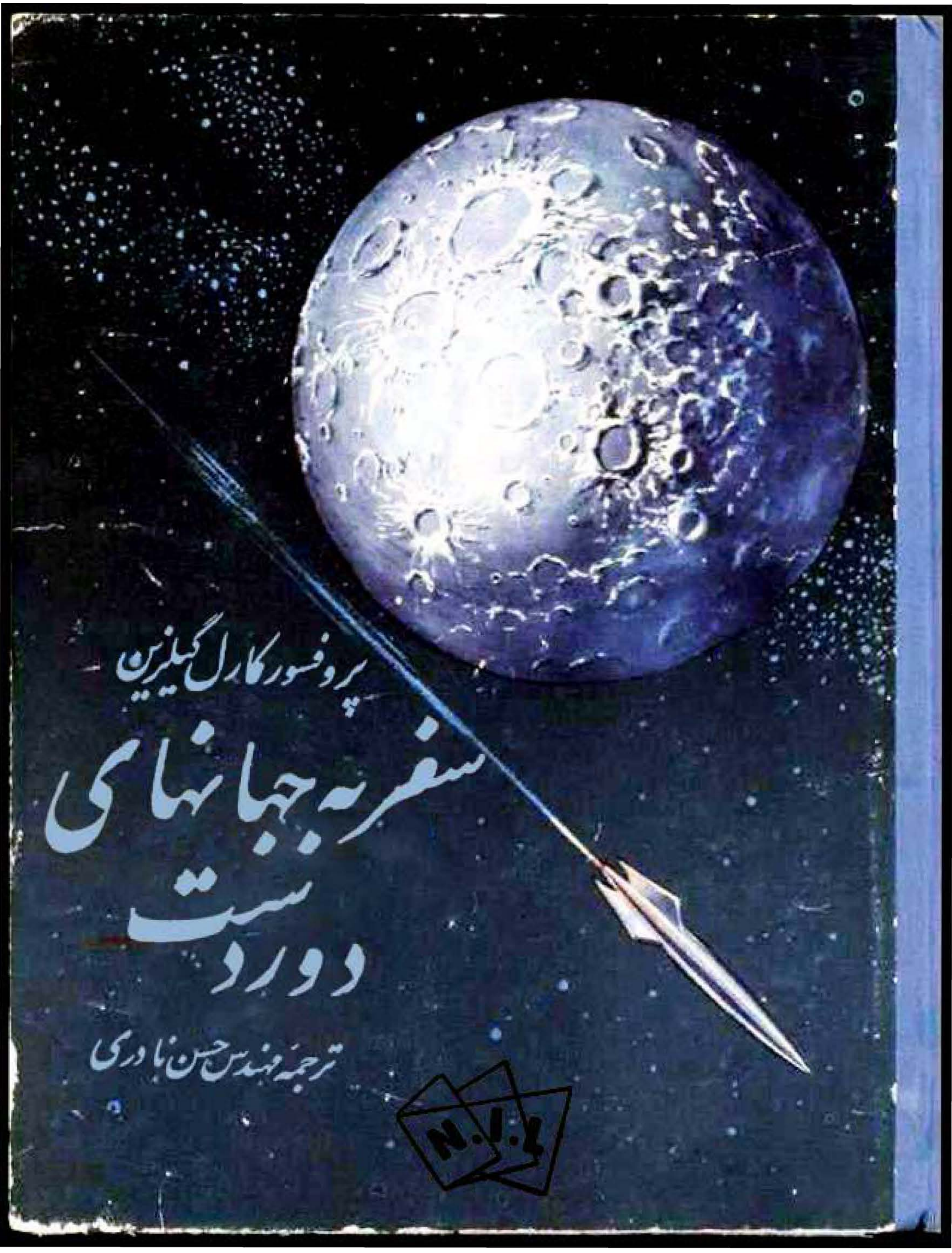
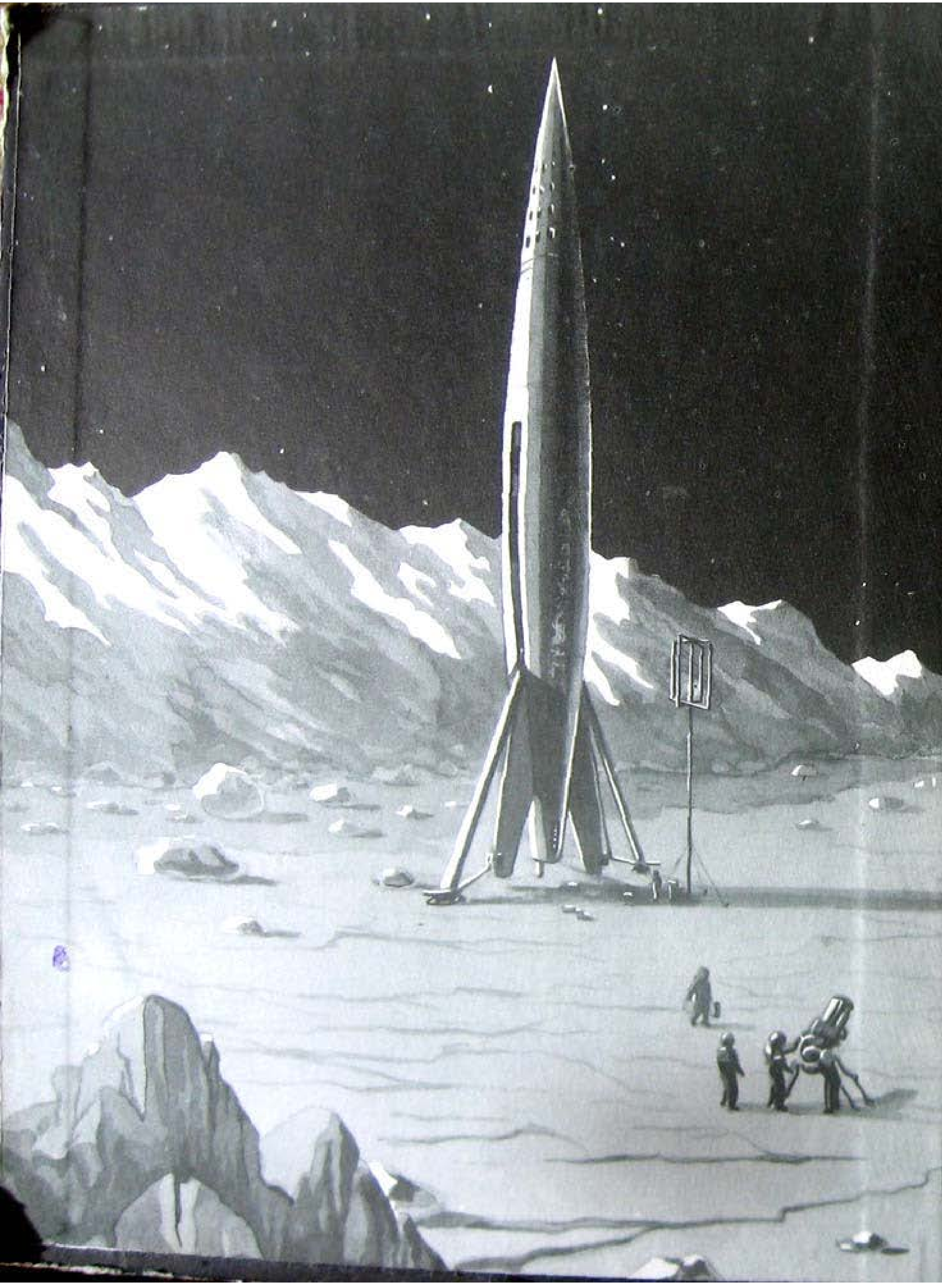
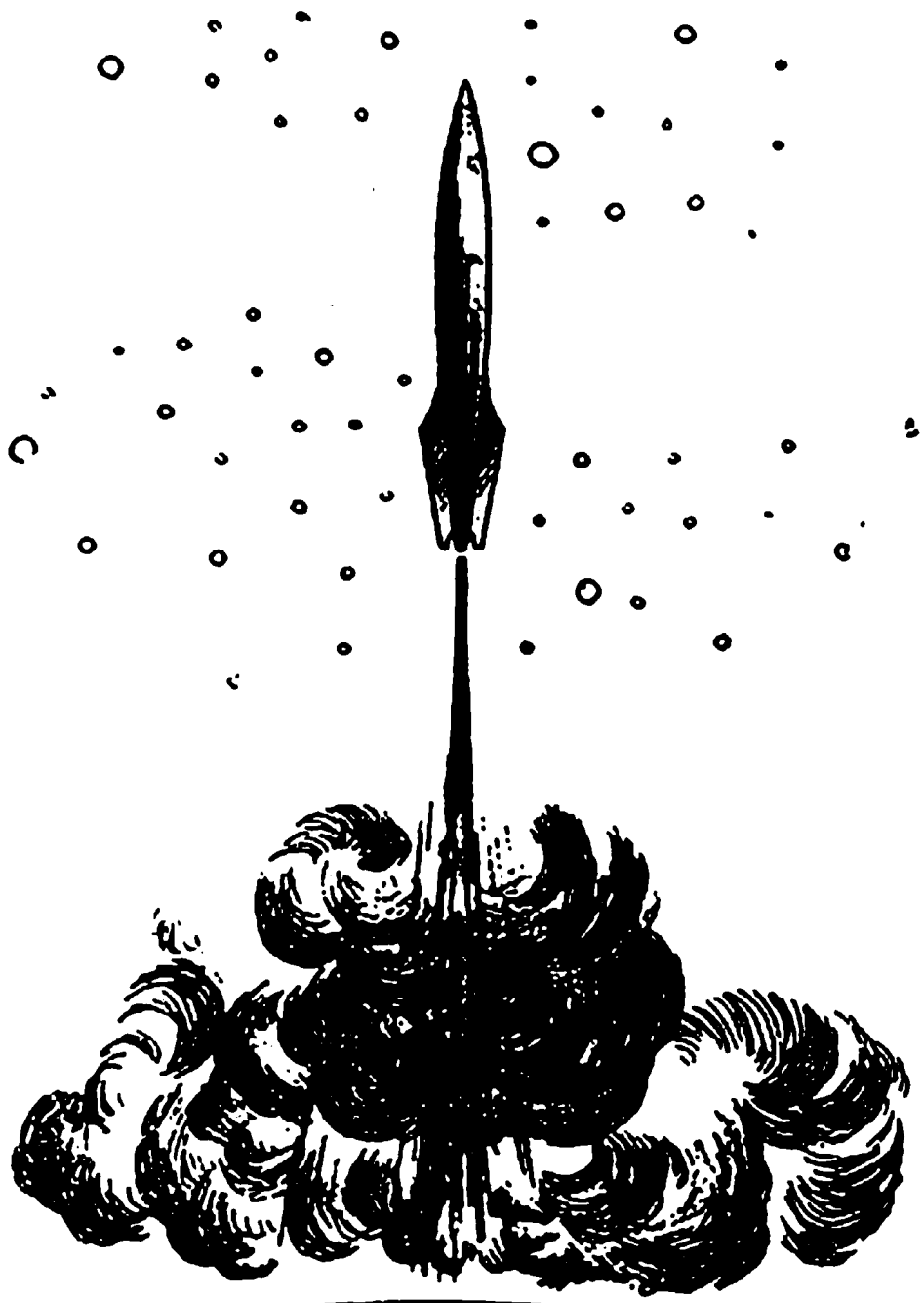

پروفسور کارل گیلزین
سفر به جهانهای دوردست
ترجمه مهندس حسن نادری
N.V.A



پروفسور کارل گیلزین

سفر به جهانهای دوردست



ترجمهٔ مهندس حسن نادری

انتشارات نیل

چاپ این کتاب در دوهزار نسخه دراردیبهشت ماه یکهزار وسیصد وسی وهشت هجری
خورشیدی درچاپخانهٔ بهمن نو بپایان رسیده است .

حق طبع محفوظ است

فهرست

		صفحه
مقدمهٔ ترجمهٔ فارسی		٤
از نویسنده		٥
جهانی که درپیرامون ماست		٨
بخش اول		
از افسانه تاعلم		
فصل اول	رؤیای دلیرانه	١٤
« دوم	زندانیان زمین	١٨
« سوم	پیدایش دانش	٢٤
بخش دوم		
موتور معجزآسا		
فصل چهارم	ولادت سوم	٣٠
« پنجم	سدصوت درهم می‌شکند !	٣٧
« ششم	مهار کردن یك کرور اسب	٤٨
« هفتم	مرمی‌ها وقطارهای «تحلیل رونده »	٥٥
« هشتم	ازهواپیمای فشفشه‌ای تا ناو کیهانی	٦١
بخش سوم		
یورش به‌فضای بین‌سیارات		
فصل نهم	زره جو	٧٢
« دهم	درآستانه فضا	٨٢
« یازدهم	جزائری درسواحل زمین	٩١
« دوازدهم	بر روی یك قمر مصنوعی	١٠٣
بخش چهارم		
تسخیر افلاك		
فصل سیزدهم	ماه ـ نخستین هدف	١٢٤
« چهاردهم	پرواز بسیارات	١٣٧
« پانزدهم	راههای کیهانی	١٥١
« شانزدهم	برخاستن و نشستن ناو	١٧١
« هفدهم	پرش سه‌گام	١٨٥
بخش پنجم		
آدمی درفضا		
فصل هیجدهم	افلاك در خدمت بشر	١٩٤
« نوزدهم	در ناو فضا پیما	٢٠٤
« بیستم	آیا بوزن خود نیاز داریم ؟	٢٠٩
« بیست‌ویکم	پرتوهای مرگبار ومرمی‌های سرگردان	٢١٨
بخش ششم		
نگاهی بآینده		
فصل بیست ودوم	سفر خیالی بماه	٢٢٨
« بیست وسوم	در روی ماه	٢٤٣

مقدمهٔ ترجمهٔ فارسی

بیرون رفتن ازکرهٔ زمین ، سفربه‌کرات آسمانی وسیر و سیاحت در جهانهای دوردست، هرگز مانند امروز درپیش روی آدمی‌جای نداشته است . تقریباًهرروز در روزنامه‌ها میخوانیم یا ازرادیوها میشنویم‌که پیشرفتی‌دراین زمینه حاصل‌آمده‌است . تاکنون‌بیش‌ازیك دوجین‌قمرمصنوعی درپیرامون زمین ودوسیاره مصنوعی بگردخورشید بپرواز درآمده است .گوئی مرزهای زمین دیگربرای انسان تنگ شده واندیشهٔ آدمی درگرو تسخیرفضا وجهانهای ناشناخته است در همه‌جا وازجمله درایران ، آگاهی برپیشرفتهای دانش دراین زمینه خواستاران فراوان دارد و بسیاری از مردم ، بویژه جوانان دانش دوست مایلند درباره این‌گوشهٔ تازه وتقریباً نگاویدهٔ دانش آگاهی‌هائی داشته باشند . میخواهند بدانند کـه راههای شکافتن زره‌جاذبهٔ زمین‌کدامند ؟ چرا سرعتهای عادی برای سفربفضا نارساست؟ اصول وساختمان موشکها وفشفشه‌ها چیست؟ درجو زمین وآنچه در وراء آن قراردارد چه روی میدهد ؟ ماه‌که‌نزدیك‌ترین همسایه فضائی ماست چه ویژه‌گیهائی دارد ؟ وآیا میتوان‌بسیاره‌های منظومه شمسی دست‌یافت وبمنظومه‌های دیگرراه جست ؟ برای پاسخ دادن باین نیاز، درمجله‌ها و روزنامه‌های فارسی ، اینجا وآنجا مطالبی دربارهٔ این مسائل‌نگاشته‌اند ومینگارندکه اگرهم‌اندکی کنجاوی را سیراب کند ، یا شگفتی را برانگیزد نمیتوان‌گفت‌که دانستنیهای منظمی با شیوهٔ علمی دربردارند؛ بسبب فقدان مجله‌های علمی ، این‌نوشته‌ها بیشترآمیخته با ــ و حتی‌گاهی آکنده ازهیجانهای خاص روزنامه نگاریست .

کتاب «سفربه جهانهای دور دست»که اینك ترجمه فارسی آن دردست شماست اثرپروفسورکارل‌گیلزین دانشمندبرجسته‌ونامورشوروی دررشته موشك سازی‌وفضاپیمائی است . این‌کتاب ازآثارمعتبرومطمئنی است‌که بزبان ساده ، دربارهٔ مسائل نامبرده در بالا نوشته شده است . امتیازاین‌کتاب بزکتابهای مشابه درآنست‌که اگرچه مطالب‌بغرنج وپیچیده دانش‌نوینی رابیان داشته است ، هرگز دقت واصالت‌علمی‌خود راازدست‌نداده است . این‌کتاب برای همه‌کسانیکه معلومات عمومیشان ، ازحدود سالهای اول دبیرستان ببالا باشد مفهوم وسودمند است وتقریباً بهمه دشواریها وچراهائی‌که ممکن است برای خوانندگان‌پیش‌آمده باشدپاسخ میگوید . درترجمه‌آن ، چنانکه شایسته آثارعلمی‌است، دقت وامانت بکاررفته است. ولی‌لازم است توجه‌خواننده رابه‌تغییرات‌کوچکی‌که درترجمه فارسی بعمل‌آمده است جلب‌کنیم :

نخست‌اینکه بعضی‌مثالهاکه درمتن اصلی‌بوده تغییریافته‌اند ومثالهائی بجای‌آن نهاده شده‌که برای خوانندگان فارسی‌زبان آشناتروتصورشان آسانترباشد .

دوم‌اینکه‌بعضی‌ازقسمتهاکه‌به زمینه علمی‌موردبحث‌کتاب‌ارتباطی‌نداشتند وحفظ آنها برای ترجمه فارسی مناسب نبود حذف شده‌اند .

اگراین‌کتاب‌بتواندعلاقه خوانندگان رابه مطالعه چنین‌مسائلی جلب‌کند وشورو شوق‌علاقمندان رابه‌بررسی بیشتراین مسائل بیفزاید جای‌خوشبختی‌است آنگاه است‌که مترجم‌کوشش خود را پاداش یافته میداند

م . ح . ن .

۵ فروردین ۱۳۳۸

بسوی جهانهای دوردست

امروز در سراسر جهان ، جوانان بموضوع سیر وسفر به فضای کیهانی‌دلبستگی فراوان نشان می‌دهند ، این دلبستگی دیر زمانی است که دیگر کنجکاوی بیهوده‌ای نیست . « آیـا سفر بفضای کیهانی میسر است ؟ » امروز هـر دانش آموزی پاسخ این سئوال را می‌داند .

این روزها علاقهٔ جوانان به مسئلهٔ کیهانی شکل‌کاملا مشخصی بخود گرفته‌است آنان می‌خواهند بدانند که در سطح کنونی تکامل علم و فن پرواز بین کدام سیارات مقدور است ؟ چه کامیابیهائی در تکمیل موشکها که بی‌شك نیروی محرك اصلی سفائن بین کرات خواهند بود ، بدست آمده است؟ این‌جوانان دربارهٔ مسیر پروازهای کیهانی آینده از ستاره شناسان ، و دربارهٔ تـأثیرات مخصوص سفر کیهانی بـر روی ارگانیسم انسان ، از پزشکان پرسش‌ها دارند . آنان به‌مسائلی مانند برخورد احتمالی بین‌سفائن فضاپیما و شهاب ها ، موارد استفاده علمی وعملی ازاقمار مصنوعی وبسیاری مطالب‌جالب از این قبیل علاقه نشان می‌دهند

کوتاه سخن ، جوانان به همهٔ مسائلی کد وابسته به دانش تسخیر فضاست بسیار دلبسته‌اند . در روزگار ما ، بویژه در دهسال اخیر ، این دانش چنان گسترش یـافته که شرح کامیابی های آن دریك کتاب نمی گنجد .

این یادداشت‌هااگربتوانند به پاره‌ای‌ازاین پرسشها، که همه‌جاازآن گفتگوست، پاسخ دهند و شور جوانان را به مطالعهٔ بیشتر برانگیزند می توان گفت کـه بهدف خود رسیده‌اند .

جهانی که در پیرامون ماست

پیش گفتار

سیروسیاحت به جهانهای دور دست .... از کدامین جهان‌ها دراین گفتگو سخن خواهد رفت !

روزگاری مردم، زمین‌خاکی‌مارامرکزافلاك می‌پنداشتند. تنهاعدهٔانگشت‌شماری از دانشمندان و متفکرین مانند جیوردانوبر ونو چنان خردمند بودند کـه بدانند کـه زمین مادرعرصهٔ بی پایان افلاك ذره‌ای بیش‌نیست . آنان باورداشتند که درعدهٔ بیشماری ازاجرام سماوی زندگی وجود دارد و در آنها موجودات متفکری که شاید هیچگونه شباهتی هم بماندارند ، ساکن‌اند

ازآن زمان دیرگاهی نگذشته است وبا این حال تصورات واطلاعات ما در مورد افلاك پیشرفتهای شگرفی کرده است . دانش بشری باگامهای بلند پیش‌می‌تازد وانسان بیش ازپیش برطبیعت تسلط می‌یابد . روزگاری فرا خواهد رسید که در نظرآیندگان زندگی برروی کرهٔ خاکی، همچون زندگی درنقطهٔ دور افتاده ومتروکی جلوه خواهد کرد . آیندگان نه تنها با ناوهای فضاپیمای‌خود به «حومه» زمین یعنی فضای پیرامون خورشید بسفرخواهند پرداخت ، بلکه بسوی خورشیدهای دیگرپرواز درآمده بیش از پیش دراعماق کائنات رسوخ خواهند کرد .

اجرام سماوی درعرصهٔ بی‌پایان افلاك بیشمارند

مجموعه‌های غول پیکر ستارگان یا کهکشان‌ها، این جزایر فلکی که پیرامون محورخود چرخیده درفضا شناورند،درچنان فواصل عظیمی‌ازهم جای دارند که اندیشیدن آن نیزدشواراست . هریك ازاین کهکشانها شامل چندین میلیارد ستاره است . فواصل میان‌آنها چنان عظیم است که پرتونور ، با سرعت ثانیه‌ای سیصد هزار کیلو متر، ده‌ها و صدها هزارسال برای طی فاصلهٔ بین دوستاره ، که درمرزهای یك کهکشان قرار دارند ، وقت لازم دارد

خورشید ما کـه یك ستارهٔ عادیست درکرانهٔ یکی از این کهکشانهای شناور در فضا جای دارد . خورشید ازهرلحاظ ستارهٔ متوسطی‌است. ازیکسوستارگان غول پیکری

هستند که قطرشان صدها وهزاران بار از خورشید بزرگتر است . از دیگرسوستارگان دیگری هستند که صدها بار کوچکترند . خورشید ما ازبسیاری ستارگان سردتر و از بسیاری دیگر گداخته‌تراست . ستارگانی هستند که غلیظ‌ترازخورشیدند وستارگانی که رقیق‌ترازآنند ، بعضی‌روشن‌ترازخورشیدوبرخی کم‌نورترازآننده خورشید ما که سرچشمهٔ حیات در روی زمین است چگونه ستاره ایست ؟

خورشید جسم کروی‌شکل عظیمی‌ازبخار گداخته وبرافروخته است . قطرآن در حدود یك میلیون وسیصد ونودهزار کیلومتریعنی‌تقریباً ۱۱۰ بار بزرگتراز زمین است. در درون این کره بخارهای جوشان و گداخته که به‌آهستگی دور محور خود میچرخد دائماً فعل وانفعالهای پیچیده‌ای انجام می گیرد واز ساده ترین اتم‌های هیدوژن اتم‌های تازهٔ گاز هلیوم بوجود می‌آید . دراثراین فعل وانفعالها انرژی‌های شگرفی که در درون هستهٔ اتم نهفته‌است آزاد می‌شود و گرمائی برابر ۲۰ میلیون درجه سانتیگراد درژرفنای خورشید ایجاد میکند . شگفتی‌آورنیست که خورشید درهرثانیه مقادیرهنگفتی انرژی باطراف می‌پراکند . پرتوخورشید باعماق فضای پیرامونش راه می‌یابد و گرما وروشنائی راکه برای ادامهٔ زندگی ناگزیر است بهمراه میآورد . این پرتو زندگی بخش است واکنشهای اسرارآمیزی که در درون خورشید انجام میگیرد درزندگی ما نقش‌عمده‌ای دارد وآب وهوا و مواصلات رادیوئی و پدیده‌های مغناطیسی کرهٔ زمین را تحت تأثیر میگیرد . ازاین‌جا اهمیت بررسی علمی خورشیدآشکار میگردد .

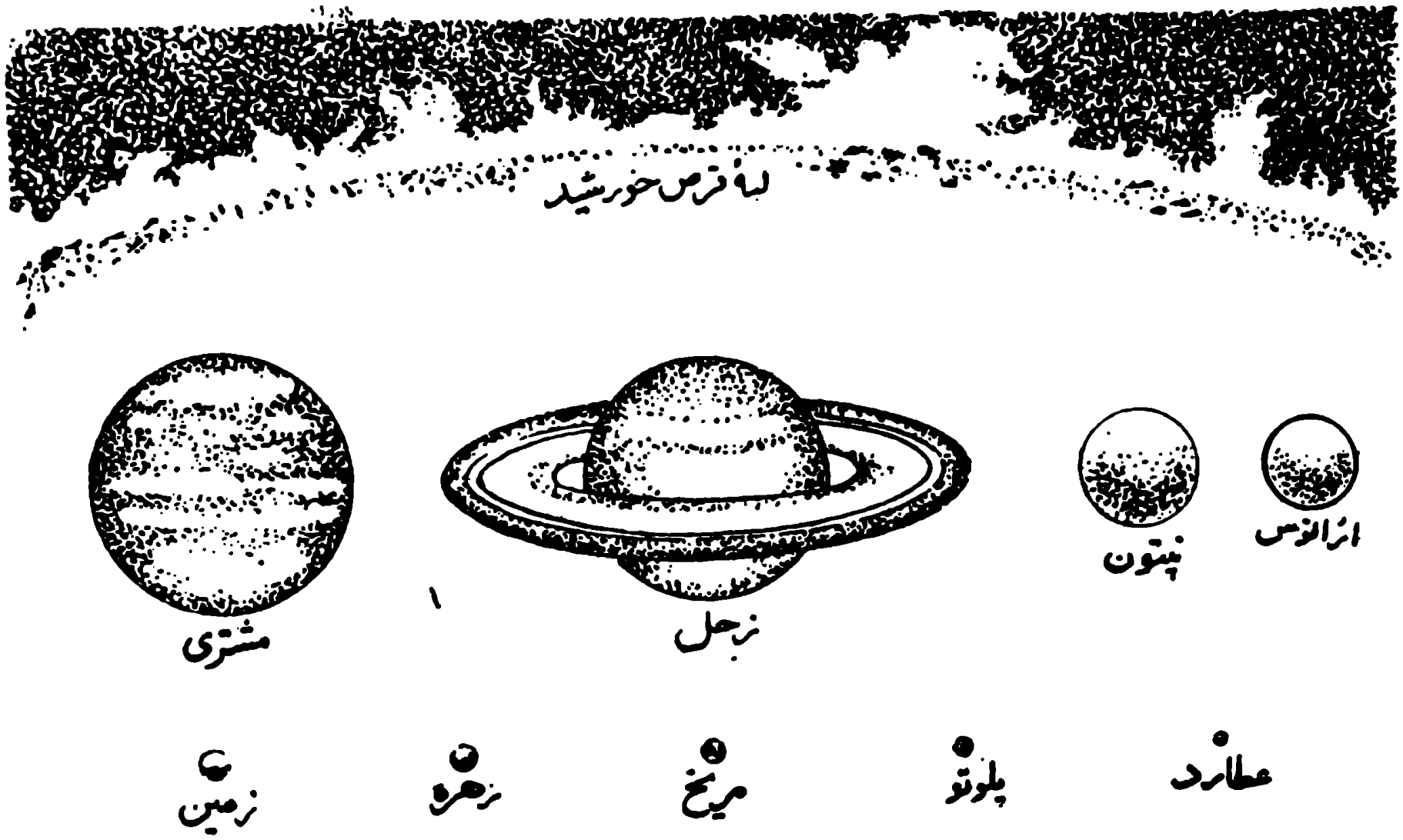
خورشید ، مانند اختران بیشمار دیگر ، درحرکت فضای خویش تنها نیست خانوادهٔ بزرگی ازاجرام سماوی که رویهم منظومهٔ شمسی را میسازند در پیرامون‌آنند . همهٔ این کرات بطرزجدائی ناپذیری وابسته به خورشیدند و در مقیاس فواصل کیهانی ، نسبتاً نزدیك هم جای دارند .

اعضاء بزرگ این خانواده سیارات‌اند . اینان گداخته نیستند ، بلکه اجرام سماوی‌سرد وجامدی هستند که اندازه‌هاشان بمراتب ازخورشید کوچکتراست ودرعوض تحرکشان بیشتراست

یکی‌ازاین سیارات زمین است بدیگر سخن ، این باصطلاح « مرکزافلاك » چیزی جزیك سیارهٔ معمولی ویکی‌ازنه سیارهٔ منظومهٔ شمسی نیست . شگفتی آورنیست که تاریك اندیشان قرون وسطی، با چنان خشمی باکوپرنیك و گالیله وبرونو، با همهٔ دانشمندانی که منکر وضع استثنائی زمین و انسان در پهنای بی پایان کیهان بودند

می‌ستیزیدند زیرا این افسانه پایهٔ بسیاری‌از کمراهیها ونادانیهای قرون وسطی بود .

سیارات منظومهٔ شمسی ، این خویشاوندان نزدیك زمین کدامند ؟



ابعاد نسبی سیارات وخورشید

نزدیك ترین سیارهٔ خورشید و کوچکترین آنها عطارد است . پس‌ازآن بترتیب دوری ازخورشید زهره ، زمین ، مریخ ، مشتری ، زحل ، اورانوس ، نپتون وپلوتوجای دارند که دربارهٔ این‌آخری، آگاهی‌ماتاکنون، بسیارناچیزاست . فواصل میان سیارات، درقیاس بااندازه‌های خودسیارات، چنان عظیم‌اند که منظومهٔ شمسی‌مانند بیابان‌پهناوری است که سیارات، مانند دانه‌هائی درآن پراکنده‌اند . مثال‌زیرمیتواند تصوری ازمنظومهٔ شمسی بدست دهد . اگرخورشید راچون گوی بزرگی‌بقطریك متربیانگاریم زمین‌مانند آلبالوی کوچکی‌بقطر کمترازیك سانتیمترخواهد بود که درفاصلهٔ بیش‌ازصد متری گوی جای خواهد داشت. عطارد چون نخودی بقطر ۳/۵ میلی متر وبفاصلهٔ ۴۰ متری گوی قرار خواهد یافت ، حال آنکه زهره باندازهٔ آلبالوئی مانند زمین بفاصلهٔ ۷۷ متری خورشید ومریخ مانند دانه‌ای بقطر۵ میلی‌متر درفاصلهٔ بیش‌از۱۶۰متری خورشید بدور آن خواهند گشت . مشتری که سیارهٔ غول‌آسائی‌است ببزرگی‌نارنجی بقطر۱۰سانتیمتر بفاصلهٔ نیم کیلومتری جایگزین خواهد شد . زحل چون سیبی بقطر۸سانتیمتردرفاصلهٔ یك کیلومتری گوی خورشید خواهد بود . اورانوس ، گردوئی بقطر۳/۵ سانتیمتر در۲ کیلومتری گوی و نپتون چون گردوی بزرگتری در فاصله‌ای بیش از ۳ کیلومترجای میگیرند وسرانجام پلوتو باندازهٔ یك نخود بقطر۴۴ میلیمتردر فاصله‌ای بیش از چهار

کیلومتری کوی جای خواهد داشت ..

دانش ما دربارهٔ سیارات قابل ملاحظه است ، اما در قیاس آنچه باید فرا گیریم هنوز ناچیز است .

مثلا ما میدانیم که عطارد تقریباً فاقدجو است و همیشه فقط یك سوی آن به خورشید مینگرد . علاوه براین درمورد عطارد و دیگر سیارات (جز پلوتو) ، در بارهٔ ابعاد ، جرم و قوانین حرکتشان اطلاعاتی داریم .

زهره دارای جو غلیظی است که از حیث ترکیب شباهتی به جو زمین ندارد و افسوس که راه یافتن پرتو مرئی خورشید در این جو چنان دشوار است که ما تا کنون دربارهٔ سطح بیرونی این همسایهٔ نزدیك خویش ، آگاهی‌های ناچیزی داریم .

همسایهٔ مرموز دیگر ما مریخ است . که دربارهٔ آن نسبت بسایر سیارگان‌دانش بیشتری داریم .

مریخ جوی مانند جو زمین اما رقیق‌تر دارد . درمریخ آب نیز میتوان یافت این‌ها حقایق مسلم علمی است . درسالهای اخیراز راههای تجربی دلائلی براثبات‌وجود گیاهان در مریخ بدست‌آمده است .

مشتری، از نظرپیکربزرگ خود جالب است ودرمقایسه با دیگر سیارات ، سیارهٔ غول‌پیکریست . قطر آن بیش از یازده برابر زمین است وپوستهٔ غلیظ و راه نیافتنی از ابرها آن را دربر گرفته است .

زحل ، با حلقه‌های معروف گردن بند مانند خویش ، بسیار زیباست و مانند دوسیارهٔ بعدی خویش، اورانوس و نپتون پوشیده از ابرهای صدفی است .

در پایان بدورترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی ، پکلوتو، میرسیم . گمان بسیارداریم که این سیاره جو منجمدی داشته باشد که سطح‌آن را با پوستهٔ جامدی پوشانده است . چون گرما در پلوتو ، که از سطح‌آن خورشید مانند ستارهٔ خیره کننده ولی بی‌حرارتی بنظر میرسد ، احتمالا ۲۲۰ درجه زیرصفر است .

پاره‌ای ازسیارات مانند عطارد وزهره و شاید پلوتودر گردش خود بدورخورشید تنها هستند درحالیکه دیگران اقماری کوچکتر از خود دارند که در مدارهائی بدور این سیارات در گردش‌اند . این خانواده اقمار ۳۱ عضو دارد که یکی از آنها قمرزمین، مـاه است

بدین‌سان یك خورشید ، نه سیاره و ۳۱ قمر .. آیا جز اینها چیزی در منظومهٔ شمسی نیست ؟

البته هست . جز این اعضاء منظومهٔ شمسی باید از دههاهزار سیارهٔ بسیار ریزیا (آستروئید) ها نام برد . اینها نیز در پیرامـون خورشید میچرخند اما مدارهاشان

گوناگون است. گاهی چنان بخورشید نزدیك میشوند که تقریباً آن را لمس میکنند و گاهی در فاصله‌های دور در حرکتند .

جز اینها ، گروه بزرگی از اجرام سماوی وجود دارند که پیدایش آنها معمائی است . این‌ها ستارگان دنباله‌دارند که با دنباله‌هائی‌دراز وزیبا آراسته‌اند. این ستارگان دنباله‌دار نیز بدورخورشید میچرخند ولی مدارهای بیضی‌شکل آنان چنان کشیده است که سال این ستارگان ، یعنی زمان یك گردش دور خورشیدشان ، ممکن است ده‌ها هزارسال‌زمینی بدرازا کشد . از این‌رو آنان‌را ولگردان کیهانی میخوانند .

سرانجام سپاه انبوهی‌از سنگهای‌آسمانی- شهاب‌ها- وجود دارند که تکه‌پاره‌های اجرام سماوی متلاشی شده‌اند . این سنگها از هرسو بفضای منظومهٔ شمسی‌راه‌می‌یابند.

گویا دیگرچیزی باقی نمانده ؟ چطور نمانده ؟

اکنون ما شاهد آفرینش اجرام سماوی جدید - آفریده های دست انسان - سفائن فضاپیما و اقمار مصنوعی زمین هستیم

در این یادداشتها از وسائلی که بشربرای جهش بفضا فرا آورده ، موانع‌بزرگی که در این‌راه از پیش پای خود برداشته، و سرانجام از امکانهای شگفتی‌آورفضاپیمائی سخن خواهد رفت

بخش اول

از افسانه تا علم

۱

رؤیای دلیرانه

آرزوی پرواز ازروزگاران پیشین ایجاد شده است

آنگاه که آدمی میکوشید تاراه خودرا از میان گیاهان انبوه جنگلهای بیراه بگشاید ، نمی‌توانست به پرندگان که بآسانی در آسمان بالای سرش اوج میگرفتند رشك نورزد . ازاین رو طبیعی‌است که این‌آرزو ورؤیا دربسیاری ازافسانه‌ها واساطیرملل مختلف راه یافته است .

افسانه‌ای که دربارهٔ کشورما ومربـوط به ۳۵۰۰ سال پیش است وشاعر ملی ما فردوسی‌آن‌را درشاهنامه‌آورده است ، دربارهٔ کوشش کیکاوس برای پروازدرآسمان است. کیکاوس پس ازآنکه سراسرجهان‌آن روزرا بتصرف در آورد ، بهوس تسخیر آسمان و گشودن «سرزمین ابرها» افتاد . وی فرمان داد تا عرابه‌ای ازسبك‌ترین چوبها بسازند ، وچهارعقاب جوان وتیزپررا که برای این‌کارپرورده بودند بآن به بندند. وی پس‌ازآماده کردن سازوبرگ لازم وسوارشدن به این «هواپیما» فرمان رها ساختن عقابهارا داد.برای برانگیختن عقابها به پرواز ، دربرابرهریك تکه گوشتی نهاده بودند . بدین سان عقابها به پروازدرآمده عرابه و«خلبان» آن را باخود به‌آسمان بردند . اماسرانجام «موتور»های زندهٔ این «هواپیما» از کوشش بیهوده بازماندند و«خلبان» نامراد به زمین باز گشت .

کیست که افسانهٔ کهن یونان‌را دربارهٔ ایکاروس بی‌باك وفرزندش دادالوس نشنیده باشد ؟ بنابرآن افسانه این دوبالهائی ازپرساخته بودند که باموم بهم پیوسته بود . بااین بالها بآسمان پریدند وچنان بی‌پروا بخورشید نزدیك شدند که موم آب شد وبالها از هم گسست . این سرنوشت شوم ایکاروس ممکنست نصیب فضاپیمایان‌آینده که‌آهنگ‌پرواز به عطارد داشته باشند نیزبشود . چون کوچکترین‌اشتباه خلبان درهدایت سفینهٔ فضاپیما ممکن است مسافرین‌را بیش ازاندازه بخورشید نزدیك سازد

تاهزاران سال پروازبآسمان برای‌آدمی خواب و خیالی بیش نبود . انسان برای پروازساخته نشده بود . وی دریانوردی‌راآموخت کشتی‌ها ساخت و براقیانوسها و دریاها

دست یافت . ولی جهان فتح شده همچنان مسطح وراه‌آسمان بسته بود ، مردم در کف بزرگترین اقیانوسها ـ اقیانوس جو که پیرامون زمین را فـرا گرفته است . دوحرکت بودند ولی خیال شناورشدن دراین اقیانوس وپروازبسوی بالاآرزوئی بیش نبود

همراه با رؤیای پرواز ، آرزوی دست یافتن به ستارگان نیزازدیرباز وجود داشته است . بشرچیزی دربارهٔ ساختمان افلاك نمیدانست وازچگونگی ستارگان نیزبی‌خبربود اما به نیروی اندیشهٔ آفرینندهٔ خویش بسوی این اختران دوردست بپروازدرمی‌آمد. اساطیر وافسانه‌های همهٔ اعصاروملل ، سرشار از این گونه پروازهاست این افسانه‌ها دلیریهای مردان بیباك وشهامت خلاق آنان‌را مورد ستایش قرار میدهد

بمرور که دانش نجوم فلکی و شناخت منظومهٔ شمسی‌پیشرفت حاصل کرد این رؤیاهای پروازنیزمعنا و محتوی تازه‌ای یافت . و امروز که ما دربارهٔ پرواز بین کرات میاندیشیم بیش ازهرچیزآن‌را همچون یك‌کامیابی علمی مینگریم

درواقع نیزپروازبین کرات دارای اهمیت سرشارعلمی خواهد بود .

مثلا هنگام پروازبسوی ماه یادیگر کرات انجام مشاهدات علمی گوناگون که ازروی زمین نشدنی است ، بروی‌آنها ، ممکن خواهد گشت . نباید تردید کرد که در این پروازها بسیاری ازرازهای طبیعت گشوده خواهد شد ودانش گامهائی‌به پیش خواهد رفت وعصرتازه‌ای برای بسیاری ازرشته‌های دانش فراخواهد رسید . همهٔ رشته‌های‌علوم طبیعی مانند ستاره شناسی ، فیزیك ، شیمی ، زمین‌شناسی وزیست شناسی بادانستنی‌های تازه غنی خواهند گشت ورشته‌های جدید وبی‌سابقهٔ دانش بوجود خواهدآمد. چه‌جهان اسرارآمیز وشگفتی‌آور وبی‌مانندی در برابر دیدگان کسانیکه برای نخستین بار پای برروی ماه ، مریخ وزهره می‌نهند گشوده خواهد شد !

دراین کرات ممکن است گونه‌های تازه ازگیاهان وجانوران بدست‌آید . زمانی هم فراخواهد رسید که مسافرین‌زمین پابر کراتی‌نهند که ساکنین متفکری داشته‌باشند. گرچه این موجودات شباهتی به نوع بشر نداشته باشند .

ولی این تنها امکان کشفیات شگفت‌آورعلمی نیست که فکر پرواز کیهانی وسفر بین کرات‌را چنین جالب میسازد. ماطبیعت‌را نه تنها بخاطرخودآن، بلکه‌تأمین‌نیازهای آدمی مطالعه می کنیم . وازاین نظر فضاپیمائی امکانات تازه و بس شگرفی را بروی ما خواهد گشود

کرات دیگر ممکن است بصورت سرچشمه‌های پایان ناپذیر مواد خام ومعدنی درآیند . دانش امروزی نشان داده که سراسرآن قسمت از کائنات که تاکنون شناخته شده است عیناً ازهمان عناصرشیمیائی که درجدول عناصرمتناوب (جدول مندلیف)طبقه بندی شده‌اند تشکیل یافته است . اما ممکن است درسیازات‌انواعی ازفلزهاومومادمعدنی

باشند که در روی زمین کمیابند یاحتی بکلی ناشناخته مانده‌اند . زیرا چنین موادی در سنگ‌های کیهانی یا شهاب‌ها که برروی زمین میافتند دیده شده‌اند .

همه میدانند که منبع اصلی زندگی درروی زمین انرژی خورشید است. اما از آنجا که زمین دردریای پهناورپیرامون خورشید قطره‌ای بیش نیست ،آن مقدارانرژی‌را که دریافت میدارد کمتر از یك‌دومیلیاردم مجموع آن انرژی است که خورشید باطراف میپراکند. اما نبایدچنین‌انگاشت که این‌مقدارانرژی ناچیزاست . این‌ازنظر کمیت‌مقدار هنگفتی است که فعلاانسان سودبسیار کمی ازآن‌میبرد . زمانی فراخواهد رسید که این وضع دگرگون شود .

درآینده نه تنهاازانرژی باد وآب‌وزغال‌ونفت وسایر اشکال‌انرژی که درواقع صور تغییرشکل یافتهٔ انرژی خورشیدند کاملا استفاده خواهد شد بلکه خود انرژی خورشید نیزمستقیماً وبلاواسطه مورد بهره‌برداری قرارخواهد گرفت ولی حتی در آن زمان هم اگرنیازمندیهای روزافزون بشردرنظر گرفته شود ، ممکن است این مقدارانرژی برای تحقق طرحهای شگرف انسان‌کافی نباشد. درآن زمان‌آن بخش از انرژی خورشید که اینك بیهوده درفضا پراکنده میشود ممکن‌است همراه باانرژی‌هستهٔاتمی بخدمت‌انسان گمارده شود .

تأسیس مراکزعظیم بهره‌برداری از انرژی خورشید بر روی ماه یاعطارد ، چون این کرات جو ندارند وبخورشید نزدیکند بسیارمناسب خواهد بود. قدرتی هم که ازاین مراکزبدست خواهدآمدبه بهترین طرزدرهمانجا بکارخواهد رفت. بویژه درکارخانه‌های شیمیائی ، ازمواد خام محلی سوخت مخصوص موتور های جت برای پرواز بین کرات تهیه خواهد شد . بعلاوه ممکن است راههائی بـرای انتقال این انرژی بزمین بیابند حتی این امکان وجود دارد که استفاده ازانرژی خورشید نه درروی خود کرات بلکه در فضای بین کرات تأسیس شوند .

می‌توان ازاین هم پا فراتر نهاد و گفت زمانی خواهد رسید که اجتماعات بشری درماه ، مریخ ، زهره وشاید سیارات دیگرواقمارآنها پدیدآیند. نیازی بیادآوری‌نیست که اینك این سیارات برای زندگی انسان ـ که بشرایط کرهٔ زمین خو گرفته ـ شایسته نیستند ولی‌بااستفاده ازانرژی فراوانی که درآینده دردسترس بشرخواهدبود انسان‌میتواند در «سازمان» منظومهٔ شمسی دخل وتصرف نموده ، نظامی‌را که هزارها میلیون سال در آنجا حاکم‌است برهم زند. مثلا ازنظرعلمی شدنی‌است (وما دراین باره بتفصیل‌بیشتری سخن خواهیم گفت) که وضع نسبی سیارات را تغییرداد . ازجمله عطاردرا که اینك‌بنحو

خطرناکی بخورشید نزدیکست دورتربرد بطریقی که شرایط حرارتی مریخرا نزدیك تر بشرایط زمین ساخت یامریخرا بخورشید نزدیکتر کرد . اینها فقط معدودی از امکاناتی است که انجام یافتن پروازبین سیارات امکان پذیرشان خواهد ساخت .

امروزحتی تصورهمهٔ آن دورنماهائی که هنگام‌عملی شدن پروازبه نقاط دورافتادهٔ منظومهٔ شمسی دربرابر بشر گشوده خواهد شد دشواراست . بشرتسلط‌کامل وارادی‌خودرا براین منظومه برقرارخواهد ساخت .

۲

زندانیان زمین

مانع سیروسیاحت‌ما درفضا چیست ؟ موانع‌ومشکلات عمده کدامند ؟ اصولاچنین سفری چه تفاوتی بامسافرت درسطح زمین دارد ؟ آیا تنها تفاوت درطی‌مسافت‌های‌بیشتر است ؟ یا اشکال آنست که چنین سفری باید درفضای خالی از هوا و برودت خارق العاده انجام پذیرد ؟ یا سرانجام اشکال عمده آنست کـه چنین سفری تا کنون انجام نیافته و ممکن است باانواع پیش‌آمدهای نامنتظرروبروشود ؟

آری ، باین دلایل وبسیاری دلایل دیگر... تفاوتی درمیان است که هرنوع‌سفر بین سیارات وحتی کوتاهترین آنهارا اصولا ازهرنوع سفرروی زمین وحتی‌یك سفر دور زمین متمایزمیسازد وهمین مانع اساسی است که مارا ازانجام چنین سفری بازمیدارد.

شما البته حدس میزنید که منظورمان چیست ؟ — منظورما نیروی جاذبه است.

نیروی جاذبه (یاآنطور که گاهی گفته میشود قوهٔ ثقل) کشش‌متقابل میان‌ذرات اجسام ویکی ازمهمترین نیروهای طبیعی است . دانش بشری تا کنون موفق نشده است منشاء وماهیت این نیروراکاملا توضیح بدهد اما مشخصات این پدیده و مقادیر نیروی جاذبه دقیقاً مطالعه شده است

نیروی جاذبه همه‌جا ، هرجا که لااقل دوجسم یادوذرهٔ مادی‌موجود باشندآشکار میشود . این نیروهمهٔ اجسام‌مادی‌را درسراسرکائنات زیرتأثیرمیگیرد. این قانونی‌مطلقا عمومی و فلکی است . بهمین دلیل قانون جاذبه را که بوسیلهٔ نیوتن کشف شده است قانون جاذبهٔ عمومی مینامند . هردوجسم یادوذره بانیروئی بسوی هم جذب میشوند که بستگی‌بجرم‌آن دووفاصلهٔ میان‌آنها دارد. هراندازه جرم‌بیشتروفاصله کمتر باشد نیروی این جاذبه بیشتراست .

ما کراراً به پدیدهٔ نیروی جاذبه برمیخوریم . وزن ماآن نیروئی است که زمین مارا باآن بسوی خود میکشد . همهٔ اجسام روی زمین وزن دارند . سیبی که ازدرخت

کنده شد بسوی آسمان رها نمیشود بلکه بطرف زمین میافتد و علت آنهم تأثیر نیروی جاذبه است . تصادفاً مطلب فوق قابل بحث است. اگرغیرازسیب وزمین اجسام‌دیگری درکائنات وجود نداشت سیب تنها یك راه برای افتادن داشت – آنهم بسوی زمین. اما این سیب نه تنها بوسیلهٔ زمین ، بلکه بوسیلهٔ خورشید و ماه وسایراجرام سماوی جذب میشود واگرباوجود این تنها بزمین میافتد بدان سبب است که کشش بسوی زمین بنحو قیاس ناپذیری بیش از جاذبه بطرف اجسام سماوی دیگرست . چون زمین بارها بدان نزدیك‌تراست . بهمین دلیل دربسیاری موارد دیگرما میتوانیم فقط دوجسم که یکدیگر را جذب میکنند درنظر گرفته (مانندسیب وزمین) وتأثیرنیروهای جاذبهٔ دیگررانادیده انگاریم. باید برین مطلب بیفزائیم که بیان وتنظیم تئوری حرکت اجسام سماوی در منظومهٔ شمسی فقط بعنوان حل «مسئله دو جسم» ممکن شده است . اما آنچه دربارهٔ «مسئله سه جسم» وبیشتراست سبب مشکلات ریاضی ، یافتن راه حل عمومی برای آنها امکان پذیرنگشته است. پس چاره‌ای جزاین نداریم که تأثیرجاذبه سایراجسام‌را، بعنوان انحرافهائی درمسیرحرکت ، که برای جاذبهٔ دوجسم محاسبه شده است درنظربگیریم.

اما نباید چنین پنداشت که ما درروی زمین‌آثارجاذبهٔ خورشید ومامرا ، فقط‌بعلت آنکه مقدارجاذبه شان ناچیز است مشاهده نمیکنیم . آن پدیدهٔ طبیعی که جذرو مد نامیده میشود وطی‌آن هزارها میلیون تن‌آب اقیانوسها بحرکت درمیآید مربوط بهمین جاذبه است . درآینده روزی انرژی حاصل ازحرکت این‌آبهابرای بکارانداختن مراکز عظیم تولید نیرومورد استفاده قرارخواهد گرفت . حتی نپتون که یکی از بیرونی ترین سیارات منظومهٔ شمسی است ودرفاصلهٔ چهارمیلیارد کیلومتری زمین جای دارد ، نیروئی برابر ۱۸ میلیون تن برزمین اعمال میکند .

نیروی جاذبه درطبیعت نقشی بزرگ و بدون شك مثبت دارد. اگر نیروی جاذبه درمیان نمی‌بود . فلك چنین شکل منظمی که اینك دارد نمیداشت . نه منظومه شمسی بود ونه امکان حیات انسان . حتی اگرزندگی هم وجود داشت، نمیتوانستیم مانندحالا بسطح زمین بچسبیم . یك تکان کوچك میتوانست ما را در پهنای بی انتهای افلاك سرگردان سازد .

ولی موقعیکه ما مسئلهٔ امکان سفرهای فضائی را بررسی می کنیم ، نیروی جاذبه نقش دیگری دارد . درواقع ، وقتیکه ما درسطح زمین حرکت میکنیم جزهنگام‌صعود بکوهستانهای بلند، تأثیرنیروی‌جاذبه‌را احساس‌نمی کنیم . ولی‌پروازبین سیارات موضوع بکلی متفاوتی است . هنگام چنین پروازی باید دائماً ازسطح زمین دورشویم وبرای‌اینکار باید به نیروی جاذبهٔ آن غلبه کنیم . نیروی جاذبهٔ زمین که مارا از بلای پرتاب شدن ناگهانی ازروی‌آن نگه میدارد، بما اجازهٔ دورشدن ازآن‌را ، حتی اگرمایل‌بآن‌باشیم،

نمیدهد . ازاین قراراین «وابستگی» بزمین‌را می‌توان بنوعی اسارت تشبیه نمود .

