يكون صحيحًا في حالة واحدة فقط؛ وهي أن الرحلة ستتم في نفس الظروف وبنفس السرعة التي كانت عليها في اليوم الأول. ومع ذلك فإنه فرض خاطئ؛ إذ إن جاذبية الأرض تقلُّ كلما زادت المسافة التي تسلقها المسافر، وهذه الظاهرة من شأنها أن تساعده على زيادة سرعته باستمرار، وإتمام رحلته خلال أحد عشر عامًا.

ولكن كيف يكون الحال إذا استخدمنا الصاروخ؟ وكم المدة التي سيستغرقها الصاروخ حتى يصل إلى القمر؟ يمكن للصاروخ أن يصل إلى القمر في مدة ٥١ ساعة، وذلك إذا ما تخلص من الأرض بسرعة قدرها ١١,٢ كيلومترًا في الثانية.

ولن يتمكَّن الإنسان من توجيه الكواكب الأولى فقط توجيهًا لاسلكيًّا، بل سيوجه كذلك الصواريخ القمرية الأولى، وسيتمكن العلماء من تتبُّع خط طيران هذه الكواكب والصواريخ، عن طريق الإشارات اللاسلكية التي ترسلها.

وسيحمل الصاروخ مسحوقًا متوهجًا، وحينما يرى العلماء وهجًا دلالةً على اشتعال هذا المسحوق، فهذا معناه أن الصاروخ قد سقط على سطح القمر، في نفس اللحظة التي حدث فيها التوهج. وإذا سقط الصاروخ على الجزء المعتم من وجه القمر، فإن هذا سيساعد بالتأكيد على رؤية اشتعال المسحوق المتوهج بوضوح أكثر. ومن الممكن، بالإضافة إلى ذلك، أن يتطاير مسحوق أبيض، ويشغل مساحة واسعة نتيجة سقوط الصاروخ على القمر، وهذا المسحوق يمكن رؤيته من فوق سطح الأرض.

وفي مرحلة ثالثة سيتمكَّن العلماء من إطلاق صواريخ أقوى من هذه الصواريخ، من فوق إحدى محطات الفضاء، ومن المحتمل أن تتحول هذه الصواريخ إلى كواكب صناعية تابعة للقمر، وتدور حوله مدة طويلة من الزمن دون حاجة إلى وقود، ولا شك في أن هذا النوع من الصواريخ سيساعد على دراسة القمر؛ نظرًا لما يمتاز به من ميزات اقتصادية.

وتبيِّن لنا بعض العمليات الحسابية أن صاروخًا زنته عشرة أطنان، وسرعة العادم ٤ كيلومترات في الثانية، لا يحتاج إلى أكثر من اثني عشر طنًّا من الوقود، حتى يتمكن من الدوران حول القمر، وذلك إذا ما انطلق من فوق قمر صناعي تابع للأرض. أما إذا انطلق من فوق الأرض، فإنه سيحتاج إلى ١٥٠ طنًّا من الوقود. وإذا ما كانت سرعة العادم ٢,٥ كيلومتر في الثانية، فإن تقديراتنا تتغير وتصبح في الحالة الأولى ٢٥ طنًّا من الوقود، و٨٤٠ طنًّا في الحالة الثانية. ونحن نسوق هذا القول على افتراض أن سفينة الفضاء هنا ستنطلق بأقصى سرعتها منذ اللحظة الأولى، ودون استنفاد وقود إضافي للتغلب على مقاومة الهواء.

ونظرًا لأننا لا نرى، ونحن على الأرض، إلا أحد نصفَي القمر، فإن العلم يهتم جدًّا بالفائدة المنتظرة من بحث النصف الثاني. وقد يتم الطيران فوق ذلك النصف في وقت يكون سطحه كلُّه مضاءً بأشعة الشمس، أي تتم مع قمر جديد.

ويمكننا أن نفترض بأن نصف القمر الذي لا نراه من على سطح الأرض لا يختلف أساسًا عن النصف الآخر، ومن المحتمل كذلك أن يكون — مثله — جافًّا تمامًا وليس به ماء، وخاليًا بالتالي من أي نوع من الهواء. وللمسافرين أن يتوقعوا رؤية أشياء كثيرة؛ فقد يرون أماكن سوداء كبيرة حيث توجد وديان، وهي التي تسمَّى بـ «البحار».

كما سيرون سفوح جبال تقطعها شقوق عميقة، وجبالًا قممها مضيئة ومظلمة تمامًا عند أسفلها. وينتظر أن يروا نتوءات دائرية مسننة، ومنحدرات زلقة من الداخل، ولكنها تنحدر بالتدريج نحو حافتها الخارجية (المدرجات الجبلية)، وسلاسل من فوهات البراكين، وقطعًا من الرماد البركاني ذات لون أبيض كالثلج تبهر الأبصار (الأشعة المضيئة).

ولنتخيل أن سفينة للفضاء بُنيت حسب التصميم الموضَّح في الشكل رقم ٣-١، ولنفترض أنها انطلقت من محطة فضاء بهدف القيام ببحث عن القمر (صورة ١، شكل ٣-١).

ويلاحظ أن سرعة سفينة الفضاء ستتغيَّر أثناء طيرانها بقوة دفع كمية حركتها الذاتية، وعلى الرغم من أن الصاروخ انطلق بسرعة كبيرة، فإنه سيفقد سرعته تمامًا، كما يحدث بالنسبة لقطعة من الحجر يقذفها الإنسان إلى أعلى. ويصل الصاروخ بعد خمسة أيام إلى نقطة يقع فيها تحت تأثير مجال جاذبية القمر، وحالما يحدث ذلك تبدأ سرعته في الازدياد، حتى تصل إلى ٢,٥ كيلومتر في الثانية، وهو على بعد عشرات الكيلومترات عن سطح القمر.

وإذا كان لا بد أن تتحوَّل سفينة الفضاء إلى كوكب صناعي تابع للقمر، حينما تكون على بعد عشرة كيلومترات من سطحه، فلا بد إذن أن نخفض سرعتها إلى ١,٧ كيلومتر في الثانية، وهي السرعة الدائرية لهذا الارتفاع (صورة ٢، شكل ٣-١). وستقطع السفينة دورتها حول القمر في مدة ساعة وخمسين دقيقة، وسيكون أفقها المرئي ١٨٦ كيلومترًا، وهنا سيتمكَّن الإنسان من أن يرى بالعين المجردة الأشياء الموجودة على سطح الأرض، والتي يبلغ طولها نحو ثلاثة أمتار أو أكثر.

وسوف تستمر سفينة الفضاء في دورانها حول القمر كما يشاء ركابها دون أن تستنفد قطرة واحدة من الوقود (صورة ٣، شكل ٣-١).

وإذا عزم ركاب السفينة على اتخاذ طريقهم نحو وطنهم، وبدءوا رحلتهم نحو الأرض، فليس عليهم إلا أن يديروا المحركات؛ إذ إن السفينة ستترك الفلك الدائري، بعد أن تزداد سرعتها، بينما ستواصل خزانات الوقود المنزوعة سيرها في طريقها القديم (صورة ٤، شكل ٣-١). وستواصل الآلات الأوتوماتيكية الموجودة بها إرسال إشاراتها اللاسلكية باستمرار إلى الأرض، وتبين فيها النتائج المختلفة التي سجلتها لعمليات القياس.