پرسشی پیش‌میآید. چگونه‌میتوانیم‌زنجیرقوهٔ جاذبه‌را، که مارابصورت «زندانیان» زمین درآورده است بگسلیم ؟ چگونه این مانع عمده را که برسرراه سفر کیهانی قرار گرفته است ازپیش پای خودبرداریم ؟ آن‌وسائل متداول، که بکمك آنها بشراززمانهای قدیم برنیروی جاذبه چیره میشد وخودرا بآسمانها میرسانید . یعنی بالن وناوهوائی‌بکار پرواز بین کرات نمیخورد . زیـرا این وسائل محتاج هوا هستند و در فضای کیهانی هوا نیست .

ولی دانش راه این‌کاررا یافته است وآنهم سرعت است . سرعتی است که باید به ناوفضاپیما داده شود تابرنیروی جاذبه چیره شود. برای‌دادن سرعت معینی به یك جسم، مثلا سنگی معمولی ، بایدآن‌را پرتاب کرد . هراندازه نیروی پرتاب کننده بیشتر باشد سرعت جسم بیشترخواهد بود نیروی ماهیچه های انسان البته زیاد نیست — قهرمان پرش جهان بدشواری میتواند ازروی مانعی به بلندی اندکی‌بیش از۲ متربجهد. سنگی راکه قوی ترین بازوها پرتاب کند از ۲۰ تا ۳۰ متر بیشتربالا نمیرود . اینجاست که خردبیاری ماهیچه می‌شتابد . تیری که از کمان کشیده رها شود ده‌ها وصدها مترمیپرد. گلوله‌ای که ازدهان تفنگ خارج شود چند کیلومتر بالامیرود و گلولهٔ توپ دورزن تا چهل کیلومتردرفضا اوج میگیرد

آیا ممکن است سنگی را مثلا بماه پرتاب کنیم ؟ اصولا مانعی ندارد . منتهی باید سنگ مزبور را با نیروی بسیار عظیمی پرتاب نمائیم .

دیدیم که هراندازه نیروئی که جسم باآن پرتاب میشود بیشتر باشد سرعت اولیهٔ آن نیز بیشترخواهد بود و هراندازه این سرعت بیشتر باشد جسم مزبور اوج بیشتری خواهد گرفت . سنگی که باسرعت اولیهٔ معینی بطرف بالا پرتاب شود کم کم از سرعت خود میکاهد ، تا اینکه لحظه‌ای درهوا میایستد سپس با سرعت دائم التزایدی بطرف زمین سقوط میکند . چه چیز باعث کند شدن سرعت‌پرواز سنگ هنگام اوج گرفتن یا افزایش سرعت‌آن درموقع سقوط است ؟ نیروی جاذبه . اگر هوا وجود نمیداشت و مقاومتی در برابر پرواز سنگ ، که باعث کم شدن سرعتش میشود ، ابراز نمیشد این سنگ در موقع رسیدن بزمین همان سرعت شروع پرتاب شدن را داشت.

با رعایت این اصل ما میتوانیم سرعت سنگی راکه مثلا میخواهیم بمدارهای‌ماه یا مریخ برسانیم معین کنیم . سنگی که با چنین سرعتی پرتاب شود بارتفاع معین‌شده میرسد و سپس با سرعت دائم التزاید بسوی زمین باز خواهد گشت .آیا ممکن است چنان سرعتی بسنگ‌بدهیم که هرگزبزمین باز نگردد بلکه بحرکت خود درفضادائماً ادامه دهد و پیوسته از زمین دورتر شود ؟ این کار دست کم ازنظر تئوری امکان پذیر

است . این سرعت باید برابرسرعتی باشد که سنگ مزبور هنگام سقوط از «بی نهایت» بزمین خواهد داشت.

(باید یاد آورم شویم که دراین مورد مقاومت هوا را درنظرنمی گیریم و فرض میکنیم که سقوط سنگ درخلاء انجام شود . بعلاوه مسئلهٔ جاذبهٔ دوجسم رادرنظرداریم یعنی فرض میکنیم که غیر از زمین و سنگ اجسام دیگری وجود ندارند . همچنین دوران وضعی زمین را بدور خود نا دیده میگیریم)

غرض از«بینهایت » که یك اصطلاح ریاضی است، فاصلهٔ بسیار دوریست که حتی افزایش آن دیگرتغییری درسرعت سقوط سنگ نمیدهد . مثلا اگرسنگی ازارتفاع ۱۰ میلیون کیلو متری بزمین‌بیافتد و سنگ‌دیگری ازارتفاع ۲۰ میلیون کیلومتری بسوی زمین رها شود تفاوت سرعت این دوسنگ درهنگام سقوط بسیار ناچیز خواهد بود.

سرعتی که باید بسنگ یا هرجسم دیگری داده شود تا از زمین پرتاب شده هرگز بآن باز نگردد وبپروازخود در جهت دورشدن از زمین ادامه دهد، سرعت گریز نامیده میشود

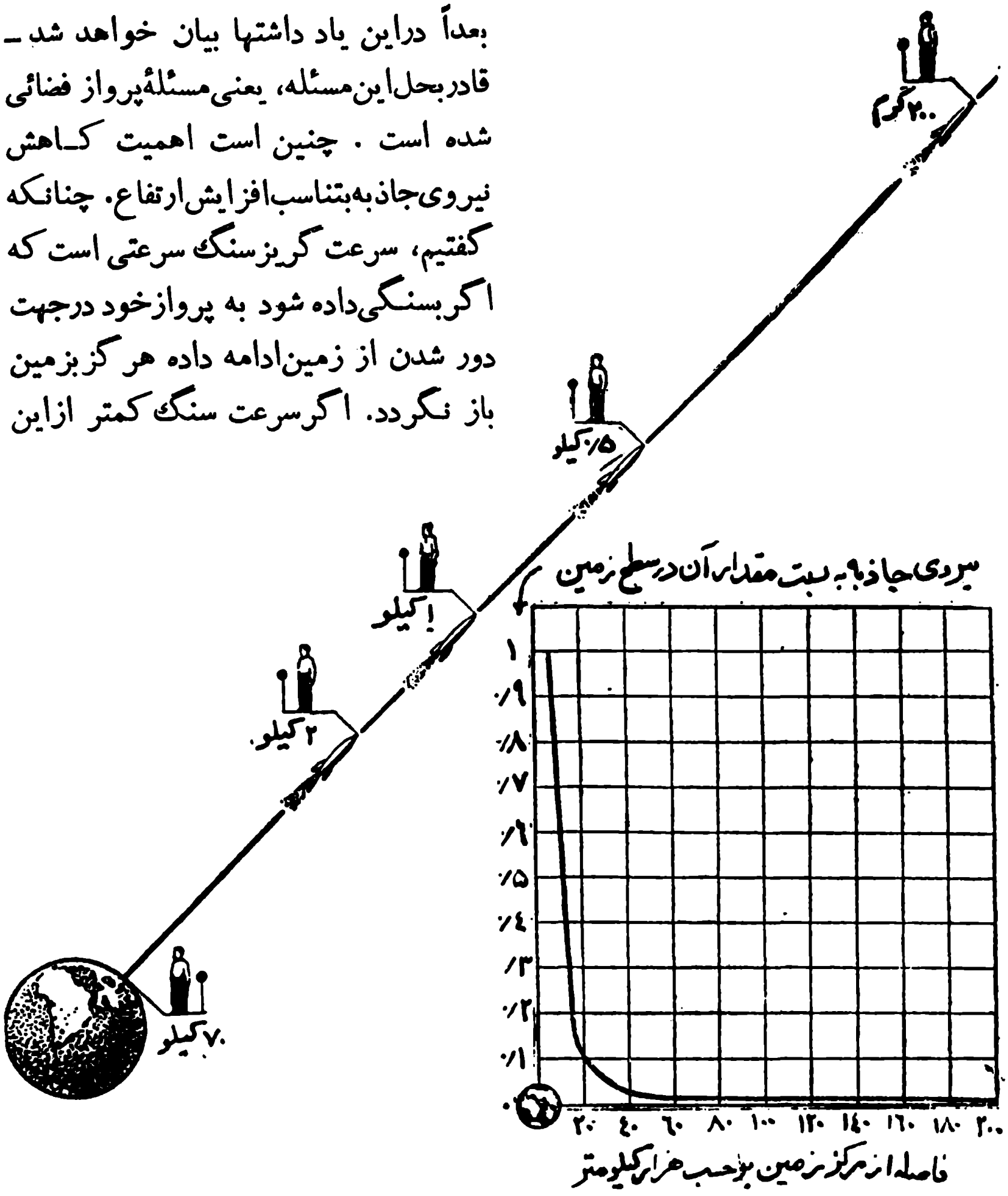
چون چنین سرعتی بسنگ داده شود ، برخلاف تصور این بدان معنی نیست که سنگ‌آنقدر اززمین دور میشود که نیروی جاذبه دیگردرآن تأثیری ندارد یا زمین‌آنرا دیگر بسوی خود نمی کشد . چنان نقطه‌ای در فضا وجود ندارد که نیروی جاذبه در آن بی تأثیر باشد و این حکم در موردجاذبهٔ زمین نیز صادق است . نیروی جاذبهٔزمین همه جا اثر دارد ، اما چون سنگ بفاصلهٔ بسیار دوری از زمین قرار گیرد قدر مطلق نیروی جاذبهٔ زمین بسیار نا چیز میگردد . این قدر مطلق با عکس مجذور فاصله از مرکز زمین متناسب است . یعنی چون فاصله دو برابر شد نیروی جاذبه یك چهارم میشود ، چون سه برابرشد نیروی جاذبه یك نهم میگردد... الی‌آخر.

بدیگرسخن ، بوسیلهٔ همین خصوصیت قانون جاذبهٔ همگانی است که پرواز بین کرات راممکن میسازد .

اگر نیروی جاذبهٔ زمین ، در هر ارتفاعی ثابت میماند و باین تندی از مقدارش کاسته نمیشد ، حتی‌امید پرواز درفضا راهم ،مگر درآیندهٔ بسیار دور،از دست‌میدادیم.

این حقیقت بآسانی قابل اثبات است . برای گسستن زنجیرهای جاذبهٔ زمین کوشش معینی ضرورت دارد . مقدار این کوشش را چگونه تعیین کنیم ؟ هنگامیکه باری را بلند میکنیم ، مثلا یك کیلوگرم را بارتفاع یك متری میبریم ، کاری که‌انجام داده‌ایم برابر یك کیلوگرم متر است اگر میخواستیم این‌بار را بارتفاع ۳۸٤ میلیون متربالا بریم یعنی آنرا بماه پرتاب کنیم میبایست ـ چنانچه نیروی جاذبه ثابت باشد ـ ۳۸٤میلیون‌برابر بیشتر کارانجام‌دهیم‌واین‌مقدارکاریست که موتوری‌بقدرت‌تقریباً ۱۵۰۰

اسب‌بخار دریك‌ساعت انجام میدهد. ولی‌سبك‌ترین ناو هوائی‌ده‌ها وشاید صدها تن وزن خواهد داشت وقدرت موتورهای ناو مزبور ومصارف سوخت‌آن برای این پرواز ، چنان عظیم وهنگفت خواهد بود که حل‌این مسئله ازعهدهٔ تکنیك جدید بیرون خواهدبود. خوشبختانه این‌درصورتی‌بود که نیروی جاذبه ثابت بود وبا تغییر ارتفاع تفاوت نمیکرد. اما چنانکه گفتیم نیروی جاذبه به نسبت دورشدن‌جسم اززمین کاهش مییابد و هرقدر دورتر اززمین باشیم چیره شدن‌برنیروی جاذبه‌آسان ترخواهد بود. بهمین دلیل کارلازم برای پرتاب باریك کیلوئی به ماه عملا در حدود یك شصتم مقدار حساب‌شده یا تقریباً ۶/۳ میلیون کیلوگرم متر است . این مقدار کار برابر کار جرثقیلی‌است که ۶۳۰ تن آجر را بارتفاع ده متر بالا برد که البته مقدار زیادیست ولی تکنیك جدید- چنانکه بعداً دراین یاد داشتها بیان خواهد شد- قادربحل‌این‌مسئله، یعنی‌مسئلهٔ‌پرواز فضائی شده است . چنین است اهمیت کاهش نیروی‌جاذبه‌بتناسب‌افزایش‌ارتفاع. چنانکه گفتیم، سرعت گریزسنگ سرعتی است که اگربسنگی‌داده شود به پروازخود درجهت دور شدن از زمین‌ادامه داده هر گزبزمین باز نگردد. اگرسرعت سنگ کمتر ازاین



نیروی جاذبه با مجذورفاصله ازمرکززمین تناسب معکوس دارد

باشد دیر یا زود بزمین بازخواهد گشت (البته دراینجا غرض پرواز عمودی سنگ است اشکال دیگر را درفصل ۱۵ خواهیم‌دید). اگر سرعت بیش ازحد لازم شد سنگ‌دیگر بزمین برنخواهد گشت . دراین صورت سرعت اضافی فقط بهدر خواهد رفت .

این سرعت گریز چه مقدار است؟

تعیین اندازهٔ دقیق‌آن تنها بکمك ریاضیات عالی امکان پذیر است . مقدار آن بدینسان محاسبه میشود که انرژی حرکتی که سنگ در اثر پرتاب شدن باین سرعت بدست میآورد ، چنانکه‌نشان‌دادیم، باید برابر کارغلبه‌برنیروی جاذبه باشد، این سرعت تقریباً برابر ۱۱/۲ کیلومتر در ثانیه یا چهل هزار کیلو متر درساعت خواهد بود. این سرعتی است که باید به ناو فضا پیما داده شود تا بتواند «زره جاذبه» زمین را بشکافد و بسوی ماه یا سایرسیارات منظومهٔ شمسی بپرواز درآید .

۳

پیدایش دانش

آنگاه که‌آدمی برای نخستین بار رابطهٔ میان سرعت و نیروی جاذبه را دریافت گام اول را از عالم افسانه بـه جهان دانش برداشت . روشن است کـه معنی این ایجاد دانش پرواز فضائی نبود ، بلکه مسئلهٔ دیگری باید حل میشد تا دانش فضاپیمائی عملا پیدا شود وآن چگونگی بدست‌آوردن سرعت های مطلوب است .

ازنظر کلی‌حل این مسئله راههای گوناگون دارد .مثلا ، ازلحاظ تئوری‌ساختن کمانی غول پیکر منجنیقی‌عظیم برای پرتاب جسمی‌بفضای کیهانی‌بکمك نیروی‌ارتجاعی (الاستیك) امکان پذیر است . حتی‌میتوان ازفلاخن ودستگاه‌های پرتاب، که درقرون وسطی برای گشودن دژها بکار میرفت ، استفاده کرد . ولی تئوری و جنبهٔ نظری فضا چیزیست ، و تحقق عملی و فنی آن بکلی چیز دیگریست . نیازی بگفتن نیست که درعمل هیچیك ازاین وسائل رضایت‌بخش نیست، زیرا چنین دستگاههائی که استحکام لازم را داشته باشند قابل ساختن نیستند .

آیا نمیشود از توپ برای پرتاب اجسام بفضا استفاده کرد ؟ این‌پرسش خودبخود پیش میآید . زیرا میدانیم گلوله‌ای که از دهانهٔ توپ بیرون میجهد ۱/۵ تا ۲ کیلو متر در ثانیه سرعت دارد . این سرعت گرچه بسیار کمتر از۱۱ کیلومتر مطلوب است اما آن اندازه جالب است که توجه ما را به توپ ، بعنوان وسیله‌ای برای انجام پرواز های فضائی جلب کند

این همان اندیشه‌ای بود که ژول ورن داستان نویس شهیر فرانسوی‌آن را پایهٔ داستان علمی خود بنام (سفراززمین تا ماه) قرار داد. ژول‌ورن‌توپ عظیمی راشرح‌میدهد کـه در داخل زمین بصورت یك چاه عمودی بعمق ۲۵۰ متر ریخته شده بـود . طبق محاسبه های او ، گلوله‌ای که از این توپ شلیك شود حتماً بماه خواهد رسید . ژول‌ـ ورن مسافرین خود را دراین گلوله جای داده بود

ولی متأسفانه‌پرواز کیهانی‌آنطور که‌ژول ورن پیشنهاد کرده ممکن‌نیست . نکتهٔ

مهم این نیست که ژول ورن درمحاسبات خود اشتباه زیادی کرده و گلوله‌ای که ازتوپ وی شلیك شود . نه تنها بماه نخواهدرسید بلکه از مرزهای‌جو زمین نیزبیرون نخواهد رفت ، بلکه قوس کوچکی در جو زده ، بزمین خواهد افتاد . این اشتباهی است که ممکن بود قابل اصلاح باشد . اگر ساختن چنین توپی ممکن بود می شد آن را چنان محاسبه کرد که گلولهٔآن بماه برسد ، گرچه این کار با باروت های متداول در توپخانهٔ جدید غیر ممکن است ، حتی‌میتوانیم‌خطای دیگر ژول ورن را نادیده بگیریم و آن یك‌طرفه بودن مسافرت وی، بدون امکان‌بازگشت است‌زیرا در ماه توپ دیگری نیست که گلوله را دو باره بزمین باز گرداند .

اشکال‌عمده فرستادن‌انسان‌بماه دریك مرمی(جسم‌پرتاب شده) از نوع‌دیگریست. دراین جاست که برای اول بار به پدیده‌ای برمیخوریم که همراه با سرعت نقش بسیار مهمی درفضا پیمائی بازی میکند . این «پدیده» همان شتابی است که در چنین‌پروازی ایجاد میشود .

مقدار شتاب نشان دهنده‌آنست که سرعت‌پرواز بچه تندی تغییر میکند ،یعنی هنگام‌آغاز حرکت سرعت بچه تندی افزایش می‌یابدو هنگام توقف بچه تندی‌کاهش می پذیرد ؟ما میتوانیم سرعت گریز را تدریجاً و در یك مدت طولانی به سفینهٔ فضاپیما بدهیم ، دراین حال آغازحرکت بنرمی صورت گرفته شتاب کم خواهدبود.

حال ممکن است سرعت لازم را در یك مدت کوتاه به سفینهٔ مزبور داد . دراین صورت شتاب زیاد خواهد بود . این موضوع درمورد فرودآمدن سفینه هم صادق است. کاستن از سرعت (ترمز کردن)آن نیز میتواند ناگهانی یا تدریجی انجام گیرد ودر نتیجه شتاب زیاد یا کم باشد .

بآسانی میتوان دریافت که این مسئله برای‌مسافرین سفینهٔ فضا پیما وبرای خود آن سفینه کم اهمیت نیست . همه کس میداند که شتاب زیاد چه ناگواراست. کافی است‌احساسی راکه موقع حرکت یا توقف‌ناگهانی قطار راه‌آهن‌ویا اتومبیل، یا پیمودن یك پیچ‌تند بمادست‌میدهدبیاد آوریم . خلبانان هوا پیمابویژه هنگام‌انجام«آکروباسی» در هوا ـ لوپ، ایملمن یا ویراژ ـ با این احساس آشنا هستند. نیروی پرتوانی‌آنان‌را یا بجای خود میخکوب میکند یا ازجا میکند . این نیرو از کجا میآید ؟

تاآنزمان که سرعت‌ثابت‌است هر اندازه زیاد باشد ما ابداًآنرا احساس‌نمی کنیم وحتی گمان نمی بریم که درحال حرکت هستیم .

آیا کسی توجه دارد که او همراه بازمین و با سرعتی برابر ۳۰ کیلومتر درثانیه بدور خورشید میچرخد ؟ البته خیر ! ولی اگر حرکت زمین ناگهان و بتندی تغییر

میکرد، تند تریا کندترمیشد ، وضع بشکل دیگری درمیآمد . شاید بهترباشد که از برشمردن همهٔ آن‌محسوسات نا مطبوعی که به‌ساکنان زمین درصورت چنین پیش‌آمدی دست میداد خود داری کنیم .

این نیرو که هر گاه شتاب ایجاد شود ظاهر میگردد نیروی جبر (اینرسی) نامیده میشود .

هنگامیکه‌آسانسوری ببالارفتن‌آغازمیکند وشتاب میگیرد مسافرین‌آن‌احساس میکنند که نیروئی‌آنانرا بکف‌آسانسورمیفشارد ، گوئی که وزن‌آنها زیادمیشود. درواقع این کف‌آسانسوراست که بپای مسافران هنگام غلبه براینرسی‌آنها ، یعنی کوشش آنها برای حفظ حالت سکون خود فشاروارد میآورد . هراندازه شتاب‌آسانسوربیشترباشد یعنی سرعت حرکت خود را تندتر افزایش دهد این نیروی اینرسی و احساس اضافه وزن در مسافرین بیشتر خواهد شد . نیروی اینرسی تناسب مستقیم باشتاب دارد . آنگاه که آسانسوربیحرکت است تنها نیروی جاذبه، یعنی وزن مسافران، آنان‌را بکف‌آسانسور میفشارد . هنگامیکه جسمی درخلاء سقوط کند این نیروی جاذبه شتابی‌برابرتقریباً ۱۰ متر درثانیه (یادقیقتر ۹/۸۱ متر) در هر ثانیه سقوط ایجاد میکند . این همان شتاب سقوط‌آزاد یاشتاب حاصله ازنیروی جاذبهٔ زمین است . اگر آسانسوری با چنین شتابی شروع‌ببالارفتن کند، یعنی اگرسرعت‌آن درهرثانیه ۱۰ متردرثانیه‌افزایش یابدمسافران آن نه تنها بانیروی وزن خود بلکه بانیروی مشابه‌اینرسی‌بکف‌آسانسورفشرده خواهند شد واحساس خواهند کرد که وزنشان دوبرابرشده است .

نیازی بگفتن ندارد که این احساس چه قدرناخوش آیند است

ازاین قرارمسافرینی که درآسانسورخاص ژول ورن ، یا گلولهٔ وی جای گرفته باشند تأثیرنیروهای شگرف اینرسی را احساس خواهند کرد . زیرا سرعت گلوله در لولهٔ توپ باید ازصفردرآغازشلیك به ۱۶ کیلو متر درثانیه هنگام خروج ازلولهٔ توپ برسد (این رقم یادقیقتر۱۶/۵۷۶ کیلومتردرثانیه دررمان ژول ورن (سفراززمین تاماه) آورده شده بیش ازسرعت گریزاست زیرا مقاومت هوا دربرابر گلوله که از سرعت آن میکاهد نیزدرنظر گرفته شده است) بنابراین شتاب حاصله بمقادیرعظیمی خواهد رسید. محاسبه نشان میدهد که این شتاب ۶۰ هزار برابرشتاب جاذبهٔزمین خواهد بود ووزن مسافرین گلوله ۶۰ هزاربرابروزن عادیشان خواهد شد ، یعنی هرمسافری ۳ تا چهار هزارتن وزن خواهد داشت . این افزایش وزن مسافرین بدبخت‌را خرد خواهد کرد و ازآنها چیزی‌جزیك لکه در کف گلوله‌باقی نخواهد ماند. یعنی ازنظرسرنوشت‌مسافرین تفاوتی ندارد که هنگام شلیك گلوله‌آنها داخل گلوله باشند یا جلوی دهانهٔ توپ جای گرفته مورد اصابت گلوله قرار گیرند .

اضافه بارهای اینرسی که زاییده شتاب پرواز است همانطور که برای مسافر فضا زیان بخش است برای خود سفینه مضرمیباشد. مواردی دیده شده که هواپیما هنگام خروج ازشیرجه دچارپیش‌آمدی اسفناك شده است. اگرخلبان پس‌ازیك شیرجهٔعمودی هواپیمای خودرا بسرعت اوج دهد بال‌های هواپیماتاب نیاورده زیرفشاراضافه باراینرسی می‌شکنند . این نظر که گویا «هواپیما ماشین نیست وقابل محاسبه نمیباشد دیر زمانی است که کهنه شده است . امروزدانش محاسبه اطمینان ومقاومت قطعات هواپیمابدرجهٔ عالی‌تکامل‌رسیده‌است واین‌محاسبات برای‌اضافه‌بارهای‌معین‌اینرسی‌انجام میگیرد وناوهای فضاپیما نیزبهمین سان محاسبه خواهند شد .

دیدیم که دادن سرعت‌فراوان‌بیك ناوفضاپیماکافی نیست وبایداین سرعت کم کم، یکنواخت وبدون ایجاد شتاب زیاد بآن داده شود . مابعد ها در این یادداشتها خواهیم گفت که این شتابها تاچه اندازه میتوانند قابل تحمل باشند

تنهاچیزی که میتوان گفت آنست که توپ ژول ورن دارای این شرایط نیست تصادفاً هر توپ دیگری هم دارای این نقیصه خواهد بود . بنابراین بکار بردن توپ یا انواع منجنیق‌ها برای پرتاب کشتیهای فضا پیما مناسب نیست و این تنهابسبب ایجاد شتابهای تحمل ناپذیردراین موارد نیست . حتی اگرممکن بود بنحوی این اشکال عمده را حل کرد ـ که بسیاربعید بنظرمیرسد ـ موانع دیگری دراین زمینه موجود است . یکی ازاین موانع‌کاملا روشن است

مرمی درمسیری که ازپیش تنظیم میشود بپروازدرمیآید وامکان هدایت آن در اثنای پروازبسیارمحدود است . ـ مشکل این امرمورد پسند خلبان باشد ـ حتی گلولهٔ ژول ورن هم بمقصد نرسید و این خود مشکل دیگری را حل کرد و گرنه چگونه خوانندگان ازسرنوشت قهرمانان داستان‌آگاهی می‌یافتند ؟!

امانکته‌ای مهمتردرمیان است. وآن‌فرودآمدن ناوفضاپیمادرسیاره‌ای دیگراست. بدیهی است که دراین موردکلمهٔ (اصابت) گلوله بهدف خود گویاترازکلمهٔ (فرودآمدن) سرنوشت این ناوفضاپیمارا بیان خواهد کرد .

سرانجام نقص‌دیگری دراین‌نوع وسیلهٔ پرتاب ناووجوددارد که گرچه‌آشکارنیست ولی پراهمیت است زیرا باخصوصیات جو، که زمین را در بر گرفته ، ارتباط دارد . ناو فضاپیما جزشکافتن «زرهٔ جاذبه» باید زرهٔ دیگری‌را هم‌بشکافد وآن « زرهٔ جو» است که مارا ازفضای کیهانی جدا میکند . ازخصوصیتهای‌آشکاراین زره‌آنستکه هرقدر از سطح زمین بالاترروییم غلظت جو بسرعت‌کاهش مییابد. غلیظ‌ترین قشرجوبلافاصله مجاورزمین است وازمیان این قشرغلیظ جو است که‌ناوفضاپیما باید نخستین دهها کیلومترراه خودرا بگشاید . مقداری ازسرعت ناوبسبب برخورد بامقاومت هوا ازدست خواهد رفت وبرای

این که اتلاف سرعت کم باشد وبه حداقل برسد باید ناوفضاپیما باسرعت کم پرواز کند. باین ترتیب آن انرژی که برای چیرگی برمقاومت هوا هدرمیرودکاهش خواهد یافت . بعلاوه سرعت کم درمراحل اولیهٔ پروازخطر گداخته شدن‌سطح ناورا ـ که هنگام پرواز با سرعت زیادازمیان هوای غلیظ اجتناب نا پذیر است ـ ازمیان خواهد برد . در بارهٔ مقاومت‌هوا وخطر گداخته شدن ناو نیز در آینده بیشترسخن خواهیم گفت ولی آنچه ازهم اکنون آشکاراست آنستکه پرواز ناو فضاپیما باید آنچنان سازمان یابد ، که تنها درفاصلهٔ قابل ملاحظه‌ای ازسطح زمین ، یعنی در طبقات فوقانی ورقیق جو ، ناوسرعت کیهانی خودرا بدست آورد . واین کاری نیست که بوسیلهٔ توپ یا منجنیق بتوان انجام داد ، زیرا گلولهٔ توپ بیشینهٔ سرعت خودرا درهمان آغاز پرتاب دارد وبتدریج ازسرعت آن کاسته میشود

ازآنچه باختصار گفتیم آشکارمیشود که سازمان دادن یك پرواز فضائی کارساده‌ای نیست . سرعت لازم برای‌چنین پروازی باید چند برابربیشترین سرعتی‌باشد که‌تا کنون بشربآن دست یافته است . هنگام آغازپروازباید سرعت اندك باشد ، یعنی پروازبایدنرم وملایم انجام پذیرد . درارتفاع کم ، درقشرغلیظ جو ، سرعت‌باید کم باشد، ناو فضاپیما بایدقادربهدایت پروازخودباشد وتدابیری اندیشیده شود که فرودآمدن ناودرمقصدبنرمی وآهستگی صورت گیرد .

نخستین دانشمندانی که دریافتن‌راه حل این مشکلات‌کامیاب شدند ، مشکلاتی که غیرقابل حل بنظرمیرسیدند ، مخترعینی که‌آنان‌را باید بحق بنیاد گزاران دانش ارتباط بین کرات یافضاپیمائی نامید عبارتند از

تسیولکوسکی **Tsiolkovsky** ازشوروی، پلتریه ازفرانسه، گودارد ازامریکا، ابرت و والیر از آلمان

نام این دانشمندان بعنوان نمایندگان اندیشه‌های دلیرانهٔ علمی وجسارت‌ابداع واختراع همواره درتاریخ بشری جاوید خواهد ماند

بخش دوم

موتور معجز آسا

۴

ولادت سوم

این دانشمندان برای سازمان دادن پرواز ناوفضا پیما ، بدانسان که به شرائط نامبرده درفصل پیش پاسخ دهد ، مسئله‌ایکه بظاهرحل نشدنی مینمود ، راه حلی‌یافتند که ازفرط سادگی شگفت‌آوراست .

روشن بود که تنها پرتاب ناوبه فضای بین کرات کفایت نمیکرد ، این ناو باید بشیوهٔ خاص بفضا راه یابد . نیروی ناوبرای بدست‌آوردن سرعت عظیم باید بسی‌شگرف باشد . خود عمل پرتاب ناوبایستی طولانی باشد ودرمدت زمان‌کافی انجام پذیرد.رعایت این نکته که ناو باید بآرامی بحرکت در آید تا بتواند ازقشرغلیظ جو با سرعت کم بگذردکافی نیست. فرماندهٔ ناوباید قادرباشد جهت حرکت وسرعت‌آن‌را درفضا بدلخواه خود تغییردهد وگرنه ناواودردست نیروهای سرکش سپهربازیچه‌ای بیش نخواهد بودو بکارنخواهد خوزد .

یعنی ضربه‌ای که برای حرکت به ناو وارد میآید نبایدمنحصربهمان ضربهٔ‌آغاز حرکت باشد . ممکن‌است بضربه‌های مشابه دیگری نیازافتد وحتی ممکن‌است ازپیش معلوم باشد که‌این ضربه‌ها درحین پروازمورد لزوم خواهد بود درآنگاه فرماندهٔ ناوباید بتواند لحظهٔ واردآوردن این ضربه‌هارا انتخاب نماید وشدت ومداومت وحتی جهت این ضربه‌هارا تعیین کند؛ ازاین قرارضربه‌ها باید ضربه‌های مخصوص وهدایت شده‌ای‌باشند.

مهمترازهمه‌آنکه باین‌ضربه‌های اضافی هنگامی‌نیازمیافتد که ناودرفضا درپرواز است ، نه هوائی است که باتکیه برآن ناورا به پیش برانند و نه بادی ، نه چون آغاز حرکت تکیه‌گاهی مانند زمین دردسترس است. آشکارمیشود که تنها راه حل‌آنست که سرچشمهٔ این ضربه‌ها را درخود ناو بیابیم . چنین راه حلی یافتنی است‌وهمان است که دانشمندان نامبرده دربالاآن‌را یافتند .

آنان نظردادند که ازاصل واکنش در پرواز های فضائی استفاده شود . پیشنهاد کردند که موتورهای واکنشی (فشفشه) که خوداختراع کرده‌بودند درناوهای فضائی‌کار

گذاشته شود . این اندیشهٔ جالب پایهٔ دانش فضاپیمائی نوین‌را تشکیل میدهد.

هردانش آموزی‌میداند که‌اصل‌واکنش‌چیست.مردم‌ازدیرباز‌این‌اصل‌رامی‌شناختند وبکارمی‌بستند، گرچه بعنوان‌یك اصل‌علمی‌فقط درقرن‌هفدهم بوسیلهٔ نیوتن‌بیان گردید .

قایقی‌را فرض کنیم که روی چرخها سوارشده وبتواند روی ریل حرکت کند . برای حرکت چنین قایقی‌کافی است‌آن‌را بطرف جلوهل بدهیم . این کاررا از راههای گوناگون میتوان انجام داد .

حرکت ناشی ازنیروی واکنش

مثلا میتوانیم با کمك چوبهای بلندی که بزمین تکیه شان بدهیم قایق رابجلو برانیم . درست همانگونه که بلمچی‌ها برای عبورازرودخانه‌های کم عمق یا براه‌انداختن قایقی که بگل نشسته عمل‌میکنند ، موقعیکه بوسیلهٔ چوب دستی بزمین فشارمیآوریم نیروی معینی بکارمیبریم ولی هر کنش واکنشی مساوی ودرجهت مخالف دارد ـ این یکی ازقوانین اصلی دانش حرکت ومکانیك است . بنابراین زمین هم بسرنشینان قایق وخود قایق فشاربرابری وارد میآورد که درجهت عکس فشار سرنشینان قایق اثر میکند که همان واکنش عمل سرنشینان است . تکانی که از نیروئی ناشی میشود جسمی‌را با سرعتی که بسنگی بجرم جسم دارد بحرکت در میآورد . سرنشینان قایق با چوب خود بزمین فشارمیآورند ، یا درحقیقت‌آن راهل میدهند و این عمل بزمین سرعتی میدهد که بعلت سنگینی فوق‌العادهٔ زمین بسیار ناچیز است اما قایق که سبك است وقتی با واکنش زمین هل داده میشود سرعت قابل ملاحظه‌ای پیدا میکند . همانگونه که در پرش بانیزه موقعیکه ورزشکاربانیزه بزمین تکیه میکند واکنش زمین اورا چندمتراز زمین بالامیبرد وازروی مانع عبورمیدهد .

درمثال قایق سرنشینان‌آن می‌توانند باتکیه کردن بچیزی جززمین هم خودرا بجلوبرانند . مثلا اگردر کناررپلهائی که قایق روی آنها حرکت میکند مجرای آبی کنده باشند قایقرانان میتوانند با پاروهای‌خود به‌آب تکیه کرده قایق رابجلو ببرند . همانطور که پاروزنان بلم‌ها وپروانه های قایق موتوری بلم وقایق خودرابجلومیبرند. در این مورد نیروی فشارپاروها یاپروانه سبب میشود که مقداری آب تحت تأثیر این نیرو باسرعت معینی بسوی عقب حرکت کند ، هراندازه نیروی فشاروارده بیشترباشد مقدار آبی که بحرکت میآید ونیزسرعت حرکت‌آن بیشترخواهد بود ، نیروی واکنش‌آب جابجا شده که ازحیث مقدار مساوی نیروی وارده بر آب ولی درجهت مخالف‌آنست سبب حرکت قایق بسوی جلو میشود .

ممکن است بجای استفاده از آب تدبیر دیگری اندیشید و مثلا بر هوا تکیه کرد . باین منظور اگر قایق مثال بالا را با ملخ هواپیما مجهز کنیم که بسرعت زیاد بچرخد ، ملخ مزبور هوا را بعقب پرتاب کرده ، آنرا وامیدارد که با سرعت بیشتری بسوی عقب حرکت کند . نیروی واکنش هوای رانده شدهٔ قایق را بجلو می‌راند. باز هم نیروی واکنش !

اگر بخواهیم می‌توانیم برای حرکت قایق از چوب وپارو و ملخ ، ازهمهٔ این وسائل « موتوری » که بکمك آنها سرنشینان قایق ضربهٔ لازم را برای بجلوراندن‌قایق ایجاد می کنند ، صرف‌نظر کنیم . برای این کار فکر بکری می‌اندیشیم !

بدین معنی که در کنار ریلهائی که قایق رویشان حرکت می کند دیواری

هم ارتفاع‌قایق می‌سازیم وروی‌آن گویهای سنگینی پهلوی‌هم می‌چینیم . سرنشین قایق یکی از گویها را از روی دیوار برداشته آن را بعقب پرتاب می کند . نیروی واکنش پرتاب کننده آنرا درجهت مخالف هل می‌دهد و درنتیجه قایق همراه با سرنشین خود بسوی جلو می‌رود .

تا زمانی که قایق در کنار دیوارحرکت می کند و گویهای روی دیواراباقی‌باشند. تندی حرکت قایق را با استفاده از واکنش پرتاب کـردن گویهای بیشتری می‌توان افزایش داد . چنین حرکتی که از پرتاب جسمی‌بدون یاری هیچگونه موتوری بدست می‌آید حرکت واکنشی‌نامیده میشود .

درآینده خواهیم دید که‌پرواز یك هواپیمای‌جت عیناًبدین سان انجام‌می‌پذیرد. آشکار است که هواپیمای جت گویهای آهنین را که از روی دیوار برداشته به عقب پرتاب نمیکند بلکه با هوائی که ازجو پیرامون خود میگیرد این کاررا انجام‌میدهد.

سرانجام تدبیر دیگری‌می‌اندیشیم .بجایَ ساختن دیوار سرنشین‌قایق ممکن‌است تعدادی گویهای مورد نیاز خود را در قایق داشته باشد .

روشن است .که این بار دیگر تعداد گویها نمی‌توانند مانند پیش زیاد باشند ولی در عوض قایق دیگر وابسته بدیوار نیست و سرنشین آن بدلخواه خود مـی‌تواند ضربهٔ لازم را با پرتاب گویها ، حتی در فضای بدون‌هوا نیز بدست‌آورد . آیا این‌درست همان نیست که ناوفضا پیمابدان نیازمند است ؟

چرا ! درست همین اندیشهٔ حرکت واکنشی که ناشی از نیروی واکنش جسم پرتاب شده است (جسمی که در خود دستگاه متحرك انبار شده‌است) که پایه واساس سفر کیهانی را می سازد .

این اندیشه تازه نیست . پرتاب ساده‌ترین فشفشه‌ها باسوخت جامد برروی این اصل قرار دارد و مردم راه پرتاب چنین فشفشه‌هائی را از روزگاران پیش می‌دانستند. امابایدگفت که میان این‌فشفشه‌های دوران نخست وموتوری‌های واکنشی یك ناوفضائی همان اندازه تفاوت است که میان باد بادك قدیم و هواپیمای جدید موجود است .

تسیلکوسکی وسایر دانشمندان دانش فضاپیمائی درفشفشهٔ ساده با سوخت جامد الگوی اصلی ناوفضاپیمای‌آینده را یافتند . این فکر کـه موجب پیدایش موتورهـای واکنشی شد به‌آرزوی دیرین‌آدمی برای سیر درفضای کیهانی امکان تحقق بخشید

تاریخ فشفشه‌ها راقرنها بعقب میبرد وبازمنهٔ دیرین وحماسه های کهن‌میکشاند. این داستان سادهٔ تکاملی آرام وبی وقفه نیست ، بلکه ماجرای جهش هائی به پیش و عقب گردهای ناگهانی است سرگذشت نابودی و پیدایش در بارهٔ اندیشه‌ای است بر پایهٔ نوین

آخرین کاوشها درزمینهٔ تاریخ فشفشه نشان میدهد که این دستگاهها در چین باستان ویونان باستان برای هدفهای نظامی بکار میرفته‌اند. شرح تیرهای آتشین‌چینیان بروشنی نشان میدهد که این تیرها فشفشه بوده‌اند از روی آگاهی‌هائی که ما داریم سلاح های فشفشه‌ای ازچین بدیگر کشورها راه یافته است

فرق تیرآتشین چینیان با تیرهای معمولی درآن بود که لوله‌ای از کاغذ کلفت که یك سرش باز وازمادهٔ سوختنی(مانند باروت) انباشته بود به‌ته‌آن بسته میشد . پیش ازپرتاب تیربا کمان این سوخت راآتش میزدند ،بخارهای گداخته که ازسوختن مادهٔ سوختنی پدید میآید از انتهای لوله به تندی بیرون می‌جهید و اثری آتشین درآسمان بجا مینهاد . نیروی واکنش بخارهای فرار نه تنها بر سرعت و برد تیر میافزود بلکه نیروی ضربت‌آن را هنگام اصابت بهدف افزایش میداد . گذشته از این مادهٔ مشتعل ایجادآتش سوزی میکرد . این تیرها درهنگام محاصرهٔ دژها وبرضد کشتی ها وسواره نظام بکار برده میشدند.

ولی پس از این نخستین ولادت فشفشه‌ها بفراموشی سپرده شدند ، وهیچ اشاره دربارهٔآنها بعنوان اسلحه درقرون وسطی دیده نشده است.

دومین ولادت فشفشه های نظامی در۱۵۰ ـ ۲۰۰ سال پیش انجام گرفت . در آغاز قرن نوزدهم چنین فشفشه هائی در اروپا ظاهرشدند . انگلیسها آن را ازهندیان آموختند و محتمل است که هندیان رموزآن را ازچینیان قدیم‌آموخته باشند

مدارکی که دردرست است نشان میدهد که سلاحهای فشفشه‌ای درپایان قرن هیجدهم درهندوستان‌بسیار بکار میرفته است. حتی واحدهای خاص فشفشه وجود داشته است که درآنها بیش از پنجهزار نفر خدمت میکرده‌اند

درپایان قرن هیجدهم ، زمانی که انگلیسها بهندوستان هجوم‌بردند ، این واحد ها ، باعتراف خود انگلیسها ، با تیرهای فشفشه‌ای خود که بصورت لوله هائی انباشته از مواد قابل احتراق بود، مزاحمت فراوانی‌برای‌آنان فراهم‌آوردند. این لوله‌ها ازآهن ساخته میشدند و سکانهائی ازنی بطول ۳ متر بآنها پیوند میدادند . چنین فشفشه‌ای ۵ کیلو وزن داشت ومیتوانست بیش از یك کیلو متر پرواز کند .

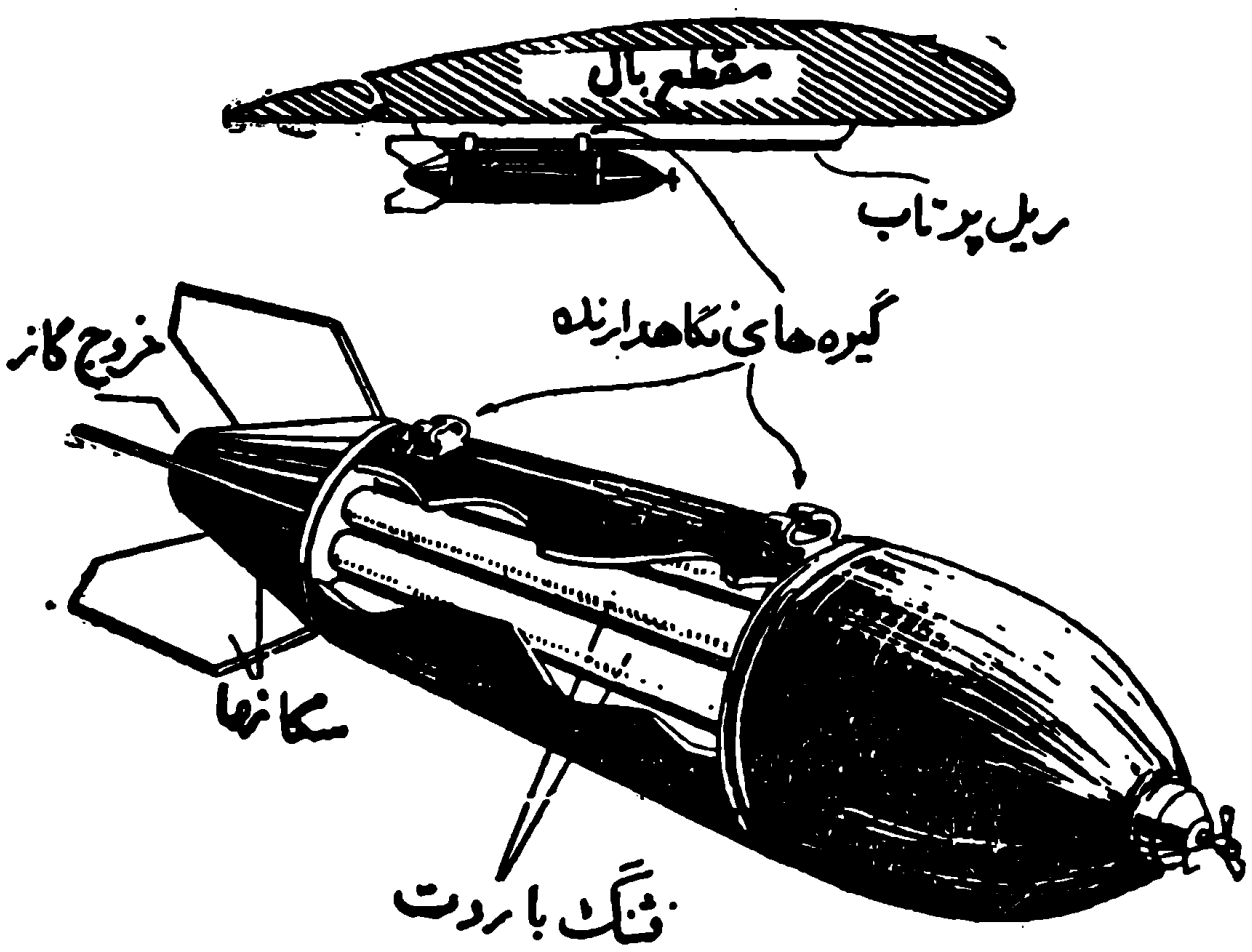
یکی از سرداران انگلیسی ، بنام کنگریو تأثیر این مرمی ها را «صاعقه‌آسا» خوانده است . او پس ازبازگشت خود بانگلستان‌بساختن مرمی های مشابهی‌پرداخت . درآغاز قرن نوزدهم توپخانهٔ فشفشه‌ای وارد تسلیحات بیشتر کشورهای اروپاشد .

ارتش روس درسال ۱۸۲۵ در جنگهای قفقاز و سپس درجنگهای روس وترك در سال های ۲۹ ـ ۱۸۲۸ سلاح های فشفشه‌ای بکار میبرد . در دفاع معروف سباستوپل (جنگ کریمه ۵۵ ـ ۱۸۵٤) نیز فشفشه های رزمی مورد استفاده بوده‌اند .

توپخانهٔ فشفشه‌ای تا پایان قرن گذشته درارتشهای اروپائی رواج بسیار داشته واز جمله درجنگ ترکستان (۱۸۸۰) هنوز در ارتش روسیه مورد استفاده بوده است . واین برای برتری فشفشه برتوپهای عادی بی‌خان ازلحاظ وزن وتحرك بوده است . حال آنکه ازجهت‌برد و دقت‌هدف گیری توپهای بی‌خان وفشفشه‌ها هردو بیك‌اندازه ضعیف‌بوده‌اند.

درنیمهٔ دوم قرن نوزدهم توپهای فشفشه‌ای بسرعت جای خود را بتوپهای خان‌دار سپردند . توپهای خان دار که دراین هنگام پدید آمدند مرمی های دو کی شکل نوع جدید پرتاب میکردند . دوران این مرمیها هنگام پرواز قدرت آتش‌آنها را درمقایسه باگلولهٔ توپهای قدیم بمیزان قابل ملاحظه ای میافزود .

درپایان‌قرن‌نوزدهم توپخانهٔ فشفشه‌ای ازفهرست تسلیحات ارتش‌ها حذف گردید. درجنگهای اوائل قرن بیستم ونیز درجنگ جهانی اول (۱۸ - ۱۹۱٤) ، فشفشه ها برای منظورهای‌نظامی بکار نمیرفت بلکه فقط درآتش بازی ، دادن علائم ومقاصدغیر مهم دیگر استعمال میشد . سومین ولادت سلاح های فشفشه‌ای که با تکامل سریعشان همراه بود ، در دوران ما ، درجریان دومین جنگ جهانی ، صورت پذیرفت . از جمله سلاح های فشفشه‌ای معروف جنگ گذشته خمپاره انداز گارد شوروی ، معروف به «کاتیوشا» بود



طرح یك مرمی واکنشی هواپیما

مرمیهای‌واکنشی که مجهز به موتور فشفشه‌ای با سوخت‌جامد هستند ،هنگامی بپرواز درمیآیند که موتورشان بکار افتد .

درمحفظهٔاحتراق این‌موتورها، مقداری‌باروت که بشیوهٔ خاص‌فراورده شده گذارده میشود . معمولا این باروت‌بصورت‌یك یا چند فشنگ باروتی دراطاقك احتراق‌نگاهداری میشود چون موتور روشن شد ، باروت‌مشتعل شده کم‌کم میسوزد و گازهای گداخته

که در اثر احتراق پیدا میشوند از دهانهٔ تنگی در ته موتور فرار میکنند و با سرعت فوق العاده‌ای که گاهی به هفت هزار کیلو متر درساعت میرسد بحرکت در میآیند.

نیروی واکنش این‌بخارهای فرارمرمی را بجلو میراند و با سرعت‌زیادی بپرواز درمیآورد . بدیگر سخن ما در اینجا کار برد همان شیوه را می بینیم که درمثال پیش سرنشین قایق‌با پرتاب گلوله ازداخل‌قایق‌بکارمیبرد. تنها بجای گلولهٔ‌آهنین، ذخیره‌ای ازباروت درموتور فشفشه‌های مزبور جای داده‌اند و بجای پرتاب گلوله ذرات گاز که نتیجهٔ سوختن باروت است ، بعقب پرتاب میشوند تا نیروی محرك واکنشی ایجاد شود.

ازآنجا که باروت برای سوختن نیازی بهوا ندارد ، چنین بنظر میآید که موتور فشفشه با سوخت جامد برای کار گذاشتن دریك ناو فضا پیما کاملا شایسته است .(ازاین پس تمام موتورهائی که این خصوصیت ، یعنی بی‌نیازی از هوا برای احتراق را دارا باشند موتور فشفشه خواهیم نامید و موتورهائی را که نمیتوانند بی هوا کار کنند چون اکسیژن هوا را برای اشتعال سوخت بکار میبرند موتورجت خواهیم خواند و دربخش دیگر دربارهٔ‌آنها سخن خواهیم راند)

ولی چنین نیست ! فشفشه با سوخت جامد تاآنجا کار میکند که باروت میسوزد وسوختن بیش ازچند ثانیه وحتی بخشی ازیك ثانیه طول نمیکشد ، روشن است که این زمان برای سفر کیهانی کافی نیست . بنا براین یافتن یك موتور فشفشه‌ای مناسب به تنهائی کفایت نمیکندوبازمسئلهٔ تأمین کارموتور برای مدت کافی‌حل نشده باقی میماند. ولی میدانیم که موتور هواپیماهای جت ساعت های پی درپی کارمیکند . آیا نمی‌توان این موتور ها را درناوهای فضائی کار گذاشت ؟

۵

سد صوت درهم میشکند !

اندیشهٔ بکاربردن موتور های واکنشی برای حمل ونقل زمینی و هوائی اندیشهٔ نوی نیست .

هنگامیکه که کار تسخیر اقیانوس هوائی آغاز شد مخترعین اغلب بموتور های واکنشی‌توجه داشتند . دلیل‌این امر هم‌آن بود که دیریژابل (سفینهٔ هوائی) وهواپیما نیاز بموتوری سبك ، پرقدرت و قابل اعتماد داشت . درآغازکار نیافتن چنین موتوری از تکامل سریع هوا نوردی وهوا پیما سازی جلومیگرفت .

درآغاز قرن کنونی ، کوشش‌های چندی برای‌استقرار فشفشه های سوخت‌جامد دراتومبیل، موتورسیکلت، سرنده(هواپیمای بی موتور) وسایروسائل حمل‌ونقل بعمل‌آمد ولی بیشتر این کوششها جنبهٔ تبلیغاتی یا ورزشی داشت و دارای ارزش علمی نبود زیرا نقص اساسی فشفشه سوخت جامد را که همان مدت نا چیز کار آن باشد نمی توانستند برطرف سازند .

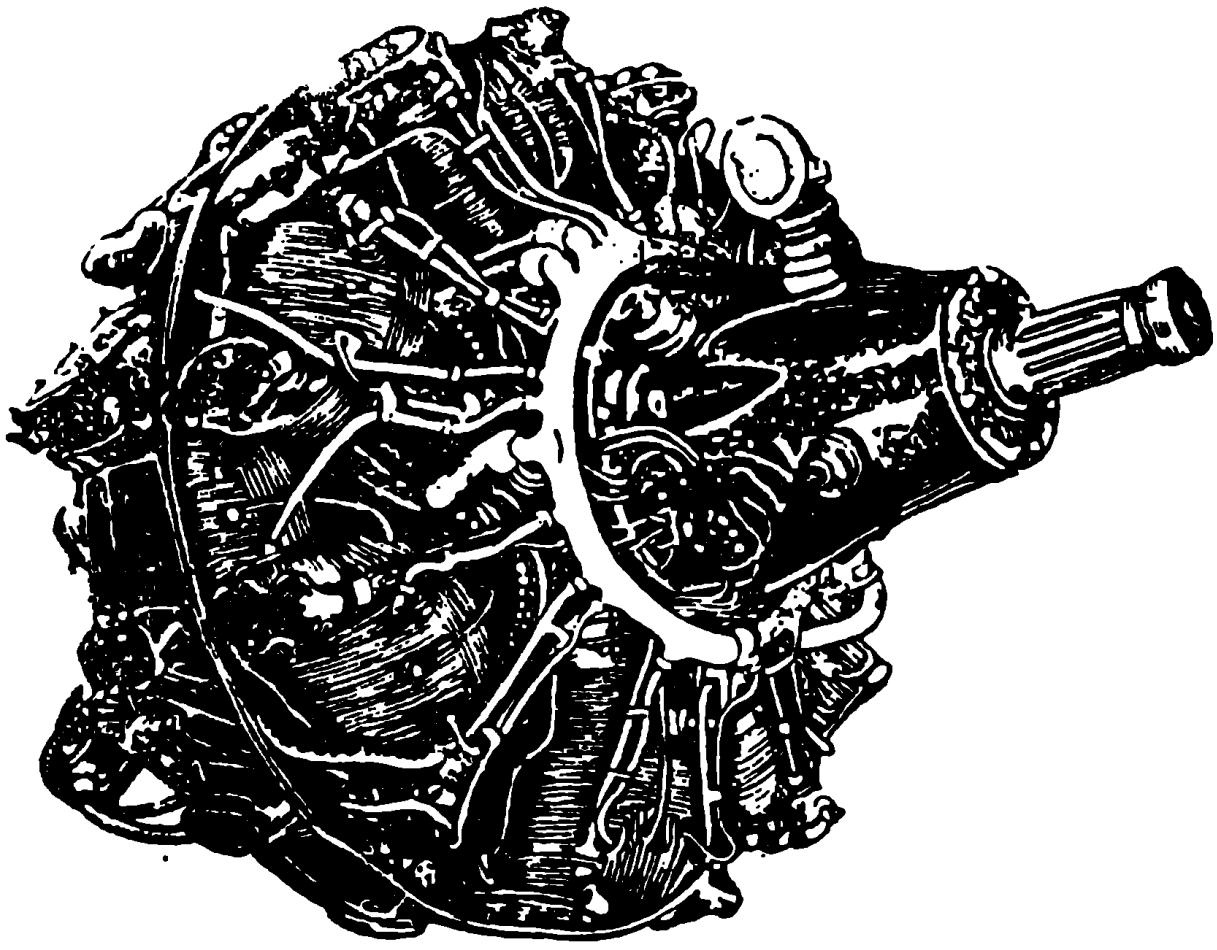
این نقیصه از خصایص ذاتی‌موتور با سوخت جامد است. زیرا تمام ذخیرهٔسوخت (که همان باروت باشد) باید ازپیش در اطاق احتراق بنهند و این کار مقدار سوختی‌را که میتوان ذخیره کرد محدود میسازد . رساندن مقادیر اضافی سوخت جامد به‌محفظهٔ احتراق همراه با مشکلات فوق العاده است و با آنکه مخترعین طرحهای فراوانی باین منظور تهیه کرده اند تا امروز مسئله همچنان حل نشده باقی مانده‌است.

پا بپای تکامل هوا نوردی ، نیاز به موتور های جدید هواپیما کـه قادر بایجاد سرعتهای زیاد پرواز باشد بیش از پیش احساس میشد .

افزایش سرعت پرواز یکی‌ازمهمترین هدفهائی‌بود که‌همواره در برابر هواپیمائی قرار داشته است . بیهوده نیست که خلبانان میگویند «آن کس که در هوا سریعترباشد توانا تر است». ازهمان‌نخستین روزهای پیدایش‌هوا پیما تا کنون درسراسرجهان کوشش پیوسته‌ای برای افزایش سرعت پروازبکاررفته است . اگرنخستین‌هواپیما ها سرعتی‌برابر

۴۰ ـ ۴۵ کیلومتردرساعت داشتند درآغاز جنگ گذشته سرعتشان‌بساعتی ۷۰۰ ـ ۷۵۰ کیلو متر درساعت رسید. چه پیشرفت شگفتی آوری !

درسراسراین سالها موتوراحتراق داخلی پیستونی که بوسیلهٔ آن پروانهٔ هواپیما بحرکت میآید بهواپیمائی صادقانه خدمت میکرده است این تنها نوع موتور بود که درهواپیما بکارمیرفت موتورمزبورنسبت بروزهای پرواز نخستین هواپیما تکامل فراوان یافت ؛ قدرت‌آن ازچند ده اسب به چندهزاراسب بخارافزایش یافت ، طراحی‌آن‌بسیاز بهبودی پیدا کرد ، جمع وجورتر وسبکترشد وکارآن نیزبمراتب با صرفه ترشد ، یعنی رفته رفته برای هراسب بخار قدرتی که تولید میکرد سوخت کمتری میسوزاند . بعلاوه کارآن بطوربیسابقه‌ای قابل اعتماد شد باین معنی که قادرشد که چندین صدساعت پیاپی بکارخود ادامه دهد .



یك موتور پیستونی هواپیما

موتورپیستونی هواپیما بحد عالی تکامل رسید و نمونه‌ای ازکامیابی‌های برجستهٔ تکنیك تازه ونبوغ انسان شد

با اینهمه دراواخر دومین جنگ جهانی افتخارات موتورپیستونی رو بزوال نهاد . احساس میشد که این موتوربمانعی درراه تکامل بیشترهواپیمائی بدل شده است باوجود محاسن انکارناپذیرش ، نقص اساسی‌آن رفته رفته آشکار ترشد . این موتور برای پرواز سرعت‌هائی که اینك ازهواپیما میخواهند شایسته نیست وهیچ اصلاحی درطرح آن‌قادر برفع این نقیصه نیست خلاصه این موتوردر برابرسرعت‌های جدید «وازد» وجایگزین ساختن‌آن بوسیلهٔ نوعی موتوردیگرناگزیرشد .

آنگاه که هواپیما باسرعت دائم التزایدی پرواز میکند باید بر مقاومت هوا که آنهم به نسبت افزایش سرعت بیشترمیشودچیره گردد . یعنی موتورهواپیما باید همواره

قدرت بیشتری تولید کند ، چون با افزایش سرعت بتدریج بخش بیشتری از قدرت آن صرف غلبه برمقاومت هوا میشود . اما افسوس که موتور پیستونی هواپیما صرف نظراز سرعت پرواز عملا قدرت ثابتی تولید میکند . اگرموتور هواپیما میتواند در فرودگاه مثلا ۲۰۰۰ اسب قدرت ایجاد کند ، هنگام پرواز ، حتی اگربا سرعت ۶۰۰ تا۷۰۰ کیلومتردرساعت درحرکت باشد همان۲۰۰۰ اسب را تولید خواهد کرد. اگربخواهیم موتورقویتری‌بکاربریم ، البته سنگینترخواهد بود وبهمین جهت نیازبهواپیمای بزرگتری خواهیم داشت، ودرنتیجه برای پروازسریع چنین هواپیمای بزرگتر موتورنیرومندتری لازم خواهد بود . این دورو تسلسلی است که موتورپیستونی قادر بخروج ازآن نیست.

علاوه بر این ملخ ـ ملازم همیشگی موتور پیستونی ـ نیز رفته رفته از انجام وظیفهٔ خود عاجزماند .

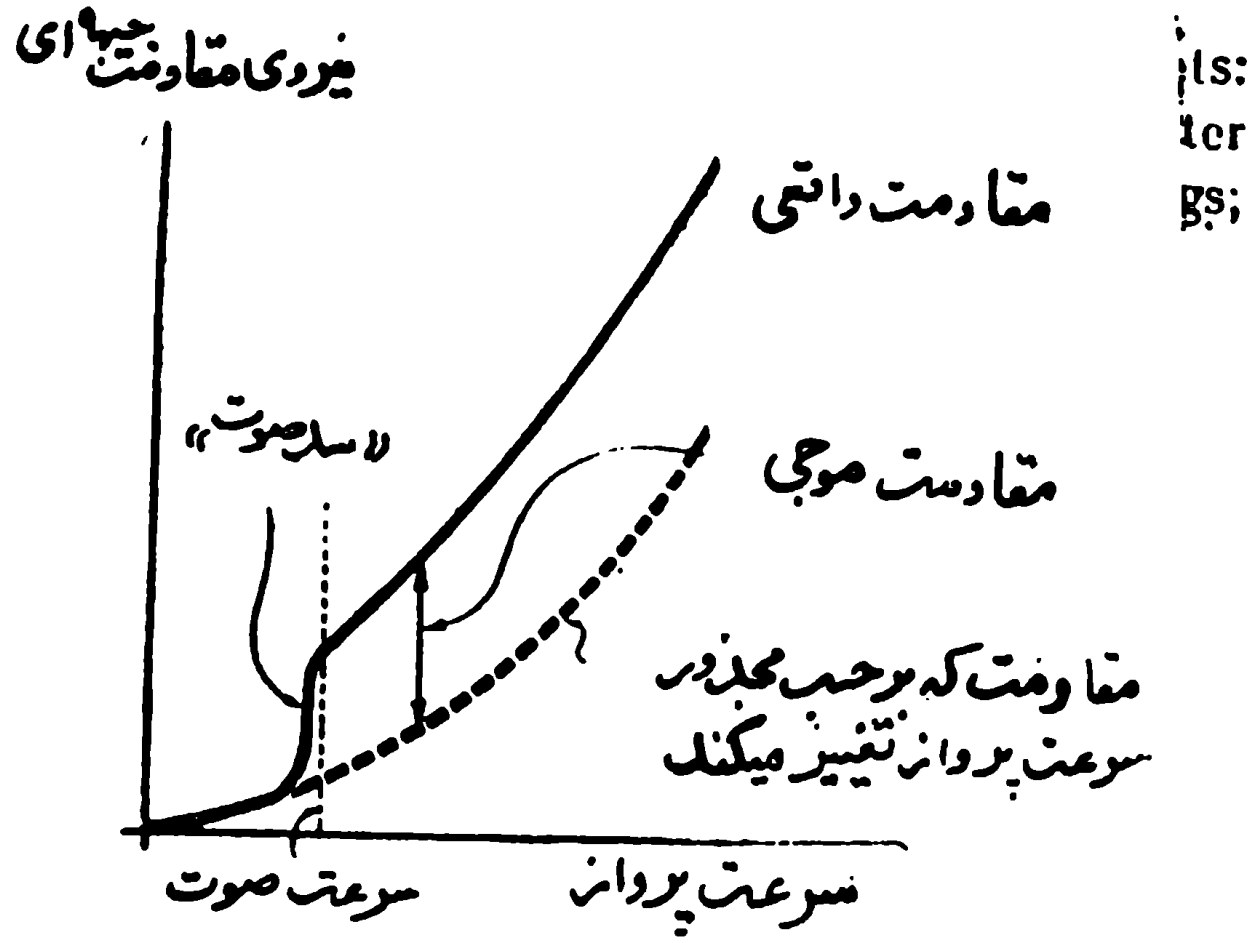
بتدریج که سرعت افزایش مییابد انتهای تیغهٔ ملخ کـه دور فراوان گرفته است با چنان سرعتی درهوا بحرکت در میآید که‌کار ملخ بمقدار قابل ملاحظه‌ای اثر بخشی خود را ازدست میدهد . باچنین ملخی قسمت اعظم قدرت موتور ، بعلت افزایش تلفات مربوط بفشردگی هوا ازدست میرود وقسمت بتدریج کمتری از قدرت موتور صرف کار مفید بحرکت درآوردن هواپیما میشود . حال‌آنکه‌با افزایش سرعت پروازنیاز به چنین قدرتی مدام افزایش مییابد .

سرانجام مانع دیگری بمیان‌آمد که یکباره بکار موتورپیستونی پایان بخشید یك دیوار مخوف و نامرئی بجلوگیری از افزایش سرعت هواپیما سربر افراشت ـ سد صوت ... این « آستانه » مرموز فکر متخصصین هواپیمائی را مشوش ساخت و موضوع مقالات فنی و بررسی های علمی فراوان قرارگرفت . آشکار شدکه به نسبت افزایش سرعت پرواز، آنطور که آزمایشهای متعدد در تونلهای آئرودینامیك به ثبوت رساند ، مقاومتی که هوا دربرابر هواپیما نشان میدهد ناگهان وبه تندی افزون میشود گوئی که دستی نادیدنی ، ناگهان جلو هواپیما را میگیرد ومانع پرواز آن بسرعت بیشتری شده ازسرعتش میکاهد هرچه سرعت زیادترباشد این دست تواناتراست وموتورهواپیما باید قدرت بیشتری داشته باشد تا براین نیروی ترمزکننده چیره شود قدرت موتور پیستونی که بدون این مانع هم کافی نبود با مشکل‌تازه‌ای روبروشد .

همانگونه که دربسیاری ازموارد دیگرهم‌اتفاق‌افتاده . دلائل این‌افزایش‌ناگهانی مقاومت هوا به نسبت افزایش سرعت پروازپیش ازآنکه هواپیماها عملاً آن را احساس کنند ، پیش‌بینی میشدوحتی مورد بررسی عمیق نظری قرارگرفته بود .

در اواخرقرن نوزدهم و اوائل قرن بیستم عده‌ای از دانشمندان برابطهٔ افزایش ناگهان مقاومت هوا درسرعت صوت پی برده وبنیاد نظریهٔ پرواز در سرعت‌های نزدیك

بسرعت صوت را ریخته بودند . اکنون هم میدانند که چون سرعت هواپیما به سرعت



«سد صوت»

صوت درهوا (۳٤۰ متردرثانیه یا ۱۲۲۵ کیلومتر در ساعت) نزدیك شود مقاومت هوا افزایش مییابد . این سرعت درسطح زمین ودر حرارت معمولی هواست . سرعت صوت با جذرحرارت هوا نسبت مستقیم دارد ودرنتیجه با افزایش ارتفاع پرواز کاهش می‌پذیرد . به نسبتی که سرعت پرواز به سرعت صوت نزدیك میشود، این مقاومت اضافی که آنرا مقاومت موجی هم می گویند بیشترمی شود وخود پرواز هم ناهموار شده هواپیما شروع بلرزیدن می کند وهدایت آن مشکلتر می‌شود .

دانشمندان ومتخصصین آئرودینامیك با استفاده ازنظریه‌های علمی، بیش‌ازآنکه موفق بیافتن طرق و وسائل کاستن از آثار نا مطلوب پروازهای نزدیك بسرعت صوت شوند کوشش فراوانی بکاربستند . نتایج این‌کاوشها و کوششها بصورت بالهای فوق‌العاده نازك هواپیماهای تندرو ، شکل غیرعادی این بالها وبسیاری خصوصیات دیگردرآمد، بطوریکه هواپیماهای تندرو جدید شباهت زیادی به پیکان پران یافته‌اند .

مقطع بال یك هواپیمای فوق صوت

برای همیشه روشن شد که باموتورپیستونی معمولی تجاوزازسرعت صوت ودرهم شکستن سد صوت غیرممکن خواهد بود.لاجرم هواپیمائی روبه تکنیك واکنشی آورده ازآن یاری‌خواست .

این یگانه وتنها گام خردمندانه‌ای بود که میبایست‌برداشته شود. زیراموتورهای واکنشی‌درپروازهای سریع‌بیشترین بازده رادارند برای‌آنکه درستی‌این‌ادعا رابپذیریم کافیست توجهی به فشفشهٔ با سوخت جامد بکنیم .

تصور کنید چنین فشفشه‌ای‌روی دستگاه‌آزمایش، موردآزمایش‌قرار گرفته است . موتورکار میکند وباروت میسوزد ، گازهای گداخته ازدهانهٔ فشفشه میگریزند ولی همهٔ این‌ها بیهوده است چون موتورکارمفیدی انجام نمیدهد درواقع هم کارعبارت ازعمل‌نیرو درطول مسیری است ودرمثال فوق مانیرو(که همان نیروی واکنش گازهای فرارباشد) داریم ولی مسیری نداریم چون فشفشه بیحرکت است . مانند آنست که شما بخواهید صندوق سنگینی رابطرفی بکشید . اگرصندوق از جای خود تکان نخورد هرچه برای حرکت دادن آن کوشیده باشید کارمفیدی انجام نداده‌اید . امااگرصندوق ازجای‌خود جنبید عملا کاری انجام شده و این کار برابر حاصلضرب مساعی شما در فاصله‌ایست که صندوق حرکت کرده است. تاآنگاه که صندوق بیحرکت بماندانرژی مصرف شده‌بهدر خواهد رفت .ولی حالاچنین انگاریم کـه فشفشه پرتاب شده و با سرعت دائم التزایدی بحرکت آمده است . در این صورت فشفشهٔ نامبرده کار انجام میدهد و این کار برابر نیروی واکنش جریان گازهاضرب درفاصله‌ایست که فشفشه پیموده، هرچه سرعت پرواز بیشترباشد کارمفید انجام یافته بیشترخواهد بود . محاسبهٔاینکه چه موقعی‌انرژی گازها برای انجام کار مفید ، یعنی بحرکت آوردن فشفشه در محیط خود تماماً مورد استفاده قرار خواهدگرفت آسان است آشکار است که این هنگام آنموقعی است که سرعت پرواز فشفشه درست برابر سرعت خروج گازها باشد .درواقع نیزدراین هنگام گازهائی که باسرعت سرسام‌آورازدهانهٔ فشفشه خارج میشوند، بعلت حرکت خودفشفشه باهمان سرعت ولی درجهت مخالف مانسبت بهوای پیرامون خودمطلقاً بیحرکت خواهند بود ، یعنی گازهاتمام انرژی حرکتی خودرا که تبدیل‌بکارمفید بحرکت‌آوردن فشفشه شده ، ازدست داده‌اند . البته برای تحقق‌یافتن چنین حالتی فشفشه باسوخت جامدباید باسرعت بسیارزیادی یعنی‌درحدود ٦ـ٧ هزار کیلومتردرساعت پروازنماید . ولی‌هراندازه سرعت پرواز باین سرعت مفیدنزدیکترباشد کارموتور واکنشی هم پربهره تراست .

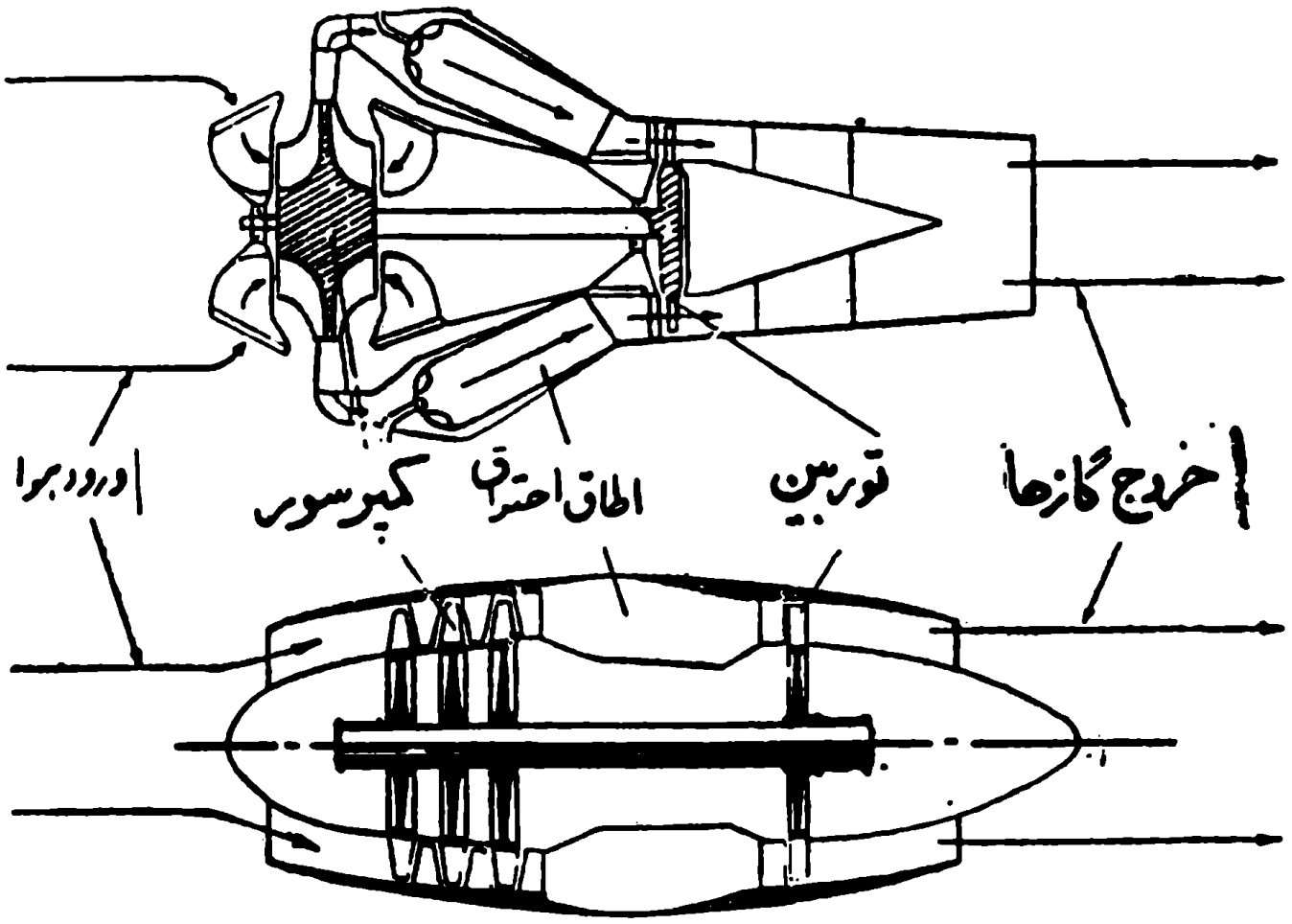
باین ترتیب می‌بینیم که موتورواکنشی برای سرعت های زیاد آفریده و درست بهمین دلیل شاید موتورهای مزبورهرگزکاربرد وسیعی‌درحمل ونقل زمینی‌وآبی- درراه آهن ، اتومبیل و کشتی پیدا نخواهند کرد. درسرعت‌های نسبتاً کم مسافرتهای‌معمولی، سرعت هائی که دراین موارد امکان پذیرند ، موتورهای واکنشی‌امتیازی ندارند وجای خودرا به موتورهای پیستونی درون سوز که دربالا ازآن یادشد ، میدهند . ولی درهوا ، آنجاکه سرعت‌های شگرف امکان پذیرند ، درهوا نوردی وتوپخانه وضع دیگریست .

دراین موارد موتورواکنشی بکلی بی‌رقیب است. این‌موضوع‌بویژه درمورد سفربین کرات، درفضای بیهوا مصداق مییابد . تاهنگامیکه سرعت پروازهواپیماها نسبتاً کم‌بود هواپیما بخوبی‌ازموتورپیستونی‌بهره‌میبردوبکاربردن موتورواکنشی‌دورازصرفه بوده، اماهنگامیکه سرعت‌ها بطورسرسام‌آوری فزونی یافتند، موتورپیستونی ناتوان شده ونظرهابسوی‌موتور واکنشی جلب گردید

روشن است که موتور واکنشی‌هواپیما باید از بسیاری جهات ، با موتور توپخانهٔ واکنشی تفاوت داشته‌باشد. نخست بدان سبب که موتورهواپیمابایدمدت پروازش‌طولانی باشد . کارموتورواکنشی هواپیما برخلاف‌موتور واکنشی با سوخت جامد که چند ثانیه بیشترطول نمیکشد باید ساعت‌ها دنبال گردد ، دراینجا برخلاف موتور باسوخت جامد نمیتوان تمام سوخت‌را دراطاق احتراق ذخیره کرد ، بلکه لازم است‌آنرا بمقادیر کم و بتدریج بمحل‌احتراق، برسانیم. ازاین‌جا نتیجه میشود که‌سوخت موتورهای‌هواپیمانباید جامد باشد . ولی این تمام مطلب نیست چنین موتوری، باید خیلی کم سوخت مصرف کند یعنی برای‌آنکه ذخیرهٔ معمولی سوخت‌موجود دریك هواپیمابرای پروازی‌طولانی کفایت کند باید ازلحاظ مصرف سوخت باصرفه باشد

موتورهائی هستند که دارای این شرایطند . اینها موتورهای واکنشی هوائی یا جت نامیده میشوند . آنها بجای سوخت جامد با سوخت مایع کارمیکنند وازاکسیژن هوا برای احتراق استفاده میکنند ودرنتیجه مدت‌کارآنها بنحوغیرقابل قیاسی طولانی‌تر ازموتورهای سوخت‌جامدست.نخستین طرح موتورهای جت دراواخرقرن نوزدهم درچند کشوراروپائی پدیدآمد و کم کم بویژه دردهسال اخیربسرعت حیرت‌آوری تکامل یافت. درحالیکه موتورواکنشی باسوخت جامد ازفرط سادگی و اینکه حتی‌یك قطعهٔ متحرك ندارد باعث تعجب‌میشود. موتورتوربوجت هواپیماهای‌جدید ماشینی بالنسبه پیچیده‌است. اما هردونوع موتور یاد شده هدف یکسانی دارند و آن ایجاد ضربهٔ واکنشی است که بوسیلهٔ گازهای فرارازموتوربوجود میآید . هوائی که بوسیلهٔ لوله های متعدد ورود هوا وارد موتورتوربوجت میشود بافشارچند اتمسفرفشرده میشود در این موتورها دستگاهی بنام کمپرسوروجود دارد که برای همین منظور کار گذاشته شده است کمپرسور مزبور ممکن است سانتریفوژ(گریزنده ازمرکز) باشد، دراین‌صورت چرخ بزرگ پره‌داریست که دو زیاد دارد یاممکن است کمپرسورمحوری باشد. درمورداخیرهوای فشرده موازی محور کمپرسورحرکت میکند ، درحالیکه درکمپرسورسانتریفوژ هوای فشرده در طول شعاع چرخ یعنی ازمرکزدایره بطرف محیط خارجی‌آن بحرکت در میآید . کمپرسور محوری چند ردیف چرخ است که دورآن پرس‌هائی‌نصب شده وچرخهای مزبوردرمیان چند ردیف تیغه‌های بیحرکت میگردند .

سوخت کـه معمولا نفت عادیست بداخل اطاق احتراق موتور پاشیده میشود و



شمای موتورهای واکنشی توربینی دربالا : باکمپرسورسانتریفوژ
درپائین :کمپرسورشعاعی

درآنجا با هوای فشرده درآمیخته میسوزد .

محصول سوخت و سوز ، یعنی گاز های گداخته وارد توربین گاز که در قسمت عقب موتور کار گذاشته‌اند میشود . دراین جا منبسط شده بخشی از انرژی خود را بـه پرده های توربین میدهد . درنتیجه توربین بگردش درآمده قدرت لازم برای گرداندن کمپرسور را تولید میکند . وجود توربین در داخل موتور فقط باین منظور است و بنابراین با کمپرسور روی‌یك محورقرار دارد . محورمزبور باید فوق‌العاده نیرومند باشد زیرا در موتورهای تور بوجت جدید قدرت توربین وقـدرت کمپرسور کـه عملا مساوی آنست گاهی متجاوز از ٥٠ هزار اسب بخار است گازهائی که از سوراخ عقب موتور می گریزند سرعت‌قابل ملاحظه‌ای دارند که چندین باربیش‌ازسرعت‌پروازهواپیماست

این تفاوت بین سرعت خروج گاز و سرعت پرواز هواپیماست که مولد نیروی واکنش یا ضربهٔ واکنشی موتوراست. نیروی عکس‌العمل جریان گازها که از موتور خارج می‌شوند همان نیروئی‌است که هواپیمای جت راباسرعت زیادی‌به پروازدرمیآورد.

موتورهای توربوجت که امروزه در هواپیما های نظامی بکار می‌روند کششی در حدود ٤ـ٥ تن و بیشتر ایجاد می کنند

محاسبهٔ قدرت موتوری که هنگام پرواز چنین کششی ایجاد کند آسان است . مثلا قدرت موتوری که هنگام پرواز با سرعت ٣٠٠ متردر ثانیه یا ١٠٨٠ کیلومتر در ساعت چهارهزار کیلوگرم کشش دارد ١٦ هزار اسب است .

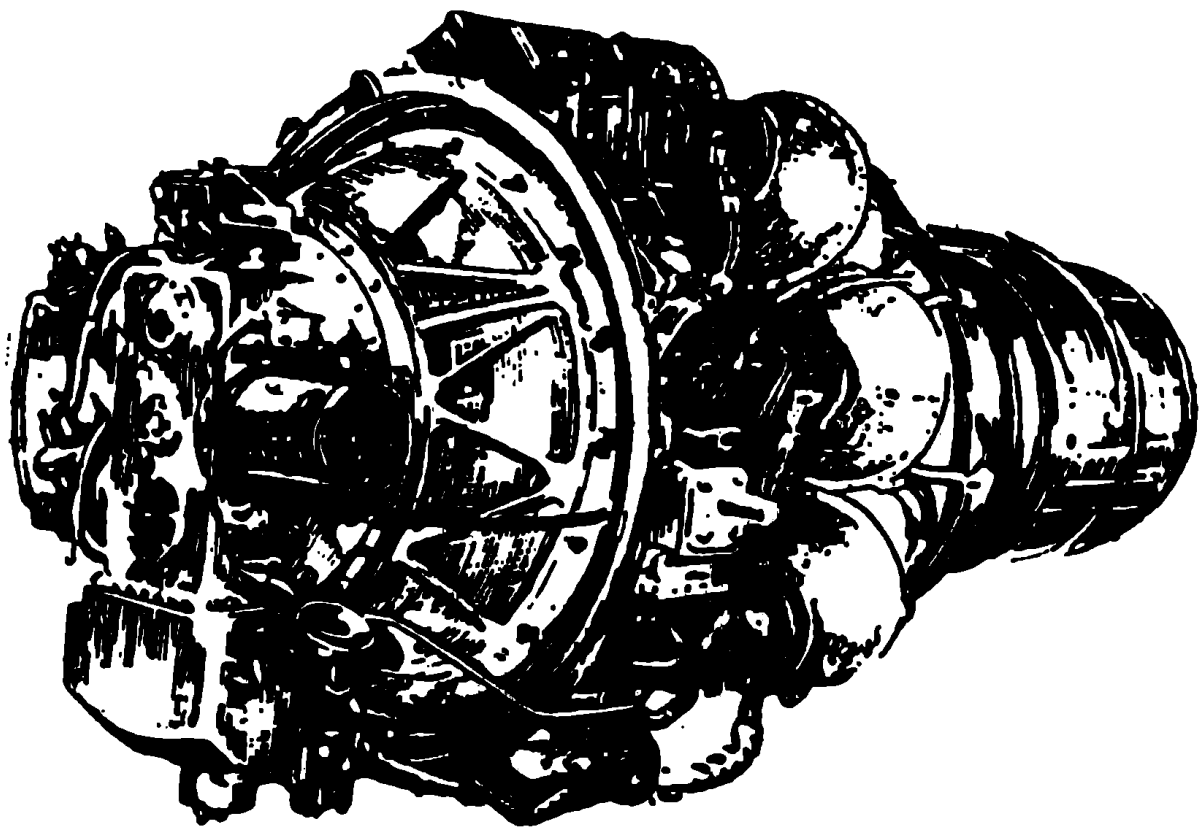
حال آنکه نیرومندترین موتور پیستونی هواپیما حد اکثر یك چهارم این‌قدرت

را می‌تواند تولید کند . اما این‌هم مطلب نیست . درحدود چهار یك همهٔقدرتی که‌موتور پیستونی تولید می کند بوسیلهٔ ملخ هواپیما بهدر می‌رود یعنی اگر هواپیمائی چهارهزار اسب قدرت داشته باشد قدرت مفید آن فقط درحدود سه هزار اسب است . درعین حال چنین موتوری از حیث ابعاد و وزن بزرگتر ازموتور توربوجتی است که پنج تاشش‌برابر قوی‌تر باشد . راز کامیابی موتورهای واکنشی در هواپیمائی همین جاست ، و باید گفت که این کامیابی براستی خارق‌العاده است . در چندسالی کـه از پایان جنك گـذشته ، هواپیماهای جت جای همهٔ هواپیماهای تندرو را در سراسر جهان گـرفته‌اند مابدون تردید می‌توانیم ازیك انقلاب فنی که درنتیجهٔ بکاربردن‌موتورهای واکنشی‌درهواپیمائی رخ داده است سخن بگوئیم

ناگفته نگذریم که پیش‌آهنگان تکنیك واکنشی ، از دیر باز این پیروزی را برای موتورهای واکنشی‌پیشگوئی‌می کردند و می گفتند « بدنبال عصرهواپیمای‌ملخدار باید عصر هواپیمای واکنشی فرا برسد » ، این پیشگوئی درست درآمد . ما در دوران شکفتگی هواپیمای واکنشی زیست می کنیم .

امروزه‌هواپیماهای مسافربری جت باسرعتی نزدیك سرعت صوت‌پروازمی کنند و بزودی مسافران برای رسیدن از شهر بفرودگاه وقت بیشتری صرف خواهند کرد تا برای مثلا پرواز از تهران باصفهان و آنچه مهمتر است امروز بسیاری از هواپیما ها با سرعتی بیش‌از سرعت صوت می‌پرند . سد صوت سرانجام شکسته شده است ! امااین کامیابی‌های‌موتورهای واکنشی درهواپیمائی‌تنها گام‌های نخستین‌اند. آیندهٔ درخشان‌تری و سرعتهای عظیمتری تا سه و چهار و حتی پنجهزار کیلومتردرساعت در انتظارآنهاست. و آنچه ازهمه جالب تراست اینکه دراین سرعتهای‌عظیم پرواز، ساختمان موتورهواپیما نه تنهابغرنج تر نخواهد شد بلکه بسیار ساده‌تر می‌شود

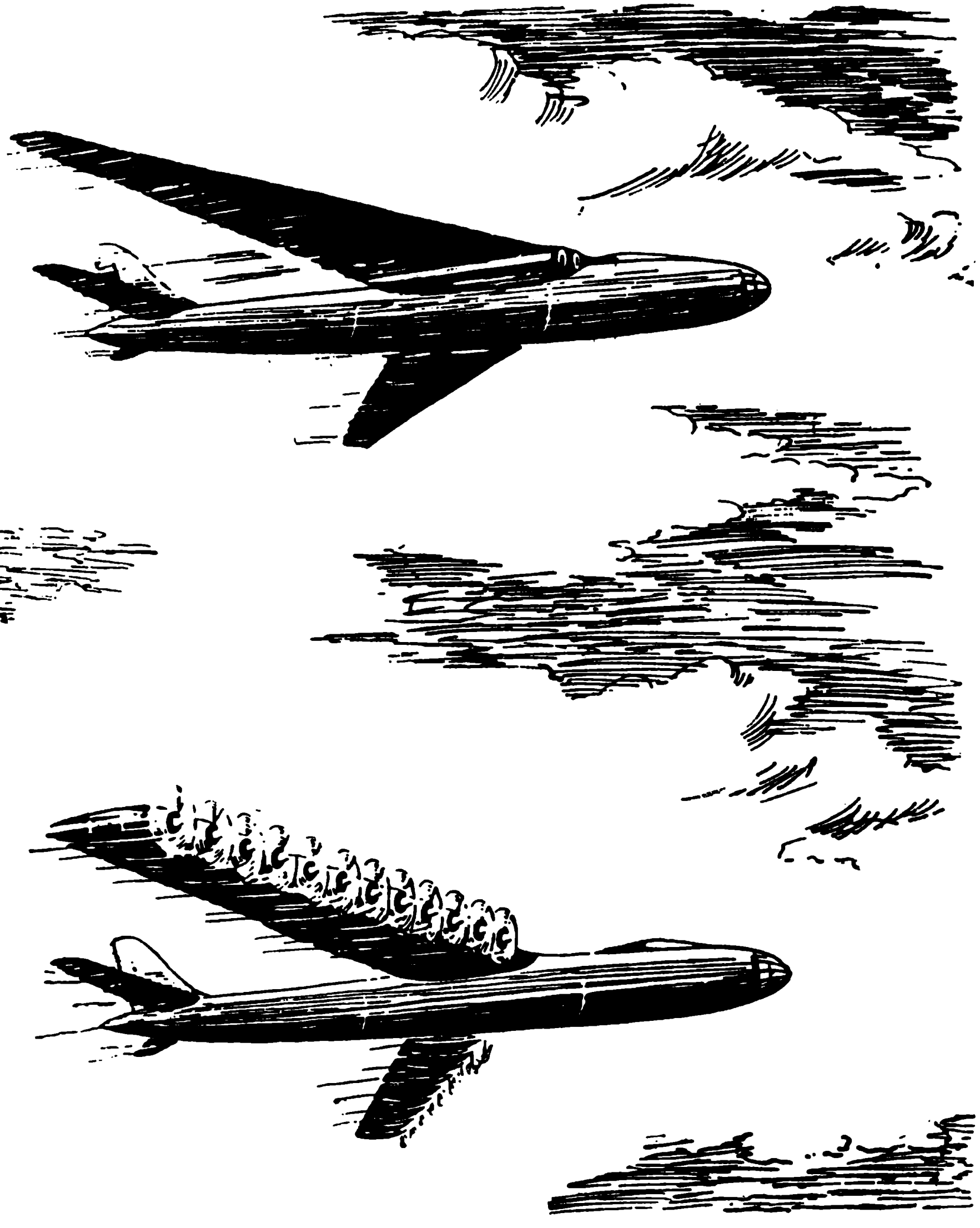
پیچیدگی یك موتور توربوجت ، بطور عمده مربوط به قسمت‌های متحرك‌ودوار



موتورتوربوجت باکمپرسورسانتریفوژ

یعنی کمپوسور و توربین است .

اینها از یکسو از قابلیت اعتماد موتور می‌کاهند و ازسوی دیگر امکان افزایش بیشتر کشش موتورها و یا امکان افزایش سرعت پرواز را محدود می کنند متأسفانه نمیتوانیم از کمپرسور ولاجرم از توربین صرفنظر کنیم . برای ایجاد کشش زیاد وصرف سوخت کم هوا باید فشرده‌ترشود وفشارش دراطاق احتراق‌افزایش یابد. ولی‌هنگامیکه هواپیما با سرعتی دو سه برابر سرعت صوت می‌پرد ، نیازی به کمپرسور ندارد وبدون

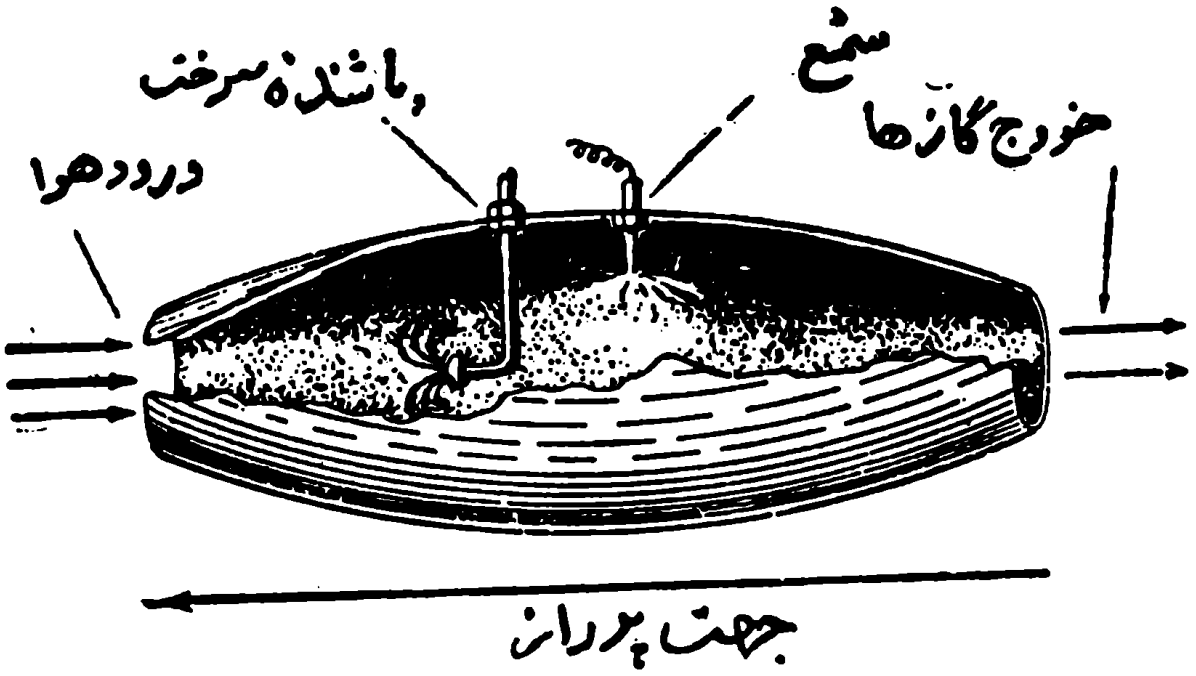


چهارموتور توربوجت دریك بمب‌افکن جدیدمعادل۲٤موتورپیستونی
فوق نیرومند:قدرت ایجاد میکنند .

کمك کمپرسور هوای با فشار کافی در داخل موتور بدست می‌آورد

راز این کار ساده است . چـرا هنگامی کـه از پنجرهٔ قطار تندروی بـه بیرون خم می‌شویم ، یا با اسکی ازشیب تندی فرود می‌آئیم یا ازروی تخته توی آب شیرجه می‌رویم احساس می کنیم که هوا کش دار و غلیظ شده است ؟ چه چیزی در این موارد نفس ما را در سینه حبس می کند ؟ چه نیروئی چنین بسختی بسر و روی ما می‌خورد ؟ چرا باد معمولی ، هنگامی که بطوفان بـدل می‌شود سقف خانه‌ها را از جا می کند و درختان و واگنها را واژگون می‌سازد ؟

این نیرو زمانی پیدا می‌شود که هوائی که با سرعت فراوان در حرکت است ناگهان با مانعی برخورد کند و متوقف شود ، موقعی که بشدت و دفعتاً از حرکت باز ایستد و سرعت خودرا از دست بدهد . تمام قدرت وانرژی‌حرکتی هوادرچنین‌هنگامی صرف فشرده شدن هوا و افزایش فشار آن و ایجاد باصطلاح فشار سرعت‌می‌شود . این همان نیروئیست که هنگام طوفان انسان راازپای درمی‌آورد ودرختان‌راازریشه‌می کند .



شمای یك موتورواکنشی هوائی«یکسره» بی کمپرسور وتوربین

وقتیکه هواپیمای جت با سرعت شگرفی ، که از هر تندبادی تندتر است ، به پرواز درمی‌آید چه می شود ؟ هوائی که با این سرعت بداخل موتور هجوم می‌آورد در آنجا تقریباً از حرکت باز می‌ایستد . تصوراینکه فشار سرعت هوا در چنین‌مواردی چه اندازه بزرگ است دشوار نیست ، با اینهمه حتی درسرعت‌های پروازجت های‌مدرن این فشار سرعت هنوز نمی تواند فشار لازم را در داخل موتور ایجـاد کند . این فشار فقط کمکی به کمپرسور می کند . ولی چون سرعت پرواز ازسرعت صوت بسیاربالاتر رفت تنها با استفاده از این فشار سرعت می‌توان فشار داخل موتور را بچنـد اتمسفر و حتی بدهها اتمسفر رساند .

در آنصورت دیگر نیازی بکمپرسور نخواهد بود و موتور توربوجت بیك اجاق احتراق بدل خواهد شد که با سرعت شگرفی درپرواز است . یك تنوره پرانی‌خواهد بود که هیچ قطعهٔ متحرك ندارد . وباهمهٔ این سادگی ، یك چنین موتوروا کنشی هوائی

در سرعت های پرواز بسیار زیاد با همان ابعاد و با وزن بمراتب کـمتر از موتور توربوجت مدرن قادر خواهد بود دهها بار کشش بیشتر ایجاد کند وسوخت بسیار کمتری مصرف نماید . تنها عیب چنین موتوری آنستکه در هنگام سکون هواپیما نمی تواند کشش ایجاد کند و بنابراین نمی‌تواند هوا پیما را به پـرواز درآورد و بایـد موتور کمکی دیگری در هواپیما کار گذاشت . بدین جهت شگفتی‌آور نیست که این روزها توجه فراوان باین نوع موتور مبذول می‌شود و کوشش می کنند کـه مقدمات استفادهٔ وسیع از این موتورها را در هواپیماهای مافوق صوت فردا فراهم آورند

تکامل تکنیك واکنشی هواپیمائی، امروزه به ایجادموتورهای واکنشی‌هوائی پر قدرت و با صرفه و سبك کشیده است که می‌توانند صدها ساعت کار کنند . اینها موتورهای عالی‌برای‌ناو فضاپیمامی‌بودند اگر. . . اگر اصولابرای اینکارشایسته‌بودند !

البته شایسته نیستند زیرا این موتورها برای کار کردن بهوا نیازمندند و بدون هوا سوختشان نمی‌سوزد و چنانکه می‌دانیم هوا هم در فضای خارج جو وجود ندارد .

از این جا نتیجه می‌شود که ناو فضاپیما به چنان‌موتور واکنشی نیازمنداست که قابلیت موتور سوخت جامد (کار کردن بدون هوا) را با توانائی موتور واکنشی هوائی (کار کردن در مدت طولانی) را با هم بیامیزد . این همان گونه موتوری بود که تسیولکوسکی و سایر دانشمندان اختراع کردند

٦

مهار کردن یك کرور اسب

این دانشمندان علاوه بر بیان و تنظیم نظریهٔ سفر کیهانی طرحی برای ما و فضاپیما ریختند که‌مجهز به نوع جدیدموتور واکنشی‌باشد وهمین موتوربود که مسئلهٔ سفر کیهانی را حل کرد. زیرا تنها همین گونه موتوراست که خوشبختانه همهٔ جنبه‌های متضاد مورد نیاز سفائن بین کرات را در خود گـرد آورده است این موتور فشفشه با سوخت مایع است .

این موتور برخلاف موتور فشفشه با سوخت جامـد برای کار خود نیازمند هوا نیست ولاجرم می‌تواند درفضای بی هوا نیز کار کند وحتی بهتر از محیط جو کار کند . بعلاوه این موتور می‌تواند درمدتی بمراتب درازتراز موتوربا سوخت‌جامد کار کند زیرا، چنانکه از نامش پیداست ، با سوخت مایع کار می کند واین سوخت برخلاف سوخت جامد میتواند اندك اندك ازانبارهای سوخت‌به اطاق احتراق رسانده شود . همین اندیشهٔ بکاربردن سوخت مایع درموتور فشفشه است که اختراع مزبور را چنین با ارزش ساخته است . این اندیشه نه تنها در موتورهای فشفشه‌ای با سوخت مایع بلکه در موتورهای واکنشی‌هوائی (جت) که شرحش‌درفصل‌پیش‌آمد ، نیزوسیعاً مورد استفاده‌قرارمیگیرد.

اما سوخت موتورهای فشفشه‌ای با سوخت مایع ازیك مایع واحد (مانند بنزین درموتورهای پیستونی یا نفت درموتورهای توربو جت) تشکیل نمیشود بلکه معمولا از دومایع مختلف ترکیب مییابد . هریك ازاین دومایع درانبار یا قسمت مخصوصی ازناو فضا پیما نگهداری می‌شود وترکیب آنهاست که سوخت را تشکیل میدهد .

یکی ازاین دومایع را مادهٔ قابل احتراق مینامند ، چنانکه دیده می‌شود دراین مورد مادهٔ سوختنی‌وسوخت‌یك چیز واحد نیستندبلکه مادهٔ سوختنی‌جزئی‌ازسوخت‌است .

نقش مادهٔ سوختنی دراین‌جا نقش معمولی‌آنست یعنی باید هنگام سوختن گرما بدهد که برای کار موتور فشفشه با سوخت مایع ضروریست . مواد سوختنی نفتی مانند بنزین ونفت ، یا الکل وآنلین و سایر مواد بعنوان مادهٔ سوختنی بکار میروند. مایع

دیگری که باید درانبار دوم فشفشه با سوخت مایع انبار شود چه باید باشد ؟ حدس آن چندان دشوار نیست . برای سوختن مادهٔ سوختنی با کسیژن نیاز میافتد ، اگر نتوانیم اکسیژن را از محیط خارج بچنگ آوریم چه باید بکنیم ؟

روشن است که انبار دوم را باید ازمایعی پر کنند کـه مقادیر کافی اکسیژن یا جسم اکسید کننده داشته باشد

مایعاتی‌مانند اسید نیتریك قوی وآب اکسیژنهٔ غلیظوغیره بعنوان مایع اکسید کننده بکاربرده میشوند . اکسیژن ناب نیزبسیاربکارمیرود اماالبته نه بشکل گاز (چون درآنصورت ذخیره کردن مقادیر کافی درانبار ناممکن خواهد بود) بلکه بشکل مایع .

برای‌مایع کردن اکسیژن‌بایدآن‌را تا۱۸۳درجه سانتیگراد زیرصفرسرد کنیم .

هردوقسمت سوخت : هم مادهٔ سوختنی وهم اکسید کننده تحت فشارزیاد باطاق احتراق رانده میشود . این فشار که بدهها اتمسفرمیرسد، ممکن است باوارد کردن‌بخار تحت فشاری ازمخزن مخصوص خودش به مخزن مادهٔ سوختنی ، یا وسائل دیگر ایجاد گردد . برای اینکارازتلمبه‌های مخصوص نیزمیتوان سود جست

اجزاء متشکلهٔ سوخت دراطاق احتراق ترکیب میشوند ودراین جا فعل و انفعال شیمیائی سوختن صورت می‌پذیرد . دراین جریان مقادیرهنگفتی گرما ایجادمیشود که درجهٔ حرارت اطاق احتراق را فوق‌العاده بالامیبرد . این بالاترین درجه حرارتیست که تاکنون درموتورها بدست‌آمده وگاهی به بیش ازسه هزاردرجه سانتیگراد میرسد. گاز های گداخته که محصول احتراقند ازدهانه داخل عقب موتور ، با سرعت عجیبی(که به ۲/۵ کیلومتردرثانیه وحتی بیشتر میرسد) میگریزند . روشن است که نیروی واکنش جریان گازهای فرار که همان کشش واکنشی‌موتورباشد بسیارزیاد است، زیرا این نیرو تناسب مستقیم با سرعت گازها دارد . همین کشش واکنشی‌است که به ناوفضاپیماسرعت دلخواه را میدهد .