وسوف تهبط سفينة الفضاء بنفس الطريقة التي سبق لنا وصفها (صورة ٥، شكل ٣-١)، كما أن سهم الفضاء الهابط سيستقر على الأرض بعد أن ينشر جناحَيه بأكملهما (صورة ٦، شكل ٣-١).

وبعد الانتهاء من رحلات الطيران الاستطلاعية حول القمر، تبدأ رحلات بقصد الهبوط على القمر، ولكن هل من الميسور الهبوط على سطح القمر دون استخدام وقود؟ وهل يحيط بالقمر غلاف غازي؟

دلَّت عمليات الرصد أن الغلاف الغازي المحيط بالقمر دقيق جدًّا. وتفيد بعض المعلومات المبدئية أن كتلة الهواء التي تغطي كل سنتيمتر مربع من سطح القمر تُقدَّر بـ ٠,٠٠٢ من الكتلة المقابلة لها على سطح الأرض. وتتساوى كثافة الغلاف الغازي المحيط بسطح القمر مع كثافة الغلاف الغازي المحيط بالأرض، والموجود على ارتفاع ٦٠ كيلومترًا؛ ولذلك فمن المستحيل، أيًّا كانت الاحتمالات، أن يُستخدم الهواء المحيط بالقمر من أجل تهدئة سرعة سفينة الفضاء قبل هبوطها على القمر؛ ولهذا فلا بد من استخدام صاروخ ذي مراحل لتحقيق هذا الغرض.

وسيضطر المسافرون عبر الفضاء إلى أن يمكثوا في حجرات حبس الهواء بعد أن يصلوا فوق سطح القمر، وهو ما يصدق بالنسبة للكواكب التي لا يحيط بها غلاف غازي، أو سيضطرون إلى ارتداء معاطف الفضاء قبل أن يخرجوا من السفينة. وسيتمكن المسافرون، على الرغم من هذه الملابس الثقيلة، من الحركة بسهولة، ويرجع ذلك إلى أن جاذبية القمر تُقدَّر بسدس جاذبية كوكبنا.

ولكي يتخلص المرء من مجال جاذبية القمر، فإنه يحتاج إلى ١ على ٢٠ من الطاقة اللازمة لتحقيق نفس الغرض على الأرض؛ وبالتالي فإن السرعة اللازمة للتخلص من القمر ستكون أقل بكثير من السرعة اللازمة للتخلص من الأرض.

وكي نكون أكثر دقة نقول: إن هذه السرعة ستكون أقل من ٢,٥ كيلومتر في الثانية، بينما نجد أن الصواريخ الحديثة التي تسير بوقود سائل قادرة على السير بسرعة أكبر من هذه.

رحلة إلى المريخ

السفر إلى المريخ من الموضوعات التي لها أهمية كبرى، ولقد ظلَّ هذا الكوكب، طوال القرون الثلاثة الماضية، موضع اهتمام علماء الفلك وغيرهم من العلماء، لقربه من الأرض وتشابه ظروفه الطبيعية. ولم يعد خبراء الكواكب الآن ليقنعوا بدراسة سطح المريخ من على سطح الصور الفوتوغرافية؛ إذ إنه يبدو صغيرًا حتى ولو استخدمنا أضخم التلسكوبات في النظر إليه.

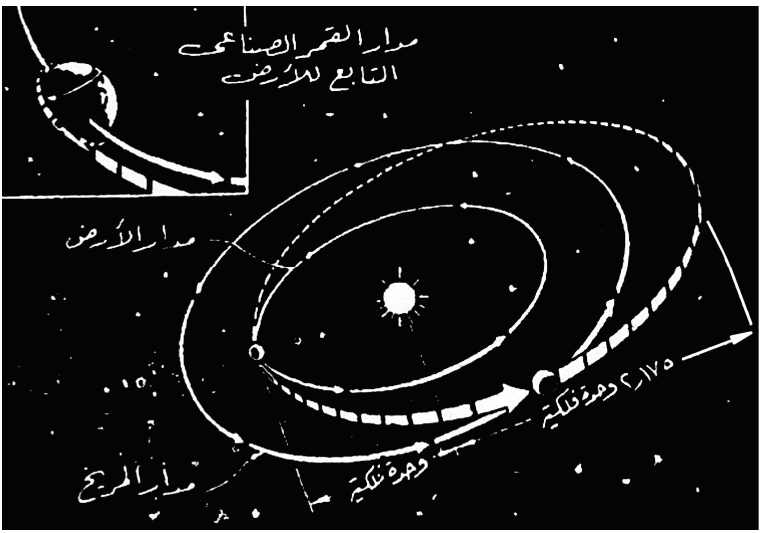
ومن المحتمل أن تسبق رحلتنا إلى المريخ، التي ننوي الهبوط فيها على سطحه، رحلات استطلاعية حول الكوكب، كما هي الحال في رحلتنا إلى القمر؛ ومن ثم فإن سفن الفضاء ستتحول مؤقتًا إلى كواكب صناعية تابعة للمريخ. والواقع أن عملية الهبوط والانطلاق ستكونان عمليتَين شاقتَين للغاية في المراحل الأولى من سفرنا عبر الفضاء. وأهم هذه العقبات هي أن الوقود اللازم للعودة من الرحلة لا بد وأن يحمله المسافرون معهم من الأرض. ولا شك في أن البحث التفصيلي لسطح المريخ سيساعدنا على اختيار أفضل الأماكن التي تصلح للهبوط، كما سيساعدنا هذا البحث في الحصول على معلومات لا يتيسر لنا التثبت من صحتها، ونحن هنا على الأرض. وهذه المعلومات ضرورية جدًّا بالنسبة لنا قبل أن نبدأ رحلتنا لنغزو المريخ، ونرسو على أرضه.

وأول الأمور التي يجب أن تتوفر على بحثها هي: هل من الممكن الاستفادة من بنية وتركيب الغلاف الغازي المحيط بالمريخ؛ لتهدئة سرعة سفينة الفضاء؟ ومثل هذا البحث سيساعدنا كذلك على اكتشاف مسائل مهمة مثل: هل يستطيع الإنسان أن يحيا على ظهر هذا الكوكب؟ وهل غلافه الغازي يهيئ لنا الوقاية الكافية لحمايتنا من الإشعاعات الضارة، والشهب التي لا تُحصى والتي تتساقط عليه من الفضاء الخارجي؟ ولقد اكتشف العلماء أن الأشعة فوق البنفسجية ستنفذ إلى سطح الكوكب، وتهدد حياة المسافرين عبر الفضاء. وعرف العلماء ذلك لأن الغلاف الغازي المحيط بالمريخ خلوٌ من غاز الأوزون الذي يمتص الأشعة فوق البنفسجية التي تسقط من الشمس.

وهناك عدة مسارات مختلفة يمكن اتباعها للطيران حول المريخ، وتتوقف المدة التي تستغرقها الرحلة، والسرعة المبدئية التي تنطلق بها سفينة الفضاء، على نوع المسار الذي يقع عليه الاختيار.

ولنفترض أننا سنتبع مسارًا يستلزم عامَين لإتمام الرحلة (شكل ٥-١). يجب أن ينطلق الصاروخ من محطة الفضاء في منتصف الليل حسب التوقيت المحلي، حينما تكون مراكز كلٍّ من الأرض والشمس والمحطة على خط مستقيم؛ إذ إن هذه هي أفضل اللحظات المناسبة؛ لأن اتجاه حركة محطة الفضاء سيتفق مع اتجاه الصاروخ المنطلق. وسوف يستفيد الصاروخ في انطلاقه من السرعة التي تسير بها محطة الفضاء، وينطلق الصاروخ حينئذٍ بأقل سرعة ممكنة وقدرها ٤,٣ كيلومترات في الثانية.

ولكن إذا كانت الرحلة ستبدأ مباشرة من فوق سطح الأرض، فإن السرعة اللازمة حينئذٍ هي ١٢,٣ كيلومترًا في الثانية.



شكل ٥-١: الطيران حول المريخ لمدة عامَين. فوق: صاروخ ينطلق من فوق القمر الصناعي التابع للأرض.

وإذا كان الصاروخ المنطلق يزن عشرة أطنان، وسرعة العادم أربعة كيلومترات في الثانية، فإنه لا بد وأن يحمل ١٩,٦ طنًّا من الوقود، وذلك إذا كان سيبدأ رحلته من فوق محطة الفضاء. أما إذا كان سيبدأ رحلته من فوق سطح الأرض، فإنه سيحتاج إلى ٢١٦ طنًّا من الوقود.

وتتغير سرعة الصاروخ باستمرار طوال فترة طيرانه عبر الفضاء؛ إذ سيبدأ رحلته وينطلق بأقصى سرعة ممكنة له، ثم تأخذ هذه السرعة في النقصان بالتدريج مع ابتعاد الصاروخ عن مدار الكرة الأرضية.

وبعد أن يقترب الصاروخ من المريخ، يحاول أن يرتد عنه إلى مسافة معينة وينطلق في الفضاء الخارجي.

ونظرًا لأن المريخ يدور حول محوره، فإن المسافرين سيتمكنون من التقاط صور لسطحه أثناء طيرانهم حوله.

وتصل سفينة الفضاء أقصى نقطة في مسارها بعد عام واحد من طيرانها، وبذلك تكون قد قطعت مسافة ٢,١٧٥ سنة ضوئية بعيدًا عن الأرض، وهنا تبلغ سرعتها أقل مدًى لها.

وبعد أن تتجاوز سفينة الفضاء هذه النقطة تعود مرة أخرى إلى الاقتراب من فلك المريخ بسرعة متزايدة، لكنها لن تلتقي بالكوكب في هذه المرة، وحينئذٍ يُغلق مسار الطيران، وهو على شكل قطع ناقص، وتبدأ سفينة الفضاء بعد ذلك تعود أدراجها إلى الأرض، بنفس السرعة التي انطلقت بها.

وهناك وسيلة أخرى للقيام بدراسة المريخ عن قرب، وتستمر هذه الدراسة فترة طويلة من الزمن، وذلك بأن نطلق صاروخًا قويًّا ليرسو فوق سطح فوبوس، وديموس، وهما قمران تابعان للمريخ. ويتم ديموس دورته حول المريخ في فترة تقل قليلًا عن ٣٠ ساعة، ويبعد عنه بمسافة ٢٣٠٠٠ كيلومتر أي ١ / ١٧ من المسافة التي تفصل بين الأرض والقمر. ويبعد فوبوس بمسافة ٩٠٠٠ كيلومتر عن سطح المريخ، وتستغرق دورته الكاملة حول الكوكب فترة أقل من ثماني ساعات. ويلاحظ أن حجم وكتلة هذه الأجرام السماوية صغيرة جدًّا، كما أن قوة جاذبيتها لا يُؤبه لها؛ ولذلك سيكون أيسر علينا أن نزود هذَين القمرَين عن أن نزود كوكبهما التابعين له.

ويفيدنا علم الطبيعيات الفلكية الحديث بمعلومات توحي إلينا بأن الظروف الطبيعية المحيطة بالقمر مشابهة إلى حدٍّ كبير بتلك التي تحيط بالمريخ عن أي كوكب آخر. ولقد قام مجموعة من علماء الفلك السوفييت وعلى رأسهم ج. تنجوف، بأبحاث طويلة في هذا الصدد. وانتهى هؤلاء العلماء من بحثهم إلى الاعتقاد بوجود نباتات على ظهر المريخ. ويعتقد العلماء أن الغلاف الغازي المحيط بالمريخ يحتوي على غاز الأكسجين، وخلوٌ من الغازات التي تؤذي حياة الإنسان. هذا على الرغم من أن الغلاف الغازي رقيق جدًّا، حتى ولو كان فوق سطح الكوكب مباشرة؛ ومن ثم سيضطر المسافرون عبر الفضاء إلى أن يحيوا داخل حجرات حبس الهواء؛ حيث يتيسر تنظيم الضغط وحرارة الجو بداخلها، كما سيضطرون إلى ارتداء معاطف الفضاء قبل أن يتركوا الصاروخ. ومن المحتمل وجود ماء فوق سطح المريخ، ويُعتبر مناخ المريخ مناخًا قاريًّا أكثر مما هي الحال على الأرض. والسبب في ذلك أن شدة الإشعاعات الشمسية فوق سطح المريخ، تبلغ نصف شدة الإشعاعات الساقطة على الأرض.

ما أفضل المسارات من الناحية الاقتصادية والتي يجدر بنا اتباعها في غزو المريخ؛ بحيث يتيسر لنا الهبوط فوق سطحه؟

إن أقصر خط بين نقطتَين في الفضاء هو الخط المستقيم. وأيًّا كان الأمر فإن سفينة الفضاء لن تتمكَّن من الطيران كما يطير الغراب؛ إذ إن جاذبية الشمس ستجبر الصاروخ على أن يحيد عن طريقه في الفضاء تمامًا، كما تؤثر جاذبية الأرض على مسار حجر قذف في الفضاء إلى أعلى، فيسير بزاوية معينة. حقًّا أن سفينة الفضاء يمكنها أن تسير في مسار مستقيم؛ وذلك إذا ما دارت محركاتها باستمرار. إلا أن ذلك معناه زيادة في استنفاد الوقود بكمية هائلة. والوسيلة الوحيدة التي يمكن بها لسفينة الفضاء أن تتخلص من عملية الانحراف عن مسارها، بتأثير جاذبية الشمس، وتسير في مسار مستقيم هي أن تطير في خط رأسي موازٍ لأشعة الشمس، لكن هذا النوع من الطيران يستلزم كميات هائلة من الوقود؛ لأن سفينة الفضاء ستضطر إلى أن تخمد هذه السرعة الهائلة التي كانت تدور بها هي والأرض حول الشمس. وتقدر هذه السرعة بنحو ٣٠ كيلومترًا في الثانية. وهذه السرعة ستحرف سفينة الفضاء عن طريقها بنفس الطريقة التي يحرف بها التيار قاربًا وضع في النهر؛ ليعبره إلى الشط الآخر ويسير في زاوية قائمة.