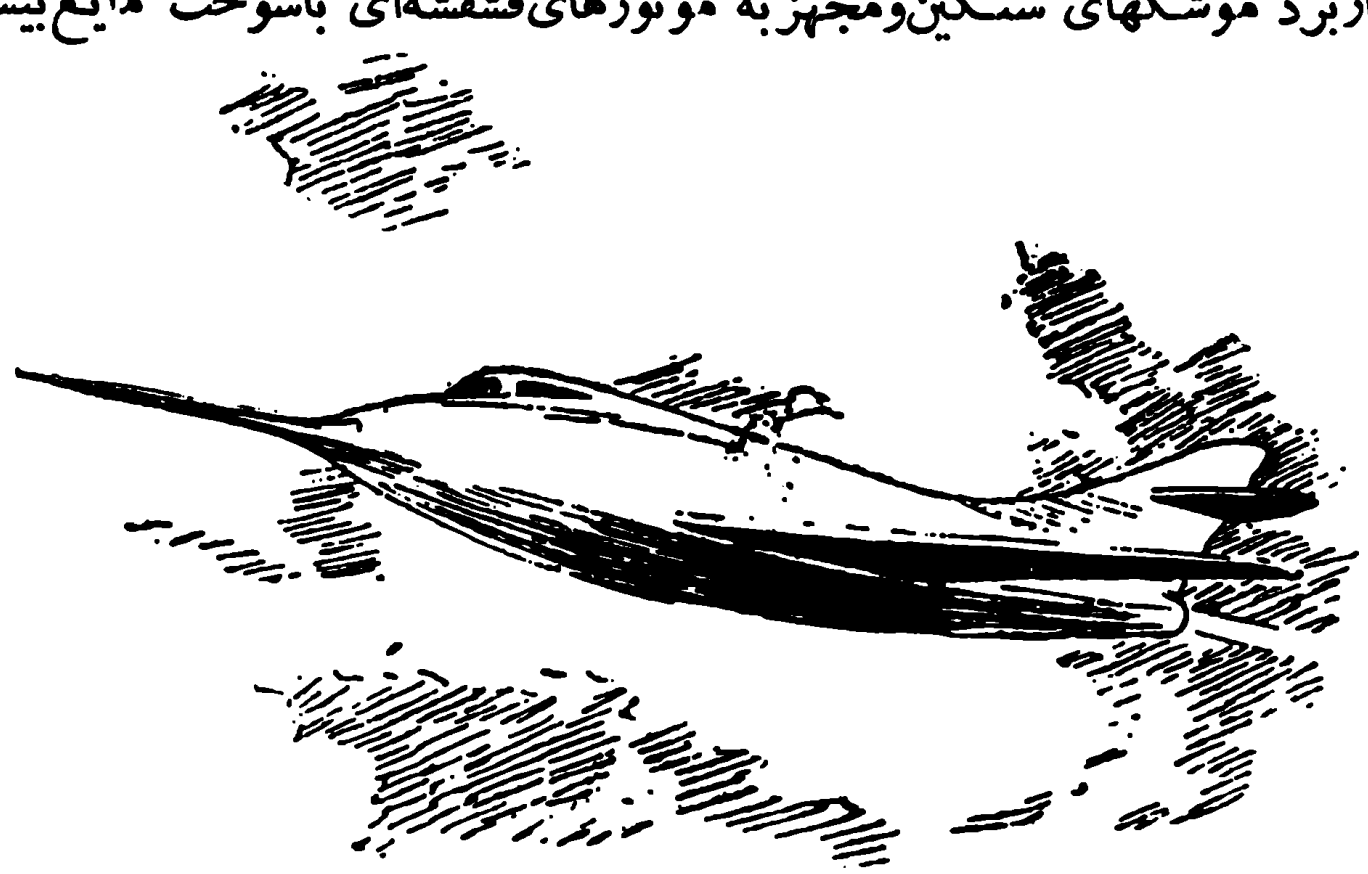
درنیم قرنی که ازاختراع موتور فشفشه‌ای‌باسوخت مایع میگذرد این‌موتورها راه درازی در تکامل خود پیموده‌اند . در این مـدت چندین ده سال صرف کوشش مداوم مخترعین منفرد و علاقمندان این فن شده است که با وسایل محدود خود میکوشیدند موتورفشفشهٔ رضایت‌بخشی باسوخت مایع بسازند. امروزطرح های متعدد وقابل اعتمادی ازاین موتورها دردست است . این موتورها درانواع هواپیما ها وموشك‌ها کار گذاشته شده وبرای‌منظورهای بسیار گوناگونی بکارمیروند. مؤسسات تحقیقات علمی‌و گروههائی ازطراحان برروی این موتورهاکارمیکنند . رشتهٔ تازه‌ای درصنایع برای تولیدموتورهای فشفشه‌ای باسوخت‌مایع‌وهواپیماهای مجهزبااین موتورها ایجاد شده رشد وتوسعه‌مییابد.

اکنون موتورهای فشفشه‌ای باسوخت‌مایع بمنظورهای متفاوتی درهواپیمائی‌بکار

میروند . دربسیاری ازموارد ازآنها برای‌تسهیل به پرواز درآوردن هواپیماهای سنگین استفاده میکنند. گاهی‌این موتورها برای تکمیل موتورنوع دیگرمثلا موتور توربوجت درهواپیماکار گذاشته میشود تا درلحظهٔ دلخواه ـ مثلا ارتفاع گرفتن در گیرودار جنگ هوائی وغیره ـ بتوان سرعت پروازرا افزایش داد

گاهی نیزاین موتورها بعنوان موتوراصلی هواپیما بکارمیروند . هواپیماهائی که بااین موتورها مجهزند معمولاآزمایشی هستند، یعنی برای بررسی خصوصیات پرواز در سرعتهای بسیارزیاد وفوق صوت بکارمیروند . آنها رسیدن به بیشترین سرعتهای پروازرا که تاکنون مقدورشده ، ممکن میسازند هواپیما های نظامی مجهزباین موتورها نیز وجود دارند که هواپیماهای شکاری پیش گیر نامیده میشوند و وظیفه شان مبارزه بابمب افکنهای‌دشمن‌است.اماهواپیماهای‌مجهزباین نوع موتور،درمقایسه باسایرانواع هواپیماها دارای‌یك نقیصهٔ بسیارجدی‌میباشند. مدت پروازآنهابسیار کوتاه‌است . این‌امربدان سبب است که موتور فشفشه‌ای باسوخت مایع بسیار « پرخور » است این موتور ۱۵ تا ۲۰ بار بیشتر ازموتور توربوجتی که کشش مساوی آن داشته باشد سوخت مصرف میکند باین جهت اگرچنین موتوری بدون وقفه وباقدرت تمام‌کار کند ذخیرهٔ سوخت مثلا یك هواپیمای شکاری فقط برای ۳ تا ۵ دقیقه کفایت میکند . اما اگرموتوررا متناوباً بکار اندازند وخاموش کنند، خلبان چنین هواپیمائی میتواند مدت پروازرا ۲۰ تا ۳۰دقیقه افزایش دهد واین مدت بسختی برای ؛ بپرواز درآمدن، در گیری با دشمن در منطقهٔ فرودگاه وسپس‌فرودآمدن بامخازن خالی کفایت میکند. بدین سبب است که‌موتورهای فشفشه‌ای باسوخت مایع تاکنون‌فقط درهمین یك‌نوع هواپیمای جنگی یعنی هواپیمای شکاری پیش گیربکاررفته است . امروزه موتورهای نامبرده نه درهواپیمائی بلکه درانواع موشکها بکار میروند این‌ها مرمیهای سنگین دفاع ضد هوائی ، بمب های فشفشه‌ای هواپیما ، موشکهای دورپرواز ، وموشکهای طبقات بالای جوهستند .

کاربرد موشکهای سنگین‌ومجهزبه موتورهای‌فشفشه‌ای باسوخت مایع‌بیش‌ازپیش



هواپیمای فوق صوت آزمایشی با موتورفشفشه‌ای سوخت مایع

توسعه می‌یابدوبرخی‌از این‌موشکها رفته‌رفته‌بشکل‌ناوهای‌فضا پیمای کوچکی‌درمیآیند .

یکی‌ازاین‌موشکها که درجنگ گذشته بکاررفت(V_2 آلمانی) یك‌مرمی‌واکنشی دورپروازی است . رأس مخروطی این موشك حاوی ۷۵۰ کیلو گرم مواد منفجره بوده ومسافتی درحدود ۳۰۰ کیلومترطی میکرد. بدیهی است که هرگزهیچ توپ دورزنی، چنین گلولهٔ سنگینی‌را به چنین مسافتی پرتاب نکرده است ، دراین موشك یك موتور فشفشه‌ای با سوخت مایع‌کار گذاشته شده بود .

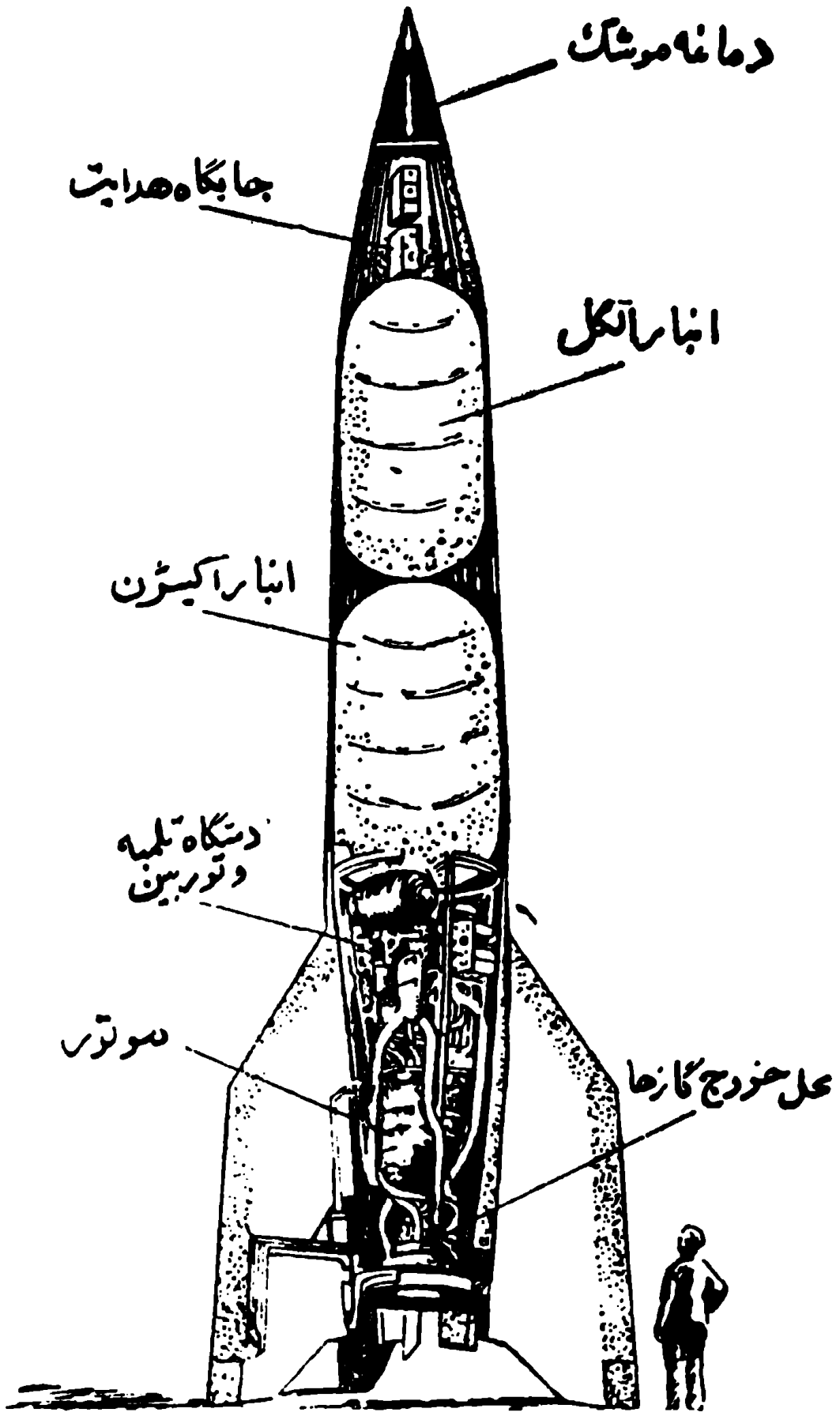
طول موشك‌درحدود ۱٤ متر، قطرآن دروسط ۱/۷ مترودرنزدیکیهای‌دم ۳/٦ متربود . نیازی بیادآوری نیست که این ابعاد قابل ملاحظه است . وزن موشك نیزقابل توجه ودرحدود ۱۲ تن بود . بطوریکه بارجنگی‌آن یعنی مادهٔ منفجره تنها یك بخش جزئی ازمجموع وزن موشك‌را تشکیل میداد

موتور، همانطور که شایددرناوفضاپیما عمل‌بشود، درقسمت عقب موشك‌کار گذاشته میشودوباسوختی که ازدومایع تشکیل میشودکارمیکند باین سبب درانباربزرگ درقسمت وسطی موشك‌کار گذاشته شده است .

مخزن جلو شامل مادهٔ سوختنی است که در این مورد الکل اتیلیك است که غلظتش نباید از۷۵ درجه کمتر باشد. انبارعقبی شامل‌اکسید کننده ـ اکسیژن‌خالص ومایع است . ذخیرهٔ سوخت موشك ۹ تن وزن دارد وچنانکه دیده میشود قسمت‌اعظم وزن موشك یعنی بیش ازدوسوم وزن کل‌را تشکیل میدهد . ازاین ۹ تن ٤ تن الکل وبقیه اکسیژن مایع است . برای پرتاب موشك‌آن‌را دروضع عمومی قرارمیدهند ودر این حالت بکمك شبکهٔ فلزی سبك ومخصوصی‌نگاهداری میشود. درست مانند یك ناو فضاپیما که آمادهٔ جهش به فضای بیکران است ! دراین حالت ، مخازن عظیم موشك با سوخت پرمیشوند . تانکرهای نیرومند وخودکاری باین منظوربکارمیروند ولی حتی‌این ماشین‌های بزرگ هم دربرابرموشك‌اعظیم الجثه‌ای که سربآسمان برافراشته چون اسباب بازی کودکان بنظرمیرسد . سرانجام سوخت گیری باتمام میرسد وموشك آمادهٔ پرتاب است . شیرهای‌سوخت بازشده ، الکل واکسیژن شروع به جاری شدن دراطاق احتراق موتورمیکنند . درآنجا سوخت مشتعل شده وگازهای گداخته که فرآوردهٔ احتراقند ، شروع بخارج شدن از دهنهٔ عقب موتور مینمایند. جهت نیروی واکنش گازهای فرار متوجه بالاست . این نیرومیکوشد موشك‌را ازجا کنده به بالابرد .

اما این‌کارساده‌ای نیست زیرا موشك ۱۳ تن وزن دارد ! محاسبه نشان میدهد که اگرموتورموشك بخوبی‌کار کند میتواند کشش ۲ برابروزن موشك ، یعنی در حدود

۲۵ ـ ۲۶ تن ایجاد نماید . واین کشش لکوموتیوهای مدرن نیرومندی است که قطار های سنگین میکشند با این نیروی شگرف است که گازهای گریزان ازته موشك آن را ببالامیرانند . پس ازروشن شدن، چند ثانیه طول میکشد تا موتور کشش کامل خودرا ایجاد کند ، در آغاز کار کشش اولیه که درحدود ۸ تن است ایجادمیشود وسپس بتندی افزایش مییابد ، نخست برابر وزن موشك شده، سپس ازآنهم فزونی میگیرد . موشك بلرزش درآمده تکان میخورد ، و سپس آهسته ـ گوئی با بی‌میلی ـ اززمین کنده‌شده روببالا میجهد و با سرعتی که هردم بیشتر میشود ، بزودی از انظار نا پدید میگردد .



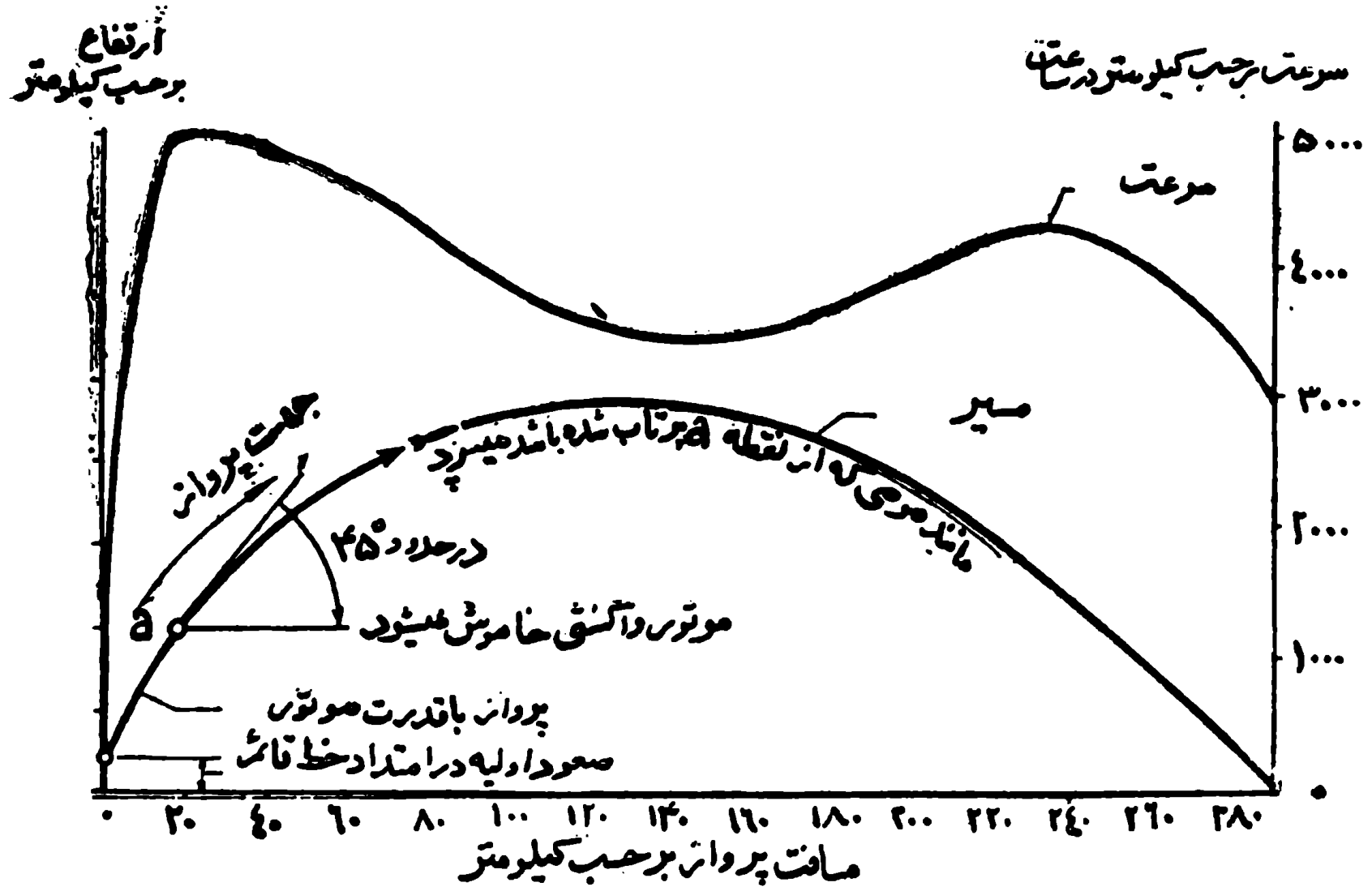
طرح یك موشك دورپروازسنگین باموتور فشفشه‌ای سوخت مایع

سراسرپرواز بعدی این موشك خودکاراست. هدایت آن با دستگاههای ویژه‌ای انجام می گیرد که در خود موشك ،درمحفظهٔ مخصوصی پشت نوك مخروطی آن جای گرفته‌اند . پس از بپرواز درآمدن موشك دیگر امکان تأثیردر پرواز آن از زمین غیر ممکن است . موشك پس از پرتاب با پیروی از فرمان‌های دستگاه‌های هدایت، بسوی هدف خویش ، که سیصد کیلومتر آنسوتراست می‌پرد

موشك طی ۱۰ ـ ۱۱ ثانیه پس از پرتاب شدن بطور عمودی در آسمان صعود میکند سپس‌دستگاه هدایت موشك سکان‌های آن را که درعقب‌سر قراردادند منحرف می کنند . در نتیجه موشك صعود عمودی خود را متوقف می‌سازد و شروع به پرواز در طول مسیری منحنی وبغرنج می کند که تقریباً همانند قوس دایره است . بدین‌سان

موشك بارتفاع زیادی درحدود ٤٠ کیلومتر صعودمی کند ، در این بلندی موتورموشك خاموش می‌شود و از کار باز می‌ایستد

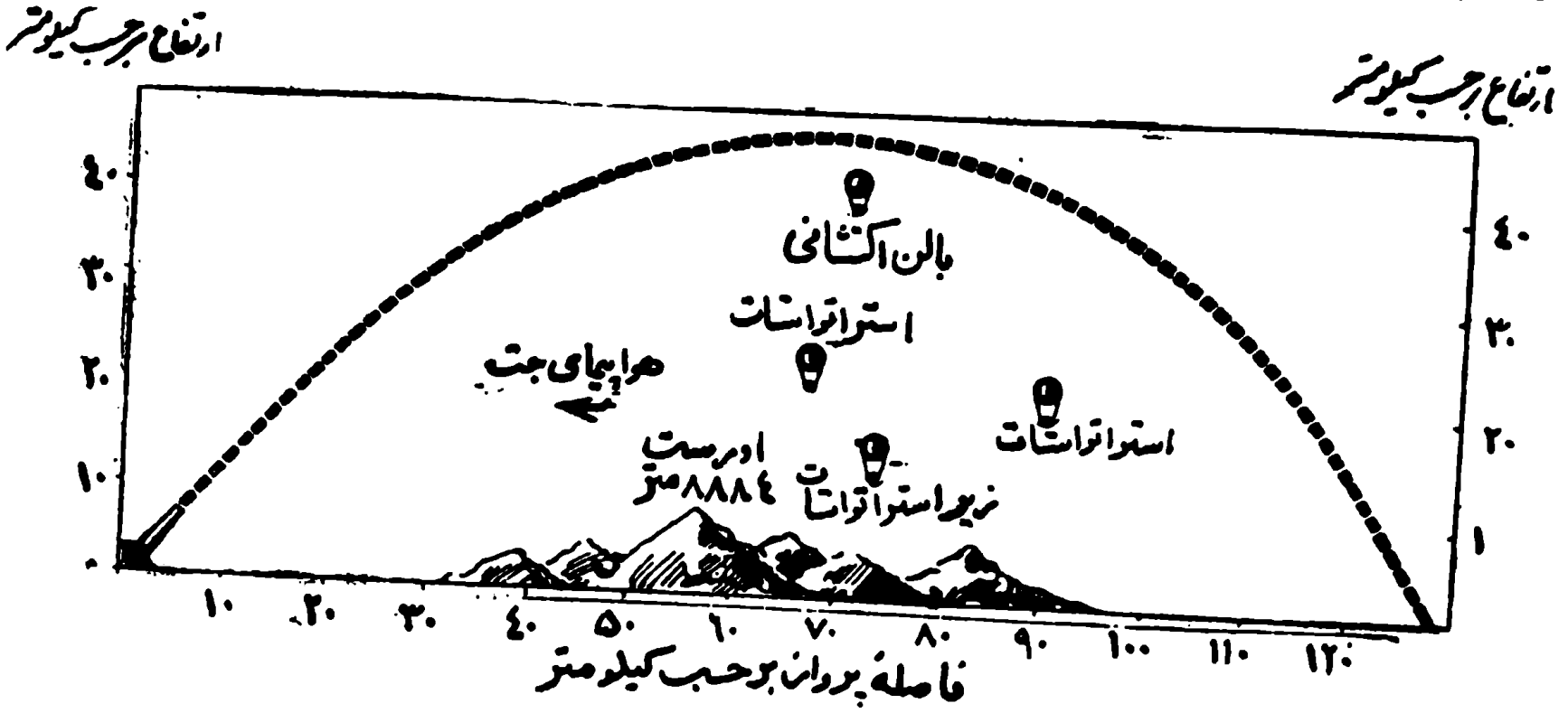
در این مـدت موتور توانسته است تمـام سوخت انبـار شده در موشك — تمام ۹تن‌را مصرف کند. هردوانبار بزرگ الکل و اکسیژن دراین‌هنگام عملاخالی‌شده‌اند .



مسیروسرعت پروازموشك

از موقع پرتاب موشك تا این هنگام چه زمانی گذشته است ؟ فقط و فقط یك دقیقه طی این یك دقیقه موشك توانسته بارتفاعی برابر ٤٠ کیلومتر بالارود و موتور آن توانسته با یك جرعه ۹ تن سوخت را ببلعد !

اما موتور این سوخت را بیهوده مصرف نمی کند . زیرا طی پرواز خود قدرت براستی شگرفی تولید می کند



مسیرمرمی توپخانه

اگر قدرت حاصله را از روی انرژی گازهای خارج شده از تـه موتور احتساب کنیم‌این قدرت‌به چهارصدهزار اسب‌بخار می‌رسد. ولی‌قدرت‌مفید که‌مربوط به‌کارحرکت دادن موشك در محیط است حتی بیش ازاین میزان است . این قدرت با افزایش‌سرعت پرواز پیوسته افزایش می‌یابد . زیرا برابر حاصلضرب کشش درسرعت است . پیش از متوقف گشتن‌موتور موشك با سرعتی‌درحدود٥ر٥ هزار کیلومتردرساعت یا ١ر٥ کیلومتر در ثانیه پرواز می کند . دراین هنگام‌قدرت مفید متجاوز ازنیم‌میلیون اسب بخاراست. پس از باز ایستادن موتور ، موشك با استفاده از سرعتی که گرفته است ، پرواز خود را دنبال می کند ، مانند یك مرمی که ازدهانهٔ توپی خارج شده باشد. بدیهی است که‌در این مورد برای یافتن مسیر موشك باید فرض کنیم که توپ در ارتفاع چهل کیلومتری قرار گرفته است . موشك با ادامهٔ پرواز خود ، بیشتر صعود می کند وبحداکثرارتفاعی در حدود ١٠٠ کیلومتر می‌رسد . آشکار است که این ارقام یعنی حد اکثر ارتفاع و سرعت پروازفقط مربوط بموشك‌مورد گفتگوست که مربوط بدوران‌جنگ اخیر میباشد. از آن دوران تا کنون ، تکنیك واکنشی براستی بکامیابیهای شگرف نائل شده و بمراتب از این حدود درگذشته است . این کامیابی‌ها کـه به پرتاب اقمار مصنوعی سنگین وزنی منجر شده هم‌اکنون ما را درآستانهٔ تسخیر فضا ومسافرت بکرات نهاده است . برای تحقق یافتن این کامیابیها . اصول و اندیشه‌های دیگری نیز ازدانشمندان پیشگام دانش فضاپیمائی بکار رفته است . این اندیشه‌ها کدامند ؟

۷

مرمی‌ها و قطارهای « کاهش پذیر »

ممکن است گفته شود که چون سرعتی را که ناو فضا پیما برای بیرون شدن از میدان جاذبه باید داشته باشد می‌دانیم و چون موتوری که چنین ناوی را لازم است یافته‌ایم ، محاسبهٔ ناو ، تعیین ذخیرهٔ لازم سوخت ، مجموع وزن ناو ومسیر پرواز آن نباید اشکالی داشته باشد . اما چنین نیست . در همان گام اول ، برای حل ساده‌ترین مسائل مثلا تعیین برد موشك و ارتفاع صعود آن دانشمندان دچار اشکال غیر منتظری شدند . تا آن زمان کسی چنین مسائلی را حل نکرده بود و چنانکه معلوم شد این مسائل چنان هم ساده نبودند .

ما می‌دانیم که دانش حرکت یا مکانیك که بوسیلهٔ نیوتن بنیان گذاری شده است حاکم برقوانین حرکت اجسام گوناگون است .

دانشمندان هم برای حل مسائل مورد نظر ازدانش مکانیك یاری جستند اما معلوم شد که مکانیك آن عصرقادربکمك نیست . تاآن زمان، دانش مکانیك همیشه بااجسامی که دارای جرم معینی بودند سروکار داشت و اینهم هیچ گونه اشکالی تولید نمی کرد زیرا در عمل تنها باین نوع موارد برخورده بودند . ولی حل مسائلی باین صورت که مثلا سنگی در حین سقوط سبك شود و مقداری از جرم خود را از دست بدهد دچار اشکالات فراوان شد

اتفاقاًدانشمندان فضاپیمائی درست باهمین نوع‌مسائل روبرو شدند . جرم موشك در حین پرواز بمقدار قابل ملاحظه‌ای تغییرمی کند زیرا که بخشی ازجرم آن‌بصورت محصول احتراق سوخت بدور افکنده می‌شود . باین ترتیب موشك ، مادام که موتور آن کار می کند شباهتی بسایر مرمی‌ها ندارد ، این یك نوع مرمی از نوع ویژه است که در حین پرواز بسرعت « تحلیل » میرود

موشك فصل پیش را بیاد آورید تنها درمدت یك دقیقه (هنگامیکه‌موتورش کار می کند) وزن موشك از ۱۳ تن به ٤ تن کاهش می‌یابد . چنانکه مشاهده میشود

« تحلیل » ناچیزی هم نیست .

برای محاسبهٔ پرواز این موشك ، نخست باید فصل نوینی ـ فصل اجسام بـا جرم متغیر ـ در دانش مکانیك وارد می‌شد بدون این ، تنظیم و بیان دانش حرکت موشك‌ها ـ دینامیك موشکها ـ غیر ممکن بود

افتخار حل این مسائل ازآن تسیولکوسکی و سایرهمگامان اوست با حل این مسائل دانشمندان نامبرده خدمت بزرگی به بشر و دانش بشری کردند ، قوانین حاکم برحرکت اجسام باجرم متغیر ، حل بسیاری‌ازمسائل مهم فنی‌را ممکن‌میسازد.

این احکام پایهٔ نظریهٔ سفربین کرات را تشکیل می دهد

برای بررسی‌احکام حرکت موشکها ابتدا ساده‌ترین‌حالت پرواز ، یعنی‌حرکت درفضائی که درآن مقاومت هواونیروی جاذبه موجودنباشد درنظر گرفته می‌شود. چنین فضای خیالی را « فضای آزاد » می‌نامند .

ناو فضا پیما هنگام پرواز خود در فضای بین کرات تقریباً در شرایط مشابهی حرکت خواهد کرد زیرا در آنجا هوا نیست و نیروی جاذبه ، بشرطی کـه ناو در نزدیکی اجرام بزرك سماوی نباشد ، می‌تواند موقتاً نادیده گرفته شود .

مسئلهٔ اصلی محاسبهٔ سرعت نهائی موشك یعنی سرعتی که پس ازمصرف تمامی سوخت و بـاز ایستادن موتور ازکار موشك دارا خواهـد بود تسیولکوسکی نخستین دانشمندی بود که این مسئله را حل کرد وحل آن را در سال ۱۹۰۳ منتشر ساخت .

از روی فرمولی که وی بدست آورد تعیین سرعت نهـائی موشك امکان پـذیر می گردد . این فرمول اهمیت بسزائی در بررسی تمامی تئوری موشك ها و تئوری سفر کیهانی دارد . این فرمول را « فرمول موشك) می‌نامند .

فرمول نامبرده پاسخ به‌پرسشی بسیارمهم را یافته است و آن اینکه سرعت‌نهائی موشك سرانجام بچه عواملی‌بستگی‌دارد؟ معلوم میشود که‌این‌سرعت‌ببزرگی‌ویا کوچکی موشك‌و کمی‌یازیادی‌ذخیرهٔ سوخت وحتی‌بطول زمانی که موتورکارمیکند بستگی‌ندارد.

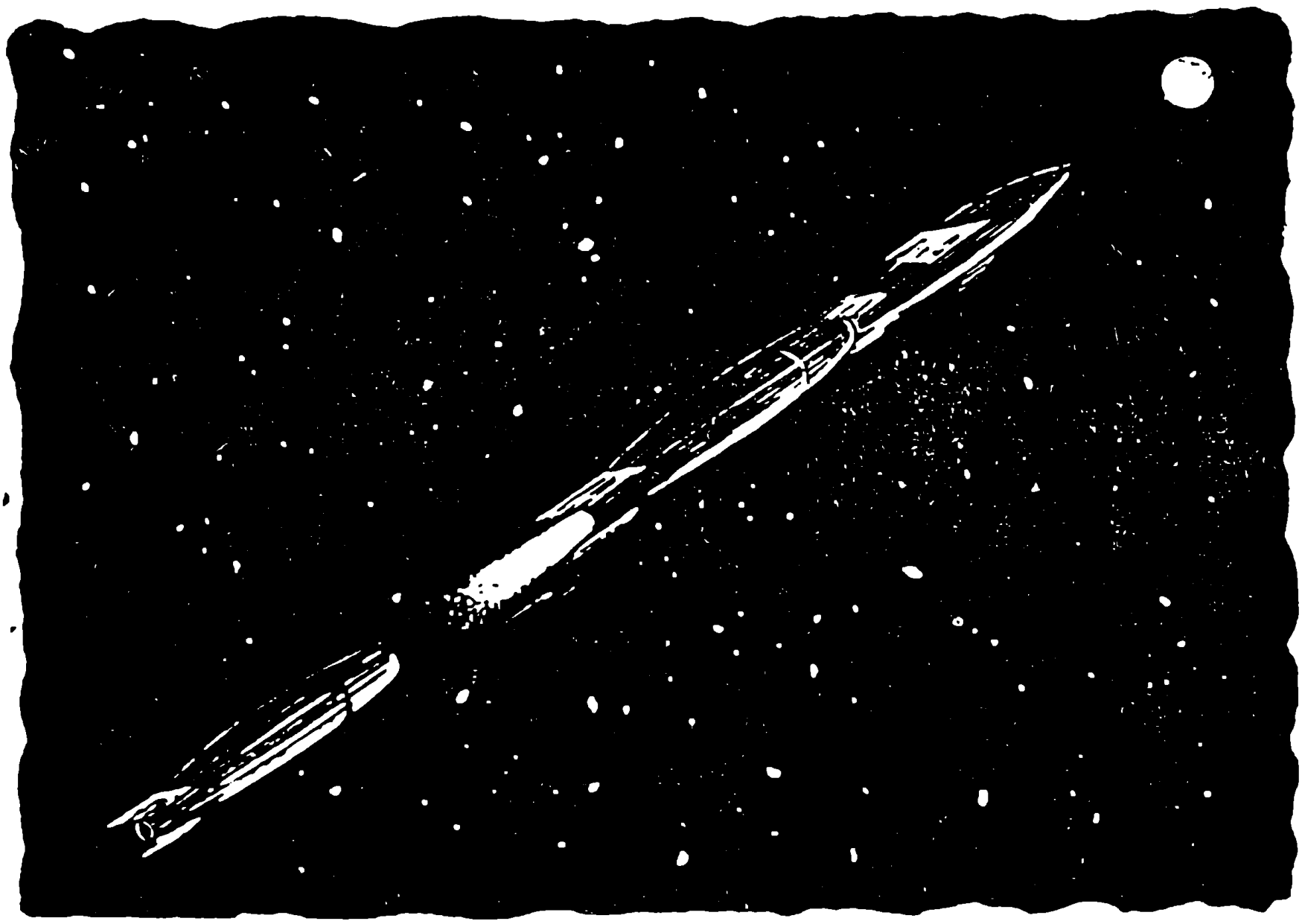
سرعت مزبور فقط بدوعمل وابسته است یکی سرعت خروج گازها و دیگری ذخیرهٔ نسبی سوخت در موشك ، یعنی به اینکه وزن سوخت چـه بخشی از وزن کل موشك را درهنگام پرتاب تشکیل میدهد یعنی نسبت سوخت بوزن .

هراندازه سرعت فرار گازهاوذخیرهٔ نسبی‌سوخت یعنی نسبت سوخت بوزن‌بیشتر باشد سرعت نهائی موشك نیز بیشترخواهد بود.

درموتورهای مدرن فشفشه‌ای با سوخت مایع سرعت ۲/٥ کیلو متر درثانیه گاز ها ، سرعت خوبی بشمار میرود.

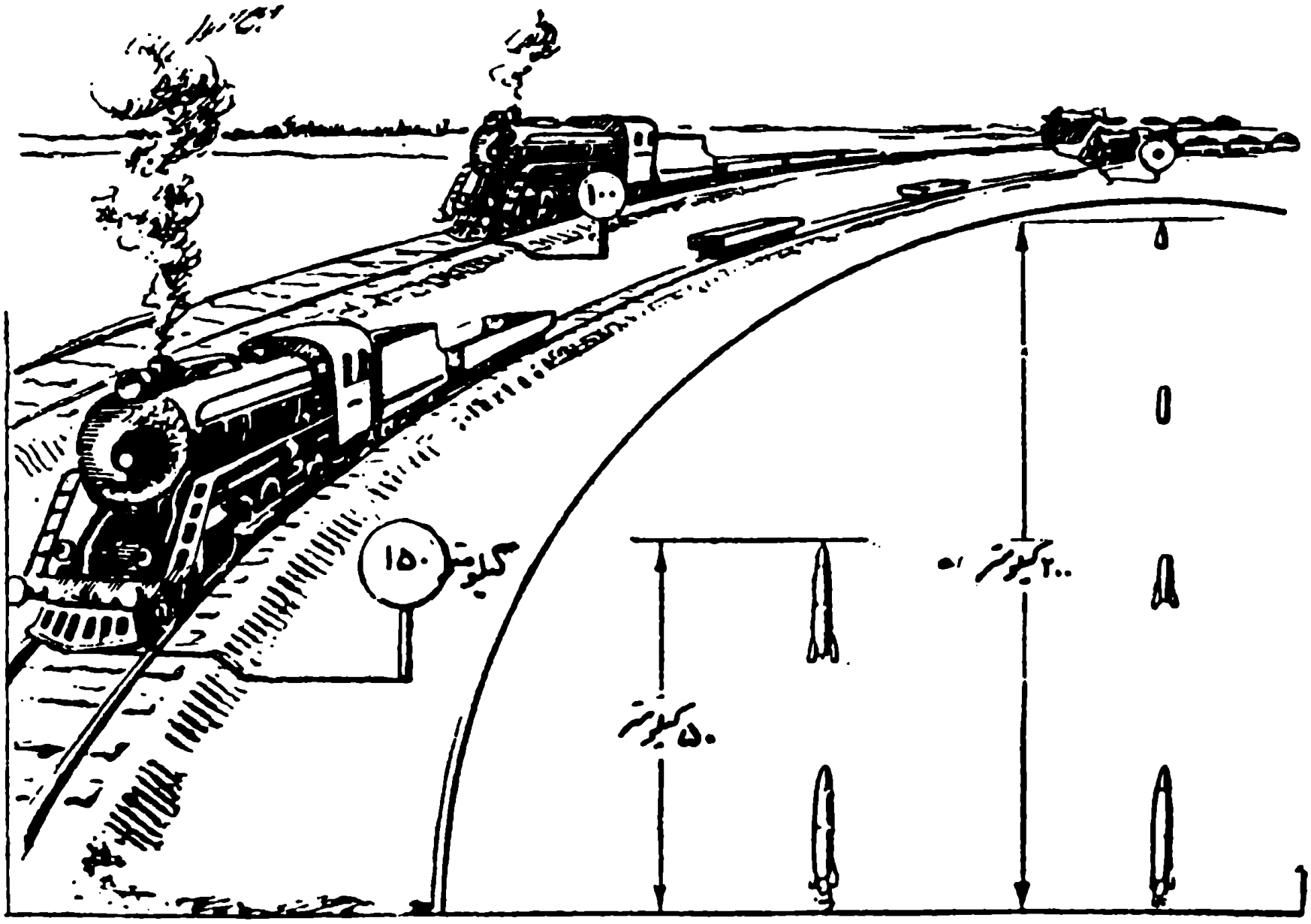
نسبت سوخت بوزن موشکها ازچه قرارست ؟

درموشك سنگین یاد شده درفصل پیشین ، وزن سوخت هنگـام پرتاب ۹ تن و همهٔ وزن موشك ۱۳ تن بود . پس نسبت سوخت بوزن $\frac{۹}{۱۳}$ یادرحدود ۷/. است.بموجب فرمول موشکها اگرنسبت سوخت بوزن در این موشك از ۷/. به ۸/. افزایش یابد ، سرعت پروازآن درفضای‌آزاد ۳٤ درصد افزون خواهد شد .اگـراین نسبت از۸/. به ۹/. برسد سرعت پرواز ٤۳ درصد دیگر زیاد خواهـد گشت . اگر بتوانیم موشکی با نسبت سوخت بوزن ۹/. بسازیم سرعت پرواز موشك‌به ۵/۷۵کیلو متر درثانیه‌خواهد رسید . و برای رسیدن سرعت گریز(سرعت خروج ازمیدان جاذبهٔ زمین که در حدود ۱۱ کیلومتر درثانیه‌است) وزن ذخیرهٔ سوخت درموشك باید ۹۹ درصدوزن کل موشك درهنگام پرتاب باشد . بدیگرسخن ، وزن خود موشك ، موتور وبارمفیدآن (وسائل علمی، سرنشین وغیره) دراین موردباید فقط یك در صد وزن کل موشك درآغازحرکت باشد. بعلاوه هراندازه نسبت سوخت بوزن موشك‌افزایش یابد دشواریهای ساختمانی‌آن فزونترمیشود. شایدنسبت ۹۰/. برای‌نسبت سوخت بوزن میزان‌حداکثریست که میشود عملا بدان‌رسید . بعید بنظرمیآید که پروازبین کرات ازراه افزایش نسبت سوخت بوزن عملی گردد. بهترین انواع سوخت‌ها که ممکن‌است درآینده یافته شوندحتی‌اگرنسبت سوخت بوزن موشك حداکثرممکن باشد نمیتوانند سرعت پروازی‌بیش‌از۹ کیلومتر درثانیه تأمین کنند وتازه‌این درصورتیست که تلفات گوناگون رابشمارنیاوریم



شمای «قطارموشکی»

با اینهمه نبوغ دانشمندان این دشواری را هم بنحو درخشانی ازپیش پابرداشت تسیولکوسکی ازروسیه و گودارد ازامریکانخستین کسانی بودند که همزمان ومستقل‌از هم ، اندیشهٔ موشك چند مرحله‌ای یا « قطارموشکها » راپیشنهاد کردند . براساس این فکرآن قسمتهائی ازموشکرا که هنگام پرواز غیرلازم میگردد ، بدورمیاندازند .مانند همهٔ اندیشه‌های برجسته این راه حل ترکیبی ازسادگی فوق العاده و اثربخشی جالب توجه است. اینان پیشنهاد کردند که موشك باید از تعدادی قسمتهای مستقل و خودکار یا موشکهای جداگانه که بیکدیگرمربوط شده باشند تشکیل شود برای تجسم‌بهتر این ردیف موشکها قطاری ازواگنهای معمولی راه‌آهن تصور کنید که بطورعمودی‌برهم سوار شده باشند این قطارموشکها بدینسان پرواز خواهد کرد:



قطار«تحلیل رونده»دربالا قطارراه آهن . درپائین قطارموشك

هنگام‌آغازحرکت موتوری که بکارخواهدافتادموتورموشك عقبی‌خواهد بود که تمام قطاررا بارتفاع‌زیادی‌رسانده سرعت قابل ملاحظه‌ای بآن خواهدبخشید موقعی که تمام سوخت این موشك بمصرف رسید خود بخود ازقطارجدا شده بزمین سقوط میکند ویاباچترنجات فرودمیآید . درهمان‌آن‌موشك دومی‌شروع بکارمیکند وبافزودن سرعت تمام قطارادامه میدهد تا اینکه ذخیرهٔ سوخت‌آن هم تمام شود . سپس این موشك هم ازقطار جدامیشود . موتورموشك سومی شروع بکارمیکند الی‌آخر

از این لحاظ قطارمزبورکاملامنحصربفرداست وباقطارمعمولی راه‌آهن بسیارتفاوت دارد . ازآنجا که این‌قطار درحین پرواز«تحلیل» میرود تمام سرنشینان باید« درواگن»

اولی قرار گیرند و گرنه احتمال رسیدن بمقصد کم است!

روشن است که دراین صورت سرعت آخرین موشکی که بکارمیافتد (موشکی که در رأس قطارقراردارد) بیشترازسرعتی است که تمام قطار، اگرقطعات آن جدا نمیشد، با صرف همین اندازه سوخت میداشت، زیرا دیگر کشیدن باراضافی بصورت موشکهائی که‌کارخود را کرده ودیگرسودی ندارد، منتفی میشود.

هرقدرتعدادمراحل موشکهابیشترباشد، اثرحاصله ازلحاظ افزایش سرعت‌نهائی بیشترخواهد بود و ما میتوانیم مناسبترین تعداد را حساب کنیم مثلا اگر بخواهیم موشکی که ده کیلوبار مفید دارد بسرعت گریز (خروج از میدان جاذبهٔ زمین) برسد میتوانیم موشك پنج مرحله‌ای انتخاب کنیم و دراین صورت وزن آن در آغاز حرکت ۳۷۵ تن خواهد بود. اگرتعداد مراحل موشك به ۱۰ افزایش یابد وزن کل قطار در آغاز حرکت به یك ششم این مقدار یعنی فقط ۶۰ تن تقلیل خواهدیافت.

ازطرفی باید توجه داشت که‌افزایش زیاد مراحل‌موشك هم چندان مفید نیست وبعلاوه اشکالات جدی طراحی پیش می‌آورد.

مثلا قطاری که شامل ۵ موشك باشد می‌تواند سرعتی ۵ برابر سرعت یك‌موشك تأمین کنداما بارمفیدی که‌آخرین مرحلهٔ این قطارمیتواند حمل کند ده هزاربار کمتر از باریست که موشك یك مرحله‌ای با سوخت مساوی تمام قطار میتوانست حمل‌نماید، یعنی درمقابل هریك‌تن بارمفیدموشك یك مرحله‌ای فقط ۱۰۰ گرم بار مفید درموشك پنج مرحله‌ای خواهیم داشت!

میتوان چنین پنداشت که بعید است در عمل ساختن موشکی بیش از ۵ تا ۷ مرحله مناسب تشخیص داده‌شود

فکرساختن موشکهای چندمرحله‌ای‌هم اکنون درموشکهای رزمی‌کاربردفراوانی دارد. بویژه موشکهای، دو مرحله‌ای وسیعاً درجنگ اخیربکاررفته‌اند

دراین زمینه باید گفت که بکمك موشکهای سه مرحله ای ارتفاع ها و سرعت های پروازی بدست آمده که برای تکنیك جدید واکنشی بمنزلهٔ حدنصابهای تازه‌ایست ومادراین باره درفصل دهم سخن خواهیم راند. بعلاوه فشفشه های سوخت جامد چند مرحله‌ای نیزبمنظورهای نظامی ساخته شده‌اند که ساختمان بغرنجی دارند.

یکی ازمخترعین شوروی به اندیشهٔ موشکهای چند مرحله ای تکامل بیشتری داده است. آشکاراست که اگرما میتوانستیم قسمتهای زائد موشك، همان قسمت‌هائی راکه پس از مصرف سوخت بدورافکنده میشوند بعنوان سوخت درموتور فشفشه‌ای با سوخت مایع بکاربریم سرعت‌نهائی موشك افزایش‌میافت. همین فکرپایهٔ طرح‌مخترع نامبرده را تشکیل میدهد. اوچندین طرح برای موشکهای چند مرحله‌ای فضا پیما

تهیه کرده که درآنها قسمتهای فلزی موشك مانند مخازن خالی شده ، بالها وغیره کـه دیگردرپروازبکار نمیآیند ذوب‌شده باطاق احتراق موتوررسانده میشود . همین‌مهندس پیشنهاد کرده که برخی‌ازفلزات مانندآلومینیوم بعنوان سوخت درموتورهای فشفشه‌ای با سوخت مایع بکاررروند وآزمایشهائی هم برای سوزاندن‌این مواد قابل احتراق فلزی انجام داده است.

دانش حرکت موشکها محدود و منحصربه حالت سادهٔ پرواز در « فضای‌آزاد» نیست . مسائل بسیار مهمی‌ازنظرتئوری پروازبین سیارات حل شده‌وفرمولهائی کـه پایهٔ دانش فضاپیمائی را تشکیل میدهند بدست‌آمده‌اند.

دراین فرمولها ، پرواز موشکها درمیدان جاذبه ، تأثیر مقاومت هوا در پرواز درجو زمین ، مناسب ترین شیوه های پرتاب موشك ومحاسبهٔ ذخائرلازم سوخت‌برای پروازهای کیهانی گوناگون و بسیاری مسائل پیچیدهٔ دیگر که پایـهٔ نظری دانش فضا پیمائی را تشکیل میدهند مورد بررسی قرار گرفته است

پرسشی پیش میآید تکامل تکنیك‌واکنشی چه دورنما وامکانهائی برای‌تسخیر تدریجی پهنای بیکران کیهان دربرابر فضاپیمایان میگشاید ؟

۸

ازهواپیمای فشفشه‌ای تاناو کیهانی

درسال‌هائی که مارا ازبنیادگزاران دانش فضا پیمائی جدا میکند ، درستی نقشهٔ تسخیرتدریجی فضا ، که پیشگامان این فن پیش بینی کرده بودند ، به ثبوت رسید .

این دانشمندان معتقد بودند کــه راه یافتن بفضای کیهانی تنها ازراه پیشرفت هواپیمائی وتکنیك واکنشی‌امکان پذیراست .آنان میگفتند که نخست ارتفاعات بیشتر وبیشتری باهواپیماهای معمولی پیستونی بدست خواهند آمد ، سپس دوران هواپیمائی جت فرا خواهد رسید که‌سرعت‌های پروازوارتفاع صعودرابمیزان قابل‌ملاحظه‌ای‌افزایش خواهند داد ، سرانجام هواپیما های فشفشه ای مجهزبه موتور های فشفشه‌ای باسوخت مایع پدید خواهندآمد که بتوانند درطبقات‌بالای‌جوبسرعتی‌پرواز کنند که‌ازعهدهٔ انواع دیگرهواپیماها برنیاید ، وسپس باافزایش تدریجی سرعت پرواز ، ارتفاع وبرد وکاهش سطح بالها به موشك کیهانی میرسیم .

اما برخی ازدانشمندان چنین نمی‌اندیشیدند — اینان باور داشتند که فضاپیمائی جدا ومستقل ازهواپیمائی پیشرفت خواهد یافت وراه خودرا خواهد پیمود. اینان‌معتقد بودند که فضاپیمائی میدان‌کاملا تازه‌ای از کوشش بشری خواهد بود و پدید آوردن ناو کیهانی مسئله‌ایست که باید بعنوان چیز کاملا نوی ، از بیخ وبن حل شود و تجارب هواپیمائی نمی‌توانند دراین‌کار یاورما باشند .

اکنون میتوان گفت که تاریخ اندیشهٔ اینان‌را رد کرده است ، وجای شك نیست که سراسرتکامل هواپیمائی وتکنیك واکنشی در آن جهت بود که زمینه را برای حل مسائل فضاپیمائی فراهم‌آورد . بدون یاری جستن ازتجاربی که طی‌سالیان دراز، بوسیلهٔ هواپیمائی وتکنیك واکنشی اندوخته شده ساختن ناوفضاپیما غیرممکن خواهد بود.

هواپیمائی وتکنیك واکنشی پایهٔ فنی فضاپیمائی‌رامیسازند . ودرست بهمین دلیل است که امکان عملی ساختن پرواز های فضائی سال بسال مشهودتر و تحقق این آرزوی دیرین آدمیان محسوس‌ترمیگردد .

تکامل تکنیك واکنشی خصوصیت بسیار جالب دیگری‌را هم روشن کرده وآن اینست که دررشتهٔ تکنیك واکنشی که تاکنون از هم مستقل بودند ، یعنی هواپیمائی وتوپخانه ، اندك اندك بهم نزدیك می‌شوند . نمای ظاهری هواپیماها وموشکها پیوسته به یکدیگر همانند تر می‌شود و کم کم در آنها نمونه‌های آیندهٔ ناوهای فضاپیما قابل تشخیص می گردد . هواپیماها کم کم شکل مشخصهٔ هواپیما های معمولی ملخدار را از دست میدهند ، دماغهٔآن‌ها رفته رفته مانند یك هرمی نوك تیزمی‌شود . بالها کوچك‌تر شده بشکل پیکان در میآیند مقطع بال شکل خود را که چون قطرهٔ کشیدهٔ آب بود تغییرداده بشکل کوه لبه تیزی در می‌آید . ازسوی دیگر مرمی‌های سنگین واکنشی مجهزبه بالچه‌ها شده بیش‌ازپیش شکل هواپیماهای جدید جت را بخود می گیرند .

حتی‌نحوهٔ پروازهواپیما درآینده شاید بانحوهٔ فعلی‌تفاوت کلی پیدا کرده به‌نحوهٔ پرواز مرمیهای توپخانه نزدیك شود . امروز چنانکه میدانیم موتور هواپیما در سراسر مدت پرواز کارمیکند وحال آنکه موتوریك مرمی واکنشی تنهادریك مدت بسیار کوتاه هنگام پرتاب عمل مینماید . باکار گذاشتن موتوری درهواپیما که کشش بیشتری داشته باشد ممکن خواهد بود کـه هواپیما مانند یك مرمی پرواز کند . دراین صورت موتور هواپیما تنها درمدت کوتاه هنگام آغاز پرواز کار خواهد کرد ودر نتیجه بهواپیما سرعت بسیار زیادی داده آنرا بارتفاع‌قابل ملاحظه‌ای ـ درست مانندیك مرمی ـ خواهدرساند. پروازبعدی هوا پیما باموتورخاموش انجام خواهد گرفت بطوریکه دیگر سوخت مصرف نخواهد شد وهواپیما پروازآزاد و دور دستی کرده بتدریج فرود خوامدآمد . محاسبات نشان میدهد که بااین شیوه هواپیما میتواند نسبت بسایرانواع هواپیما فاصلهٔ بیشتری‌را درزمان کمتری بپیماید

نباید تردید داشت که پروازهای بسیار طولانی وبسیار سریع درآینده باین شیوه عملی‌خواهدشد . مثلابااین شیوه میتوان دریکساعت ازخاوردوربه اروپا پرید وازحرکت مرئی خورشید پیشی گرفت ... یعنی مثلانهاررا درتوکیوخورده ودرهمان روز... صبحانه را درپاریس صرف نمائیم !!