ولنفترض، مع هذا كله، أننا بدأنا رحلةً إلى المريخ متبعين أقصر الطرق وأكثرها استقامة. إذا حدث ذلك فإن الرحلة تتم خلال ٨٥ يومًا، ولكن لا بد، لبلوغ هذا الهدف، من السير بسرعة لا تقلُّ عن ٣٩ كيلومترًا في الثانية. ومن الواضح أن مثل هذا الطريق يكلفنا تكاليف باهظةً.

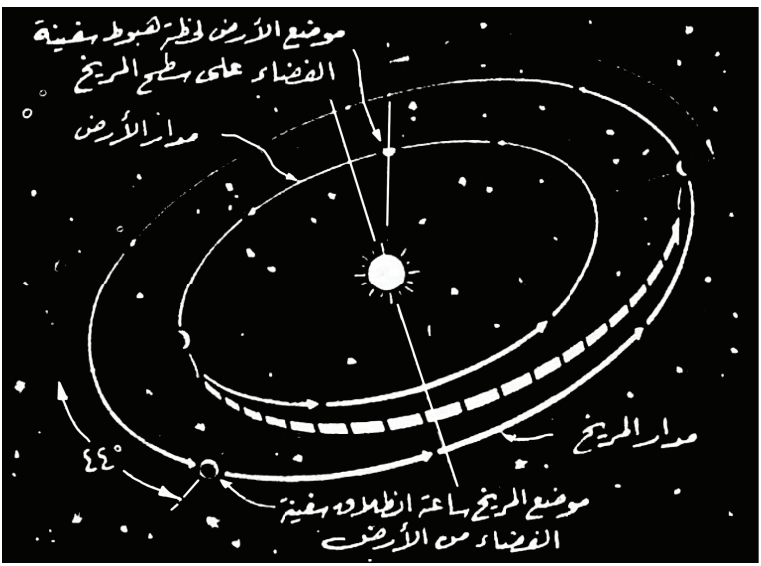
وعلى العكس من ذلك، فلو بدأت سفينة الفضاء تحلق في مسار شبه القطع الناقص، فإنها ستضطر إلى أن تنطلق من الأرض بأقل سرعةٍ ممكنةٍ لها. وسوف تسير السفينة بأقل سرعةٍ لها كذلك، حينما تبدأ في عملية الهبوط فوق المريخ (شكل ٥-٢).

وسبق أن أشرنا إلى أن سفينة الفضاء يستحيل عليها أن تنطلق من فوق سطح الأرض في أي لحظةٍ من اللحظات، إن لم تتبع في سيرها خطًّا مستقيمًا؛ إذ لا بد وأن يكون المريخ في وضعٍ معيَّن بالنسبة للأرض، إذا كان لا بد للصاروخ من أن يلتقي به حينما يبلغ مداره. ويلاحظ أن المريخ لا يتخذ هذا الوضع المحدد إلا مرةً واحدةً كل ٧٨٠ يومًا في المتوسط.

وتستغرق الرحلة إلى المريخ مدة ٢٥٩ يومًا، ذلك إذا كان مسارها شبه قطعٍ ناقصٍ. وسيضطر المسافرون عبر الفضاء إلى الانتظار مدة ٤٥٤ يومًا، قبل أن يعودوا أدراجهم متخذين نفس المسار، حتى يعود الكوكبان إلى وضعهما الصحيح بالنسبة لبعضهما.

وإذا اتبعت سفينة الفضاء مثل هذا المسار في رحلتها إلى المريخ، فلا بد لها وأن تنطلق بسرعة ١١,٦ كيلومترًا في الثانية، ولكن من المشكوك فيه أن يرضى إنسان، من

الموعودين بالسفر عبر الفضاء، بالقيام بهذه الرحلة التي يقطع فيها مثل هذا الطريق الطويل، ويمكن للمسافرين أن يختصروا زمن العبور، وذلك إذا زادت سرعة الانطلاق، وسافروا في مسارٍ على شكل القطع المتكافئ. وتستغرق رحلتهم في هذه الحالة ٧٠ يومًا، وذلك على افتراض أن سفينة الفضاء بدأت رحلتها وكانت سرعتها المبدئية لانطلاقها هي ١٦,٧ كيلومترًا في الثانية؛ وبالتالي فإذا زادت السرعة المبدئية للانطلاق إلى ١,٤ مرة، ستنخفض المدة التي تستغرقها رحلتهم بواقع ٣,٧، وتلك هي إحدى السمات المميزة للملاحة عبر الفضاء.



شكل ٥-٢: الطيران إلى المريخ في مسارٍ على شكل شبه القطع الناقص.

كان الاعتقاد الشائع في نهاية القرن الماضي أن المريخ تسكنه حيواناتٌ راقية. وكتب الكثيرون رواياتٍ وقصصًا تناولت هذا الموضوع، ولكن لم يحاول مؤلفو هذه الروايات أن يكلفوا أبطالها عناء التفكير في توقيت طيرانهم، أو تحديد المسار الذي يجب عليهم أن يتبعوه. ومع هذا فلو فكروا في هذا الموضوع فإنه سيزداد صعوبةً وتعقيدًا. إن رحلةً

بين كوكبَين يمكن أن تتم فقط عبر عددٍ من الطرق «المعقولة»، ولا بد وأن يوضع موضع الاعتبار، مواضع الكواكب بالنسبة إلى بعضها؛ ومن ثم فلا بد وأن تحدد بدقةٍ مواعيد انطلاق سفن الفضاء ومواعيد وصولها إلى أهدافها.

ولو قُدِّر لنا أن نرسم جدولًا يبين مواعيد الطيران إلى المريخ أو الزهرة، فإننا سنجد فيه كثيرًا من الخانات البيضاء، أو «الفصول العاطلة». وتتراوح مدة هذه الفصول من بضعة أشهر إلى العام ونصف العام، أو ما يقارب ذلك. ولن تتمكَّن سفينة الفضاء في هذه الفترة من الانطلاق من فوق سطح الأرض، أو الهبوط فوق هدفها؛ نظرًا لأن الكواكب لم تتخذ الوضع الملائم للقيام بالرحلة.

رحلة إلى الزهرة

لو نظرت إلى الأفق المعتم بعد الغروب مباشرة، فإنك ترى نجمًا شديد اللمعان. هذا هو كوكب الزهرة. وقد تبدو الزهرة للعيان قبل الفجر بفترةٍ قصيرة، بل قد تُرى في وضح النهار. ويرجع شدة لمعان الزهرة إلى قربها من الشمس وقدرتها على عكس الضوء.

وتعتبر الزهرة أقرب جيران الأرض. وهي أكثر كواكب المجموعة الشمسية شبهًا بالأرض، وتقل أبعادها وكتلتها عن أبعاد وكتلة كوكبنا بنسبةٍ ضئيلة؛ ومن ثم فإن مكتشفي الفضاء في المستقبل لن يندهشوا لوزنهم حينما يستقرُّون على سطحها.

وفي عام ١٧٦١م، اكتشف العالم ميخائيل لومندسوف، بواسطة أحد التلسكوبات، حافةً مضيئةً حول الزهرة حينما تقترب من قرص الشمس. وأرجع هذه الظاهرة إلى وجود غلافٍ غازي حول الزهرة. وأثبتت بعض عمليات الرصد التالية لذلك، أن الهالة المضيئة هي بالفعل الغلاف الغازي المحيط بالكوكب، وأنها مضاءة بواسطة الشمس. وقد تم رصد هذه الظاهرة عام ١٨٨٢م، وهو ما لم يتمكَّن الإنسان من رصده مرةً أخرى سوى عام ٢٠٠٤م، ولكن ستختلف الحال بالنسبة للعلماء الذين يستقلُّون سفينة الفضاء؛ إذ إنهم سيتمكنون من رؤية هذه الظاهرة عدة مرات في العام الواحد.

وكانت هناك فكرةٌ شائعةٌ، وظلت سائدة مدةً طويلةً دون أن تتزعزع، يرى أصحابها أن السحب المحيطة بالزهرة إنما تكونت بفعل بخار الماء، وأن هذه السحب تعكس أشعة الشمس بكميةٍ كبيرةٍ، ولكن أثبتت الأبحاث التي أُجريت بعد ذلك أن طبقات الجو العليا لا تحتوي على بخار ماء ولا أكسجين، ولكنها تحتوي بدلًا من ذلك على حامض كربونيك

بنسبةٍ كبيرة، ولذلك فمن المحتمل أن يكون الهواء الذي يغطي سطح الكوكب مباشرةً غير صالحٍ للتنفس؛ ولهذا فلا بد وأن يحمل المسافرون معهم خزاناتٍ للأكسجين.

ويسود الاعتقاد بين بعض علماء الفلك بأن بنية الغلاف الغازي المحيط بالزهرة مشابهةٌ للغلاف الغازي المحيط بالأرض، ولكنَّ هناك علماء آخرين يعتقدون بأن غلاف الزهرة إلى ارتفاع الزهرة يمتد إلى ارتفاع شاهقٍ أكثر من مثيله على الأرض. وقد كشفت بعض عمليات الرصد التي تمَّت وقت الشفق لكوكب الزهرة، أن الضغط الجوي فوق سطح الزهرة يزيد على الضغط الجوي فوق سطح الأرض، بما يعادل مرتَين أو ثلاث مرات.

وهذا من شأنه أن يساعد على تهدئة سرعة سفينة الفضاء، حينما تدخل هذا النطاق بقصد الهبوط على سطح الزهرة.

لم يتثبَّت العلماء بعدُ بصورةٍ نهائيةٍ من المدة التي يستغرقها كوكب الزهرة في الدورة الواحدة حول محوره (الزمن الذي يقضيه في دورةٍ كاملةٍ حول نفسه). ويعتقد بعض المشتغلين بعلم الفلك أنها ٦٨ ساعة، بينما يرى البعض الآخر أنها مساويةٌ للفترة التي تستغرقها الأرض في دورتها حول محورها، ويرى فريقٌ ثالثٌ أنها هي نفس المدة التي تقضيها الزهرة في دورتها حول الشمس، أي ٢٢٥ يومًا. ولم يستطع العلماء بعدُ تحديد الزاوية بين خط الاستواء لكوكب الزهرة وبين فلكه. وهذه الزاوية هي التي تحدد المدة التي يستغرقها الليل والنهار طول العام. ولا يُحتمل أن نهتدي إلى الإجابة عن هذه المسائل، حتى يحلق المسافرون عبر الفضاء حول الزهرة.

ولا يمكننا بهذه المعلومات التي بين أيدينا أن نقدِّر الارتفاع والاتجاه اللذين يجب أن تسير فيهما سفن الفضاء؛ لكي تغوص داخل الغلاف الغازي المحيط بالزهرة، وتضمن لنفسها هبوطًا مأمون العواقب. وكلما قلَّت سرعة سفينة الفضاء بالنسبة للغلاف الغازي المحيط بالكوكب، كان ذلك مدعاةً للسهولة والأمن في الهبوط، وتعتمد سرعة الصاروخ إلى حدٍّ كبيرٍ على توافق اتجاه طيرانه مع دورة الكوكب حول نفسه.

إن عمليات الاستطلاع الأولية ستساعدنا على القيام بدراسةٍ شاملة لبنية القشرة السطحية للزهرة، ومعرفة إذا كانت هناك نباتاتٌ وحيواناتٌ أم لا. إلا أن ستار السحب، المحيطة بالكوكب، سيحول دون رصد سطحه مباشرة، ولكن، ورغم هذا الستار من السحب، هناك طرقٌ حديثةٌ للتصوير تستخدم فيها الأشعة تحت الحمراء. وهذه الطرق تيسر لنا تصوير سطح الزهرة من داخل سفينة الفضاء.

لنتخيَّل أننا في طريقنا إلى الزهرة داخل سفينة الفضاء (شكل ٥-٣). تنطلق السفينة بنا أولًا من فوق الأرض بسرعةٍ مقدارها ١١,٥ كيلومترًا في الثانية. ويوقف الملاح المحركات بعد ذلك، وحينئذٍ يشق الصاروخ عباب الفضاء مثل الحجر بعد قذفه بمقلاع. ولن يشعر الركاب بعد ذلك بأي ثقلٍ وسيكون بمستطاعهم أن يروا كوكبنا من خلال النوافذ، على مسافةٍ قصيرةٍ وكأنه كرةٌ لونها ضاربٌ للزرقة والاخضرار، وتدور على مهلٍ في فضاءٍ أسود فاحم. ويمكن رؤية حواف القارات التي تُضيئها الشمس بوضوح، من خلال فجوات السحب. وبعد أن تخرج السفينة من نطاق الجاذبية الأرضية تخلف الأرض وراءها بمسافاتٍ تتباعد باستمرار.

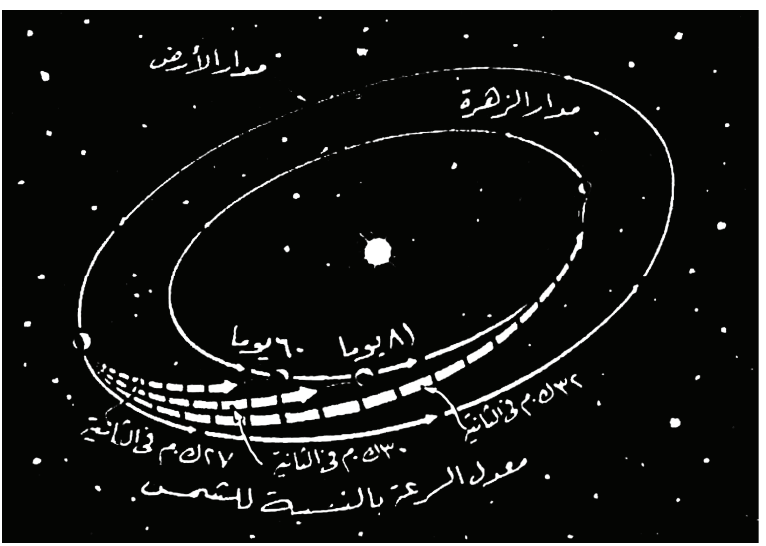
لقد مضت علينا الآن بضعةُ شهورٍ، وأصبحت الأرض أمامنا على هيئة كرة صغيرة لامعة ضاربة إلى الزرقة. وها هو عالمٌ آخرُ جديدٌ لا نعرف عنه شيئًا، يقترب منا سريعًا، ويتلألأ لونه الذي يجمع بين الزرقة والبياض. إنه الزهرة. وها هو ذا الكوكب يكبر حجمه ويُخفي عن نظرنا نجومًا كثيرةً يزداد عددها مع مرور الوقت. والآن لا بد من تهدئة سرعة الفضاء حتى نَحول دون اصطدامها بسطح الزهرة، كما يصطدم شهابٌ جبَّار. ولو قُدِّر لهذا الحادث أن يقع فإن طاقة الحركة ستتحول كلُّها إلى طاقةٍ حراريةٍ على شكل انفجار شديد يتبخَّر من جرَّائه كلُّ محتويات السفينة، ولن يُخلِّف وراءه أيَّ أثر لها سوى فوهة ضخمة.