چنین پروازهائی هواپیمائی راهمانند فضا پیمائی‌خواهد ساخت زیرا برای عملی ساختن‌آن هواپیما باید درمحیطی پرواز کند که درواقع آستانهٔ فضا بشمار می‌آید .

شیوهٔ پروازیك ناوفضاپیما هم براساس پروازی کوتاه وباقدرت موتور درآغازکار و پروازآزادوطولانی بعدی‌استوارخواهدبود . درفصل دهم باتفصیل‌بیشتردربارهٔ امکانهای‌چنین پروازهای فضائی در روی زمین سخن خواهیم گفت

فرمول موشکها که در فصل پیش از آن سخن گفتیم نشان می‌دهد کـه تکنیك واکنشی برای حل مسائل فضاپیمائی بموازات چه‌خطوطی باید تکامل‌یابد . برای تکامل

یك دستگاه پرواز کنندهٔ واکنشی باید کاری کرد که : اولا ـ دستگاهی‌با وزن مفروض ذخیره سوخت هرچه بیشتری را درخود جای دهد . وثانیاً ـ موتورفشفشه‌ای با سوخت مایع حداکثرسرعت گازهای خروجی راتأمین کند .

دورنمای تکامل تکنیك واکنشی دراین دوجهت ازچه قراراست ؟

امروزه امکانات افزایش نسبت سوخت بوزن موشکهابسیارمحدود است موشك دور پروازی را کـه در فصل ششم ازآن یاد شد بخاطرآورید . وزن سوخت این موشك $\frac{۱}{۴}$ ۲ برابروزن موشك خالی‌است دربهترین حالات ممکن بود این نسبت رابه ۳٫۵تا ۴ افزایش داد که خود کامیابی جالب توجهی خواهد بود . زیرایك مخزن معمولی سبك ازآلومینیوم باظرفیت ده کیلوگرم سوخت در حدود یك کیلوگرم وزن دارد . بنابراین نسبت وزن بسوخت درمورد بالابابین معنی‌خواهد بود که برای هر ۱۰ کیلوگرم سوخت موشك بالافقط چهاربارسنگین‌ترازاین ظرف سبك‌آلومینیومی خواهد بود . ولی‌موشکها برای پروازدرسرعتهای شگرفی‌محاسبه می‌شوند، بنابراین باید قادربه تحمل‌اضافه بارهای بزرگ اینرسی باشند که درچنین سرعتهائی ایجاد می‌شوند . بعلاوه موشك حامل‌موتور، ابزارهای پیچیده و دستگاه هدایت است همهٔ اینها بنحو قابل ملاحظه‌ای وزن آن را می‌افزایند .

تنها بابکاربردن موشك چند مرحله‌ای می‌توانیم وضعی‌ایجاد کنیم که در برابرهر کیلوگرم وزن موشك (هنگامیکه همهٔ سوخت مصرف شده باشد) ، چندین ده کیلو گرم سوخت (هنگام‌آغازحرکت) داشته باشیم، وضعی که ایجادآن برای پرواز کیهانی ضرورت دارد . نظریهٔ استفاده از قطعات زائد موشك بعنوان سوخت می‌تواند این نسبت راچندین باربیشترافزایش دهد

باین سبب است که تکمیل طرح موشکهای چند مرحله‌ای ، گرد آوری تجارب بکارانداختن‌آنها، بدست‌آوردن ارتفاع‌ها ومسافتهای بیشتردرپرواز این موشکها، نخست بدون سرنشین وسپس باسرنشین مورد علاقهٔ مخصوص فضاپیمائی است

دشواری و پیچیدگی مسئلهٔ افزایش سرعت جت (خروج گازها) از یك موتور فشفشه‌ای باسوخت مایع کمترازمسئلهٔ قبلی‌نیست .

درزمان حاضراین سرعت از۲۰۰۰ـ۲۵۰۰ متردرثانیه تجاوز نمیکند افزایش سرعت‌خروج گازها بدشواری ممکن است ونیاز بکوشش فوق‌العاده دارد . برای بدست آوردن این افزایش، دومسئله باید همزمان وجدا ازهم حل‌شود ـ ازیکسوسوخت‌کالری دارتری یافت یعنی سوختی که هنگام سوختن بیشتر گرما بدهد واز سوی دیگرتوانائی موتور رابرای‌کار کردن با این‌سوخت، یعنی تاب‌آوردن‌آنرا دربرابر گرمای این‌سوخت ، تأمین‌نمود هرچه گرمای سوخت، هنگام سوختن درموتوربیشترباشد سرعت جت بیشتر

خواهد بود ، بشرطیکه سایر شرایط یکسان باشد .

امروزبیشترین‌سرعت‌های جت ازبکاربردن اکسیژن مایع‌بعنوان اکسید کننده وفرآورده‌های نفتی (بنزین ونفت) بعنوان‌مواد قابل‌احتراق بدست میآیند . استعمال‌آب اکسیژنه یا اسید نیتریك بعنوان‌اکسیده کننده کمترین سرعت‌هارامی‌دهد . میپرسند: درصورتیکه بهترین ترکیب از اکسید کننده‌ها و مواد سوختنی که با عناصر شیمیائی موجود قابل تولید باشند بکاربریم امکانات افزایش سرعت جت ازچه قرارخواهد بود؟

کاوش دانشمندان نشان می‌دهد کـه این امکانات رویهمرفته بسیار محدودند ترکیبات فسفرو سلیسیوم ، فلزات و ترکیبات آنها بویژه ترکیبات برو هیدرژن (یا باصطلاح براتها) وغیره رابعنوان مواد سوختنی‌وازن وترکیبات فلوئور وغیره را بعنوان اکسید کننده‌ها می‌توان درشمارسوختهای‌آینده دانست .

این روزها چند سوخت جدید موردآزمایش‌است وروشن است که درآینده جای سوختهای کنونی را خواهند گرفت . اما سرعت جت حتی در صورت بکار بردن این سوختهاهم‌از ۴۵۰۰ متردرثانیه بیشترنخواهد شد . بدین‌سان می‌بینیم که دانش شیمی‌از افزایش قابل ملاحظه سرعت جت یك موتورفشفشه‌ای باسوخت مایع ناتوان‌است ، زیرا انرژی شیمیائی کـه هنگام سوختن این سوختها بدست می‌آید برای این منظور کافی نیست . اما باید گفت که تاکنون منابع‌شیمی وامکانات سوختهای شیمیائی‌کاملاشناخته وبهره برداری نشده‌اند .

چنانکه گفتیم بررسی‌ها و آزمایشهای نوین در انتخاب سوختهای ثمر بخش‌تر، افزایش سرعت جت رابمیزان ۵۰ درصدنسبت به‌سرعتهای موجود امکان پذیرخواهند ساخت. این‌امر که سرعت وبرد پروازموشکها را بمیزان قابل‌ملاحظه‌ای افزایش‌خواهد

مسافات نسبی پروازموشکها باسوختهای مختلف(مسافتی که یك موشك باسوخت بنزین واسیدنیتریك می‌پیمایدبعنوان واحدگرفته شده است)

دادگام بزرگـی در تکامل تکنیك واکنشی و پیروزی برجسته‌ای در کار تسخیر فضا خواهد بود .

ولی‌یافتن سوختهای تازه وثمربخش‌تربرای بدست‌آوردن این‌پیروزی کافی‌نیست، باید کاراطمینان بخش موتورباچنین سوختی تأمین شود . موتورهای فشفشه‌ای با سوخت مایع درشرایط بسیار دشوارتری ازشرایط کار موتورهای دیگرمانند موتورهای هواپیما واتومبیل و کشتی وغیره‌کارمیکنند وبهمین‌سبب‌است که موتورهای فشفشه‌ای مزبور کمتر قابل اطمینانند وعمرشان کمتراست . دشواری شرایط کار موتورهای فشفشه‌ای باسوخت مایع ازاین جهت است که گازهای محصول احتراق در داخل این موتورها فشار و درجه حرارت بسیار زیادی دارند وبسرعت شگرفی‌حرکت میکنند .

این شرایط کار مسئلهٔ خنك کردن این موتورهارا بی‌اندازه مهم ودشوارمی‌سازد. گازهائی که این موتورها را با فشار ده‌ها اتمسفر و حرارت سه هزار درجه سانتی گراد و حتی بیشتر پر می کنند با چنان سرعتی از روی جدارهای موتور می گذرند که در بسیاری از جاهای آن مـانند دهـانهٔ موتور از سرعت صوت درمی گذرد . روشن است که در هر ثانیه مقدارهنگفتی حرارت به‌جدارهای موتورمنتقل می‌شود.اگردیواره‌های موتور بطریقی دربرابر این گرما حفاظت نشوند این دیواره‌ها بسرعت خواهند سوخت و موتور آناً متوقف خواهد شد تا کنون چنان ماده‌ای شناخته نشده‌است که بتواند در برابر این گرما ودراین فشار تاب مقاومت بیاورد . باین‌دلیلست که یکی ازمهمترین شرایط اطمینان بخش بودن کار موتور فشفشه‌ای با سوخت مایع یافتن سیستم مناسبی برای خنك کردن دیواره‌های موتور است

حتی امروزه بسبب دشواریهائی که درامر خنك کردن موتور وجود دارد پاره‌ای سوختهای پرکالری را بکار نمی برند . زیرا استفاده از چنین سوختهائی درجهٔ حرارت گازها را در اطاق احتراق بالا تر می‌برد . بهمین سبب است که مثلا سوختی مرکب از اکسیژن مایع و بنزین یا نفت هنوز مورد استعمال وسیعی نیافته است وباز بهمین سبب است که موشك یاد شده در فصل ششم بجای الکل خالص از محلول ۷۵ درصد الکل و ۲۵ درصد آب استفاده می کند . افزودن آب درجه حرارت گاز ها را پائین می‌آورد و عمل خنك کردن موتور را آسان می کند گواینکه از ثمربخشی‌کارموتور می‌کاهد وکشش آن را تقریباً ۲۵ درصد (۵ تن) پائین می‌آورد .

ازاین جا نتیجه میگیریم که بکاربردن سوختهای جدید که دارای ارزش‌کالری‌ده بمراتب بیشتری هستند ، سوختهائی که برای ناو فضا پیما مورد نیازند ، مستلزم بهبود اساسی سیستم خنك کردن موتورهای فشفشه‌ای باسوخت مایع است .

یکی‌ازاین‌شیوه‌های احتمالی‌خنك کردن ، خنك کردن«رسوخی» یا«خنك کردن بوسیلهٔ تعرق» است . دراین صورت دیواره‌های موتورمتخلخل ساخته‌میشوند یعنی‌تعداد بیشماری‌سوراخ‌های‌بسیار کوچك بقطرچنده‌زارم میلیمتردراین جدارایجادمیکنند. مایع خنك کنندهٔ‌ویژای‌ازراه این‌سوراخها وارد موتور میشود درنتیجه سطح داخلی‌جدار که درتماس باگاز های گداخته است‌کاملا از قشر نازك مایع خنك کننده پوشیده میشود . بدینسان‌جداردربرابر گرم شدن‌بیش‌ازاندازه محفوظ میماند. چنین بنظرمیآید که جدار موتوردرحال«تعرق»است ونام‌این سیستم خنك کننده نیزبهمین‌مناسبت‌است . محتمل‌است که‌قسمتهای گداخته ترموتورهادرناوهای کیهانی‌دارای‌چنین سیستم خنك کننده‌ای‌باشند.

شیوه‌های دیگری نیزبرای خنك کردن موتورهای‌فشفشه‌ای باسوخت مایع اینك زیرآزمایش است . میتوان امیدواربود که موتورهای ناوفضاپیما بشکل اطمینان بخشی‌با سوخت‌های پرکالری جدید برای مدت چند دقیقه وحداکثر برای چندین ده دقیقه‌کار خواهند کرد . زیرا تاآنجا که میدانیم این مدت‌کاملا بسنده خواهد بود .

ازآنجا که سوخت‌های معمولی شیمیائی برای تأمین سرعتهای زیادجت(که‌برای پرواز کیهانی بدان نیاز است) دارای انرژی کافی نیستند . توجه دانشمندان فضاپیمائی بسوی منابع دیگرانرژی معطوف شده است . نیازی بتوضیح ندارد که مسئلهٔ استفاده از انرژی اتمی درنوبت اول مطرح میشود .

میدانیم که انرژی اتمی ـ یا دقیقترانرژی هسته‌ای — میلیونها بار بیش ازانرژی شیمیائی است

دامنهٔ گسترده وشگرف انرژی اتمی در پیش گرفتن حتی دور ترین پرواز ها را بژرفنای‌کائنات ازلحاظ تئوری ممکن میسازد کافیست یادآورشویم که انرژی حاصل‌از تجزیه ۲۰ کیلوگرم اورانیوم یا پلوتونیوم برای فرستادن جسمی بوزن هزار تن بماه و برگرداندن‌آن بزمین کفایت میکند نویسندگان افسانه‌های فضا پیمائی با توجه باین نکته ، طرح های افسانه‌آمیزی از چنین پروازهای دور دست میپردازند . اما داستان چنین ساده نیست انرژی اتمی گرچه مطالب فراوان درباره اش نگاشته‌اند ،حل مسئلهٔ پروازبین سیارات‌راکاملاً تأمین نمی کند

اینکه موشك فضاپیمای‌اتمی ساختنی‌است دیگرحدس‌و گمان‌نیست بلکه‌واقعیتی است بربنیادکامیابیهای فنی اما توانائی چنین ناوکیهانی نسبت‌به ناومعمولی که‌سوخت شیمیائی بکارمیبرد چندان تفاوتی نخواهد داشت ، زیرا امکانهای بالقوه انرژی اتمی یك چیزاست وتوانائی عملی وتکنیکی برای استفاده ازاین امکانها ، چیزدیگریست

چگونه میتوان این مطلب‌را توضیح داد ؟

لب مطلب‌آنستکه چگونه یك موتوراتمی بسازیم که دارای کشش واکنشی کافی

برای پروازناوباشد . برای بدست‌آوردن چنین کششی ، باید جسمی‌را باسرعت زیادبعقب سرپرتاب کنیم . درموتورفشفشه‌ای باسوخت مایع فرآورده‌های احتراق سوخت این‌جسم را تشکیل میدهند اما درموتورواکنشی اتمی این جسم چه باید باشد ؟ در آن چیزی که بسوزد وجود ندارد . درموتوراتمی بجای احتراق سوخت ما باتجزیه وتلاش اتم های یك جسم رادیواکتیومانند فلزاورانیوم سروکارداریم . درضمن این تلاش اتم‌های سنگین وپیچیدهٔ اورانیوم بدواتم سبك تر وساده‌تر اجسام دیگرتجزیه میشوند . هردواین اتم‌تازه که ازشکستن اتم اورانیوم پدیدآمده‌اند باسرعتی‌برابردهها هزار کیلومتردرثانیه درجهت مخالف یکدیگرپرتاب میشوند. انرژی حرکتی‌این قطعات که ازشکستن هستهٔاتم‌پدید میآید قسمت اصلی انرژی حاصل ازتلاش اتم‌ها را تشکیل میدهد

چگونه میتوان ازاین انرژی عظیم برای ایجاد کشش واکنشی سودجست ؟

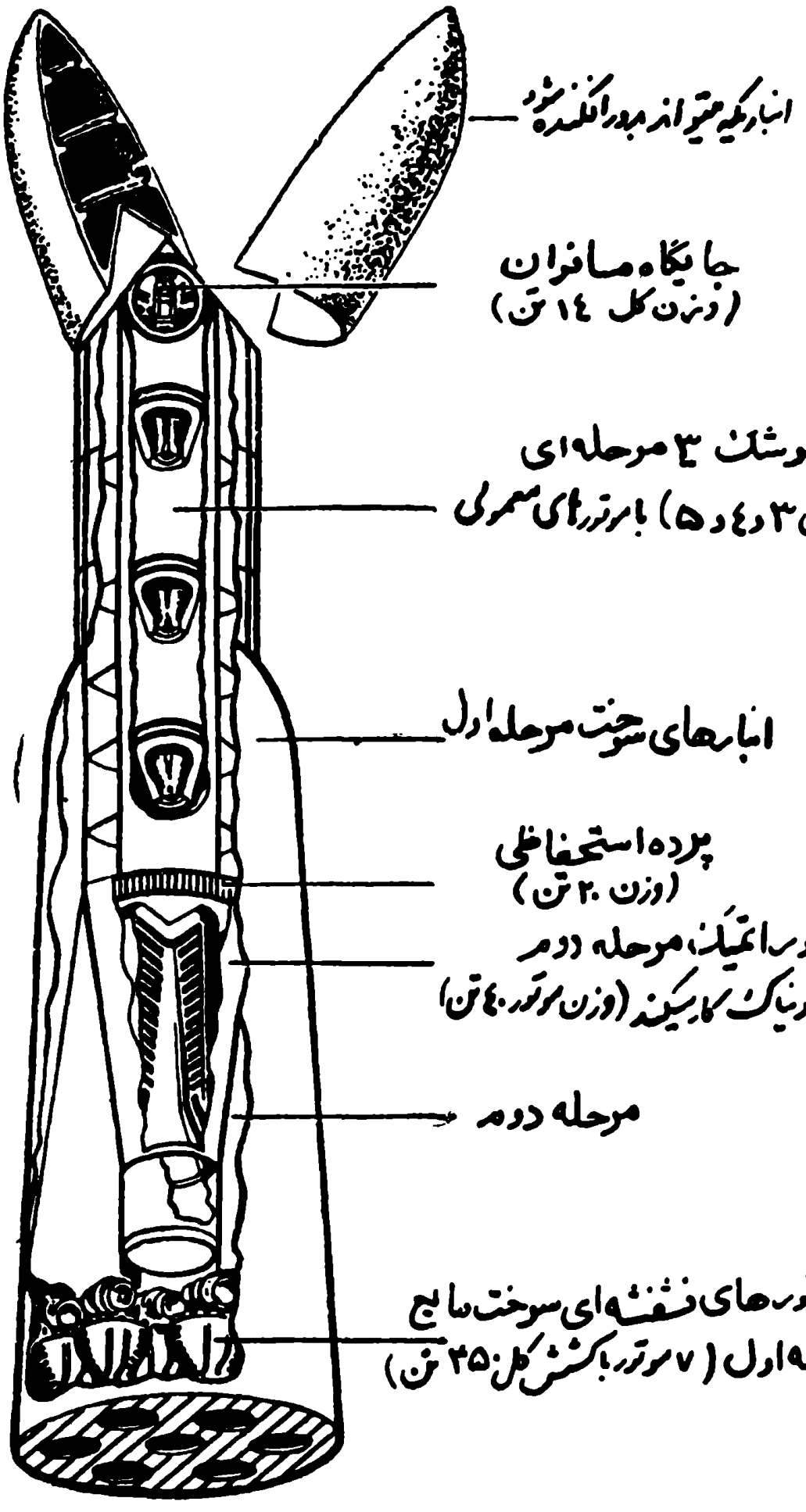
ساده‌ترین کاراین خواهد بود که محصولات این تلاش اتمی را که درداخل موتور انجام می‌پذیرد وادارایم که درجهتی‌ازتوی‌سوراخی که درموتوراست بگریزند. دراین‌حال جریان اجسام که بسرعت شگرفی میگریزند ـ سرعتی که هزارها ودهها هزار بار بیش ازسرعت معمولی گازهای گریزنده ازیك موتور فشفشه‌ای باسوخت مایع است — بهمان نسبت کشش بیشتری پدید خواهدآورد

ولی افسوس که چنین‌راهی ، که فوراً بذهن میرسد ، درعمل نشدنی است این مطلب چند دلیل دارد ولی یکی ازاین دلائل ازهمه مهمتراست. برای‌آنکه کشش‌چنین موتوری بحد کفایت باشد ، مثلاآن کششی که برای‌آغازحرکت ناولازم‌است‌ـ بایدمقدار نسبتاً زیادی‌ازمحصولات تلاشی اتم یعنی دست کم چند گرم یاچند ده گرم ازاین اجسام درهرثانیه ازموتوربخارج برتاب شوند . یعنی درهرثانیه چند گرم یاچند ده گرم‌اورانیوم درداخل موتورمتلاشی شود وازاین امرنتیجه میشود که موتورباید قدرت غول‌آسائی‌برابر صدها میلیون وحتی‌میلیاردها اسب بخارتولید کند . زیرا وقتی یك گرم اورانیوم‌متلاشی میشود همان اندازه انرژی پدیدمیآید که هنگام احتراق تقریباً ۱٫۷ تن بنزین بدست میآید . بدیگرسخن انرژی حاصل ازتلاشی هر گرم اورانیوم در ثانیه برابرصد میلیون اسب بخاراست .

در چنین موتوری درهر ثانیه گرمای‌خارق‌العاده‌ای پدید خواهد آمددیواره‌های موتور ، در اثر ضربه‌های بی‌شمار ذراتی که سرعت‌های سرسام آوردارند تاچند میلیون درجه گرم خواهند شد . و مختصر: موتورنگونبخت آناًبخار خواهد شد . باین جهت موتوری که از روی این اصل ساخته شود شبه موشك نامیده می‌شود. چنین شبه موشکی را تنها درصورتیکه کشش آن کم باشد می‌توان ساخت و دراین باره‌با تفصیل بیشتری در فصل هفدهم سخن خواهیم گفت

بنابراین از آنجا که جسمی که باید بوسیلهٔ موتور وا کنشی اتمی بخارج‌پرتاب شود نمی‌تواند محصول تلاشی‌اتمی باشد، باید جسم‌ویژهٔ دیگری‌برای‌این « دورافکندن» درناوباشد واین جسم واقعاً «دورافکندنی» است . زیرا مزیت عمدهٔ موتور اتمی که‌مدت کارعملانامحدود آنست ازمیان می‌رود . چون وقتی ذخیرهٔ محدودجسم « دورافکندنی» بپایان رسید دیگرفایدهٔادامهٔکارموتوراتمی چیست؟ لاجرم موتورراهم باید خاموش کرد .

چنانکه می‌بینیم مدت کارموتور اتمی‌ناو فضا پیما بستگی به ذخیرهٔ این‌جسم اضافی‌خواهدداشت.بدیگر سخن باکار گذاشتن موتور اتمی‌ازذخیره کردن‌سوخت شیمیائی رهایی‌مییابیم ولی ناچار جسم‌دیگری رابجای سوخت ذخیره میکنیم وبدین‌سان سرانجام بدانجا می‌رسیم که از آن راه افتاده بودیم .



طرح یك ناوبین سیاره‌ای (موشك پنج مرحله‌ای) با موتورواکنشی اتمی در مرحلهٔ دوم

تفاوت موتور وا کنشی اتمی با موتور فشفشه‌ای با سوخت‌مایع درآن‌خواهد بود که بجای‌اطاق احتراق یك پیل اتمی یا رآکتور خواهدداشت که درآن‌فعل و انفعال زنجیری شکافتن اتم‌های اورانیوم یا سوخت هسته‌ای دیگر انجام میگیرد . حرارت متصاعد شده دررآکتوربه مایع یا گاز دیگری داده‌میشود و این مایع یا گاز بصورت جریان گداخته‌ای از دهانهٔ موتور بخارج جهیده کشش‌واکنشی‌ایجاد خواهد کرد . دراین صورت سرعت جت ممکن‌است بیشتر از سرعت جت موتور فشفشه‌ای باسوخت مایع باشد و عملا تمام امتیاز موشك

اتمی در همین است .

با وجود این مسئلهٔ ساختن یك موتور اتمی واکنشی که از لحاظ تئوری کاملا حل شدنی و با وسایل تکنیکی که امروز دردست داریم‌انجام شدنی است با دشواریهای بسیاری روبروست کـه باید از پیش پا برداشته شوند . شك نیست کـه این مسئله در آینده حل خواهد شد و البته این یکی از پیروزیهای بزرگ برای فضاپیمائی خواهد بود گرچه انقلابی را که بسیار کسان از آن انتظار دارند ببارنخواهد آورد. بطورکلی میتوان تصور کرد که سرعت‌جت یك موتوراتمی بیش ازدوبرابر حد اکثرسرعت گازهای گریزنده از دهانهٔ یك موتور فشفشه‌ای با سوخت مایع نخواهد بود . ولی حتی اگر چنین باشد امکاناتی که در برابر فضاپیمائی گشوده خواهدشد بی‌شك فوق‌العاده گستوش خواهد یافت .

یکی از دشواریهای جدی که درساختمان ناوفضاپیمای اتمی‌باآن روبروخواهند شد لزوم حفاظت سرنشینان ناو وکارکنان پرتاب در برابر پرتوهای مرگباریست که‌یك رآکتور اتمی در پیرامون خود میپراکند .

اگر تدابیرپوششی لازم اندیشیده نشوند نمیتوان بدون‌آسیب جدی وحتی‌خطر مرگ از چند کیلومتری به موتور نزدیکتر شد باین دلیل در برخی از طرحها ، تنها یك مرحله ، مرحلهٔ دوم از یك ناو فضاپیمای چند مرحله‌ای به موتور اتمی مجهزاست و دراینصورت هنگامی که ناو بر روی زمین است موتور اتمی آن‌کار نمی کند و آغاز حرکت با موتورهای فشفشه‌ای با سوخت مایع انجام می‌پذیرد

موقعیکه ناو با این موتورها بارتفاع قابل ملاحظه‌ای رسید ، مرحلهٔ اول بـدور افکنده‌شده و موتوراتمی بکارمی‌افتد ودراین‌حال‌فقط‌کافیست که سرنشینان‌ناورا دربرابر پرتوهای‌مرگبار رادیو اکتیوحفاظت کرد وکارکنان‌زمینی‌دیگر نیازی‌بحفاظت ندارند

یك پردهٔ استحفاظی نسبتاً سبك‌کافی خواهدبود زیرا خود ناو چنان طراحی‌شده که پرتوهای زیان‌بخش را جذب کند و به پوشش سرنشینان کمك نماید

پس از مصرف شدن تمام مادهٔ کمکی (« بدور افکندنی ») موتور اتمی مرحلهٔ دوم که حاوی این موتور است نیز جدا گردیده و بکمك چتر نجـات بزمین فرستاده میشود . پرواز بعدی بوسیلهٔ موتورهای معمولی سایر مراحل که کشش نسبتاً کمتری دارند عملی خواهد شد یك چنین ناوی برای پرواز بدور ماه ، طبق بعضی محاسبات ۱۲۰۰ تن وزن خواهد داشت .

آنچه که ما دربارهٔ تکنیك واکنشی میدانیم شاهد آن است کـه هم اکنون دارای وسائل لازم برای آغاز یورش بفضا هستیم

بخش سوم این کتاب به اولین نتایج چنین یورش و نقشه‌های یورش‌های بعدی اختصاص دارد

بخش سوم

یورش به فضای بین سیارات

۹

ذرهٔ جو

معمولا کمتر کسی بدین نکته توجه دارد که تاچه حد بمناسبت اتفاقهائی که در زندگی ما رخ میدهد مدیون جو زمین هستیم

اگر در پیرامون زمین جو نبود زندگی روی آن ممکن نمیشد ما اکسیژن مورد نیاز خود را ، که بدون آن هیچ موجود زنده توانائی زیستن ندارد ، از جو میگیریم . خوشبختانه مقادیر هنگفتی اکسیژن درجووجود دارد و گیاهان نیزپیوسته این موجودی را تجدید میکنند . اگر اکسیژن جو را بمایع بدل میکردند ،سراسر زمین را با پوسته‌ای بکلفتی ۲ر۲ متر می‌پوشاند .

ولی‌نیاز ما به جو،تنها بعنوان‌مبنع اکسیژن‌نیست. جوزندگی‌را برروی زمین‌بسیار آسوده و مرفه میسازد . قشر کلفت‌جوزمین موجودات زنده راکه برروی زمین‌فراوانند ازتأثیرات خشن فضای پهناور ، این دریای بیکران که زمین ما چون ذرهٔ نا چیزی در آن شناوراست ،درامان میدارد . محیط فضابشکل‌توانفرسائی سرد است . درجهٔ حرارت یك جسم سماوی کـه بفاصلهٔ زیـادی ازستارگان قرار گرفته باشد ، مثلا در فاصلهٔ یك ستاره از ستارهٔ دیگر، بسیارنزدیك به صفر مطلق‌یعنی ۲۷۳ درجه سانتیگراد زیرصفر است . تنها گرمائی که‌بوسیلهٔ ستارگان دوردست‌متشعشع میگردد میتواند درجهٔ حرارت این جسم را بچند درجه بالاترازصفرمطلق برساند .

اگرجو پیرامون زمین را نگرفته‌بود درجهٔ حرارت‌آن قسمت ازسطح زمین که برابر خورشید نیست به ۱۶۰ درجه زیر صفر پائین میآمد و آن قسمت که زیر تابش پرتوهای سوزان‌آنست تا ۱۰۰ درجه بالای صفر بالامیرفت .

همین شرایط درماه که جونداردبرقراراست. روشن‌است که زندگی برروی‌چنین سیاره‌ای بسیار ناراحت میبود .

جو ، که زمین را چون ابر ضخیمی از مه میپوشاند کـار یك پردهٔ مؤثر عایق حرارت‌را انجام میدهد. اماجو پردهٔ ویژه‌وشگفت‌آوریست که هیچ پردهٔ دیگری‌نمیتواند

باآن رقابت کند . زیرا این پرده مانع عبورپرتوهای خورشید که ازبیرون زمین میتابند نمیشود ولی مانع آن میشود که زمین گرمای دریافتی را ازدست بدهد یا پس ازنشستن خورشیدآن را درفضا بپرا کند . ببر کت وجود جو سطح زمین در معرض افت‌های تند حرارت‌نیست ونوسانهای روزانهٔ درجه حرارت نسبتاً خفیف‌است . زند گی، بر روی‌زمین مانند زند گی درترموس (شیشه‌های دو جدارهٔ حافظ گرما یا سرما که درآن چیزی را گرم یا سرد نگاه میدارند) غول پیکریست که‌ساختمان شگفت‌آوری دارد ، یعنی‌جلو عبور گرما را دریك جهت نمی گیرد ولی انتقال آن را در جهت مخالف مانع میشود . براستی تصوراینکه بدون چنین «ترموسی» چه بسر بشر میآید ترس‌آور است .

ازآنجا که جوبطوریك نواختی گرم نمیشود جریانهای هوا و بادها بپا میخیزند. انرژی باد ها از دیرباز بآدمیان خدمت کرده‌است . این جریانهای هوا به تنظیم درجهٔ حرارت‌جو کمك میکنند.آنها ابرها را ازسوئی بسوئی میرانند و بارانهای سودبخش را برمزارع میریزند و دوران‌آب را ، که انسان بدان نیاز دارد. ایجاد میکنند .

جو ، جایگاه پیدایش « آب و هوا » با خصوصیات ویژهٔ آنست اما جو تنها یك پردهٔ حرارتی نیست و پدیده‌هائی که در آن رخ می‌دهند تنها پدیده‌های حرارتی نیستند . خورشید ، همراه با پرتوهای حرارتی پرتوهای دیگری را که « ماوراءبنفش» نامیده می‌شوند بسوی زمین می‌فرستد ، زیرا اثر همین پرتوهاست که پوست بدن ما ، آن رنگ زیبای مفرغی را که‌آفتاب سوختگی‌می‌نامیم بخود می گیرد . اما بخش‌معینی از این پرتوهای ماوراء بنفش بجای سود، آسیب می‌رسانند. در این جا نیز جو ، چون مدافعی نامرئی پا پیش می‌نهد و این بخش زیان‌آور پرتوهای ماوراء بنفش خورشید را جذب می کند اگر همهٔ این پرتوها بانیروی نخستین خود بزمین‌می‌رسید زند گی بر روی زمین باحتمال قوی غیر ممکن بود . (در فصل‌بیست‌ویکم، اثرات انواع گوناگون تشعشع را بر روی ارگانیسم انسان ، بتفصیل بررسی خواهیم کرد)

اما باید دانست که جو زمین دربرابرپرتوهای خورشید تنها از راههای: تضعیف، گرفتن شدت ، تصفیه ، جذب پرتوهای زیان‌بخش آنها ، نیست که ما را محافظت می کند . دانش ثابت کرده است که پرتوهای دیگری هم ازفضای بیرونی و از هرسو بسوی زمین می‌تابند این پرتوها را اشعهٔ کیهانی می‌نامند .

اشعه کیهانی جریانهائی از ذرات اجسام‌اند که بطور عمده از هسته‌های اتم هیدرژن ، هلیوم و پاره‌ای عناصر دیگر شیمیائی تشکیل شده‌اند این ذرات‌بسرعتهای فوق‌العاده‌ای در حرکتند . انرژی آنها میلیون ها بار بیش از انرژی حاصل از شکافتن اتمهای اورانیوم است . اگر جو زمین پیرامون آن را نمی گرفت ، جوی که هدف‌این بمباران وحشتناك است ، شاید اشعهٔ تضعیف نشده کیهانی که بداخل ارگانیسم راه

میبافتند ، آسیب فراوان می‌رساندند. ضمناً این مطلب که‌آیا اشعهٔ مزبوربراستی‌برای آدمی خطرناکند هنوز به یقین‌مسلم نشده و برخی دانشمندان عقیده دارند که آسیب زیادی‌از این ذرات‌نخواهد رسید.چون مجموع شمارهٔ‌آنها در اشعهٔ کیهانی‌چندان نیست.

اما این ذرات نامرئی سریع‌السیر بسطح‌زمین نمی‌رسند . آنها در جو زمین‌نابود می‌شوند ، یعنی با اتمهای گازهای جو تصادم کرده انرژی خود را درآن پخش می‌کنند . تنها « نواده‌ها » و « نبیره‌ها »ی این ذرات از قشر جو می گذرند یعنی تنها قطعاتی از هسته‌های اتم که با ذرات نامبرده درقشرهای فوقانی تلاقی کرده‌اند ، به کف اقیانوس هوائی می‌رسند .

انرژی این ذرات ، که بسطح زمین می‌رسند و نه تنها بداخل ارگانیسم انسان بلکه تا عمق صدها متر بداخل خود زمین نیز رخنه می کنند . شگفتی‌آور است و روشن است که بشکل‌غیر قابل قیاسی کمتراز انرژی‌ابتدائی‌ذرات اولیه است ببرکت وجود جو، شدت تابش‌اشعهٔ کیهانی‌برروی زمین‌چنان‌است که برای‌آدمیان‌بی‌زیان‌است .

جو زمین تنها در برابر اثرات این پرتوهای مرگبار و بمباران ذرات نا دیدنی نیست که ما را محافظت می کند . فضای بیرونی زمین مارا با « مرمی‌های » بزرگتری هم بمباران می کند که سنگهای آسمانی ، یا شهابها باشند . میلیونها از این مرمی‌ها همواره بداخل جو زمین راه می‌یابند و با سرعتی برابر دهها و صدها هزار کیلومتردر ساعت می‌پرند که بارها بیش از سرعت گلوله‌ای است که از دهانهٔ توپ بیرون‌می‌جهد. راست است که ابعاد بیشتراین‌مرمی‌هاچندان زیاد نیست،آنها مانند دانه‌های ریزشن‌اند اما سرعت شگرفشان همین دانه‌های ریز را خطرناك می‌سازد . اگر جو زمین که‌بیشتر این سنگهای‌آسمانی درآن متلاشی‌می‌شوند ، نبود ؛ یك چنین« رگبار» سنگی‌زندگی را بر روی زمین غیر ممکن یا دست کم بسیار خطرناك می‌ساخت .

بدون جو ، صدائی هم وجود نمی‌داشت . ما قادر به سخن گفتن وشنیدن‌نبودیم و در آن صورت چه جهان سوت و کوری داشتیم !

جو زمین ، با رساندن اکسیژن به عدهٔ بی شماری ماشینهای حرارتی ، باتأمین تکیه‌گاه برای بال هواپیماها ، ملخ هلیکوپترها ، و بالن‌های هوائی بـه بشر خـدمت گرانبهائی انجام می دهد .

علاه برانجام خدمات بی شمار ، و نه تنها امکان دادن بلکه از بسیاری جهات آسوده ساختن زندگی‌ما بر روی زمین، جو منشاءِ مناظر زیبا و دل‌انگیزطبیعت است مناظری که هزاران سال‌بوسیلهٔ شاعران‌همهٔ ملتها، چیره‌دستانه توصیف وستوده‌شده‌اند. نیلگونی آسمان ، آمیزش رنگها هنگام طلوع و غـروب آفتاب ، زیبائی افسانه وار ابرها ، درخشیدن و چشمك اختران ، نرمش نوازشگرسپیده دم و شامگاه، آتش بازی

تقلید ناپذیر نورهای قطب شمال . . همهٔ این زیبائی ها را از جو زمین داریم

از نقطه نظر زندگی بر روی زمین جو بسیار سودمند و دلخواه است ، اماچون برای ترك زمین و گشت و گذار در فضا نقشه‌می کشیم ، جو دیگر نه تنها کمك نمی کند . بلکه‌مانع بزرگی در راه ماست ، ناوفضاپیمای خود را بهرسو که بخواهم متوجه سازیم نـاگزیر باید از میـان جو زمین بگذریم ، باید این « ذره » را بشکـافیم و بر دشواریهائی که با پروازبسیار سریع درهوا، بستگی دارند، غلبه کنیم. بعلاوه‌دشواریهای بسیار بزرگتر ، هنگام بازگشت ناو در انتظار آنست

برای‌درهم شکستن دشمن‌بایدآن را شناخت. جو مادر واقع چگونه چیزیست؟ تا چه بلندی بالای زمین گسترش می‌یابد ؟

بر سر راه ناو فضاپیما که بخواهد از جو بگذردچه مخاطراتی کمین گـرفته‌اند و چگونه می توان از آنهاحذر کرد ؟ این پرسش‌ها طبعاً مورد علاقهٔ طراح و ناخدای ناو فضاپیما هستند .

جوی که دور زمین را فراگرفته ، تا ارتفاع عظیمی در بالای آن ادامه می ـ یابد . اما گفتن اینکه دقیقاً در کجا ، در چه ارتفاعی در صد ، هزار یا ده‌هزار کیلومتری ، جو پایان می‌پذیرد و فضا آغاز می‌شود ، غیر ممکن است

جو بتدریج و نا محسوس بفضا تبدیل می‌شود و مطلقا غیر ممکن است که‌برای آن دو مرزی بصورت خط فاصل مشخص بیابیم .

هرچه‌ارتفاع اززمین افزایش یابد، غلظت جوکاهش می‌یابد وشمارهٔ ملکولهای هوا در واحد حجم رفته رفته کمتر می‌شود ، جرم عمدهٔ جو درست بالای سطح زمین‌و در ارتفاع بسیار کمی از آن قرار دارد ـ اگر ستون قائمی از جو که بلندیش‌بی‌نهایت و مقطع آن یك سانتی‌متر مربع باشد در نظر بگیریم ، وزن ستون هـوا در حـدود یك کیلوگرم خواهد بود اگر قسمت پائین این ستون را ، بطول یك کیلو متر از سطح زمین ببریم وزن ستون هوا بلافاصله صدگرم یاده‌درصد سبك‌ترخواهد شد. وزن ستون هوا بارتفاع ۵/۵ کیلو مترازسطح زمین نیم کیلوگرم یا نصف وزن کل ستون بارتفاع بینهایت خواهد بود اگروزن ستون را بارتفاع ۱۸ کیلومتر از روی زمین‌در نظربگیریم این‌وزن $\frac{۱۴}{۱۵}$ وزن کل خواهد شد حالا اگر بارتفاع ۱۵۰ کیلو متری این ستون بالا برویم . آنچه هوا در بالای سرما باقی خواهد مانـد یك صـد میلیونیم وزن کل ستون یعنی یك صد میلیگرم وزن خواهد داشت و باقیماندهٔ هوا در زیرمـا قرارخواهد گرفت .

بنا براین ممکن است چنین استنباط شود که در این ارتفاعات عملا جو وجود ندارد ، ولی حتی‌دراین ارتفاع هم یك سانتیمتر مکعب جو درحدود صدمیلیارد ملکول

هوا دارد حتی درارتفاع هزارها کیلومترهم آثاری ازجوهست که میلیارد ها میلیاردبار رقیق ترازجو سطح زمین است و درهرسانتیمترمکعب صدها و شاید فقط دهها ملکول هوا داشته باشد . وحتی آنچه راکه ما معمولا فضای فاقد هوا مینامیم در واقع بکلی تهی ازماده نیست ملکول ها و اتمهای منفرد درآن شناورند . ازاین قرارمی‌بینیم که تعیین حد و مرز جو برپایهٔ غلظت آن نا مقدور است چنین مرزی تنها مـی تواند قرار دادی باشد

خواص دیگرجوهم چندان کمکی به تشخیص حدود آن نمیکند

مثلا فرض کنید خصوصیات «آسایشی» جو ، یعنی خواصی که‌آنرا برای زیستن آدمی شایسته میسازد درنظربگیریم درا ین صورت مرزجو نسبتاً نزدیك زمین قـرار خواهد گرفت حتی درارتفاعات نسبتاً کم انسان‌نمیتواند بیرون ازمحفظهٔ کاملا مسدود یابدون پوشیدن لباس ویژه ، حتی‌اگرماسك اکسیژن هم داشته باشد ، زندگی کند زیرا فشار بیرونی غیر کافی خواهـد بود آزمایش نشان میدهد که انسان ورزیده و تمرین کرده‌ای در ارتفاع ۱۵ کیلومتری درعرض ۱۰ ـ ۱۵ ثانیه بیهوش میشود واگر ارتفاع را بیش ازاین هم افزایش دهیم دراین مدت تصادفی حاصل نمیشود. بنابراین از نظراین خواص ارتفاع جو بیش از ۱۰ ـ ۱۵ کیلومترنیست .

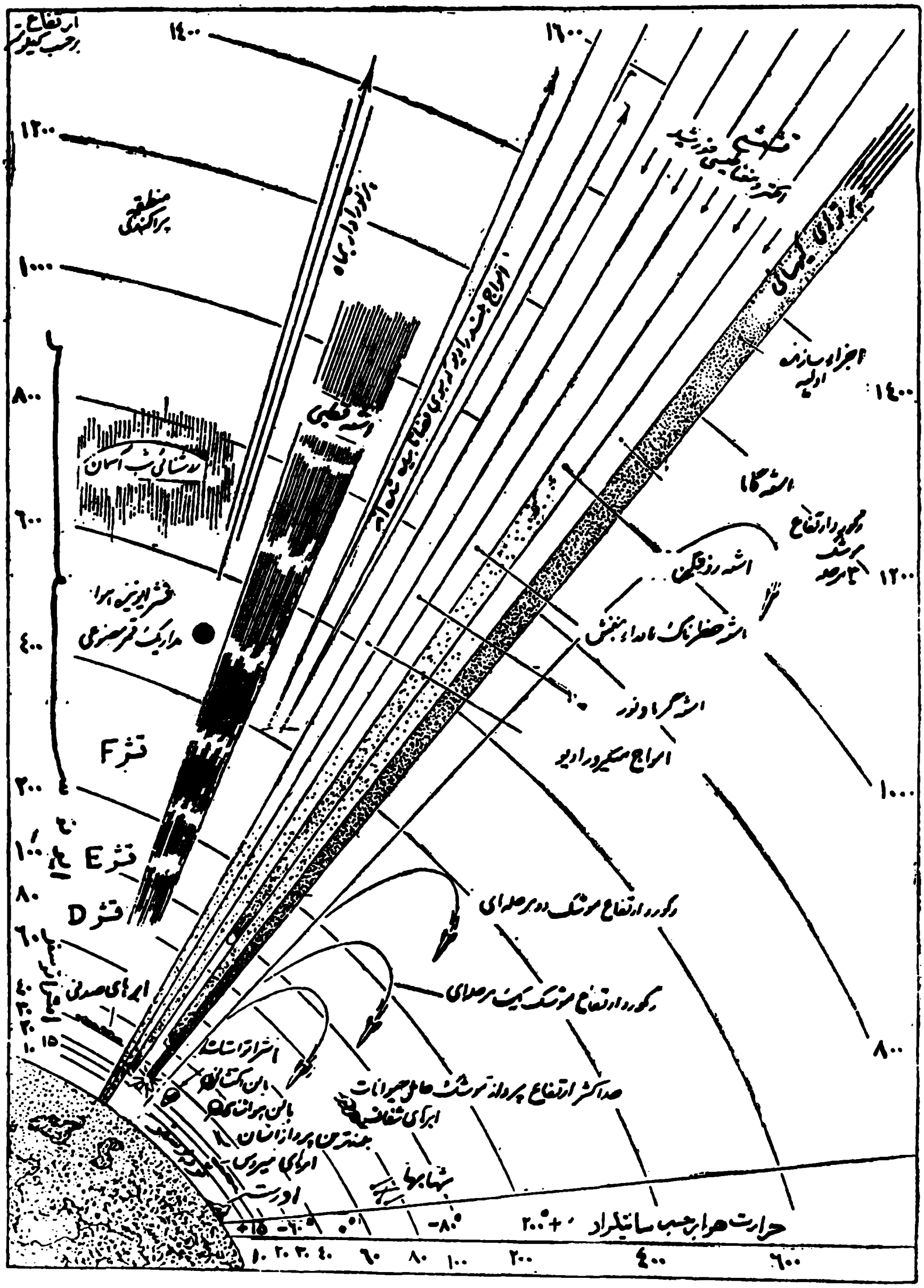
عمل جو بعنوان یك صافی در ارتفاعات بیشتری نمایان میگردد. اشعهٔ کیهانی درارتفاع ۲۰ـ۲۵ کیلومتری تقریباًتمام قدرت خودراحفظ میکند وپرتوهای ماوراء بنفش خورشید درارتفاعی بیش از ۳۰ ـ ۳۵ کیلومتر این خاصیت رادارند . درارتفاع ۱۰۰ ـ ۱۱۰ کیلومتری میتوان منتظربرخورد باشهاب‌ها بود دراین ارتفاعات است که معمولا شب‌ها «ستارگان میافتد .»

بنابراین اگربرپایهٔ این خواص جونتیجه گیری کنیم فضای بین کرات درارتفاع ۱۵ تا ۲۰ کیلومتری‌آغازشده ودرارتفاعی بیش ازصد کیلومتربفضای «مطلق» میرسیم . اما برخی پدیده‌های دیگرجو وجود دارند که درارتفاعات بمراتب بیشتری رخ میدهند. بویژه انوار شمالی که گاهی تا ارتفاع ۱۰۰۰ ـ ۱۱۰۰ کیلومتری زبانه میکشند

مقاومتی که جو دربرابر هرجسمی، که‌باسرعت‌معین درآن حرکت کند ، نشان میدهد بستگی به غلظت هوا دارد . باین جهت درارتفاعات زیاد کـه غلظت هوا بسیار نا چیز است ، مقاومت جو بسیاراندك است ، ممکن است بپنداریم کـه در ارتفاع صد کیلومتری میتوانیم‌ازمقاومت هواچشم بپوشیم، امابرخی‌از دانشمندان‌برآنند که هنگام پرواز با سرعتهای شگرف‌فضا پیمائی نه تنها مقاومت هوا بایدبحساب آید بلکه‌ممکن است این مقاومت حتی درارتفاعات چند صد کیلومتری‌هم نقش عمده‌ای بازی کند.

عقیدهٔ عمومی براینست که منطقهٔ موسوم به«پراکندگی» درارتفاع ۸۰۰ـ۱۰۰۰

کیلومتری شروع میشود قسمتی از ملکولهای هوا از این منطقه کنده شده بفضای بیرونی میجهند و درپهنای بیکران آن پراکنده میشوند. هوای این منطقه چنان رقیق



طبقات جو زمین

است که ملکولی میتواند صدها کیلومتر بیش ازبرخورد با ملکول دیگرطی کند .این برخورد هادرآنجابسیارنادرند وحال آنکه درسطح زمین ملکول ها درمسیریك سانتیمتر

صد هزاربار باهم تلاقی وتصادم میکنند

ساختمان جوزمین یك نواخت نیست و یك موشك فضا پیما هنگام گذشتن از آن از منطقه‌ای به منطقهٔ دیگر خواهد رسید . مانند کوه نوردی که هنگام صعود به قلهٔ کوهی مرتفع ازمناطق مختلف اقلیمی میگذرد .

آن قشرجو که ازهمه بزمین نزدیکتر است تروپوسفر نامیده میشود وبسته به فصل سال وعرض جغرافیائی (درقطب کمتر و در استوا بیشتر) از۷ تا ۱۸ کیلـومتر ارتفاع دارد . تروپوسفر کوره ایست که درآن وضع هوا ساخته میشود . همینجاست که بیشترفعل وانفعالهائی که وضع هوارامعین میسازد رخ میدهد باران‌وباد ومه دراین‌جا پدید میآیند .درجه حرارت هوادرتروپوسفرنسبت‌بافزایش ارتفاع پیوسته‌کاهش می‌پذیرد ودرمرزبالائی تروپوسفر به ۵۰ ـ ۶۰ درجه سانتیگراد زیرصفرمیرسد و این بدان‌سبب است که تروپوسفر باگرمائی که ازسطح زمین متشعشع میگردد گرم میشود . درحدود ۸۰ درصد تمام جودرتروپوسفر جای دارد.

استراتوسفربلافاصله ازبالای تروپوسفرآغازمیگردد ، گرچه گاهی یك قشرنازك واسطه‌ای که تروپوپاز نامیده میشود بین آندو قائل میشوند . زمانی بود که تصورمیشد درجهٔ حرارت درستراتوسفر با افزایش ارتفاع تغییرنمی کند بلکه درحدود ۶۰ درجـه سانتیگراد زیرصفر باقی‌میماند وسپس بتدریج‌کاهش میپذیرد بنحوی که برودتی که در فضا حکمفرماست در مرزهای جوبحد اکثرشدت خود میرسد . اما درواقع سرمای۶۰ درجهٔ زیرصفرتنهاتا ارتفاع ۳۰ ـ ۴۰ کیلومتر برقرارست وسپس درجه حرارت‌ناگهان شروع بافزایش میکند و در ارتفاع ۵۰ ـ ۶۰ کیلومتر به ۶۰ درجه سانتیگراد بالای صفر میرسد

ازآن پس درجهٔ حرارت بار دیگرناگهان میافتد : در ارتفاع ۸۰ کیلومتری‌بار دیگر به زیر صفر میرود و تا ۸۰ درجه زیر صفر و بیشتر میرسد که بیش از سرمای سردترین‌نقاط روی زمین است. دراین‌ارتفاعات‌است که‌ابرهای «شفاف» پدیدارمیگردند. طبق‌نظریهٔ برخی‌از دانشمندان این ابرها ازبلورهای ریز یخ که دراین ارتفاعات بوجود میآیند تشکیل میگردند.

ولی این‌آخرین‌افت درجه حرارت‌است . ازاین پس‌باز گرمای هوافزونی میبابد ودر ارتفاع ۲۰۰ کیلومتری به ۲۰۰ — ۳۰۰ درجه سانتیگراد میرسد وحال‌آنکه در ارتفاع ۱۰۰۰ ـ ۱۱۰۰ کیلومتری از۴۰۰۰ درجه سانتیگـراد تجـاوز میکنـد پاره‌ای‌از دانشمندان‌برآنند که درارتفاعات بیشتردرجهٔ حرارت‌بدهها هزاردرجه میرسد

این نه تنها پدیدهٔ غیر مترقبه‌ای است بلکه درنظراول برای فضا پیمایان‌آینده پدیدهٔ بسیارخطرناکی بنظرمیرسد .آیا واقعاًباید ناوفضا پیما صدها کیلومتر در محیطی

پرواز کند که نظیراندرون دیگهای بخار و کوره‌های آهن گدازی و شاید حتی‌بدتر از آنست ؟ خوشبختانه چنین نیست و نیازی بدان نخواهد بود که ناوفضا پیما با منطقهٔ آتشین بستیزد زیرا مفهوم درجهٔ حرارت در ارتفاعات خیلی زیاد با مفهومی که درروی زمین ازآن داریم متفاوت است

هوا دراین ارتفاعات‌آن چنان رقیق است که درهرآن تنها شماره نسبتاً کمی از ملکول ها بدیواره های موشك اصابت خواهند نمود وهمین ضربات است که درجهٔ حرارت جلو موشك را افزایش میدهند درعین حال جلو موشك ازراه تشعشع بفضای پیرامون خود گرمای زیادی را ازدست خواهد داد. نتیجه آن خواهد شد که درچنین ارتفاعاتی هیچگونه« گرمائی» وجود نخواهد داشت و درجه حرارت دیواره های موشك حتی کمتر از ارتفاعات پائین‌ترخواهدبود، بشرط آنکه این‌جداربا پرتوهای خورشید گرم نشوند ، دراین صورت درجه حرارت‌آن متجاوز ازصددرجه سانتیگراد خواهد بود.

دانش ما ، دربارهٔ قشر بالائی جو پیوسته درحال افزایش است . موشکهای جو شناسی و قمرهای مصنوعی که به انواع ابزار دقیق و بغرنج مجهزنددردست بشربوسائل نیرومندی برای گشودن رازهای طبیعت تبدیل‌یافته اند

زمانی‌بود که‌مردم‌تصورمیکردند که هیچگونه‌بادی درستراتوسفرنمیوزد وسکون مرگ‌آسائی درآن حدود حکمفرماست .

ولی چنین نیست . دراستراتوسفر بادهائی با سرعت ۳۰۰ - ٤۰۰ کیلومتر و درارتفاعات بیشتر حتی باسرعت ۱۵۰۰ کیلومتر درساعت میوزند . این بادها که حتی توانائی جنباندن یك مورا ندارند (چون هوا درآنجا بسیار رقیق است) از نظرمداومت خود جالب توجه‌اند . آنها تقریباً همیشه بسوی خاور میسوزند . درگذشته خیال میکردند که ستراتوسفر هیچ اثری برآب وهوای زمین ندارد ولی معلوم شد که این اندیشه نیز نادرست بوده است

ستراتوسفر تاارتفاع ۸۰ کیلومتر گسترش‌مییابد وشامل‌تقریباً باقیماندهٔ هوایعنی ۲۰ درصد دیگرآنست وتمام جوی که بالای استراتوسفرجای گرفته و صد ها کیلومتر روبیالا ادامه دارد کمتر از ۵/. درصد مقدار کل هوای جوراشامل‌است این واقعیت که نیمهٔ پائین استراتوسفر مقادیر زیادی ازن دربردارد، نقش کاملا مخصوص‌وفوق‌العاده مهمی در زندگی مابازی می کند . این‌قشرنجات بخش‌ازن که تا ارتفاع ٦۰ کیلومتری زمین امتداد می‌یابددر فشار سطح دریا فقط ۲-۳ میلیمترضخامت می‌داشت . ٦۰درصد تمام ازن در ارتفاع بین ۱٦ تا ۳۲ کیلومتر یافته میشود ولی حد اکثر وفور و غلظت آن در ارتفاع ۲۵ کیلومتریست .

ملکولهای ازن که از سه اتم اکسیژن تشکیل یافته اشعهٔ موج کوتاه ماوراء

بنفش(یا باصطلاح سخت) خورشیدرا جذب می کنند . این‌اقشر ازن یك صافی‌طبیعی است که ما را در برابر پرتوهای خطرناك و تضعیف نشدهٔ خورشید محافظت میکند .

درارتفاعات زیادیعنی تقریباً از۸۰ کیلومتر ببالا جوبطورعمده نه از ملکولهای معمولی هوا بلکه از ایونها یعنی ازاتم‌ها و ملکولهائی که بار الکتریکی دارندتشکیل یافته است ، این هوای الکتریکی شده ایست . باین سبب است که قشر بالائی جو را معمولا ایونوسفر مینامند . پیدایش ایونها دراین ارتفاعات بطورعمده در نتیجهٔ عمل‌اشعهٔ ماوراء بنفش خورشید است که الکترونها را از ملکولهای عادی هوا می کنند . این عمل اشعهٔ ماوراء بنفش توضیح دهندهٔ افزایش درجه حرارت هوا بتناسب افزایش ارتفاع است ، و نیز این مطلب روشن می‌شود که در ارتفاعات خیلی زیاد دیگر ملکول‌های اکسیژن و ازت وجود ندارند بلکه اتمهای این عناصر یافت می‌شوند . جو زمین در حقیقت یك کارخانهٔ عظیم الکتر وشیمیائی است که در قسمتهای گوناگون‌آن فعل و انفعالهای پیچیده‌ای در جریانست فعل و انفعالهای تشکیل اجسام مختلف بکمك انرژی خورشید

قشرهای گوناگون ایونوسفر که درارتفاعات مختلف‌قرار دارند خواص‌مختلفی ـ بویژه از نظر الکترو مغناطیسی ـ دارند و بهمین جهت در انتشار امواج رادیو بطور متفاوتی اثرمی کنند . می‌توان گفت که نقش ایونوسفرازاین لحاظ فوق‌العاده مهم است. اگراین قشربارداراالکتریکی جوی نبود پخش امواج رادیو بمسافات غیرممکن‌می‌شد.

این امر بدان سبب امکان پذیرشده است که باصطلاح قشرD ایونوسفر که در ارتفاع ۶۰ـ۸۰ کیلومتری قرار گرفته امواج بلند رادیورا منعکس میسازد . قشرE که درارتفاع ۱۰۰ـ۱۲۰ کیلومتری جای دارد امواج متوسط وقشرF که درارتفاع۲۰۰ـ ۳۰۰ کیلومتریست امواج کوتاه را منعکس می‌نماید . این قشرهای ایونوسفر ازنظر ترکیب و درجهٔ ایونی بودن با هم تفاوت دارند و بهمین جهت است که درپخش امواج رادیو بطور متفاوتی اثر می کنند

امواج دستهٔ فوق کوتاه که طولشان از یك سانتیمتر تا ۱۵ ـ ۲۰ متر متغیر است بمیزان قابل ملاحظه‌ای از ایونوسفر عبور می کنند این امر امکان می‌دهد که درآینده بین زمین و ناوهائی که‌درفضا درپروازند ارتباط رادیوئی برقرار شود ولی همین خاصیت عبور ازایوسفر مانع ازآنست که بتوانیم برنامه‌های رادیوئی وبویژه برنامه‌های تلویزیونی را روی این امواج بمسافات زیاد پخش کنیم .

وجود جو زمین مسئلهٔ پرواز بین کرات را بغرنج می‌سازد . این دشواری بطور عمده مربوط بمقاومتی است که هوا در مقابل جسم متحرك نشان میدهد . بسبب این مقاومت لازم خواهد بود که برای یك پرواز بین کرات انرژی بیشتری ازآنچه که

برای دادن سرعت گریز به ناوفضاپیما لازم‌است مصرف نمائیم . بدیگرسخن‌لازم خواهد بود که سرعت اضافی بناو بدهیم و این سرعت اضافی بستگی به سرعت پرواز ناو درجو دارد هرقدر این سرعت پرواز کمتر باشد سرعت اضافی لازم نیـز کمتر خواهد بود و همچنین مربوط بشکل ناو ومسیرآن است . می توان پنداشت که مقدار این سرعت اضافی از یك کیلومتر در ثانیه یعنی ده درصد سرعت گریز بیشتر نخواهد بود .

هنگامیکه ناو فضاپیما با سرعت زیادی در جو پرواز کند بشدت گرم خواهد شد و این امر برای سرنشینان آن چندان خوش‌آیند نخواهد بود ، نادیده گرفتن این خطر چه از طرف طراح وچه از طرف ناخدای آن می‌تواند مهلك باشد .

راست است که جو به‌جهاتی مانعی در راه فضاپیمائی‌است ولی اگرازخصوصیات آن خردمندانه سود بجوئیم میتواند خدمات با ارزشی هم انجام دهد .

مثلا در هنگام فرود آمدن ناو بر روی زمین ، سرعت آن ، بدون آنکه‌نیازی بمصرف سوخت برای این منظور باشد ، بکمك مقاومت جوکاهش می‌پذیرد . همینطور موقع آغازحرکت ، جومـی‌تواند برای موتورهـای واکنشی هوائی (جت) ناوکـه سوخت کمتری از موتورهای‌فشفشه‌ای مصرف میکنند از نظر تأمین اکسیژن خدمت بزرگی انجام دهد .

بهر حال ، ما امروز آن اندازه دربارهٔ جو زمین آگاهی داریم که بتوانیم نـه تنها یك ناو فضا پیمـا را بآرامی و با اطمینان از میـان جو بسوی مقصد دور دستش بگذرانیم بلکه‌ازخواص جو،برای مسافرت‌بین کرات‌به بهترین‌نحوی‌استفاده کنیم

۱۰

در آستانهٔ فضا

زمانی کـه دانشمندان فضاپیمائی اندیشهٔ تسخیر فضـا را بدست انسان در سر میپروراندند وموقعی که نقشه‌های این تسخیرراطرح میکردند، مراحل تدریجی‌حل‌این مسئلهٔ بی‌سابقه را پیش بینی کردند . آنان دریافتند که یگانه راه یورش به‌فضا تکمیل تکنیك واکنشی ، افزایش دانش ما دربارهٔ فضا و گسترش پایهٔ علمی و آزمایشی دانش فضاپیمائی است. ابتدا پروازهای پیوسته بلندتری درجو، سپس‌جهش‌هائی به بیرون جو، به‌آستانهٔ فضا و از آن پس اکتشاف عمیق‌تر فضا ، فرستادن اقمارمصنوعی بدورزمین ، پروازهائی بدور ماه ، و فرود آمدن در ماه ، سرانجام پرواز بدورسیارات ، فرودآمدن برروی آنها و تسخیر تدریجی همهٔ فضا

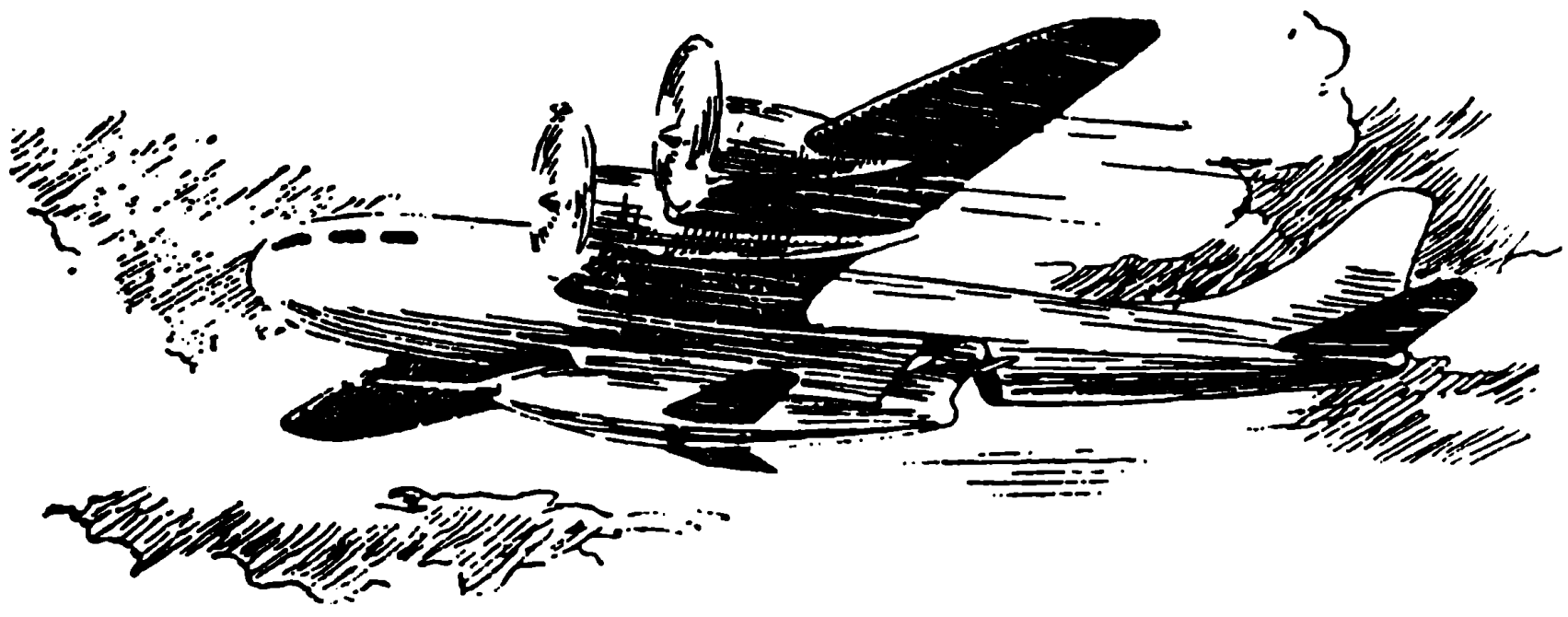
این هامراحل ومنازل راهی است که به تحقق‌آرزوی دیرین‌آدمیان میانجامد . نیم قرنی از طرح این نقشهٔ کلی تسخیر فضا میگذرد و اکنون میتوان گفت کـه این مدت بهدرنرفته‌است . اگردوران‌اول این مدت فقط شاهد نخستین گامهای محجوبانه در راه تحقق این طرح ، نخستین آثار تئوریك درزمینهٔ فضاپیمائی‌نخستین کوشش‌های علاقمندان در ساختن موتورهای فشفشه‌ای با سوخت مایع وبالاخره نخستین پرواز این موشکها بود ، در دوران بعدی بویژه در دهسال گذشته تکنیك واکنشی کـه پایهٔ فنی فضا پیمائی‌است باگامهای سریعی‌به پیش رفت این کامیابی بدست‌آوررن‌نتایج مهمی‌را ازنظرافزایش سرعتها و درپیش گرفتن‌یورش‌به فضا آنگونه که پیشگامان این فن آرزو داشتند میسرنمود.

میپرسند که چگونه تکنیك واکنشی‌به انجام پذیرشدن این یورش به فضا کمك کرده‌است ؟

هوا پیماهای جت مدرن‌آزادانه در استراتوسفر پرواز میکنند ، رکورد جهانی ارتفاع پرواز بطور رسمی درسال ۱۹۵۵ بوسیلهٔ یك هواپیمای دوموتورهٔ جت درارتفاع ۲۰۰۹٤ متر بدست آمد . هوا پیمای دیگر که مجهزبه موتور توربوجت بود در سال

۱۹۵۶ رکورد سرعتی برابر ۱۸۲۲ کیلومتر بجا گذاشت ؟

آیا ازآن تاریخ تاکنون کامیابیهای دیگری در هواپیمائی بدست نیامده است ؟ البته که بدست آمده . شکی نبایدداشت که این رکوردها بوسیلهٔ جدیدترین هواپیماهای جت شکسته شده و گزافه نیست اگر بگوئیم که جدیدترین هواپیما های جت که با موتورهای توربوجت جدید وپرقدرت وتکامل یافته مجهزند بسرعتی میپرند که بسیار از سرعت صوت درگذشته است. ارتفاعات وسرعتهای بازهم بیشتری بکمك هواپیماهای آزمایشی فشفشه‌ای که موتورهای فشفشه‌ای با سوخت مایع دارند بدست آمده است .از آنجا که ذخیرهٔ سوخت این هواپیما ها تنها برای چند دقیقه پروازکافیست (چون مقادیر بسیار زیادی سوخت مصرف میکنند) این هواپیما را غالباً بوسیلهٔ هواپیما های سنگین «هواپیما بر» بارتفاع زیادی میرسانند. هواپیمای سبك وکوچك وفشفشه‌ای معمولا زیر چنین «هواپیمابری» آویخته است: وفقط درارتفاع زیاد رها میشود وپرواز مستقل خود را



هواپیمای فشفشه‌ای زیریك هواپیمای « پرنده » آویزان شده درارتفاع زیاد از آن جدا میشود وبپرواز مستقل میپردازد

آغازمیکند. بدینسان سوختی‌را که میبایست ازهنگام آغازحرکت تا رسیدن بدان ارتفاع مصرف میشد صرفه جوئی میکنند .

درپروازهائی ازاین قبیل بچنان ارتفاعات و سرعتهائی دست یافته‌اند که باحتمال زیادر کورد پرواز های‌آدمیست . بموجب برخی اطلاعات سرعت پروازی برابر ۳۵۰۰ کیلومتردرساعت و ارتفاعی درحدود ۳۸ کیلومتر هم‌اکنون بدست آمده است. در این حالات خلبانان درشرایطی که بسیارهمانند شرایط پرواز درفضاست‌پرواز کرده‌اند. روشن است که جایگاه خلبانان‌این هواپیماها ، مانند سایر هواپیماهای ارتفاعات زیادوازجمله هواپیماهای مسافربری‌کاملاً مسدود ودربسته‌است.این بدان معنی‌است که این‌جایگاهها ازمحیط پیرامون خود مطلقاً مجزاست ، فشار داخل‌آن نظیرفشار جو درسطح دریاست وهوای‌آن تهویه میشود، یعنی وسایلی‌برای تأمین سرنشینان‌با اکسیژن و بیرون بردن محصول تنفس فراهم شده است بعبارت دیگرخلبانان این‌هواپیماها در شرایطی قرار میگیرند که بسیار شبیه بپرواز درناو های کیهانیست

کامیابهای هواپیمائی واکنشی ، تنها جزئی از موفقیت‌های تکنیك مدرن در کاربورش بفضاست

تکنیك‌واکنشی پرواز درچنان سرعت ها وارتفاعاتی راممکن ساخته(البته هنوز بدون سرنشین) که ازرکورد هواپیماهای فشفشه‌ای بسیار درگذشته است. این پروازها بوسیلهٔ موشکهای‌سنگین عمل شده که‌مجهزبموتورهای فشفشه‌ای‌با سوخت مایع هستند وهنگام پرواز ازخارج هدایت میشوند . برخی از این موشکها بارتفاع صدها کیلومتر رسیده‌اند یعنی ارجو بیرون جسته ، بآستانهٔ فضا رسیده‌اند

سرانجام قمرهای مصنوعی بزرگ و سنگین که به کمك موشکهای نیرومند ازاین‌آستانه نیز گذشته بفضای خارج راه‌یافته‌اند و اینك دورزمین‌بگردش درآمده‌اند. بدینسان رؤیای متفکرین نیم قرن پیش دارد جامعهٔ عمل میپوشد !

موشکهائی که درجنگ گذشته، بعنوان مرمیهای بابرد زیاد بکار رفتند ارتفاعی در حدود صد کیلومتر و سرعت پروازی برابر ۵ر۵۰۰ کیلومتر درساعت بدست‌آوردند . پس ازجنگ‌موشکهای مشابهی برای انجام پروازهای بلند بمنظورهای مختلف‌تحقیقاتی بویژه درزمینهٔ هوا شناسی بکاربرده شدند . نتایجی که از این راه بدست‌آمد اطلاعات مفیدی دراختیار مؤسسات هواشناسی قرار داد وبه بررسی جو کمك نمود.

شگفت‌آورنیست که موشکها دراین قبیل پرواز ها بارتفاعات بیشتری رسیدند زیرا دراین موارد موشکها فقط بطورعمودی پروازمیکنند وبارجنگی(مواد قابل انفجار) با خود نمیبرند . با گذشت زمان ، موشکها و موتورهایشان پیوسته تکمیل میشوند این‌موشکهای استراتوسفری — یاآنطور که گاهی‌مینامندشان : موشکهای هوا شناسی‌ـ ارتفاعاتی برابر ۱۵۰ تا۲۰۰ وحتی۲۵۰ کیلومتربدست‌آوردند وبعبارت دیگر راه‌خودرا به یونوسفر گشودند.

ابرازهائی که دراین موشکها ، برای اندازه گیری و تعیین مشخصات قشرهای فوق‌کار گذاشته شد بدست‌آوردن اطلاعات علمی جدید وبسیار متنوعی را میسر ساخت. پاره‌ای ازاین‌اطلاعات‌دارای ارزش‌فوق‌العاده علمی‌است. فرستادن این‌وسیله همراه بااقمار مصنوعی که دراین اواخر بفضا فرستاده شده‌اند تا کنون تنها راههائیست که دانشمندان توانسته‌اند دستگاههای اندازه گیری خود را دراین‌ارتفاعات شگرف بپروازد درآورند . ارتفاعاتی که ازحدود جو بیرون است و درمرز وآستانهٔ فضای بین سیارات قراردارد.

عکس هائی که در ارتفاعات زیاد اززمین گرفته شده بسیارجالب توجه است.این عکسها بوسیلهٔ دوربین های عکاسی که در موشکهای بلند پرواز نصب گردیده گرفته شده‌اند.برخی ازاین‌عکسها ازارتفاعی بیش از ۲۰۰ کیلومتر برداشته‌شده‌اند.

واضح است که دراین عکسها زمین شباهت بآن چیزی ندارد که‌ازپنجرهٔ واگن راه‌آهن یا حتی ازهواپیما درارتفاع زیاد دیده‌میشود .

گرچه دراین عکسها جزئیات سطح زمین مشهودنیست ولی این عکسها ازجهات دیگری‌جالب‌هستند . کافیست بگوئیم که این عکسها سرزمینی بطول ۵۰۰۰ کیلومتر را دربرمیگیرند واین موضوع امکانات جدیدی برای نقشه‌شناسی وبررسی حرکات ابرها وغیره بدست میدهد نکتهٔ جالب دیگرآنکه دراین عکسها شکل کروی زمین بخوبی دیده میشود .

این‌اندیشهٔ موشکهای چند مرحله یا « قطارموشکی» است که انجام این‌پروازها را با این‌سرعت و باین‌ارتفاعات،بوسیلهٔ تکنیك واکنشی‌جدید امکان پذیرساخته است.

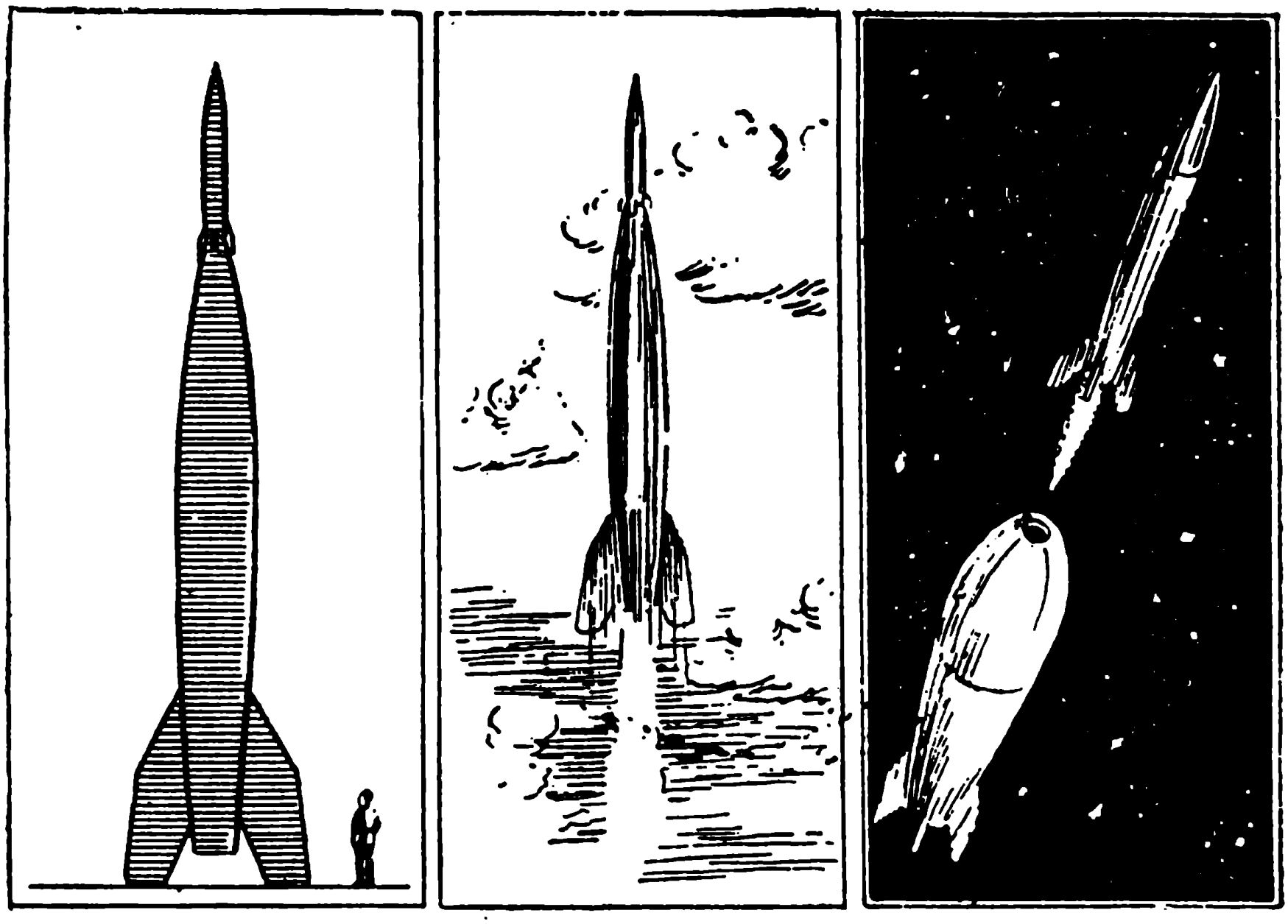
ابتدا موشکهای دومرحله‌ای برای این قبیل پرواز ها بکاررفتند . موشك اولی یا عقبی تقریباً مشابه موشك سنگینی است که درفصل ششم شرح آن گذشت موشك جلوئی (که کوچکتراست) برروی‌آن بجای بارجنگی نصب شد ووزن‌آن نیم تن بود . موقعیکه بعلت مصرف تمام سوخت خود موتور موشك‌عقبی‌از کار بازایستاد ، این موشك ازموشك جلوئی جدا گردید . درهمان‌لحظه موتورموشك کوچکترجلوئی‌شروع بکار کرد وموشك بـه پرواز عمودی خود ادامه داد . واضح است که این موشك در مقایسه با یك موشك واحد وبزرگ که سوختی برابر مجموع سوخت‌دوموشك مزبورمصرف نماید بلندترپرید وسرعت بیشتری‌بدست‌آورد. دریکی‌ازچنین‌پروازهاارتفاعی‌برابر۴۰۰ کیلومتر وسرعت‌پروازی درحدود ۸۳۰۰ کیلومتر درساعت یا ۲/۳ کیلومتردرثانیه بدست‌آمد. جالب‌توجه است که دراین‌ارتفاع‌کاهش نیروی‌جاذبهٔ زمین بنحو بارزی‌محسوس‌میگردد. وزن اجسام دراین جا ده درصد کمتراز روی زمین است . گرچه۴۰۰ کیلومتر فقط ۱/. درصد فاصلهٔ زمین تا ماه است موشکی که خود را باین ارتفاع رسانده شش درصد تمام کاری راکه برای رسیدن بماه لازم است انجام داده . اثر کاهش نیروی جاذبهٔ زمین در

این ارتفاع تا این اندازه درتسهیل کارموتور مؤثراست

درسال ۱۹۵۶ بوسیلهٔ یك موشك سه مرحله‌ای که درآمریکا پرتاب شدارتفاعی برابر ۱۱۳۰ کیلومتر بدست‌آمد و یك موشك چهارمرحله‌ای سرعت پروازی در حدود ۱۱۰۰۰ کیلومتر درساعت بدست‌آورد .

این موفقیت بمعنای تصرف یکی از خطوط مقدم دریورش بفضا بود . با پرتاب موفقیت‌آمیز اقمارمصنوعی آدمیان ازاین‌آستانهٔ فضا نیز گذشته بدرون‌آن راه یافته‌اند . اینك هدفی که دربرابر فضا پیمایان قرار گرفته اینست کـه هرچه بیشتر درآن رخنه کنند بیش ازپیش‌اززمین دور گشته بمقصدهای‌دوردست پروازهای کیهانی نزدیك‌شوند.

کامیابیهائی که درتکامل موشکهای سنگین بلند پرواز بدست آمده فرصتهای کاملاً تازه‌ای برای‌پروازهای فوق‌سریع ودوردست‌ایجاد میکنند. برای‌این‌منظورسرعت اولیهٔ موشك بایدبنحوقابل ملاحظه‌ای افزوده شود وپس ازآنکه موشك با چنین‌سرعتی بپرواز درآمد ، در عرض چند لحظه خود را به بیرون ازحـدود غلیظ جو رسانده و در آنجا با سرعت شگرفی بپروازدرمیآید و مسافات بعیدی طی میکند . اگرسرعت‌اولیهٔ موشك (در لحظه‌ایکه موتور خاموش میشود) درحدود ۵ کیلومتر درثانیه باشد میتواند در عرض ۱۴ ـ ۱۵ دقیقه ۳۰۰۰ کیلومتر راه بپیماید و درعین حال بارتفاع ۸۰۰ کیلومتری صعود کند.اگرموشك مجهز به بال‌باشد میتوان نتایج بهتری‌هم‌بدست‌آورد .



موشك‌دومرحله‌ای : طرف راست : جدا شدن موشك بالائی

اندیشهٔ موشکهای بالدارنیز تازه نیست . ازچندی پیش‌کارشناسان پیشنهاد کرده

بودند موشکها مجهز ببال گردند که نیروی بالا برندهٔ بال بتواند هم در آغاز حرکت وهم هنگام فرود آمدن ناو فضاپیما بکاررود .

تنها با افزودن‌بال به موشك مشروح درفصل ششم، برد پرواز آن میتواند مؤثراً افزایش یابد. موشك نامبرده مسافتی در حدو ۳۰۰ کیلومتر پیمود و پروازش تقریباً ۵ دقیقه بطول انجامید همین موشك با بال میتواند پروازی سه بار طولانی‌تر یعنی ۱۵ دقیقه انجام دهد و دو بار دورتر یعنی تا فاصلهٔ ۵۵۰ ـ ۶۰۰ کیلومتر بپرد نیروی بالابرندهٔ بال‌ها تا این اندازه مؤثر است .

اگر اندیشهٔ موشك بالدار را با اندیشهٔ قطارموشکی بهم بیامیزیم نتایج حاصل شده براستی شگفت‌انگیز خواهند شد

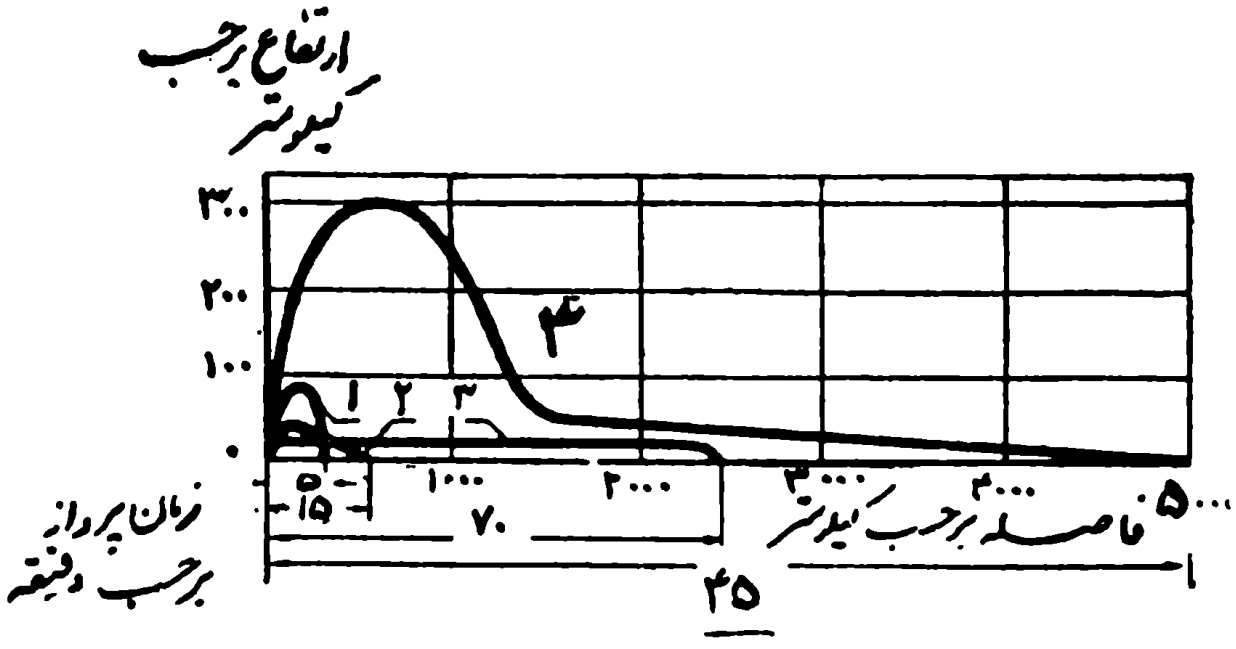
یك چنین قطار موشکی را درساده‌ترین شکل خود مرکب از دوموشك تصویر کنید . موشك عقبی ، موشك معمولی پی بال و موشك جلوئی یك موشك بالدار باشد اگر موشك جلوئی را موشك دورپروازی بگیریم که تاکنون میشناسیم و فقط آن را ببال مجهز نمائیم ، موشك بی بال عقبی باید ابعاد بزرگتری داشته و موتور آن طبعاً دارای کشش بیشتری باشد . بموجب‌یك طرحی کشش موشك عقبی باید درحدود ۱۸۰ تن و تمام وزن قطار در آغاز حرکت تقریباً ۱۰۰ تن (که دو سوم آن وزن سوخت است) و طول قطاربیش از ۳۰ متر باشد شیوهٔ پرواز این قطاربمقصد آن بستگی‌خواهد داشت . ابتداموشك عقبی تمامی قطار را بارتفاع ۲۵ کیلومتربلند خواهند کرد. دراین نقطه موتور موشك بسبب مصرف کردن تمام سوخت خود باز خواهد ایستاد . موشك بطرز خودکاری از قطار جدا شده بوسیلهٔ چتر نجات بزمین فرود خواهد آمد .

موشك دوم اینك میتواند در این ارتفاع ثابت بطور افقی و با سرعت ۲۶۰۰ کیلومتر در ساعت پرواز نماید تا اینکه تمام سوخت آن مصرف شود در این صورت مجموع مدت پرواز در حدود ۷۰ دقیقه‌طول‌خواهد کشید ودر این مدت موشك‌مسافتی نزدیك به ۲۵۰۰ کیلومتر خواهد پیمود .

امکانی وجود دارد که مسافت این پرواز را موثراً افزوده ودرعین حال ازمدت آن بکاهیم . بسیار دورتر . . . وبسیار زودتر ! این سخن بنظرضد و نقیض میآیدولی این یك حساب دقیق علمی است که برخصوصیات جالب‌بالها وخواص‌جو زمین‌متکیست. اگرپس ازجدا شدن موشك عقبی ازقطار ، موشك جلوئی به‌صعود عمودی خودادامه‌دهد. میتواند بارتفاع ۳۰۰ کیلومتر برسد وسپس با استفاده ازنیروی بالا برنده بالها شروع‌به سریدن بسوی پائین نماید . مجموع‌مسافت چنین پروازی نزدیك به ۵۰۰۰ کیلومتر ولی مدت‌آن فقط ۴۵ دقیقه خواهد بود . سرعت‌پرواز دراین صورت یکی‌ازبزرگترین سرعتها خواهد بود که تاکنون آدمی بدست آورده . یعنی تا ۱۲۰۰۰ کیلومتردرساعت (یا ۳/۵ کیلومتر در ثانیه)

بررسی دانشمندان نشان میدهد که از راه ترکیب سرعت پروازشگرف بانیروی بالا برندهٔ بـال انجام یك پرواز مؤثرتری هم شدنیست . سطح کنونی تکامل تکنیك واکنشی هم اکنون نیز از لحاظ تئوری ساختن یك هواپیمای فشفشه‌ای فوق‌دورپرواز راکه قادر بانجام یك پرواز بدون توقف دور دنیا باشد امکان‌پذیر کرده‌است .

ایجاد یك هواپیمای‌فوق دورپرواز تنها ازآن‌جهت شدنی است که‌موتورفشفشه‌ای با سوخت مایع توانائی تأمین ارتفاع وسرعت پروازشگرفی را دارد . چنین موتوری‌فقط چند دقیقه کار میکند ودر این مدت تمام سوختی راکه در هواپیما ذخیره شده بمصرف میرساند . والبته طی این چند دقیقه پرواز که موتورهواپیما کارمیکند هواپیما نمیتواند مسافت زیادی بپرد . اما یك موتور فشفشه‌ای با سوخت مایع درهمان چند دقیقه‌ای که کار میکند هواپیما را بارتفاع عظیمی خواهدرساندوبآن سرعت شگرفی خواهدبخشید. پرواز آزاد هواپیما که از این ارتفاع شروع میشود می‌تواند مسافت بسیار بزرگی‌راطی کرده و مدت زیادی طول بکشد .



مسیرپروازموشکهای دورپروازمختلف :

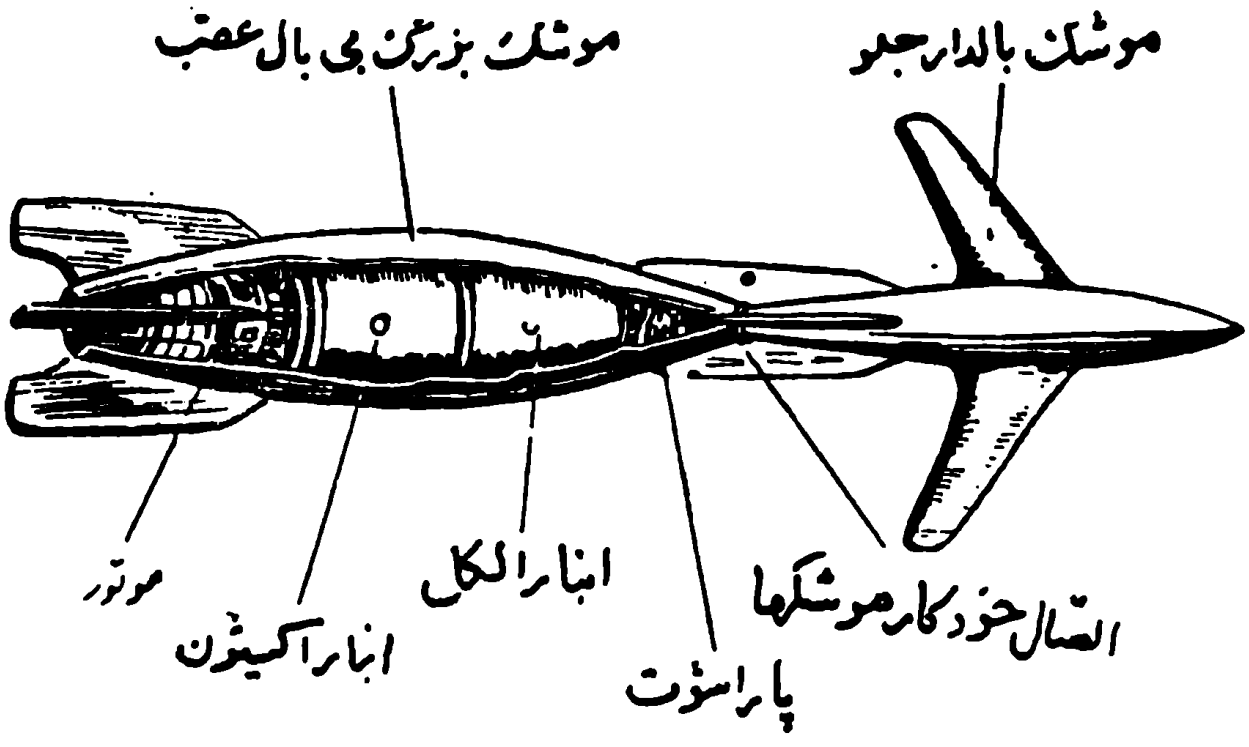
۱ــموشك دورپروازمشروح درفصل ششم ۲ــهمین موشك ، مجهز ببال۳و٤: موشك دومرحله‌ای

پرواز یك هواپیمای مجهز به موتور فشفشه‌ای با سوخت مایع بدور کره زمین چیزی شبیه این خواهد بود :

موتور نیرومند این هواپیما درعرض چند دقیقه‌کار خود، هواپیما را بارتفاع۳۰۰ــ ٤۰۰ کیلومتر رسانده وبه آن سرعتی میدهد که کمتر از٤ کیلومتر در ثانیه یا۱٤۰۰۰ کیلومتر درساعت نخواهد بود .

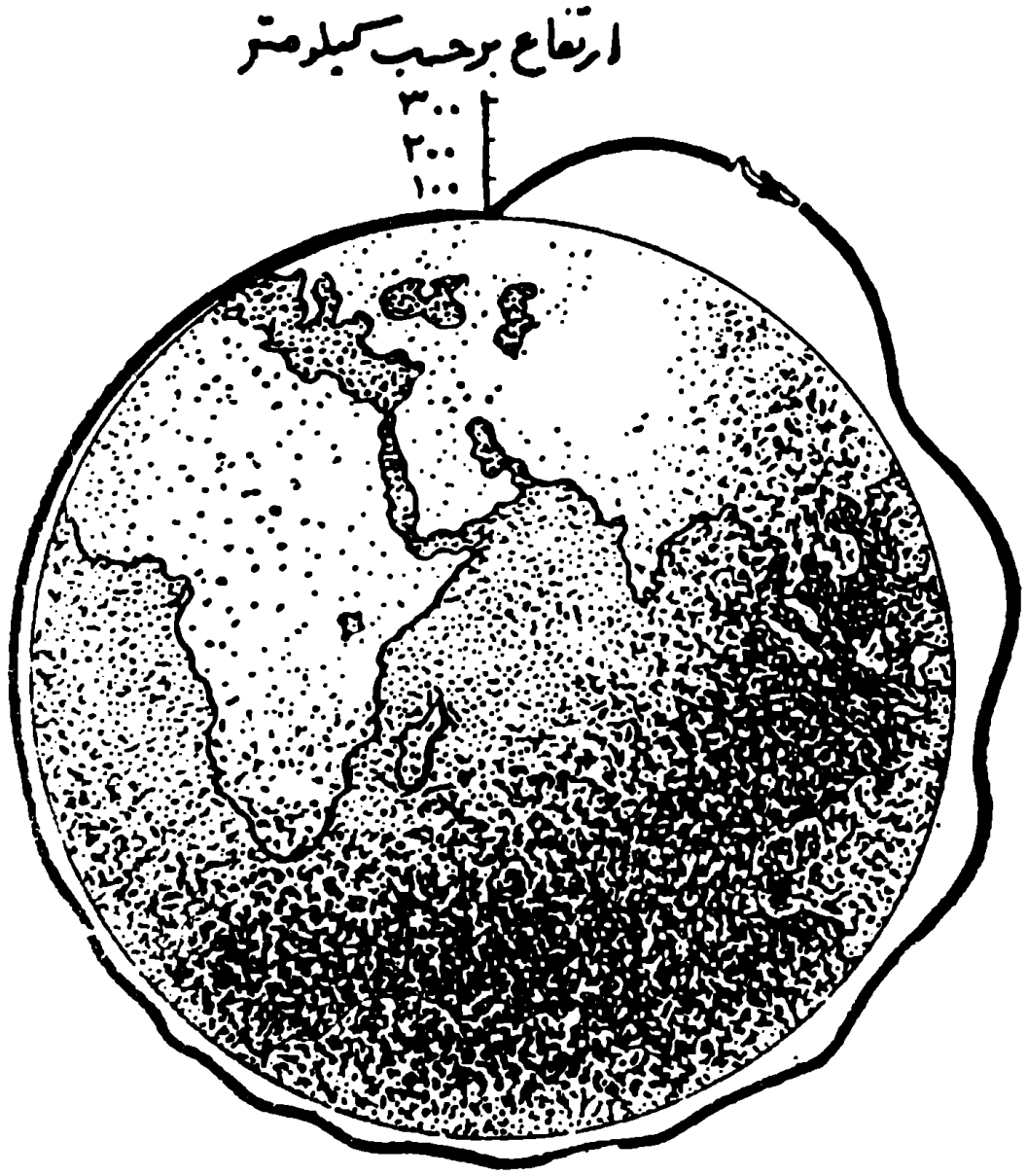
راست است که برای رسیدن باین ارقام موتور باید باسوخت‌هائی جدیدتر وبهتر از سوخت های معمولی‌کار کند تا بتواند سرعت جت بزرگتری تولید کند . موتورتنها در عرض همین چند دقیقهٔ اول پرواز کارمیکند سپس بازمیایستد ودیگرحتی یك قطره سوخت هم مصرف‌نمیشود. هواپیماباصرف‌انرژی‌حرکتی که درآغاز حرکت‌بدست‌آورده، بپرواز خودادامه می‌دهد . ازاین لحاظ پروازمزبور شباهت زیادی به پروازدر فضادارد .

هواپیما پرواز آزاد خود را بدور زمین از این ارتفاع شگرف آغاز میکند و



طرح یك موشك دومرحله‌ای

بتدریج فرود می‌آید درنظر اول چنین می‌نماید که چنین پرواز آزادی درچنان ارتفاع زیادی منتفی است . زیرا هنگام سریدن وزن هواپیما باید کمی بیش ازنیروی بالابرندهٔ بالهای آن باشد و درارتفاع صدهد کیلومتر عملا نیروی بالابرنده بالها وجود ندارد بآن دلیل ساده که در آنجا هوا نیست .



شمای پروازبدون توقف هواپیما بدوردنیا

راست است که هواپیما مانند سنگی خواهد افتاد و البته بتندی‌هم میافتاد بشرطیکه متحرك نبود . اما درحین سقوط بر روی زمین هواپیما با سرعت عجیبی بدور آن میگردد . اگر زمین مسطح بود هواپیما بزودی بر روی آن می‌افتاد . ولی زمین

کرویست و بنا براین هواپیما درحین ادامهٔ سقوط بطرف زمین ، در حالیکه با سرعت فوق‌العاده‌ای دروآن پروازمیکند، فاصلهٔ بزرگی را باندازهٔ ۶۰۰۰ـ۷۰۰۰ کیلو متر می‌پیماید . ولی داستان در این جا پایان نمی گیرد . وقتی هواپیما بدینسان فرودآمد با سرعت زیادی وارد قشر پائین‌تر وغلیظ ترجوشد . نیروی بالابرندهٔ بال‌آن محسوستر می‌شود . بنظرمی‌رسد که هواپیما بوسیلهٔ این قشر غلیظ هوا رانده میشود ومانندسنگی پهن وصاف که بر روی آب بسرد و بجهد ، یك بار دیگر بسوی بالا میپرد . البته این بار بارتفاع پیشین خود نخواهد رسید زیرا سرعت آن‌کاهش یافته است ولی میتواند تا ارتفاع ۲۰۰ کیلومتر وبیش از آن صعود کند .

با انجام‌چنین حرکات موج مانندی که‌بتدریج مستهلك می‌شوند وبکمك‌آخرین پرواز آزاد شیب‌دار درقشر غلیظ جو ، آنطور که محاسبه نشان می‌دهد ، هواپیما می‌تواند در همان فرودگاهی که از آن بلند شده فرود آید . سراسر پرواز بدور زمین بیش از چند ساعت طول نخواهد کشید وهواپیما حتی نیازی نخواهد دید برای نشستن در جهت مخالف باد ، آنطور که مرسوم است جهت خود را تغییر دهد ، بلکه عیناً در همان جهتی خواهد نشست که برخاسته بود .

از پرواز بدور زمین تا ایجاد قمرمصنوعی چندان راهی نیست که درفصل‌آینده از این امر سخن خواهیم راند

۱۱

جزائری در سواحل زمین

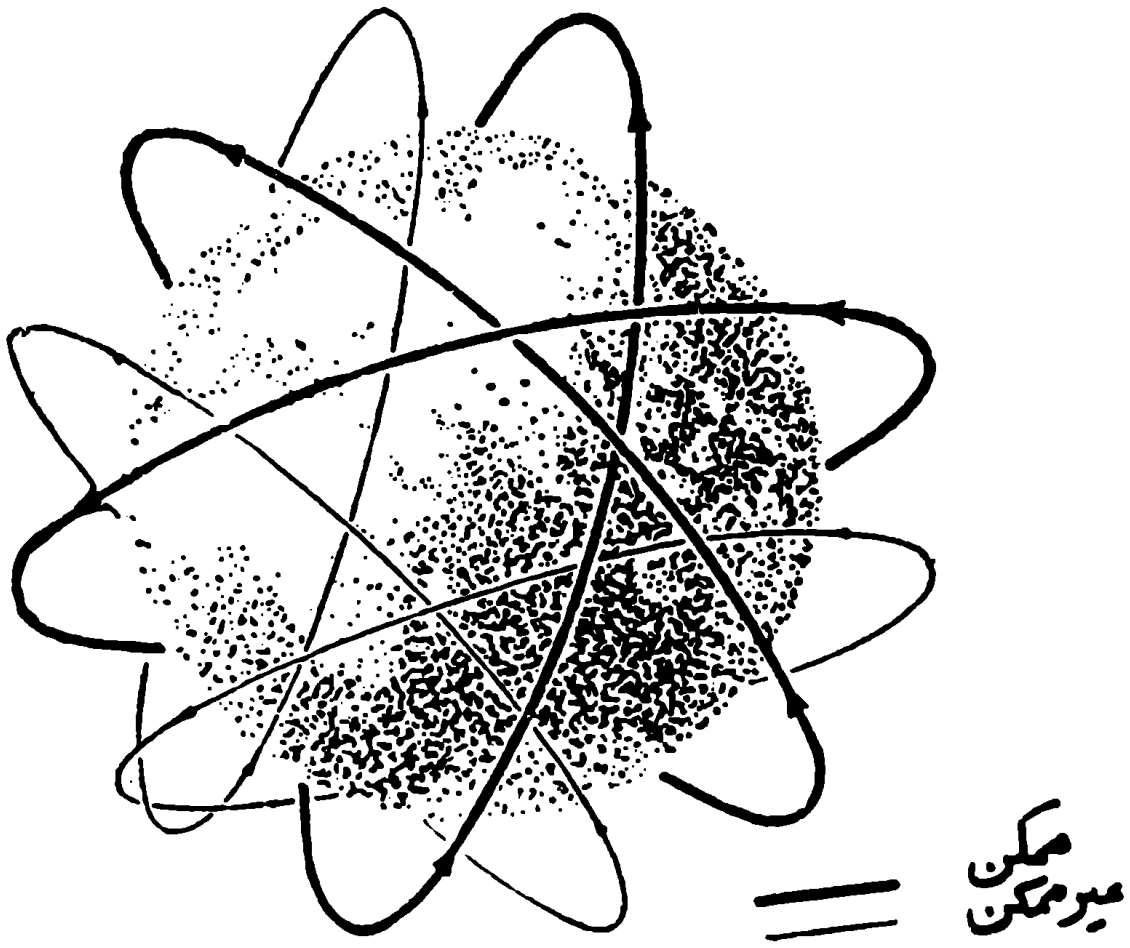
گفتیم هواپیمائی که چهار کیلو متر در ثانیه سرعت داشته باشد می تواند از فرودگاهی برخاسته ، بدور زمین بگردد وسپس درهمان فرودگاه فرودآید. خودبخود روشن است که اگر سرعت بیش ازاین باشد هواپیما می‌تواند جلوتر رفته و ازفرودگاه خود هم بگذرد . حتی می‌تواند دوبار و سه‌بار بگرد زمین بچرخد . آیا ممکن نیست کاری کنیم که هواپیما دفعات بیشماری بدور زمین بگردد ؟

مگر ماه عیناً بهمین شکل بدور زمین و یا زمین بدور خورشید نمیگردد ؟ البته این‌کار شدنیست ولی شرایط مشخصی وجود دارد که بایدتأمین گردد . در درجهٔاول هواپیما باید در ارتفاع خیلی زیادی بدور زمین پرواز کند تا اینکه مقاومت هوا عملا ناچیز بوده و از سرعت پرواز نکاهد ؛ والا موتورهواپیمابايد برای بازیافتن سرعت‌مدام کار کند . ولی‌این شدنی نیست . چون موتور هواپیما ، بجزچند لحظه درآغازحرکت نباید هنگام پرواز کار کند ، والا پرواز بزودی پایان خواهد یافت زیرا همهٔ سوخت انبار شده در هواپیما بزودی مصرف خواهد شد . اگر ماه پرواز خود را بدورزمین در محیط جو انجام میداد ، ما محتملا از مدت‌ها پیش از جذابیت شبهای مهتابی محروم می‌شدیم وشاید خود زمین هم در اثر فاجعه‌ای که الزاماً پیش می‌آمد بموجودیت خود خاتمه میداد ، زیرا ماه جبراً بر روی زمین می‌افتاد .

البته وضع ایده‌آلی پرواز در فضا بفاصلهٔ هزارها و دهها هزار کیلومتر اززمین می بود . اما نیازی برسوخ در فضا باین عمق نیست . پرواز درارتفاعات بمراتب کمتری کاملا امکان پذیراست ، مسیر پرواز در قشر بالائی‌جو البته مدور نبوده بلکه‌مارپیچی شکل خواهد بود وبعلت مقاومت هوا بتدریج از ارتفاع گردش کاستهٔ خواهد شد ولی این‌کاهش‌نا چیزخواهدبود وهر اندازه‌ارتفاع پروازبیشترباشداین کاهش کمترخواهدبود.