لقد بذل الملاح كل ما في وسعه كي يتجنَّب الاصطدام بسطح الكوكب. وها هو ذا يدخل نطاق الغلاف الغازي المحيط بالزهرة، ويسير موازيًا تقريبًا لسطحها، ويهدئ من سرعة الصاروخ، وذلك بالاستعانة بمقاومة الهواء. والآن يُطلِق الصواريخ المعطلة الموجودة في مقدمة السفينة، ويوقف سفينة الفضاء بالفعل. وبعد لحظاتٍ قليلةٍ تتمكَّن السفينة من أن ترسو على الأرض في أمنٍ وسلامٍ.

وها هم العلماء يمضون أوقاتهم في عمليات الرصد وإجراء التجارب، وجمع عيناتٍ أثارت اهتمامهم، ويقومون ببعض الأبحاث الأخرى. وأخيرًا حان موعد الرحيل، وتنطلق سفينة الفضاء في سرعةٍ مقدارُها ١٠,٧ كيلومترات في الثانية، وتطير في مسار شبه القطع الناقص في منطقة تماس مدارَي الزهرة والأرض. وستدخل السفينة الغلاف الغازي المحيط بالأرض بسرعةٍ مقدارُها ١١,٥ كيلومترًا في الثانية. ولكي يخمد الملاح سرعة السفينة، قبل أن تستقر على الأرض، فإنه سينزلق بها أولًا في طبقات الجو العليا للأرض، ثم ينتقل إلى الطبقات السُّفلى التي تزداد كثافتُها بالتدريج.

تستغرق مثل هذه الرحلة ١٤٦ يومًا. ويمكن مع ذلك اختصار زمن العبور من ٨١ إلى ٦٠ يومًا، إن لم يكن إلى ما هو أقلُّ من ذلك (انظر شكل ٥-٣).

ولكي نتمكَّن من بلوغ هذا الهدف «اختصار زمن العبور» رغم الظروف المحيطة بالسفر عبر السماء، لا بد لنا وأن نزيد السرعة، كما يحدث تمامًا بالنسبة لقطعة الحجر. فكلما زادت السرعة التي تنطلق بها قطعة الحجر عبر الهواء، كانت أسرعَ في إصابة الهدف. وبالنسبة للحالة التي سبق لنا وصفها، فكلما زادت السرعة المبدئية التي تنطلق بها سفينةُ الفضاء بالنسبة للأرض، قلَّت سرعتُها بالنسبة للشمس؛ وذلك لأنها ستنطلق في اتجاهٍ مضادٍّ لحركة الأرض. ويوضح المثال التالي ما ذهبنا إليه: كلما زادت السرعة التي يسير بها إنسانٌ داخل قطارٍ، في اتجاهٍ مضادٍّ لسير القطار، كانت سرعته أبطأ بالنسبة للأرض.



شكل ٥-٣: الطيران إلى الزهرة في مساراتٍ على شكل شبه القطع الناقص.

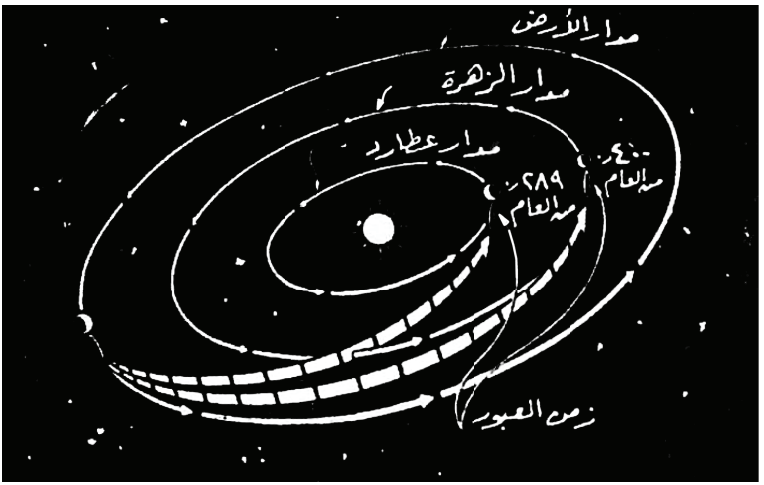
السفر إلى الكواكب الأخرى

لقد وصفنا حتى الآن ظروف السفر إلى أقرب جيران الأرض؛ وهم القمر والمريخ والزهرة. أما عن السفر إلى الكواكب الأخرى من المجموعة الشمسية، فإنه سيكون أكثر صعوبة.

رأينا أن السرعة المبدئية للانطلاق من الأرض إلى الكواكب الأخرى تتوقَّف على الطريق الذي نتخذه في سفرنا، ورأينا كذلك أن المسار شبه القطع الناقص هو أفضلُ المسارات من الناحية الاقتصادية. إذن ما هو الحد الأدنى للسرعة المطلوبة كي نصل إلى الكواكب الأخرى من المجموعة الشمسية؟ وكم تستغرق منا هذه الرحلة؟ الإجابة عن هذه الأسئلة مُبيَّنة بالجدول الآتي:

اسم الكوكب الذي تقصده سفينة الفضاء	الحد الأدنى للسرعة مقدرًا بالكيلومتر في الثانية	زمن العبور في اتجاه واحد	
		يوم	سنة
عطارد	١٣,٥	١,٥	—
الزهرة	١١,٥	١٤٦	—
المريخ	١١,٦	٢٥٩	—
المشتري	١٤,٢	٢٦٧	٢
زحل	١٥,٢	١٨	٦
أورانوس	١٥,٩	١٤	١٦
نبتون	١٦,٢	٢٢٥	٣٠
بلوتو	١٦,٣	١٤٩	٤٥

يبين لنا هذا الجدول أن السفر إلى عطارد في طريق شبه القطع الناقص، يستغرق وقتًا أقل من السفر إلى الزهرة، على الرغم من أن الزهرة تقترب من الأرض. وقد يبدو من أول وهلةٍ أن تفسير هذه الظاهرة من الأمور المعضلة، لكن هذا التفسير موجودٌ في الشكل ٥-٤، يبين لنا هذا الشكل أن الطريق بين الأرض وعطارد أقصرُ من الطريق بين الأرض والزهرة.