برای مقاصدعملی می‌توان فرض کرد که هواپیمائی که درارتفاع ۲۰۰ کیلومتری دورزمین پرواز کند تا تقریباً یك دایرهٔ کامل خواهد پیمود . شاید بدان نیازافتد که

خلبان هواپیما هرچند روزیکبار موتورخود را برای مدت کوتاهی روشن کند تا ارتفاع ازدست رفته را بازیابد . ازاین قراراولین شرط آنستکه ارتفاع پرواز کمتراز ۲۰۰ کیلو متر نباشد شرط آشکاردوم ، سرعت‌پرواز کافی است . بآسانی می‌توان دید که این‌سرعت باید کمیت کاملا مشخصی باشد . اگر کاهش پذیرد هواپیما شروع بـه از دست دادن ارتفاع میکند واگرافزایش یابد اززمین دورخواهد شد این سرعت باصطلاح‌دایره‌ای (یاسرعت دوران‌یا سرعت اول کیهانی) که درآن سرعت ارتفاع‌پروازهواپیما ازروی زمین ثابت میماند چه اندازه است ؟



قمرمصنوعی فقط میتواند درصفحهٔ دایرهٔ بزرگ کرهٔ زمین بدورآن بگردد

محاسبات نشان می‌دهد که این سرعت دایره‌ای ، برای ارتفاع ۲۰۰ کیلومتری درحدود ۷٫۹ کیلومتر درثانیه است این همان سرعتی است که هواپیما باید داشته باشد تابتَواند الی‌غیرالنهایه با پروازآزاد بدورزمین بگردد دراین‌صورت هواپیما بقمرمصنوعی زمین مبدل شده است بنابراین باسرعت ۷٫۹ کیلو متر در ثانیه هواپیما بقمر مصنوعی زمین مبدل خواهد شد ولی اگرسرعت‌آن بسرعت گریز یعنی درحدود ۱۱٫۲ کیلومتر درثانیه برسد برای همیشه زمین راترك خواهد کرد . می‌پرسیم اگرسرعت هواپیمابیشتر ازسرعت دایره‌ای ولی کمترازسرعت گریزیعنی درحدود ۹ یا ۱۰ کیلومتر درثانیه باشد بر سرآن چه خواهدآمد ؟ دراین سرعت هم هواپیما قمرمصنوعی زمین خواهد شد وبی پایان بدور آن خواهد گشت . اما گردش آن درطول مدار دایره‌ای نخواهد بود بلکه مسیری بیضوی‌خواهد داشت هراندازه سرعت‌هواپیما بسرعت گریزنزدیکترباشد بیضی مسیر کشیده ترخواهد بود

سرانجام ، برای آنکه هواپیما قمرمصنوعی زمین شود ، شرط سومی باید وجود داشته باشد . چنین هواپیمائی باید درصفحهٔ دایرهٔ بزرگ یعنی دریکی ازصفحاتی که از

مرکز کرهٔ زمین میگذرد پرواز نماید

آشکاراست که هراندازه هواپیما درارتفاع بیشتری ازسطح‌زمین‌پرواز کند سرعت دایره‌ای‌آن کمترخواهد بود . زیرا دراین‌حال سقوط هواپیما بطرف زمین کندترو کند ترخواهد شد اگرهواپیما در ارتفاعی مساوی.فاصلهٔ ماه از زمین پرواز میکرد سرعت آن مساوی سرعت حرکت ماه بدور زمین یعنی در حدود یك کیلو متر در ثانیه میشد. (دقیقتر گفته باشیم سرعت هواپیما کمتر از سرعت ماه می‌بود . زیرا ماه جرم بمراتب بزرگتری ازآن دارد واین موضوع از دقیقترین بیان قانون سوم کمپل نتیجه می‌شود) .

چه مدت زمان‌لازم است تاهواپیمائی که باسرعت دایره‌ای پروازمی کند یکدور بگرد زمین بچرخد یابدیگرسخن زمان دوران این قمرجدید زمین چه اندازه است ؟ حساب این مدت‌آسانست .

معمولا در مورد پروازی که کاملا نزدیك سطح زمین انجام پذیرد مدت دوران هواپیما ۵۰۵۰ ثانیه یا یك ساعت و ۲۴ دقیقه خواهدبود یعنی‌یك دور دنیادر کمتر از یکساعت ونیم !

هر چه ارتفاع پرواز افزایش یابد مدت دوران هم افزایش خواهد یافت . در ارتفاعی برابرشعاع زمین یعنی۶۳۷۸ کیلومترمدت‌دوران مساوی ۱۴۲۰۰ ثانیه‌یاتقریباً چهارساعت خواهد بود

پرواز درارتفاعی که مدت دوران هواپیما بدورزمین درست۲۴ ساعت یعنی‌مساوی مدت یك گردش زمین بگرد محورخود باشد بسیار جالب خواهد بود. تعیین این ارتفاع دشوار نیست ومقدارآن۵٫۶۴ برابر شعاع زمین ویا درحدود ۳۵۹۰۰ کیلو متر است . اگرهواپیمائی درچنین ارتفاعی‌ازسطح زمین، درصحنهٔ خط استوا و درجهت گردش زمین یعنی ازباختر بخاور پرواز کند وسرعت پرواز برابر سرعت دایره‌ای دراین ارتفاع باشد (درحدود ۳۰۷۰ متردرثانیه) بنظرخواهد رسید که هواپیمابیحرکت است ومانندآنست که بالای نقطه‌ای ازسطح زمین معلق باشد . چنین هواپیمائی شبیه هلیکوپتری خواهد بود که بی‌حرکت بالای زمین‌آویزان است وحال‌آنکه درحقیقت با سرعت سرسام‌آوری بدور زمین می گردد .

مدار دورانی که شعاع‌آن ۵۸۰۰۰ کیلومتر کمترازمدار ماه باشد (که می‌دانیم ۳۸۰۰۰۰ کیلومتراست) دارای خصیصهٔ بسیارجالبی است قمری که درچنین‌مداری دور زمین‌بگردد همواره باماه وزمین‌دریك امتداد قرارخواهد گرفت یعنی‌روی خط مستقیمی که مرکز زمین وماه را بهم وصل می کند جای خواهد داشت وبلاتغییردر زمینهٔ قرص ماه دیده خواهد شد .

بنیادگذاران دانش فضا پیمائی تشخیص‌می‌دادند که اقمار مصنوعی زمین درحل

مسائلی مانند سفر کیهانی و بسیاری بررسیهای دیگر علمی نقش بزرگی ایفاء خواهند نمود . وامروز که این اقماربا موفقیت کامل بفضا پرتاب شده‌اند، همه می‌پذیرند که پیدایش اقمارمصنوعی گام بزرگی در راه تسخیرفضاست .

دانشمندان عقیده دارند که پرواز موفقیت آمیز موشکهای کیهانی بدور زمین (قمرمصنوعی) ، ابتدا بی سرنشین وسپس باسرنشین وپس ازآنکه بسیاری از مسائل و دشواریها که بچنین پروازهائی بستگی دارد حل‌شد ، لازم خواهد بود یك قمرهمیشگی باابعاد بزرگ ، یك جزیرهٔ کامل در مجاورت سواحل زمین احداث گردد . این جزیره ساکنان زیادی خواهد داشت ـ گروه بزرگی ازکارشناسان ، که وظایفی مهم و فراوان خواهند داشت . این کارشناسان باهمکاران دیگرخود که از« سرزمین اصلی » به جزیره وارد خواهند شد تعویض خواهند گردید .

برخی از دانشمندان معتقدند که پس‌از احداث نخستین جزیره ، جزایر دیگر، باندازه‌ها ودر ارتفاعات مختلف،مثلا درفواصل‌عظیم صد وصدوپنجاه هزار کیلومتری‌زمین ایجاد خواهند شد .

یکی ازمهندسین پیشنهاد کرده است که ایستگاهی ایجاد شود که بجای گشتن بدور زمین ، بگرد ماه بچرخد ، چنین‌ایستگاههائی‌اقمارقمر زمین خواهند بود . بعدها می‌توان مراکزمشابهی درنزدیکی‌سایرسیارات منظومهٔ شمسی ودردرجهٔ اول‌درهمسایگی زهره ومریخ بوجود آورد . حتی می‌توان سیارات جدیدی که بدور خورشید بگردند ایجادنمود. ایجاد ایستگاههای بین سیارات اهمیت فراوانی‌خواهدداشت . این‌ایستگاهها دارای وظایف مهمی خواهند بود که پاره‌ای مستقل و برخی مربوط بسازمان دادن ارتباطهای بین سیارات خواهد بود .

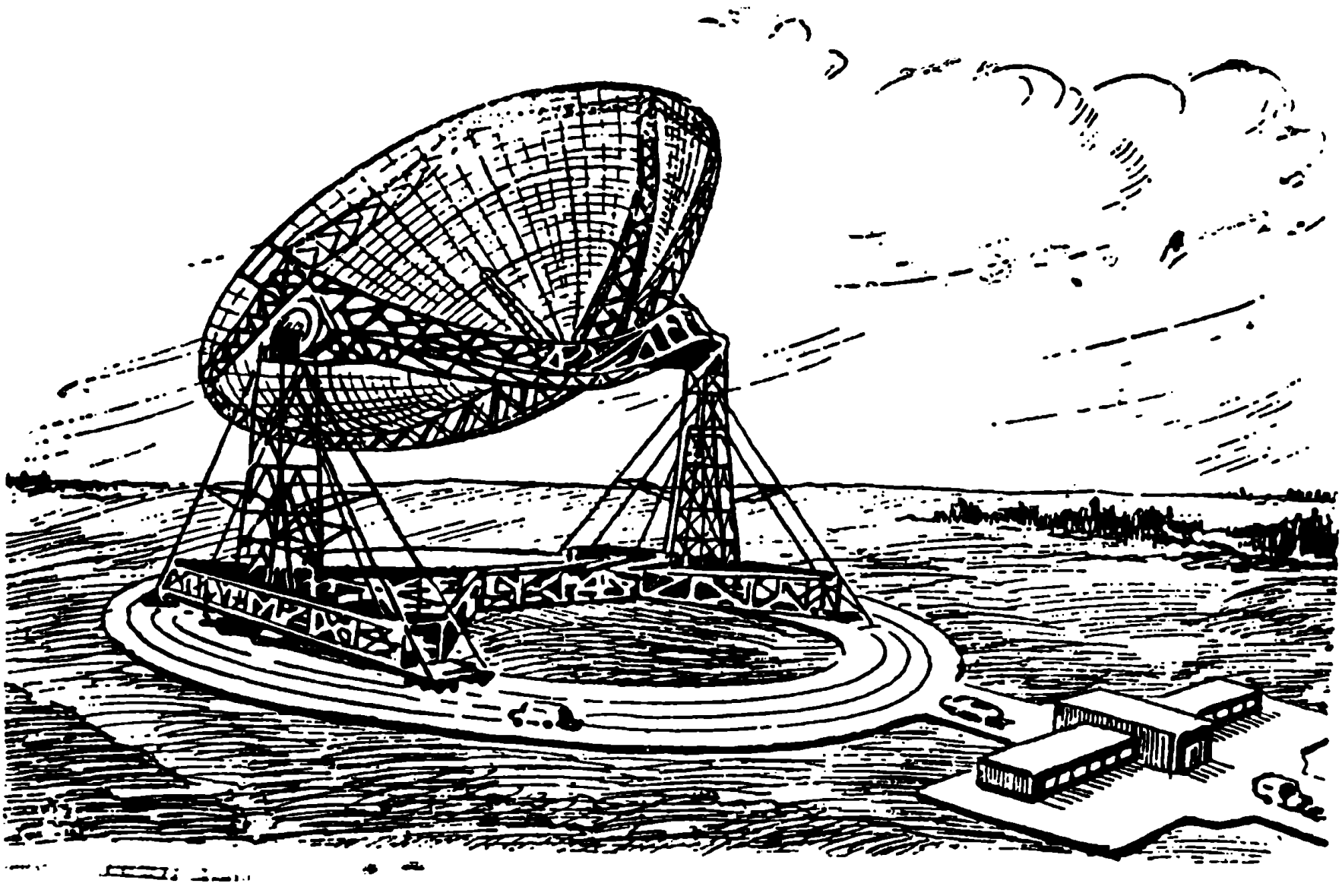
مشکل بتوان نقشی را که یك ایستگاه بین سیارات می‌تواند در تکامل دانش بازی کند بدرستی ارزیابی کرد . رصدخانه‌ای که دریك چنین‌ایستگاهی دایرشود ارزشی بیش‌ازمجموع رصدخانه‌های روی زمین خواهد داشت . این ایستگاه بیرون ازجو زمین خواهد بود ، بیرون ازآن قشری خواهد بود که صدها کیلومتر بلندی آنست وعلیرغم شفافیت ظاهریش‌بسیارغبارآلود ومتلاطم است ومانع‌عمده‌ای برسرراه‌بسیاری ازمشاهدات نجومی است. شگفت آورنیست که ستاره شناسان خود را مصرانه به قلل کوههای بلند می‌رسانند وابزارخود را درمناطقی‌نصب‌میکنند که بپاکی‌هوا معروف‌است. با ارزش‌ترین مشاهدات همانها هستند که دراین قبیل رصدخانه‌ها بدست‌آمده‌اند

محتوی پرغبارهوا که باچشم عادی مشهود نیست وجوشش و«بهم‌خوردگی» دائمی جو، هنگامیکه چشم مجهز به تلسکوپهای نیرومند برای رخنه دراعماق افلاك می‌شود به بلای‌آزار دهنده‌ای بدل می‌شود . همین شفافیت ناقص هوا عملاً امکان بزرگ نمائی

دستگاههای نجومی را محدود می‌سازد . در عمل ضریب بزرگ نمائی بیش از ۵۰۰ بکار نمی‌رود گرچه نیرومند ترین تلسکوپهای موجود می‌توانند تصاویررا چندهزاربرابروبیش ازآن را نیزبزرگ نمایند .

دانش فیزیك نور ساختمان دستگاههای بسیار پیشرفتهٔ نجومی را ممکن ساخته ولی پیش‌بردن آنها برروی زمین ارزشی‌ندارند زیرا تصاویرتیره وتارومبهم بدست میآیند. هراندازه توان بزرگ نمائی بیشتر باشد شفافیت جوغیر کافی‌تر می‌شود . باین دلیل یك تلسکوپ بزرگ اغلب بدترازتلسکوپ کوچکست وچشم ستاره شناس بهترازدوربین‌عکاسی است . ولی‌ستاره شناسان درایستگاههای بین سیارات هرگزبه چنین موانعی برنخواهند خورد وجا دارد که همکارانشان در روی زمین بآنها غبطه بخورند !

دراین رصد خانه بیرون ازجوزمین قادر خواهیم بود عکس‌های اصیلی ازمریخ‌و سایرسیارات بدست آوریم ، واز «کانال»های مریخ را تماماً بگشائیم ودر پردهٔ غیرقابل نفوذ ابرها که زهره را دربر گرفته رسوخ‌نمائیم . امکان خواهیم یافت درستی فرضیه‌ای را که تازگی دربارهٔ پلوتوپیش کشیده شده ، تحقیق نمائیم . طبق این فرضیه پلوتو تنها بزرگترین جرم سماوی یك گروه سیارات کوچك است که دومین حلقهٔ بیرونی آستروئیدی‌منظومهٔ شمسی‌را تشکیل‌میدهد. (آستروئیدها یاشبیه سیارات قطعات سیارهٔ متلاشی شده‌اند که بدور خورشید می گردند) سرانجام خواهیم توانست کـه کهکشان (گالاکسی) های جدید را بررسی کنیم‌و مرزهای آن‌بخش‌ازافلاك را که قادر بدیدن‌آن هستیم، یعنی‌مجموعهٔ‌چند کهکشان (متاگالاکسی)را بمیزان‌قابل‌ملاحظه‌ای گسترش‌دهیم.



رادیوتلسکوپ ــ دستگاهی برای دریافت امواج رادیوئی افلاك

چنانکه می‌بینیم بکمك چنین رصدخانه‌ای بیرون‌از جو زمین مسائل بسیارجالب وپراهمیتی را می‌توان حل کرد . تنها شفافیت غیرکافی جوزمین نیست که مانعی در راه مشاهدات نجومی است . جو نور خورشید را میپراکند ، گرچه این پراکنده گی نور آسمان‌آبی زیبائی برای ما می‌سازد ، دردسر فراوانی‌برای ستاره شناسان ببار می‌آورد

بهمین دلیل است که ستاره شناسان شبهاکار می کنند که نور خورشید مانع رصد ستارگان وسیارات نشود ، و بهمین سبب است که ستاره شناسان آن لحظات گرانبها را که خورشید می گیرد مغتنم میشمردند زیرا کسوف بآنان امکان عکس برداری از تاج خورشید و بررسی آن را می‌دهد که در ایام دیگر زیر تابش انوار درخشان خورشید دیده نمی‌شود .

در رصد خانه بیرون ازجو زمین وضع بکلی متفاوت خواهد بود . تابش خیره ـ کنندهٔ خورشیددرزمینهٔآسمان‌سیاه رنگ ومخملی‌حتی درخشنده‌ترخواهدشد وبااین‌وجود مانع دیدن نور سرد ستارگان نخواهد شد ، ستارگانی که دیگرچشمك نخواهند زد ، بلکه فسرده بنظر رسیده سراسر آسمان را فرا خواهند گرفت وعده‌شان چندباربیش‌از هزاراختری خواهدبود که‌حتی درپرستاره‌ترین شب‌ها اززمین‌دیده می‌شوند. ستاره‌شناسان این رصدخانهٔ بیرون ازجو قادر خواهند بود منظره‌ایرا به بینند وازآن عکس بردارند که تاکنون کسی ندیده است

تاج خورشید را موقعیکه خورشید با سایهٔ ماه پوشیده نشده ، شعله‌های عظیمی ازگازهای گداخته راکه زبانه می کشند ، زبانه‌هائی که نه ازپشت قرص سیاه ماه بلکه مستقیماً ازخورشید فروزان وتابان‌نیمروزسربآسمان می کشند وبرای این‌کارفقط‌کافیست قرص خورشید را با قطعه‌ای مقوا بپوشانیم . چنین مشاهداتی را می‌توان نه در عرض چند لحظه کسوف‌کامل بلکه هرروز وساعتهای متوالی انجام داد . (ناگفته نماند که در سالهای اخیر ستاره شناسان آموخته‌اند که از تاج خورشید در غیر مواقع کسوف هم عکسبرداری کنند وآنرا بررسی‌نمایند. برای‌این‌منظوردستگاه ویژه‌ای که کرونوگراف نامیده می‌شود بکار می‌رود که یا براساس غلبه برآثارپراکندگی نور ویا براصل استفاده ازبخش بسیارباریکی ازطیف‌نور استواراست ولی بااین‌همه مشاهدهٔ تاج‌خورشید دربیرون جوبنحوغیرقابل قیاسی با ارزش‌ترخواهد بود، دست کم ازآن جهت که تا بامروزمشاهده طوقهٔ بیرونی تاج تنها درلحظات کوتاه کسوف کامل خورشید میسربوده است) . هم‌چنین خواهیم توانست سرانجام‌آن قسمت هائی‌ازآسمان را که نزدیك خورشیدند بررسی‌نمائیم بویژه انجام مشاهداتی دربارهٔ عطارد که بعلت نزدیکی آن بخورشید از زمین دشواراست بسیارآسانترخواهد شد . میدانیم که‌عطارد هرگزبیش از ۱۸ـ۲۰ درجه ازقرص‌فروزان خورشید فاصله نمی گیرد .

رصدخانهٔ بیرون جو بکار بردن شیوه‌های جدید و مؤثرتر مشاهدات نجومی را امکان پذیرخواهد ساخت .

ازهمان نخستین روزهائی که‌آدمی به بررسی‌آسمانها پرداخت تا بامروز می‌توان گفت که تنها منشاء اطلاعات ما دربارهٔ اجرام سماوی ، پرتوهای مرئی‌آنها وتا حدودی پرتوهای دون قرمز و فوق بنفش این اجرام بوده است تجزیهٔ طیفی نور مرئی سبب پیشرفتهای شگرفی درزمینهٔ ستاره شناسی شده است ودانشمندان را قادر ساخته ترکیب شیمیائی اختران را در چنان فواصل عظیمی از زمین معین سازند که آدمی از تصورآن عاجزاست این تجزیهٔ طیفی ، تعیین درجهٔ حرارت اجرام سماوی گداخته ، قوانین حاکم برحرکت‌آنها و وضع اتمهای این اجرام را میسرساخته است ، عکسهائی که با پرتوهای معین طیف گرفته شده‌اندنه‌تنها وجود حیات گیاهی را درمریخ‌به اثبات رسانده بلکه تشخیص‌تفاوت بین گیاهان‌مریخ وزمین رانیزامکان پذیر کرده است وباین کیفیت دانش جدیدی ازحیات گیاهان را برروی کرات بنام استروبوتانی یا گیاه شناسی اختران پی ریزی نموده است . و با همهٔ اینها بطور عمده تنها نور مرئی پایهٔ کلیهٔ شیوه‌های مشاهدات نجومی است .

دراین اواخردانشمندان گام تازه‌ای درجهت افزایش وسائل کارخود در شناختن افلاك برداشتند که بیدرنگ به‌نتایج برجسته‌ای منتهی‌شد . رادیودراخترشناسی‌بکاررفت. نزدیك سی‌سال‌پیش دونفرازدانشمندان شوروی پیشنهاد کردند که‌یك پرتونیرومند رادیو بآسمانها فرستاده شودبنحوی که بتواند «سقف الکتریکی» زمین یعنی‌یونوسفررا بشکافد. انعکاس این‌پرتورا بوسیلهٔ اجرام سماوی‌میتوان باگیرنده‌های رادیودرروی‌زمین بشکل‌یك انعکاس رادیوئی ضبط نمود. این اندیشه نخستین باردرامریکا درسال ۱۹٤٦ بموقع اجرا گذاشته شده نخستین انعکاس رادیوئی ازماه گرفته شد .

ولی دستگاههای حساس گیرنده که باین منظورطرح شده بودحتی هنگامیکه امواجی‌هم اززمین فرستاده نمیشدپاره‌ای علائم رادیوئی دریافت میکرد. معلوم شد که‌این علائم ازاعماق فضامیآیند وخورشید وسایرستارگان خودامواج رادیومنتشرمیکنند . این پدیده پایهٔاخترشناسی‌رادیوئی‌را گذاشت که طی چندسال بکشفیات جالبی نائل‌آمد . از جمله: منابع‌نامرئی تشعشات رادیوئی‌یافته شدند که به «اختران‌رادیوئی»یا« کهکشانهای رادیوئی» موسوم گردیدند. هم‌چنین‌آشکارشد که گازهای درونی‌اختران مانندهیدرژن که غیرنورانی ولاجرم نامرئی هستند این امواج رادیوئی‌را منتشر میسازند

درسالهای اخیرمسلم شده است که اختران موسوم‌به جدید وفوق‌جدید سرچشمهٔ تشعشات‌رادیوئی‌نیرومندی هستند. جریانات نیرومنداموا‌ج رادیوئی که از اعماق کیهان بمامیرسند دراین‌موردعبارت‌ازانعکاسات‌آن فعل‌وانفعالات‌مرموزیست که دردرون‌ستارگان

رخ‌میدهند وناگهان سبب میشوند برخی‌ازاین اختران مانندیك حباب‌عظیم صابون باد کنندودرنتیجه ستارهٔ کوچك محقری که باشکال‌دیده میشودو گاهی اصلادیده نمیشود با درخشندگی خیره کننده‌ای‌درآسمان‌شب‌بتابد. اخیراً کشف‌شده‌است که‌تشعشعات‌نیرومند رادیوئی که ازمجموعهٔ ستارگان‌بنام‌سیگنوس بمامیرسد سبب‌برخوردوتلاقی در کهکشان دراین منطقهٔ‌آسمان است .

افسوس که مقدارزیادی ازاین تشعشعات فضائی بسطح‌زمین نمیرسند. عملاماتنها آن‌پرتوهارا دریافت‌میکنیم که راه خودراازمیان‌دروپنجرهٔ‌باریك‌میگشایندیکی‌نورمعمولی مرئی ودیگری امواج رادیوئی که طول موجشان ازیك سانتیمتر تا ۲۵ متر است. همه اشعهٔ دیگربوسیلهٔ جو زمین جذب میشوند یعنی پرتوهای رادیوئی باطول موج بیش از ۲۰ متر ، پرتو های الکترو مغناطیسی که طول موجشان کمتر ازیك سانتیمتر است ، قسمت بیشترپرتوهای دون قرمزوفوق بنفش، پرتوهای ایکس‌باطول موج کمترازیك ده ملیونیم میلیمتر

ولی وضع‌ازاین لحاظ دررصد خانه بیرون جوبکلی دگرگون خواهد بود. همهٔ طیف تشعشع الکترو مغناطیسی یك جسم دردست ستاره شناسان این رصد خانه ، سلاح مؤثری برای بررسی افلاك خواهد بود. این سلاح نیرومندی خواهد بود. مثلا میدانیم آن مجموعهٔ ستارگان که مادرآن قرار داریم یعنی کهکشان ، دربرابر پاره‌ای ازامواج رادیوئی ، درمقایسه باپرتوهای مرئی نور «شفاف‌تر» است و کسی چه میداند که بیاری این وسیله شناخت چه اشکال تازه وجود که دراین سپهربیکران یافته خواهد شد ؟ این مطلب بهمان اندازه درمورد تشعشعات جسمی افلاك ، یعنی جریان ذرات که از اعماق کیهان بسوی زمین شتابانند واکثریت مطلق‌آنها درجوزمین نابود میگردند ، نیزدرست است . تنها بیرون ازجو ، برروی یك قمرمصنوعی امکان پرداختن به بررسی جامع‌این جریانها خواهد بود .

یك شکل دیگرمشاهدهٔ نجومی هست که ازروی زمین غیرممکن است ولی از رصدخانه‌ای بیرون ازجو، بسیارپیش پا افتاده خواهد بود . سرانجام امکان خواهیم‌یافت که به‌بررسی‌سیاره‌ای که دربارهٔ‌آن‌چنان‌زیادودرعین‌حال‌چنان‌اندك آگاهی داریم‌بپردازیم. منظورما اززمین ، سیاره‌ایست که روی‌آن‌زندگی میکنیم حتی‌اگریك نفراز ساکنین زمین میتوانست از کنار ، از دور دست بر روی زمین نگاه کند چه اطلاعات پربهائی بدست میآورد !

اگر میتوانستیم باچشم یك «بیگانه» بزمین نگاه کنیم کمك بزرگی به ستاره شناسی درمطالعهٔ سایرسیارات میبود . مثلاکافیست یادآورشویم که ستاره شناسان میدانند که سایرسیارات تاچه اندازه نورخورشیدرا منعکس میکنند وآن‌را (آلبدو) مینامند

اما دربارهٔ آلبدوی زمین هیچ نمیدانند و این امر قضاوت دربارهٔ چگونگی رویهٔ سایر سیارات‌را بااصالت‌کافی غیرممکن میسازد. دربارهٔ توانائی انعکاسی سطح زمین تنهاازروی روشنائی زمینی ماه میتوان قضاوت کرد واین هنگامیست که ماه نوبانورمنعکس شده از روی زمین روشن میشود

تنها مشاهدهٔنجومی‌زمین نیست که ازقمرمصنوعی‌آن ممکن خواهد شد،ازچنین قمری میتوان مشاهدات زیادی‌را که مستقیماً بازندگی مادرروی زمین سروکاردارد‌انجام داد. خواهیم توانست که بسیاری ازپدیده‌های زمینی‌را که بررسیشان ازخود زمین‌نشدنی است بررسی کنیم . ازدیدگاهی که درچنین فاصلهٔ بعیدی از سطح زمین قراردارد ، از زیجی باین بلندی ، چشم‌آدمی میتواند مساحات عظیمی ازسطح زمین‌را در بربگیرد . این امر فرصت های کاملا جدیدی‌را برای ژئوفیزیك (زمین شناسی فیزیکی) ، نقشه نگاری وهواشناسی پیش میآورد . تنها امکان مشاهدهٔ همزمان مناطق تندرخیز یاابرها برروی میلیونها ودهها میلیون کیلو مترمربع از سطح زمین ارزش فوق‌العاده‌ای دارد . (مثلا ازقرارقمرمصنوعی که درارتفاع ۳۵۹۰۰ کیلومتری زمین قرار گرفته باشد یعنی قمری که مدت دوران آن برابر ۲۴ ساعت یایك روز زمین باشد میتوانیم۵۰ میلیون کیلومترمربع ازروی زمین به بینیم (درحالیکه زاویهٔ دید فقط ۱۷ درجه خواهد بود) ایستگاههای هواشناسی‌سلاح بسیارباارزشی برای پیشگوئی وضع هوائی بدست خواهند آورد وبااطمینان بیشتری کارخواهند کرد. این‌مسئله درموردمشاهدات مربوط بحرکت یخ ها در مناطق قطبی و بسیاری مشاهدات طبیعی دیگر صدق میکند . پاره‌ای ازاین مشاهدات اکنون‌بکمك موشکهای‌استراتوسفریك‌صورت میگیرندامااارزش این‌مشاهدات که حداکثرچند لحظه‌ای بیشترطول نمیکشدباارزش مطالعاتی‌مداوم طولانی وبلاانقطاع که ازروی قمرمصنوعی انجام شود قابل قیاس نیست .

علاوه برستاره شناسان،هواشناسان ونقشه‌نگاران‌بسیاری‌دانشمندان دیگرخواهند کوشیدآزمایشگاهی بیرون از جوبیایند . فیزیکدانان و شیمیدانان شرایط فوق‌العاده مناسبی برای مطالعهٔ خواص ملکولها واتمها که هنوزدرروی زمین ممکن‌نیست خواهند داشت . این شرایط چنین خواهند بود : خلاء بیسابقه ، عملا در حدود خلاء مطلق ، دامنهٔ وسیع تغییرات‌درجه حرارت همراه باامکان استفاده ازپائین‌ترین درجات حرارت، نه درزمانهای بسیار کوتاه که اینك در روی زمین شدنیست بلکه برای زمانهای طولانی وبی‌پایان . سرانجام جریان نیرومند تشعشع الکترومغناطیسی وذره‌ای . گیاهشناسان و زیست شناسان خواهندتوانست تأثیرات فضارا برپدیده‌های گوناگون حیات موردبررسی قراردهند. مغناطیس شناسان وسیلهٔ تازه‌ای‌برای مطالعهٔ میدان مغناطیسی زمین وبویژه تأثیرطوفانهای مغناطیسی خورشید برروی این میدان بدست خواهندآورد . کارشناسان فیزیك هسته‌ای خرسند خواهند شد زیرا جریان نیرومند و ضعیف نشدهٔ اشعهٔ کیهانی

درخدمت ایشان خواهد بود ...

قمر مصنوعی بعنوان یك آزمایشگاه خورشیدی ، جائیکه بتوان زندگی خورشید وفعل وانفعالاتیرا که درآن انجام میگیرد بررسی کرد ، بسیارارزشمند خواهد بودچون این فعل وانفعالها نقش بسیار مهمی در زندگی ما بر روی زمین بازی میکنند برای امکان انجام مشاهدات دقیق لازم خواهدبود که پروازقرمزمصنوعی بدور زمین دست کم در مدتی صورت بگیرد که خورشید چند بار بگرد محور خود بچرخد وزمان یك چنین دوران وضعی ۲۷ روزاست. (درنظرساکنین زمین خورشید هر۲۷ روز یکبار بگردخود میچرخد اما درواقع اینزمان فقط ۲۵ روز است . دلیل این اختلاف آنست که خود زمین درهمان جهت بدور خورشید می گردد ضمناً این سرعت دوران درمنطقهٔ استوائی خورشید است ونزدیك درقطب آن بسیار کمتراز اینست)

از خصوصیات فوق‌العاده ارزندهٔ رصدخانه‌ای برروی یك قمرمصنوعی امکان‌انجام مشاهدات بدون وقفه وانقطاع است ، زیرا اینکارمستقل ازوقت روزوایام سال وهمچنین مستقل ازوضع هوا خواهد بود که باعث آنهمه ناراحتی ومزاحمت ستاره‌شناسان،برروی زمین می‌شود ولی فرصت‌هائی که قمر مصنوعی دراختیار ما میگذارد محدود به‌مشاهده وبررسی افلاك نیست . علاوه براین نقش غیرفعال ، که بی شك ارجدار است ، قمرهای مصنوعی میتوانند نقش فعالی در امور زمین بازی کنند وعملاکارهای مفیدی برای‌مردم انجام دهند

اکنون تنها چیزی که میتوان درین زمینه گفت نشان دادن راههائی است که از آن راهها می‌توان چنین مداخلاتی در زندگی آدمیان نمود ولی شك نیست که در آینده بهمان نسبت که بر شمارهٔ قمرهای مصنوعی افزوده می‌شود و تجارب اندوخته میگردد فرصتهای تازه بتازه‌ای برای سود جستن از این پایگاههای زمین در آسمانها یافته خواهد شد .

درواقع خدمات هواشناسی‌قمرهای‌مصنوعی نمونه‌ای ازنقش بسیارفعالیست که‌این قمرها میتوانند بازی کنند . استفاده ازقمرهای مصنوعی بعنوان ایستگاههای انتقال و تقویت (رولە) برنامه‌های تلویزیون اهمیت کمتری ندارند . امروز تنها کسانی که در منطقه‌ای کمی بیش از صد کیلومتری مرکز فرستندهٔ تلویزیون زندگی می کنند میتوانند ازآن استفاده کنند .

این بدان سبب است که این برنامه‌ها بوسیلهٔ امواج بسیار کوتاه رادیوئی که طولشان تنها چند متراست پخش میشوند و انعکاس این امواج بوسیلهٔ یونوسفر بسیار ضعیف است باین علت امواج مزبور تنها در منطقهٔ موسوم به رؤیت مستقیم ایستگاه تلویزیون قابل گرفتن هستند .

اگر قمرمصنوعی زمین مجهزبایستگاه انتقال گردد که بتواند برنامه‌های‌فرستندهٔ تلویزیون را دریافت کند وازنوپخش نماید فاصلهٔ انتقال چنین برنامه‌هائی بسیار افزایش خواهد یافت .

منطقهٔ رؤیت مستقیم ازیك قمرمصنوعی چنان وسیع است که پنج یاشش‌ایستگاه انتقالی قمری که بدورزمین درمدار « یك روزه » خود شناورباشند (یعنی مدت دوران اقماری که این ایستگاهها بر روی آنها نصب می‌شوند ۲٤ ساعت باشد و چنانکه گفته شد چنین قمرهائی نسبت بزمین بی‌حرکت بنظرمیرسند) قادرخواهند بود برنامه‌های تلویزیون رابمناطقی برسانند که ۹۰ درصد جمعیت زمین درآن ساکن‌اند . این رشته قمرهای مصنوعی نه تنهامی‌توانند برای پخش برنامه‌های تلویزیون بکاررروند بلکه‌قادرند موفقانه جایگزین همهٔ ایستگاههای زمینی رادیو وتلگراف شده ، ارتباطهای رادیوئی را از اغتشاشها و پارازیت‌هائی که در روی زمین از آنها گریزی نیست خلاص کنند و سرانجام میلیونها تن‌کابل وسیم صرفه‌جوئی نمایند

بکمك این قمرها انرژی خورشید می‌تواند برای ما بسیارثمربخش‌تر باشد. مثلا روشنائی شهرهای بزرگ را درشب درنظربگیرید ؛ آینه‌های نیرومندی که بر روی قمر مصنوعی نصب شود میتوانند پرتوهای خورشید را طی ساعاتی ازشب بروی زمین‌بتابانند و این هنگامیست که خورشید فقط در روی زمین غروب کرده و قمر مصنوعی که در ارتفاع زیادی ازسطح زمین درپرواز است ، هنوز در معرض تابش اشعه خورشید است . تعداد دویا سه قمرمصنوعی که چنین مجهزباشند ومدارهایشان بدرستی انتخاب‌شده‌باشند می‌توانند شب تهران را بدون صرف هیچگونه انرژی الکتریکی‌چون روز روشن‌سازند. روشنائی همیشگی ورایگان !

پرتوهای خورشید که ازقمرمصنوعی هدایت شوند می‌توانند نه‌تنها زمین‌راروشن کنند بلکه گرم کنند . آینه‌های فلزی بسیار نازکی که سطح عظیمی برابر چند کیلو مترمربع وحتی چندین ده کیلومترمربع داشته باشندمیتوان دراقمارمصنوعی نصب‌نمود. بعلت فقدان جواین آینه‌ها میتوانند بسیارسبك ونازك باشندآنها میتوانند اشعهٔخورشید را که جو تضعیفشان ننموده بر روی قسمت نسبتاً کوچکی ازسطح زمین متمرکزنمایند و درنتیجه درجهٔ حرارت را بحدی بالا ببرند که یخ به تندی‌آب شود یا آب‌بجوش‌آید. اگرتعداد زیادی ازاین اقمار « پرتوفشان » داشتیم میتوانستیم بر روی مداخلهٔ فعالانهٔ آنها در کورهٔ هواسازی زمین حساب کنیم ویا شاید قادرمی بودیم بتدریخ شرایط اقلیمی برخی ازنواحی زمین را تغییر دهیم .

بکمك آنها ممکن است بتوانیم سبب باریدن باران یا قطع‌آن گردیم . فعالیت گردبادی (سیکلنی) جو را با پدیدآوردن‌وازبین‌بردن گردبادها وضد گردبادها(سیکلنها

و ضدسیکلن‌ها) و تغییردادن‌جهت وزش آنها تحت تأثیر قراردهیم . این‌قبیل‌مداخله‌ها بویژه هنگامی مؤثر خواهند بود که بتوانیم اقمارمصنوعی‌را برروی مناطقی‌ازسطح‌زمین درحال تعلیق نگاه‌داریم ، بخصوص مناطقی که مانند مناطق قطبی ازحیث گرمای‌طبیعی فقیرند ولی اشکال کار درآنجاست که چنین «تعلیقی» تنها موقعی میسراست که قمر مصنوعی بالای خط استوا ، جائی که بیش از حد لزوم نور خورشید دارد در پروازباشد.

پیشگامان فضا پیمائی اهمیت بزرگی برای نقش اقمار مصنوعی در حل مسائل مربوط برفت و آمد بین سیارات ، قائل بوذند . امروز این‌نقش موردقبول‌همگانی‌است. حتی ساده‌ترین پروازهای فضائی مانند پرواز بماه ، یعنی فرودآمدن درآن و برگشتن بزمین بدون کمك اقمار مصنوعی در سطح کنونی تکامل تکنیك واکنشی عملا غیر مقدور است . و ما دراین باره بعداً سخن خواهیم راند . اما اگر از قمرمصنوعی بتوان بعنوان نوعی ایستگاه « سرویس فضائی » استفاده نمود نه تنها این قبیل‌پروازهای‌ساده ، بلکه پروازهای بغرنجتر بین سیارات هم ، حتی همین امروزامکان پذیراست . ذخائر سوخت می‌تواند بتدریج در این اقمار انـدوخته شود و ناوهای فضاپیما کـه انبارهای سوختشان تهی گشت میتوانند دراین اقمارسوخت گیری نمایند .

اقمار مزبور بعنوان‌ایستگاههای « انتقال » سرنشینان‌نیز اهمیت بزرگی‌خواهند داشت . در رفت و آمد بین سیارات با صرفه‌ترین پرواز ها آنست که بوسیلهٔ یك یـا چند انتقال عملی گردد . مسافرت «یکسره» دراین قبیل موارد همراه بـا دشواریهای بزرگیست . فضاپیمایان آینده نباید از انجام چنین انتقال‌ها باکی‌داشته باشندایستگاه‌های مزبور با حد اکثر وسایل آسایش و رفاه مسافرین تجهیز خواهند شد و از جمله امکان مکالمه رادیو تلفونی با دوستان وخویشانشان بر روی زمین وجود خواهدداشت. برنامهٔ حرکت قطارهای بین سیارات چنان خواهد بود که موضوع اتلاف وقت‌وانتظار در ایستگاهها منتفی شده ، مدت توقف فقط برای صرف غـذا کافی خواهد بود . کار سرویس فضاپیمائی آنچنان دقیق خواهد بود که تأخیری در ورود و خروج قطارهارخ نخواهد داد .

می‌پرسند این اقمار مصنوعی مسکون و یا « زیستگاه هـای آسمانی » چگونه خواهند بود ؟

۱۲

برروی یك قمرمصنوعی

زندگی وکار برروی یك قمرمصنوعی بسیار جالب وهیجان انگیز خواهد بود ، وبااین همه احتمالا اینکارخیلی دشوار تر اززندگی‌در اردوگاههای دور افتادهٔ کاشفین قطبی نخواهد بود .

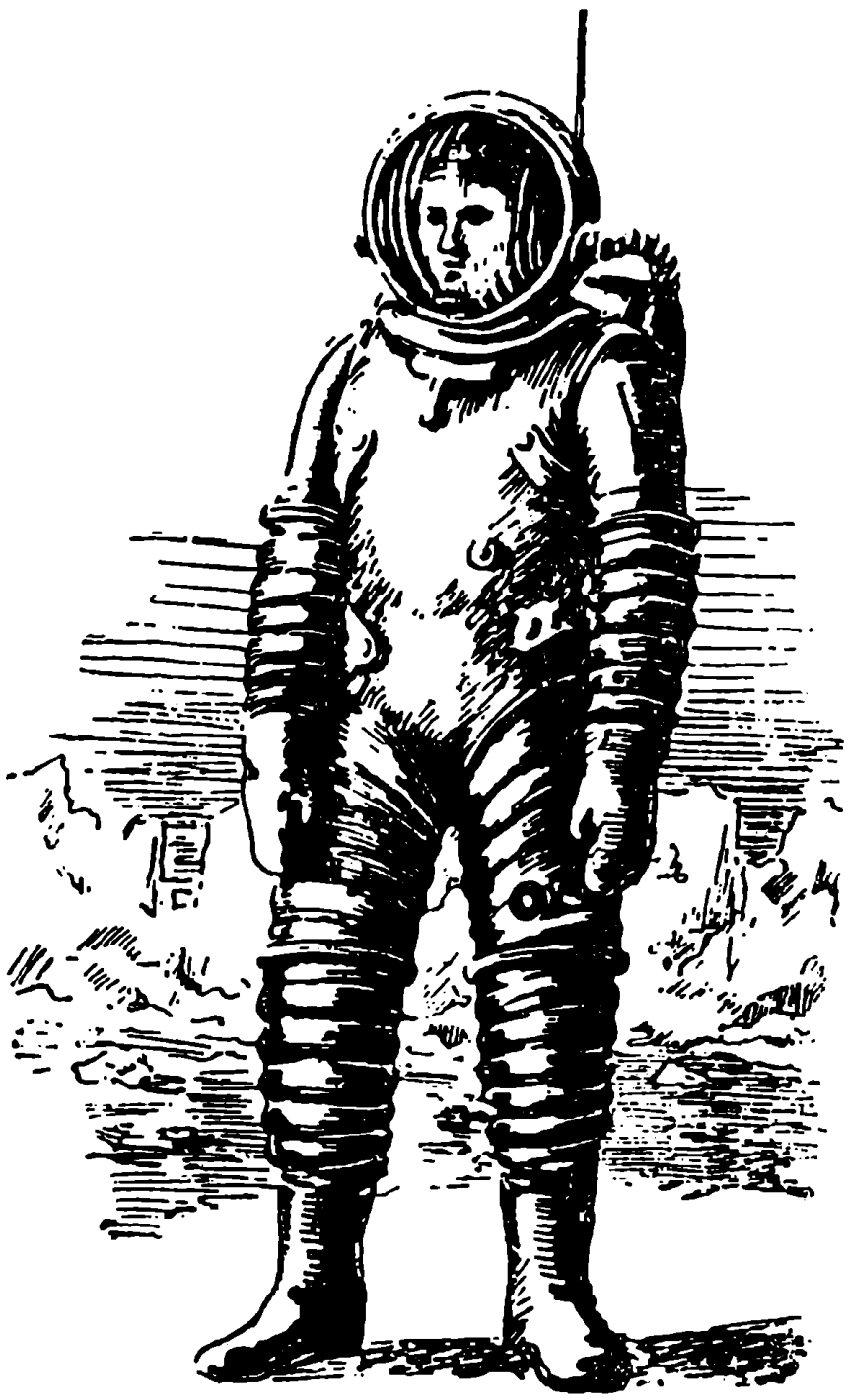
«زمین کوچك» نه تنها ساکنین خود را در برابر همسایگی خطرناك فضای بین سیارات ، برخورد با شهاب‌ها، تشعشعات زیان بخش وسرمای تباه کننده حفاظت خواهد کرد بلکه حداکثروسایل‌آسایش آنانرا نیز فراهم خواهد نمود . ببرکت دستگاههای خودکار تهویه هوا قمرمصنوعی همیشه هوای تازه وگرم خواهد داشت دراین زمینه هم اکنون تجارب کافی اندوخته شده است هوا از محصولات زیان‌آور تنفس تصفیه خواهد شد واکسیژن و رطوبت لازم بآن افزوده خواهدگشت . حتی می‌توان‌آن را با عطرخوش‌آیند ولطیفی اشباع نمود بدانسان که محیط زیست قمرمصنوعی با هوای تازه و نشاط آور بامداد بهاری ویا شام گرم پائیزی که از بوی گلهای دور دست معطر است انباشته شود

این «اکسیرزندگی» را تنها انبارهای اکسیژن مایع قمرمصنوعی‌تأمین نخواهد کرد . برخی‌ازدانشمندان اندیشهٔ ایجاد یك گرم‌خانهٔ گیاهی رابرروی یك قمر مصنوعی مطرح کرده ومحاسباتی‌نیزدراین‌زمینه نموده‌اند. گیاهان این گرم خانه خواهند توانست اسیدکربنیکی را که تنفس ساکنان قمر ایجاد می کند جذب کنند و بکمك دانه‌های کلروفیل برگهای سبزا کسیژن حیات بخش تولید نمایند . این همکاری شگفت جهان گیاهی وحیوانی که ازروی زمین بقمر مصنوعی منتقل خواهد شد نه تنها ساکنان قمر را با هوای تازه و میوه و سبزی تأمین خواهد کرد بلکه قمرمصنوعی را با باغی خرم و سرسبز خواهد آراست و گلدانهای « آپارتمان » مسافران را باگلهای شکوفان پر خواهدکرد

فقدان هوا دربیرون قمرمصنوعی‌تنها انجام گردشهای کوچك را درفضای‌پیرامون ممکن می‌سازد . برای اینکار ساکنان قمر باید لباسهای فضاپیمائی راکه شبیه لباس

غواصان است ولی دارای طرح پیچیده تریست بتن کنند . جالب است که اکنون در هواپیمائی‌خلبانان پروازهای‌بلند لباسهائی می‌پوشند که بسیارشبیه به لباسهای فضاپیمائی آینده است . وظیفهٔ این لباسها آنستکه در مواردی که پیش آمـد بدی برای جایگاه دربستهٔ خلبان پیش‌آید، جان اورا نجات دهند. اگرفشار داخل جایگاه ناگهان سقوط کند ، این لباس بطور خود کار باد خواهد شد و این امربه خلبان فرصت می‌دهد کـه هواپیمای خود را تا ارتفاع امنی‌پائین‌آورد و گاهی حتی‌می‌تواند تامدت زیادی به پرواز خود ادامه دهد .

نسج این لباسها باید بحد کافی مقاوم باشد تابتواند درمقابل ضربه‌های شن ریزهٔ آسمانی ایستادگی کند و نیز در برابر فشار داخلی که بکمك یك دستگاه تهویه هوا ایجاد خواهد شد مقاومت نماید نسج این لباس بعلاوه باید پوشندهٔ آن را در برابر آثار زیان‌بخش پرتوهای گوناگون که درفضا رسوخ میکنند حفاظت کند . ممکن‌است که مناسب باشد که لباس فضاپیمائی را ازفلز بسازند و درمقابل معضلهای بدن قطعات قابل انعطافی قراردهند. از درون دریچه‌ای که شبیه یك‌نوع اکلوز (حوضچه) کانالهای مصنوعی خـواهد بود ، سرنشینان قمر به بیرون راه یـافته و مستقل از قمر مصنوعی خواهند شد . بسیاری ازمشاهدات با ارزش علمی را فقط در آنجا بیرون از دیواره‌های



طرحی از لباس فضائی

قمرمصنوعی میتوان‌انجام داد ، وبطورکلی‌امکان حرکت کردن دربیرون قمر ارزش‌زیادی خواهد داشت . بویژه هنگامیکه درجدار خارجی‌قمرتعمیراتی لازم شود یا زمانیکه‌لازم باشد تجهیزات جدیدی روی سطح بیرونی نصب شود ویا هنگامیکه کارهای ساختمانی مربوط به احداث قمرمصنوعی‌وغیره درجریان است. بنابراین پوشاك ناهنجارفضاپیمایان باید توانائی‌حرکت‌دستها وپاها وحتی‌انگشتان‌را بآنان‌بدهد. هریك‌از گردش کنندگان باید با وسایل گوناگونی که برای اقامت‌چندساعته بیرون ازقمر ضرورست مجهزباشد!. انبارکوچکی از اکسیژن یك ایستگاه کوچك گیرنده وفرستندهٔ رادیو تلفون، چراغ برای روشنائی دربیرون قمر که ممکن است برای بررسی آن قسمت از سطح قمر که از خورشید نور نمیگیرد ، مفید باشد ، یك طپانچهٔ بادی نه برای شکار خرگوشهای کیهانی ، بلکه برای کمك به گردش کنندگان که بااستفاده از«لگد» طپانچه درهنگام شلیك خود را از قمرمصنوعی دورترسازند، این‌ها تجهیزات تقریبی‌هریك از«شناگران» در فضا خواهد بود

همهٔ اینها کمی سنگین است ؟ بهیچوجه . زیرا همه چیزدرروی قمر از جمله خود گردش کنندگان که درپیرامون‌آن درفضا شناورند و مانند آنست که با رشته‌های نامرئی بقمربسته شده‌اند مطلقا هیچگونه وزنی نخواهند داشت . اما این بیوزنی که‌در مورد بالاپدیدهٔ مناسب ومفیدیست شاید ناخوش‌آیندترین جنبه‌زندگی برروی یك قمر مصنوعی باشد

عبارت « هیچگونه وزنی نخواهند داشت » عملا یعنی چه ؟ آیا ممکن است که سرنشینان قمروهمهٔ اشیاءِ دیگربرروی‌آن دیگربوسیلهٔزمین‌جذب نشوند ؟ البته‌نه. آنها مانند پیش جذب میشوند و فقط در ارتفاعهای بمراتب بیشتریست که نیروی‌جاذبه بمیزان قابل ملاحظه‌ای کاسته میشود . این جا مطلب دیگریست که باید مورد توجه قرار گیرد

چه چیزی درروی زمین بما احساس وزن می‌بخشد ؟ تکیه گاهی که‌زیرماست ، کف اطاق ، صندلی ، زمین وغیره که مانع افتادن ، بمرکز زمین میگردد ، جائی که اگر این تکیه گاهها نبود، سرانجام خود را درآنجا مییافتیم . وزن ما همان فشاریست که ما برروی این تکیه گاه وارد میآوریم . اگرمایل باشید میتوانیم این نیرورااندازه بگیریم کافیست که فقط یك فنرقوی زیرتکیه گاه خود قراربدهیم . زیر فشاروزن ما فنر فشرده خواهد شد و اگربدانیم چه نیروئی برای فشردن آن لازم است وزن‌خودرا خواهیم دانست

تکیه گاه را اززیرپای ما خارج کنید وبی درنگ شروع به افتادن بطرف‌مرکز زمین خواهیم کرد . پیوسته تندتروتندتر خواهیم افتاد وسرعت سقوط ما بتندی‌افزایش

خواهد یافت ـ اگرمقاومت هوا را نادیده‌بگیریم ده متردرثانیه برای هرثانیه سقوط ، این همانست که شتاب سقوط آزاد مینامیم چنانچه همراه بـا تکیه‌گاه خود شروع بسقوط آزاد کنیم یعنی بدون اینکه چیزی در سرراه مانع ما باشد بطرف مرکز زمین سقوط نمائیم بسرفنری که زیر تکیه‌گاه خود گذارده‌ایم چه خواهد آمد ؟ بدیهی است که فنر دیگرفشرده نخواهد شد زیرا دیگرتکیه‌گاهی مانع افتادن ما نمیشود .