شكل ٥-٤: السفر إلى الزهرة في طريق على شكل قطع ناقص يستغرق وقتًا أطول من السفر إلى عطارد، وهو أبعد كواكب المجموعة الشمسية.

وتفصل بين الأرض والمشتري مسافة أطول عدة مرات من المسافة التي تفصل بين الأرض والمريخ، ويوجد بين المريخ والمشتري حزام من الكويكبات الصغيرة التي لا تُحصى، والتي تمثل خطرًا على سفينة الفضاء. وتصل إلى هذا الكوكب كمية قليلة جدًّا من أشعة الشمس. وزيادة على ذلك، فإن السرعة التي تسير في خط على شكل القطع المتكافئ تزيد بما هو أكثر من خمس مرات عن مثيلتها على الأرض. كما أن قوة الجاذبية تعادل جاذبية الأرض ثلاث مرات، وهذا كله يمثل عقبةً كبرى أمام المسافرين عبر الفضاء، مما قد يجعل أمر البقاء على ظهر الكوكب مستحيلًا استحالةً مطلقة. وثمة عقبات أخرى مثل وجود بعض الغازات السامة وبرودة الجو. ومع هذا كله فمن الممكن بحث المشتري من داخل سفينة فضاء تدور حوله بوصفه قمرًا صناعيًّا.

ونرى من الضروري، قبل أن نرحل إلى عطارد، أن نصرح بحقيقةٍ واقعةٍ وهي أن الفترة التي يستغرقها عطارد في دورته حول محوره دورةً كاملةً هي «٨٨ يومًا». ويترتب على ذلك أن أحد نصفَي الكوكب هو الذي يتعرض لأشعة الشمس، بينما يسود النصف الآخر ظلامٌ دائم؛ ومن ثم فإن درجة حرارة هذا النصف منخفضةٌ جدًّا. ويفصل بين النصفَين حزامٌ ضيقٌ وضَّاء، معتدل المناخ. ويجب ألَّا ننسى، مع ذلك كله، أننا لا يمكن أن

نتكلم عن مناخ عطارد إلا بأسلوب الأرقام؛ ما دام هذا الكوكب، كما يبدو لنا، لا يحيط به غلافٌ غازي.

وتبلغ قوة أشعة الشمس فوق عطارد ما يعادل قوتها فوق الأرض بسبع مرات في المتوسط. وتُقدَّر درجة حرارة سطح النصف المعرض للشمس بما يبلغ ٤٠٠ درجة سنتيجراد؛ ومن ثم فلا بد وأن يوضع تصميمٌ خاصٌّ لهيكل سفينة الفضاء التي تسافر إلى هذا الكوكب؛ بحيث تعكس أغلب أشعة الشمس الساقطة عليه.

ويستحيل أن يتحقق الهبوط فوق سطح عطارد إلا باستخدام صواريخ ذات فرامل. وصناعة هذا النوع من الصواريخ تمثل عقبةً كبيرةً في سبيل تحقيق ذلك الهدف الآن.

أما عن السفر إلى زحل وأورانوس، ونبتون، وبلوتو، فإن الرحلة إليهم تستغرق وقتًا أطول بكثير في الطرق التي تستلزم الحد الأدنى من السرعة المبدئية؛ ولذلك فلا بد من بناء صواريخ سريعة (إكسبريس) ذات قوة تحمُّل هائلة كي تصل إلى هذه الكواكب. فمثلًا لو زادت سرعة قذف الصاروخ المتجه إلى بلوتو بمقدار ٥٪ من السرعة الكلية، ومقدارها ١٦,٧ كيلومترًا في الثانية، فإن مدة الرحلة تنقص إلى ما هو أقل من نصف المدة العادية.

وعلى الرغم من أن قوة الجاذبية فوق سطح هذا الكوكب، تعادل مثيلتها على الأرض تقريبًا، فإن ظروفها الطبيعية غير ملائمةٍ لحياة الإنسان. وقد ثبت أن غلافها الغازي يحتوي أساسًا على غاز الميثان، كما أن درجات حرارتها منخفضةٌ جدًّا.

وماذا عن الرحلات إلى أقرب النجوم إلينا؟

إننا لو دققنا النظر في صفحة السماء بالعين المجردة، فلن نتمكن من إدراك الفارق بين الكواكب والنجوم، ولكن على الرغم من أن كلا الاثنَين يبدوان وكأنهما على بُعدٍ واحد من الأرض، فإن المسافة التي تفصل بين الكواكب والنجوم هائلةٌ جدًّا في الواقع. وتصل أشعة الضوء من بلوتو، وهو أبعد كواكب المجموعة الشمسية، إلى الأرض في أقل من سبع ساعات (سرعة الضوء ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية). بينما نجد أن الضوء يقطع المسافة بين أقرب النجوم، التي يمكن رؤيتها على الأرض، حتى يصل إلينا في أكثر من أربع سنوات؛ ومن ثم فإن مسألة السفر إلى النجوم متروكةٌ للمستقبل البعيد.

خاتمة

حاولنا في هذا الكتيب أن نقدم للقارئ لمحةً عن مستقبل علم السفر عبر الفضاء.

ولكي نحقق السفر عبر الفضاء، فلا بد وأن نصل إلى سرعةٍ تزيد عدة مرات على السرعة الممكنة الآن؛ ومن ثم فلكي تصل إلى القمر والكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية، لا بد وأن تتراوح سرعة الصاروخ ما بين ١١,١ و١٦,٣ كيلومترًا في الثانية.

ولا شكَّ في أن بناء محطة في الفضاء ييسر عملية السفر عبر الفضاء إلى حدٍّ كبير. وذلك لأن هذه المحطة تُهيئ الفرصة للسفينة كي تبلغ سرعتها اللازمة على مرحلتَين؛ إذ تنطلق السفينة من على الأرض في سرعةٍ دائريةٍ مقدارها ٧,٩ كيلومترات في الثانية، وتنطلق من فوق المحطة بسرعةٍ إضافيةٍ تزيد على السرعة الأولى من ٣–٤ كيلومترات في الثانية.

ولا بد من إدخال التحسينات على الخصائص الفنية التي يتميز بها الصاروخ، حتى يقوى على بلوغ السرعة الكونية. وأول هذه التحسينات هي زيادة سرعة العادم. وتخرج الغازات من الصواريخ الحديثة، التي تسير بالوقود السائل، بسرعةٍ مقدارها ٢,٥ كيلومتر في الثانية. وثمة اعتقاد بإمكانية زيادة هذه السرعة إلى أربعة كيلومترات في الثانية. وهناك خاصية أخرى مهمة هي الثقل النسبي للوقود الذي يحمله الصاروخ.

يبلغ ثقل الوقود الذي يحمله الصاروخ الحديث، الذي يسير بالوقود السائل، قرابة خمسة أمثال وزن الصاروخ. ويأمل العلماء، مع هذا كله، أن تتضاعف هذه النسبة في المستقبل باستخدام مواد جديدة، وإدخال تحسينات على التصميم الموضوع للصاروخ.

وتتجه صناعة الصواريخ الآن إلى زيادة قوة المحرك وعدد مراحل الصاروخ.

ونظرًا لأن قوة جذب الجاذبية الأرضية تقل سريعًا مع زيادة البعد عن الأرض، فإن زيادة طفيفة في السرعة المبدئية التي ينطلق بها الصاروخ كفيلة بأن تدفع الصاروخ إلى

مسافة أبعد بكثير من مدى ارتفاعه المحدد أولًا؛ ومن ثم فإن كل ارتفاع جديد يسجله الصاروخ، إنما هو مكسب ضخم وتقدُّم كبير على سابقه.

إن الصواريخ ذات الوقود الحراري الكيميائي قد تكون أول الصواريخ التي تغامر باختراق الفضاء، ولكن ليس ثمة شكٌّ في أنها ستتبع بسفن فضاء تسير بالذرة.

وهذه السفن ستكون أفضل بكثير من تلك، فالطاقة الذرية تُهيِّئ لعلم السفر عبر الفضاء إمكانات جبارة.

إذ إن الصاروخ الذري ييسر لنا السفر إلى القمر والكواكب الأخرى من غير حاجة إلى التوقُّف في محطة الفضاء من أجل التزود بالوقود. وإذا استخدمنا صواريخ ذات فرامل، فإن سفينة الفضاء الذرية ستتمكن من الهبوط على سطح الكواكب أو توابعها التي لا يحيط بها غلاف غازي. كما أن هذه السفن ستتمكَّن من العودة إلى الأرض من أي كوكب من كواكب المجموعة الشمسية. وأخيرًا وليس آخرًا، فإنها ستتمكَّن من الانطلاق دون حاجة إلى انتظار الفرصة المناسبة حتى تأخذ الكواكب الوضع الملائم.

وبعد أن تحصل سفينة الفضاء على السرعة اللازمة، فإنها تطير بقوة دفع كمية حركتها الذاتية، وتوفر الوقود. ولن تتبع السفينة، لنفس السبب، خطًّا مستقيمًا في سفرها عبر الفضاء، فمسارها سيكون على شكل قطع ناقص، وأخيرًا سيكون على شكل قطع متكافئ أو قطع زائد.

وسوف تُطلق صواريخ موجهة باللاسلكي ولا تحمل ركابًا، وذلك بقصد استكشاف الفضاء قبل أن يتهيأ الإنسان لاقتفاء أثرها. كما أن هذه الصواريخ ستجمع لنا المعلومات اللازمة لبناء سفينة الفضاء، وتختبر ظروف السفر عبر الفضاء، وأثرها على الحيوانات.

وأول مرحلة من مراحل السفر بين الكواكب هي: بناء قمر صناعي يدور حول الأرض، وتتبع هذه المرحلة رحلة إلى القمر والكواكب الأخرى.

ولن تستغرق فترة التحليق حول الأرض، في دورة واحدة، أكثر من ساعة ونصف ساعة. أما مدة الطيران إلى القمر والعودة إلى الأرض، فإنها تستغرق عشرة أيام. وإذا اتجهت الرحلة في مسار قطع ناقص، وعبرت مدارَي الزهرة والمريخ، فإنها تستغرق مدة لا تقل عن سنة، وذلك بما فيها العودة. أما الأسفار إلى العوالم البعيدة، فإنها تستغرق عدة سنوات.

ونتوقع أن تقدم لنا هندسة الراديو الحديثة تسهيلات تساعد على الاتصال بالسفن، وذلك بواسطة أمواج لاسلكية موجهة. وسيكون من السهل تحديد أماكن الصواريخ

الطائرة عبر الفضاء في أي وقت من الأوقات، وذلك لأن الصواريخ تخضع لنفس القوانين التي تخضع لها الأجرام السماوية.

وبوسعنا أن نقرر، على قدر معلوماتنا، أن ليس ثمة عقبة، من وجهة نظر علم وظائف الأعضاء، تحول دون السفر بين الكواكب. وأيًّا كانت الاحتمالات المتوقعة، فإن الإنسان يقوى على تحمل ضغط يعادل وزن جسمه من أربع إلى خمس مرات، أثناء الدقائق القليلة التي ستواصل فيها المحركات دورانها. ومعنى هذا أن سفينة الفضاء ستتمكن من أن تكتسب سرعة تعادل السرعة الكونية، في الوقت الذي تدور فيه محركات صواريخها، مع أقل التكاليف.

ولم يثبُت بالتحديد حتى الآن، أن انعدام الثقل لن يترتب عليه أي أذًى للجهاز العضوي الإنساني، إذا ما استمر على هذه الحالة مدة طويلة إلى حدٍّ ما، على أية حال فمن الممكن أن نقوم بإجراء مضاد، حالة انعدام الثقل، إذا ما ثبت أن لها آثارها الضارة؛ إذ من الممكن من الناحية الفنية العملية أن ننشئ جاذبية صناعية، وذلك بأن نجعل السفينة تدور حول نفسها.

ويمكن تنظيم حرارة الجو داخل سفينة الفضاء عن طريق الألواح التي تغطي السفينة؛ إذ إن هذه الألواح ستمتصُّ الطاقة الشمسية حسب الشدة المقدَّرة لها.

وليست هناك صعوبة خاصة، في مرحلة التقدم الفني الحالية، تحول دون خلق غلاف غازي صغير داخل سفينة الفضاء. ويتميَّز هذا الغلاف بتركيب ورطوبة تلائمان الإنسان. ويمكن كذلك أن نمد المسافرين عبر الفضاء بالطعام، ونحميهم من الأشعة فوق البنفسجية الساقطة من الشمس. ولقد تمت دراسة آثار الأشعة الكونية على جسم الإنسان. ولن ننسى حقيقة مهمة، وهي أن الشهب والكويكبات مصدر خطر كبير على سفن الفضاء.

وتوحي لنا أحدث المكاسب العلمية بأن السفر بين الكواكب ممكنٌ تحقيقُه في القرن الحالي. وهكذا تحول الحلم العظيم الذي ظل يداعب الإنسان، حتى عهدٍ ليس ببعيد، إلى حقيقة بعد أن كان في عداد الرؤى الخيالية.

والسفر بين الكواكب سيلقي ضوءًا على مشكلة ظلَّت حتى الآن دون إجابة، وهي: هل توجد حياة على ظهر كواكب مجموعتنا الشمسية؟ وإذا كان كذلك فما مدى تطورها؟

وفضلًا عن الأهمية العلمية البحتة للسفر بين الكواكب، فمن المحتمل أن تكون له قيمة عملية، على الرغم من استحالة تحديد صورة هذه القيمة العملية في المرحلة الحالية. ويمكننا أن نشير إلى حقيقة واقعة، على سبيل التمثيل لهذه القيمة العملية. فمن المعروف

أن الكواكب وأقمارها تمثل مصدرًا لا ينفد للثروة المعدنية؛ ومن ثم فلا بد من دراساتها والاستفادة بها من أجل خير الإنسانية.

إن الشعب السوفييتي سيبني محطات في الفضاء بين الكواكب، كما سيبني سفن الفضاء، من أجل اكتشاف أسرار الكون، ولكي يوسع من نطاق سيطرة العقل البشري على العناصر.

هنـــداوي