اینك حالت دیگرسقوط را تصور کنیم . حالتی را که فنرفشرده میشود اما کمتر از فشردگی اولیه ، مثلا موقعیکه فنربانداز‌ۀ نصف قبل از آغاز سقوط فشرده میشود . این بدان معنی است که وزن ما نصف وزن معمولی شده است . دراین‌حـالت سقوط ما بطرف مرکززمین نه با شتاب سقوط آزاد بلکه با شتابی نصف‌آن انجام میگیرد یعنی سرعت افتادن ما درهرثانیه سقوط پنج متردرثانیه زیاد میشود .

آیا فنرمیتواند بیش ازآغازحرکت فشرده شود یعنی ممکن است وزن ما بیش از وزن عادی بشود ؟ آری ممکن است و این همان است که هنگام آغازحرکت ناو فضاپیمارخ میدهد (این‌مطلب‌را هنگام گفتگودربارۀ توپ معروف ژول‌ورن‌بیان کردیم).

بنابراین می‌بینم که فشردگی‌فنرما را درتعیین کمیت وجهت شتاب حرکت‌یاری میدهد . وتنها درفضاپیمائی نیست که این‌کاربسیارضرورت پیدا میکند . دستگاهی بنام شتاب سنج برپایۀ این اصل ساخته شده که برای‌اندازه گیری شتاب بکارمیرود. هیچ ناو فضاپیمائی بدون چنین دستگاهی سفردوردست خودراآغاز نخواهد کرد . درشتاب سنج حلقۀ سنگینی روی‌فنری تکیه میکندومیتواند درداخل استوانه‌ای، برمحورصافی‌بلغزد. عقربه‌ای که بحلقه متصل است درجۀ فشردگی فنر ، مقدارشتاب حرکت شتاب سنج‌را روی سطح بیرونی استوانه نشان میدهد

فرض کنیم که شتاب سنج خودرا روی موشك فضاپیما نصب نموده‌ایم . نخست موشك بیحرکت درروی زمین ایستاده وعقربۀ شتاب سنج روی درجۀ یك قراردارد . این بدان معنی‌است که فقط وزن عادی حلقه روی فنرشتاب سنج اثرمیکند . سپس موشك بفضا پرتاب میشود . فنرفشرده میشود وعقربه دیگر برروی درجۀ یك قرارنداشته بلکه مثلا درجۀ چهاررانشان میدهد ، یعنی شتاب موشك پرتاب شده چهار بار بیش از شتاب سقوط آزاد است ووزن حلقه چهار برابروزن معمولی آنست . (هنگام پرواز عمودی ، سرعت موشك‌نه چهاربرابربلکه سه برابرنسبت بموقع سقوط‌آزاد افزایش خواهدیافت، زیراشتاب حاصلۀ‌موشك موقعی که موتورآن‌کارمیکند درجهت مخالف شتاب سقوط‌آزاد است) بنابراین اگرهنگام پرواز عقربۀ شتاب سنج درجۀ یك را نشان دهد . این بدان معنی خواهد بود که موشك بیحرکت درهوا معلق است . (دربارۀ این تأثیرجاذبۀ زمین درفصل شانزدهم بیشتر گفتگوخواهیم کرد .) دراین هنگام موتورموشك خاموش میشود

وموشك شروع به سقوط آزادانه بسوی زمین میکند . (ولی البته تا مدتی بسبب سرعتی که بدست آورده بحرکت خود بسوی بالا ادامه میدهد، سپس لحظه‌ای میایستد وپس از آن حرکت بطرف زمین راآغازمیکند). دراین هنگام عقربك درجهٔ صفررا نشان میدهد. فنربهیچوجه فشرده نیست وحلقه هیچگونه وزنی ندارد

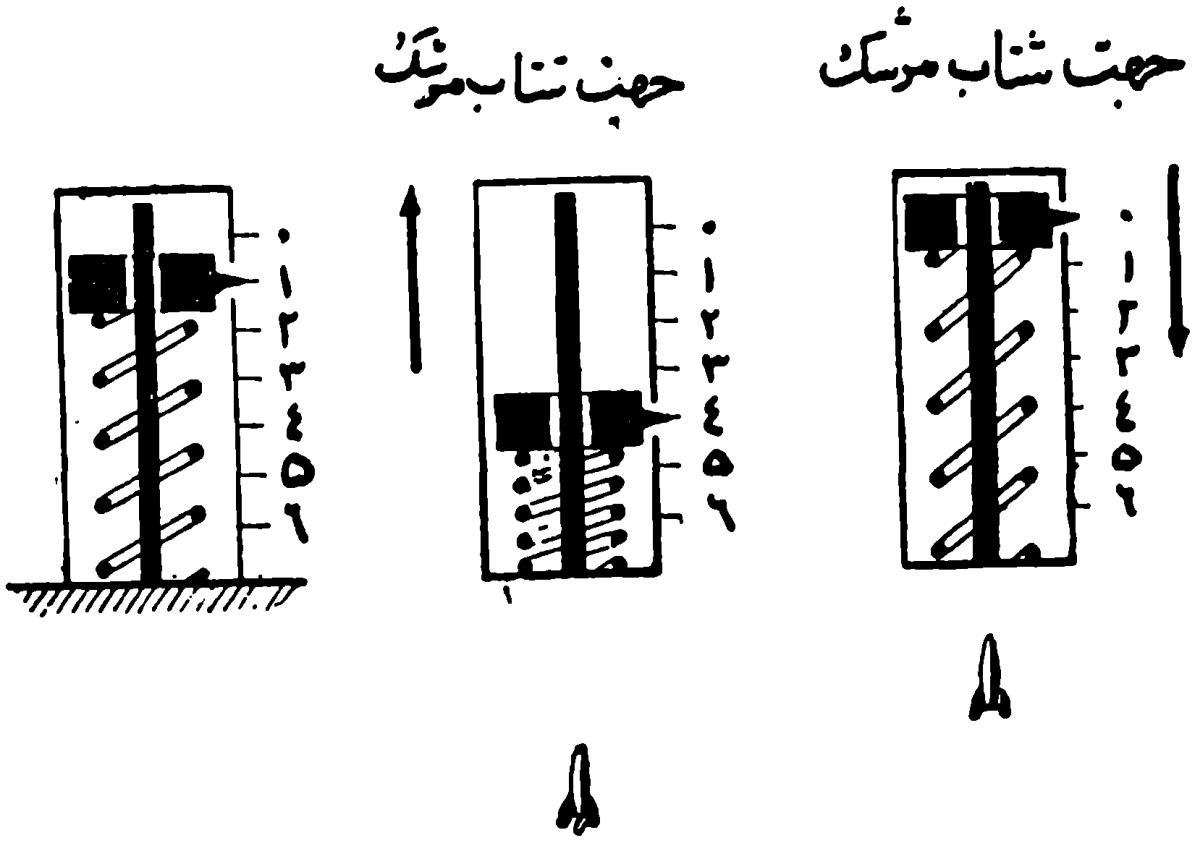
درست همین جریان روی قمر مصنوعی رخ میدهد زیرا همراه باهمهٔ چیزهائی که برروی آن قراردارند بطرف زمین سقوط آزاد میکند. همه چیزبرروی این قمربیوزن است واین امرزندگی را برروی آن نه تنها غیرعادی بلکه ناخوش آیند میکند. باحتمال کلی آدمی نمیتواند مدتی دراز درحالت بیوزنی باقی بماند (مادراین باره که یکی ازمهمترین مسائل ارتباطات بین سیارات است درفصل بیستم که بویژه باین مسئله اختصاص داردسخن خواهیم گفت) بنابراین برای ایجاد وزن بطریق مصنوعی درروی قمر باید تدبیری اندیشید. فقدان وزن برروی قمرمصنوعی مفهومی را که انسان ازبالاوپائین دارد — احساسی که برای مردم روی زمین چنان عادیست ـ ازبین میبرد. وبرای راه رفتن برروی پاونه برروی سر ممکن است لازم باشد به کفشهای خود تخت های مغناطیسی اضافه کنیم . اتفاقاً خود مفهوم «راه رفتن» دراین شرایط نیزغیرعادیست . در روی زمین ماتنها بسبب اصطکاکی که میان پای ماوزمین وجود دارد می‌توانیم راه برویم واین اصطکاك بآن جهت است که وزن ما ، مارا بزمین میفشارد . اگر وزنی نباشد اصطکاکی هم نخواهد بود وراه رفتن معمولی غیرممکن خواهد شد . شاید لازم باشد دستگیره‌ها وحلقه‌هائی روی دیوارهای جایگاه‌ها ودهلیزهای قمرمصنوعی کار گذاشت که سرنشینان بکمك آنها باین سووآنسو حرکت کنند . این دیوارها وکف‌ها وسقف‌ها (اتفاقاً تفاوت بین این کلمات نیز بیشتر جنبهٔ قراردادی پیدا میکند) باید با پوشش کلفت ونرمی پوشیده شود زیرا یك حرکت بی‌پروای سرنشینان ممکن‌است آنانرا درجهات بسیارغیرمنتظری پرتاب کند وبعیدنیست که درپایان این ماجرا سراپایشان ازبریدگی‌ها و کوفتگی‌ها پوشیده شود .

درروی زمین نیروی جاذبه سبب یك بهم خوردگی پیوسته حرارتی درجومیشود. اگربرای ایجادسازمان تهویهٔ زیرکانه‌ای درتمام تأسیسات قمرمصنوعی تدبیری نیاندیشیم سرنشینان آن درمحصول تنفس خود خفه خواهند شد ، از گرما رنج خواهند برد زیرا باقشربیحرکت هوا که بابدنهاشان گرم شده « پیچیده » خواهند شد .

آتش زدن یك کبریت یاسیگاربعلت فقدان اکسیژن غیرممکن خواهد بود .

برای آشامیدن بکاربردن لوله‌های مخصوصی لازم خواهد بود که بوسیلهٔ آن بتوان مایعات‌را مکید یاباید حباب های کشداری که شبیه به پوار (گلابی) لاستیکی هستند وبالوله‌های خمیردندان بکاربرد که بتوان مایعات‌را از داخل آنها مستقیماً بدرون دهان راند . آب از درون تنگ بداخل لیوانی که زیرآن گرفته شود نخواهد ریخت و اگر

بهرحال ریخته شود ، درون لیوان‌را آنطور که درروی زمین معمول است پرنخواهد کرد



دستگاه اندازه‌گیری شتاب ناو فضاپیما ووزن سرنشینان آن . این دستگاه شتاب سنج نامیده میشود . درسمت چپ ناو بیحرکت ایستاده یا باسرعت ثابتی حرکت میکند عقربك شتاب سنج عددیك را نشان میدهد . وزن سرنشینان عادیست . در وسط : ناو بپرواز درمیآید ـسرعت‌آن پیوسته افزایش مییابد عقربك شتاب سنج عدد چهاررا نشان‌میدهد ومیرساندکه وزن سرنشینان چهاربرابر وزن عادیست .
سمت راست : ناو با موتور خاموش پرواز میکند ، در نتیجه آزادانـه بطرف زمین‌سقوط‌میکند . حلقهٔ شتاب سنج وزنی ندارد واین میرساندکـه سرنشینان ناو هم‌وزنی ندارند .عقربك شتاب سنج روی نشانهٔ صفرقراردارد .

بلکه دوردیواره‌های لیوان گشته یاتحت تأثیر کشش سطحی بصورت گوئی جمع خواهد شد . یك حرکت نسنجیده‌کافی خواهد بود که گویچه‌های آب ، سوپ ، کاکائو بابعاد گوناگون شروع بغلطیدن درداخل اطاق درکلیهٔ جهات ممکن بنمایند .

اما احتمالا «وزن» بطورمصنوعی درروی قمرایجاد خواهد شد و سرنشینان‌آن از این‌آزمایشهای حیرت‌آوررهائی خواهند یافت . هم اکنون طرحهای متعددی از اقمار مصنوعی تهیه وپیشنهاد شده‌اند . بدیهی‌است که اقمارمصنوعی که بمنظورهای گوناگونی ساخته میشوند هریك شکل‌دیگری خواهند داشت.

ساده ترین آنها ـ اسپوتنیك های شوروی واکسپلوررهای آمریکائی ـ که هم اکنون بدورزمین در گردشند ، اقماربدون سرنشین هستند . این اقمارنخستین قمرهائی هستند که بمدار های کیهانی خود رسیده بدفعات فراوان ، درمدارهای بیضوی خود، بدورزمین گشته‌اند . اینها کمك فراوان به تکمیل شیوهٔ پرتاب وبررسی پروازانواع‌قمر های دیگر نموده ارتباط رادیوئی بین اقمار و زمین را امکان پذیر ساخته‌اند . وسائل

محافظت دربرابرمخاطراتی که اقامت درفضا دربردارد، بکمك اسپوتنیك دوم شوروی که موجود زنده‌ای را باخود بفضابرد مورد بررسی دقیق قرار گرفته است و گرچه تا کنون اطلاعات رسمی‌دربارهٔ نتایج‌حاصله ازپرتاب نخستین قمرهای مصنوعی بوسیلهٔ دانشمندان شوروی و آمریکا منتشرنشده ولی آنچه معلوم است در زمینه های گوناگون اطلاعات گرانبهائی بدست‌آمده است ، تأثیر برخورد باشهاب ها تأثیر تشعشعات کیهانی وهمهٔ پرتوهای دیگر برروی دیواره‌ها ومصالح ساختمانی موشك ، تغییرات درجهٔ حرارت در پوستهٔ بیرونی موشك وبسیاری مسائل مهم فنی مربوط بساختمان موشکهای فضاپیما که این اقمار را بمدارهای کیهانی خود رسانده مورد بررسی قرار گرفته است . همچنین بکمك این‌اقمارمطالعات گرانبهائی درزمینهٔ نجوم ، ژئودزی(زمین پیمائی ومساحی کرهٔ زمین) ، فیزیك، شیمی ، مهندسی رادیووغیره بعمل‌آمده است .کلیهٔ‌آگاهی‌های‌حاصل شده ، که بکمك ابزاروآلات بسیاردقیق وبغرنج اقمار مصنوعی ثبت میشد بوسیلهٔ رادیو بزمین مخابره شده‌وا کنون دانشمندان بکمك‌ماشین‌های حساب الکترونی‌سر گرم تنظیم ونتیجه گیری‌ازاین مقادیرهنگفت اطلاعات وآمار جدید هستند . دیری نخواهد پائید که‌همهٔ‌کارشناسان ودوستداران دانش، دانستنیهای‌تازه‌ای دربارهٔ‌فضای کیهانی، خصوصیات وچگونگی‌های‌آن بدست خواهند آورد ودرستی یانادرستی بسیاری فرضیه‌ها و نظریات قدیم دربارهٔ فضاآشکارخواهد شد .

گام بعدی‌درتکامل این ماههای مصنوعی فرودآوردن‌آنها باهدایت رادیوئی‌بروی زمین است . این ماهها می‌توانند مجهزببال ـ شاید ازنوع بالهای جمع شونده‌ـباشند. بکارافتادن وازکارایستادن موتورهای این موشك‌ها ممکن است بطورخودکارانجام پذیردو یا بوسیلهٔ رادیواززمین فرمان گیرد .

این ماههای‌مصنوعی بدون‌سرنشین که اینك بمنظورهای‌آزمایش و کسب‌آگاهی های علمی بفضا پرتاب میشوند وبمنزلهٔ سرآغازتسخیرفضا بدست‌آدمیان بشمارمیآیند و حتی بعدها هم که ماههای مصنوعی متعددی باسرنشینان بدور زمین بگردش درآمدند، کاربردهای وسیعی خواهند داشت . این قبیل ماههای مصنوعی ، شاید بعنوان انبارهای فضائی سوخت ، فانوسهای فضائی برای روشنائی شهرها وایستگاههای‌انتقالی‌برنامه‌های رادیو و تلویزیون بکار خواهند رفت وتنها گاه بگاه کارکنان دایرهٔ سرویس « خطوط » از سازمان ارتباط بین سیارات ممکن‌است باناوهای فضا پیمای تند رو خود برای تعمیر یابازرسی سری باین قمرها بزنند !

درمورد ماههای مصنوعی که تا کنون بفضا پرتاب شده‌اند ، بمنظور آسان کردن مشاهدات علمی ، معمولا ارتفاع دوران‌آنهارا طوری انتخاب کرده‌اند که ماه‌های مزبور میتوانند دریکشبانه روز، چندین دوران کامل بگرد زمین انجام دهند. مثلا اسپوتنیك

اول شوروی درارتفاعی نزدیك به ۵۵۷ کیلومتر، دریك شبانه روز ۱۶ بار بدور زمین میگشت ومدت دوران آن درحدود یکساعت ونیم بود . اسپوتنیك سوم درارتفاعی درحدود ۱۸۰۰ کیلو متر ، در مدت یك دور حرکت وضعی زمین بگرد محورش (۲۴ ساعت) دوازده باربدور آن میگردد ومدت دوران آن نزدیك دوساعت است .

برای پرتاب اقمارمصنوعی ازقطارهای موشکی سه تاچهارمرحله‌ای استفاده‌شده است . درموردا کسپلوررها ـ ماههای مصنوعی آمریکا که درحدود ۱۵ ـ ۱۶ کیلووزن دارند ظاهراً سوختهای معمولی وشناخته شده بکاررفته وحال آنکه در مورد اسپوتنیك‌ها بویژه اسپوتنیك سوم شوروی که نزدیك به ۱/۵ تن وزن دارد شاید سوختهای ویژه و تازه‌ای بکاررفته باشد .

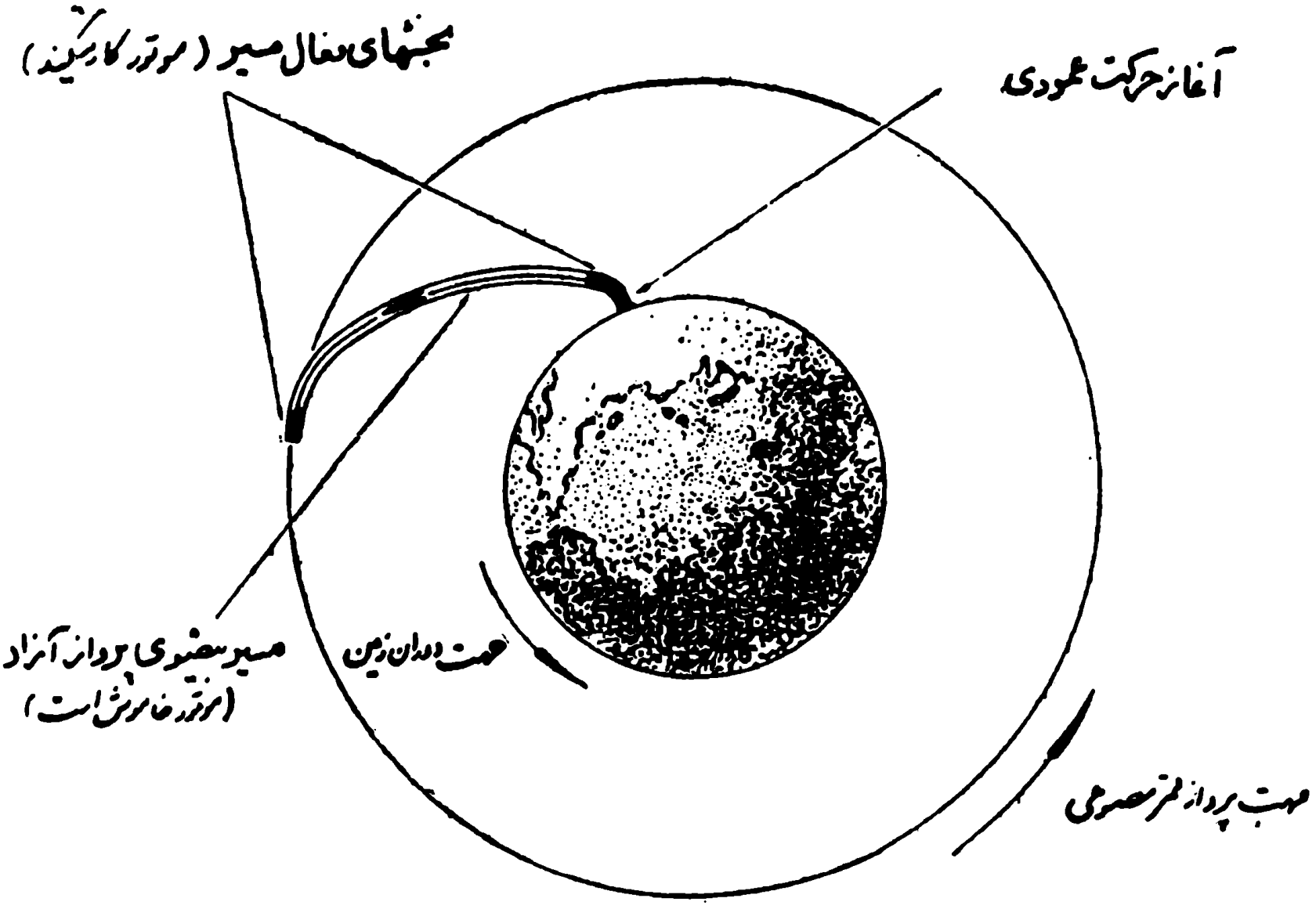
اگرموشکی که برروی زمین ایستاده قرارباشد بماه مصنوعی مبدل شود آشکار است که باید مقدارمعینی انرژی مصرف نماید. این انرژی برای رساندن موشك‌بارتفاع مدارش ، دادن سرعت دایره‌ای لازم بآن ، شکافتن زره جو یعنی چیرگی برمقاومت‌هوا وسرانجام جبران انواع دیگرتلفات انرژی که درچنین پروازی ناگزیر است ، بمصرف میرسد . انرژی لازم برای کلیهٔ این منظورها باید درسوخت انبارشده درموشك ، موجود باشد . میزان این انرژی چه باید باشد ؟

اگرموشك درفضای آزاد که درآن هوا ونیروی جاذبه نباشد پروازمینکرد، همهٔ انرژی سوخت که درموشك انبارشده بکارحرکت‌دادن بموشك وافزودن سرعت آن‌میرفت. دراین صورت سرعت نهائی موشك‌مسلماً بیشترازسرعت آغازموشك‌حرکت ازروی زمین میبود.این‌سرعت‌را که عملادست‌نیافتنی‌است سرعت‌ایده‌آل‌میگویند. درفضاپیمائی‌ذخیرهٔ سوخت یك موشك، که برای هرپروازبین سیارات لازم باشد، براساس میزان این‌سرعت ایده‌آل حساب میشود . هراندازه که پروازدشوارتروبغرنج‌تر باشد انرژی که برای‌انجام این پروازمصرف میشود بیشترخواهد بود . درنتیجه مقدار سوختی که درموشك ذخیره میشود باید بیشترباشد ، یعنی سرعت ایده‌آل موشك بهمان اندازه بیشترخواهد بود .

اگربنا باشد موشکی ماه مصنوعی‌زمین شود میزان سرعت ایده‌آل موشك‌بطور عمده به ارتفاع مدارآن از روی زمین بستگی خواهد داشت . محاسبات نشان میدهد که وقتی‌ارتفاع مدارازصفربه ۳۵ هزار کیلومتربرسد سرعت‌ایده‌آل‌از۸ به ۱۳ کیلومتر درثانیه خواهد رسید . شیوه هائی را که برای رسیدن بسرعت لازم بایدبکاربریم میدانیم. این شیوه‌ها درفرمول موشك‌بیان شده‌اند وعبارتند ازافزایش سرعت جت موتورفشفشه‌ای باسوخت مایع وافزایش نسبت سوخت بوزن درموشك . یك بار دیگر موشك دورپرواز مشروح درفصل ششم‌را بیادآوریم نسبت جرم موشك درآغازحرکت وپس ازتمام شدن سوخت۱۳به ٤ یعنی ۳/۲۵ است وسرعت‌جت تقریباً ۲۱۰۰ متردرثانیه است. فرمول

موشك نشان میدهد که برای آنکه موشکی بتواند بماه مصنوعی تبدیل شود که درارتفاع ۵۰۰ کیلومتری زمین بدور آن بگردد اگر نسبت جرم بمیزان بالا باشد سرعت جت باید ۷۰۰۰ متر در ثانیه باشد که در وضع کنونی تکامل تکنیك واکنشی دست نایافتنی است. اگر سرعت جت را بمیزان یادشده در بالا یعنی ۲۱۰۰ متر در ثانیه بگیریم نسبت جرم باید در حدود ۶۰ باشد که بادشواری زیاد، بکمك موشکهای سه تا چهار مرحله‌ای میتوان بدست آورد .

پرواز چنین موشکی درمدار خود شباهت زیادی به پرواز موشك دور پرواز یاد شده دارد. موشك بطور عمودی پرتاب میشود وسپس در ارتفاع معینی، بفرمان سکانهای خوداز مسیر قائم منحرف شده زاویهٔ معینی باافق تشکیل خواهد داد ودراین حال بپرواز آزاد خود ادامه میدهد تاسرعت کافی برای رسیدن بارتفاع مدار را بدست آورد. وقتی این ارتفاع بدست آمد موتور باردیگر روشن میشود تاسرعت پرواز موشك درمدار خود سرعت دایره‌ای لازم دراین ارتفاع گردد . بنابراین موتور برای مدت بسیار کوتاه ولی دوبار ، یکی در آغاز و دیگری درپایان سفر موشك کار میکند .



مسیر پرواز یك قمر مصنوعی

میتوانیم ماه مصنوعی را بطریق دیگرهم پرتاب نمائیم : مثلا صعود اولیهٔ موشك میتواند بکمك یك بالن یاهواپیما عملی شده وضربهٔ آخری (برای بدست آوردن سرعت دایره‌ای) میتواند بوسیلهٔ انفجار مادهٔ مخصوص درموشك بدست آید .

برای سود جستن ازسرعت دورانی زمین بگردمحورخویش ، پرواز ماه مصنوعی

درمدارش باید درهمان جهت گردش‌زمین یعنی ازباختربخاورباشد. حداکثراضافه‌سرعت دراین حالت میتواند درخط استوا ودر حدود ٤٦٥ متر در ثانیه باشد . هراندازه عرض جغرافیائی نقطه‌ای که موشك ازآنجا پرتاب میشود بیشترباشد این سرعت کمترخواهد بود . پروازی درجهت مخالف مستلزم افزایش سرعت ایده‌آل بهمین میزان خواهدبود. اگرموشك ازقطب پرتاب شود جهت پروازتأثیری درسرعت ایده‌آل نخواهد داشت‌وآنرا کم وزیاد نخواهد کرد .

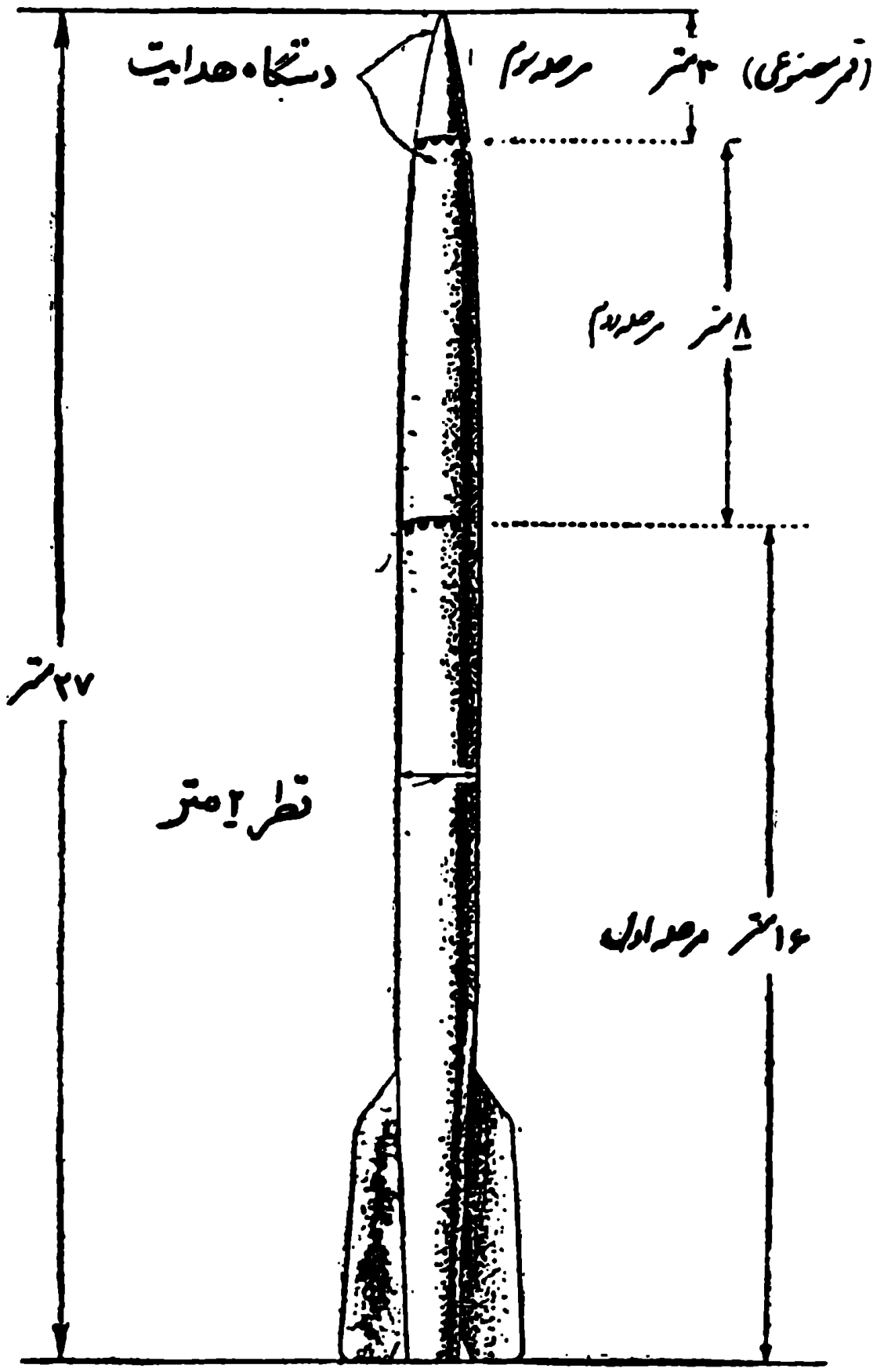
شایان توجه است که اندکی افزایش بار ماه مصنوعی یاوزن آن چه اندازه کار پرتاب‌آنرا دشوارترمیسازد . یك موشك سه مرحله‌ای درنظرمیگیریم که وزن کل آن درآغازحرکت ۱۷ تن باشد . این موشك (که شبیه موشکی است که ماه مصنوعی اول شوروی‌را بفضا برد) میتواندیك قمرمصنوعی بطول ۳ متروقطرنیم متر که ۷۰ کیلوگرم وزن داشته‌باشد درارتفاع ۸۰۰ کیلومتری ، باسرعت ۲۸۰۰۰ کیلومتردرساعت بدورزمین بگردش درآورد. حال اگرفرض کنیم باندازهٔ ۱۰۰ کیلوگرم ابزاروادوات علمی درقمر کاربگذاریم این اضافه بارصد کیلوئی وزن قطار موشکی‌را درآغاز حرکت تقریباً چهار برابرخواهد افزود یعنی از۱۷ به ٦٥ تن خواهد رساند . ازاینجا اولا دشواری‌های عظیم پرتاب اسپوتنیکهای سنگین وزن شوروی که آخرین آنها ۱/۵ تن وصد برابر ماههای مصنوعی امریکا وزن داشت‌آشکار میگردد وثانیاً قابل درك است که چرا ابزار و آلات فوق‌العاده سبك و کم وزن باید در قمرهای مصنوعی کار گذاشته شوند . کامیابی های تازه‌رادیو ـ الکترونیك امکانهای بزرگی دراین جهت ایجاد کرده‌اند. این کامیابیها مربوط بجایگزین کردن لامپ‌های الکترونی وسایرادوات‌معمولی رادیو باترانزیستورها وابزاریست که بااستفاده ازخواص شگفت‌آور«نیمه‌هادی»ها اخیراً ساخته شده‌اند. ابعادو وزن این ابزاربسیارناچیزومصرف انرژی الکتریکی‌آنها بسیار کم است.

دریك چنین‌قطارموشکی‌نسبت وزن قطاردرآغازحرکت به وزن بارمفید (۱۰۰ کیلوگرم) ٦٥۰ خواهد بود . بدیهی است که این نسبت درآینده کاهش خواهدیافت واین امرواجد اهمیت بزرگیست . تصورمیرود که تکامل تکنیك واکنشی ساختن‌چنان موشك مرحله‌ای را ممکن خواهد ساخت که دربرابرهر یك تن بارمفید مرحلهٔ آخر ، یعنی وزن قمر ، درآغازحرکت فقط ۲۰۰ تن وزن موجود باشد . ولی برای تحقق‌این نسبت باید درسوختهای موجود ونیزطرح موشکها اصلاحات جدی بعمل‌آید .

نخستین موشکهای مداری که باخودسرنشین حمل کنند احتمالا ازبسیاری‌جهات شباهت فراوان به قمرهای مصنوعی خواهند داشت . این موشك ها پس ازمدتی پرواز بدورزمین دوباره درزمین فرود خواهندآمد واین فرودآمدن‌مستلزم استفاده ازبال‌برای سریدن درجو وصرف مقدارمعینی سوخت برای‌تبدیل پروازدورانی پروازآزاد ونیزترمز

کردن هنگام نشستن روی زمین است .

اگر تعداد مراحل قطار موشکی افزایش یابد وزن آغاز حرکت آن کاهش می‌یابد.

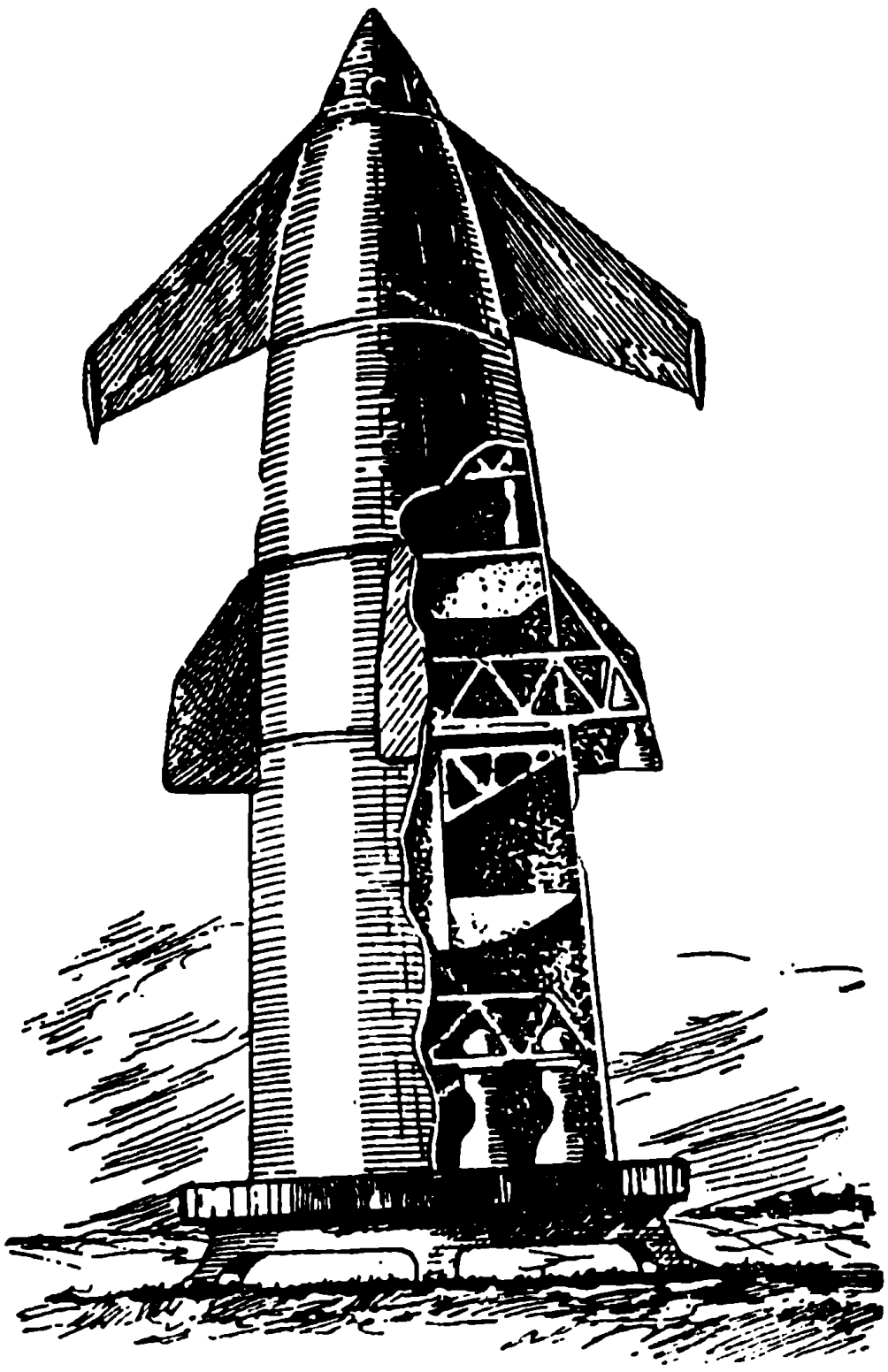


مرحلهٔ آخر این موشک سه مرحله‌ای میتواند قمر مصنوعی زمین شود

درحالیکه بارمفید مرحلهٔ آخر یعنی موشک مداری تغییری نخواهد کرد . مثلا بموجب یك طرح اگر بارمفید موشک مداری ۳/۵ تن باشد وزن آغاز حرکت یك قطار چهار مرحله‌ای ۸۷۰ تن خواهد بود (یعنی نسبت وزن آغاز حرکت به بارمفید ۲۵۰ است) درازی چنین قطاری ۳۵ متر و حداکثر قطر آن ۱۱ متر است مجموع مدت کار موتورهای آن ۸٤٤ ثانیه ومصرف سوخت ۷۱۰ تن است . دراین مورد اسید نیتریك وهیدرژین که سرعت جت آن درخلاء ۳۰۰۰ متر در ثانیه است باید بعنوان سوخت استعمال شود. درمرحله اول قطارمیتوانند بکمك چترنجات بزمین فرود آیند ودوباره مورد استفاده قرار گیرند مرحلهٔ سوم بزمین سقوط کرده متلاشی خواهد شد . مرحلهٔ آخر تبدیل بماه مصنوعی شده و در مداری بارتفاع ۱٦٦۹ کیلو متر بگردش خواهد پرداخت و مدت

یك دورانش ۲ ساعت خواهد بود . این موشك آخری اگرسرنشین داشته وقرارباشد در زمین فرودآید میتواند بال داشته باشد .

بدیهی است که احداث یك ماه مصنوعی دائمی باسرنشین ، یك ایستگاه کامل بین سیارات کاربمراتب دشوارتری ازپرتاب موشکهای سادهٔ مداریست. چنین ایستگاهی که باکلیه وسایل لازم مجهزخواهد بود باید صدها وشاید هزارها تن وزن داشته‌باشد . مشکل بتوان انتظار داشت که چنین ایستگاهی در روی زمین ساخته شود و بوسیلهٔ موشکها بمدارخود ، درارتفاع صدها وحتی هزارها کیلومتر رسانده شود . چنین قطار موشکی صدها هزارتن درآغازحرکت وزن خواهد داشت .آشکار است که لازم خواهد بود چنین ایستگاهی نخست برروی زمین ساخته شده ومورد آزمایش قرار گیرد وسپس پیاده شده‌وقطعات آن‌بوسیلهٔ موشکها بمدارلازم رسانده شودودرآنجاباسوار کردن‌قطعات، دوباره ساخته وپرداخته شود .



طرح یك موشك مداری چهار مرحله‌ای‌که بارمفید قمرمصنوعی آن برابر ۳٫۵تن است

این «کارساختمانی» درفضا ، کاربیسابقه‌ایست که ازلحاظ مقیاس عمل غول‌آسا ، وازلحاظ دشواری فوق العاده خواهد بود. مسئله‌آنست که نه تنهایك جرم سماوی‌جدید

یك ماه دائمی دیگرزمین ، باید احداث شود بلکه ماهی که مسکون باشد وموجودات زنده درآن زندگی کنند. مسیروسرعت حرکت وابعاد این جسم سماوی‌را انسان معین خواهد کرد واین خود پیروزی کوچکی برای‌دانش بشری‌نخواهد بود. این ستارهٔ جدید اول درتلسکوپ‌های ستاره شناسان‌آسمانکاو، پدیدارنخواهدشد بلکه نخست روی‌میزهای طراحی‌مهندسین ودانشمندان ظاهرخواهد گشت ودر کارخانه‌های«ماه سازی» ساخته‌شده وسپس درفضای بین سیارات سوارخواهد شد

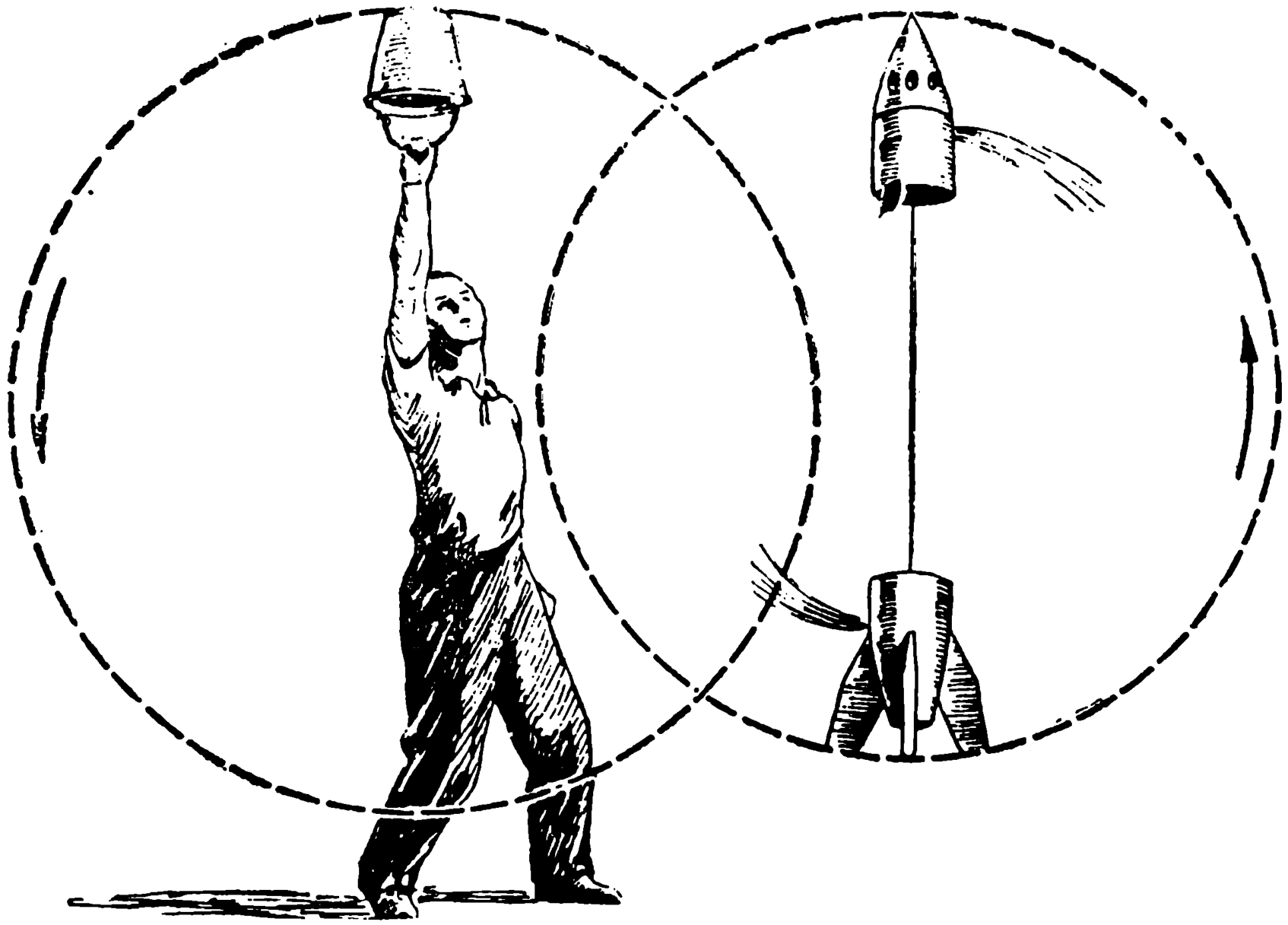
ماهها وشاید سالها وقت لازم خواهد بود تااین«بنای بی‌پی» این ساختمانی که‌در تاریخ فن ساختمان ناشناخته است ساخته شود . صدها و بلکه هزارها موشك بارکش کلیهٔ تجهیزات لازم وقطعات ایستگاه‌را بمحل ساختمان در وراء جو خواهند رساند . سازندگان ایستگاه خود درناوهای کوچك مداری زندگی‌خواهند کرد وتشکیل‌اجتماع شگفتی خواهند داد که باسرعت سرسام‌آوری درجوارمحل ساختمان وهمراه‌آن در فضا سیرخواهند کرد . هنگام رفتن برسر کار ، سازندگان لباس کار فضائی که شرح آن گذشت ومجهزبه همهٔ ابزار و ادوات لازم خواهد بود ، بتن خواهند کرد. ممکن است مطلوب باشد که کارکنان با کفشهای مخصوصی که تخت‌های الکترو مغناطیسی دارند تجهیزشوند تابتوانند برروی‌سطح ایستگاه های‌آینده بایستند . نباید بدشواریهائی که‌در انتظارسازندگان چنین بنائی است کم ارزش داده شود. اگرپرتاب موفقیت آمیز اقمار مصنوعی بدون سرنشین هم اکنون امکان پذیر گشته وفرستادن ماههای مصنوعی با سرنشین هم کارآیندهٔ چندان دوری نیست ، ساختمان ایستگاهی بین سیارات، چنانکه شرحش گذشت درفضای بیرون‌ازجو کارچندان ساده وآسانی نیست. چنین کارساختمانی نه تنها دشواریهای عظیم فنی بلکه اشکالات مهم دیگری دربردارد که از نوع اشکالات نجومیست

غلبه براین دشواریها چندان‌آسان نیست وسازندگان این‌جزیره درسواحل‌زمین باید مهارت وابتکار فراوان ازخود نشان دهند . درمورد این دشواریهای بی‌پایان هیچ تردیدی‌نیست وبااین همه، علیرغم‌بدبینی‌پاره‌ای ازدانشمندان احداث چنین پایگاههائی ممکن‌است. مهندسین ومخترعین نظریات گوناگونی درمورد شکل ظاهری وطرح یك ایستگاه بین‌سیارات دارند. پاره‌ای‌آن‌را بصورت استوانه‌ای که دونیمکره دردوانتهای‌آن قراردارد تصورمیکنند . دیگران‌آنرابشکل چهارگوی که بامیله‌های باریکی بهم پیوند یافته‌اند درنظرمیگیرند وبالاخره عده‌ای‌آن‌را بصورت یك گوی ، یك حلقه، یك‌سیگار وسایراشکال پیچیدهٔ هندسی می‌پندارند. ولی درکلیهٔ این اشکال کوشش میشودبرپدیدهٔ بیوزنی درماه مصنوعی غلبه‌شود وبطورمصنوعی احساس وزن بوجودآید وبرای این‌منظور

از یگانه وسیلهٔ ممکن یعنی‌دوران سود میجویند. درحقیقت ورست همان‌پدیدهٔ‌فیزیکی که ماه مصنوعی را از وزش محروم میسازد دوباره برای باز گرداندن وزن بکارمیرود .

در فصل سوم ما دربارهٔ اضافه‌بارهای اینرسی، هنگامیکه سرعت حرکت‌بتندی کمیت یا جهت خود را تغییرمیدهد سخن گفتیم . این اضافه‌بارها موقع آغاز حرکت ناو کیهانی ممکن است وزن ما را زیاد کنند ، ولی همانها میتوانند زمانی که وزن‌ما درماه مصنوعی ناپدید میشودآنرا بما باز گردانند

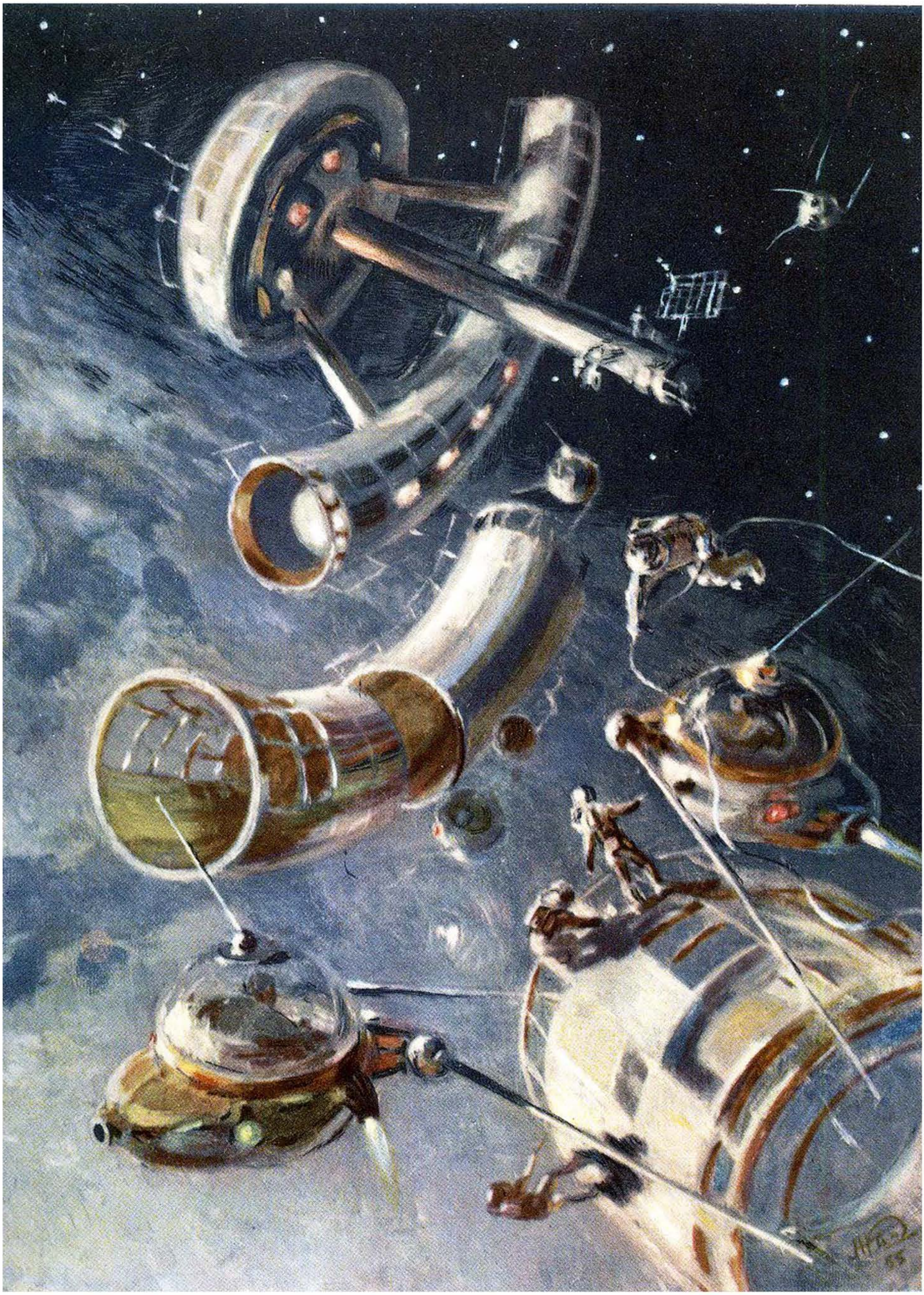
برای رسیدن باین منظورما باید ماه مصنوعی را چنان بچرخانیم که شتاب‌حاصل از دوران وضعی‌آن برابر شتاب جاذبهٔ زمین گردد . اتفاقاً این شتاب میتواند کمترهم باشد در اینصورت وزنها درسیارهٔ مصنوعی کمتر ازوزنهای زمین بوده مساوی وزن‌های ، مثلا ماه یـا مریخ ، خواهد بود . اندیشهٔ ایجاد جاذبهٔ مصنوعی بشکل نیروی اینرسی حاصل از دوران وضعی نیز از آن پیشگامان دانش فضاپیمائی است باید توجه داشت که چرخیدن‌ماه مصنوعی‌بدورخود دشواریهای‌رفاوان‌بوجودمیآورد ازجمله‌پیچیده‌ترشدن طرح آن ، دشواری انجام مشاهدات علمی بویژه مشاهدات نجومی و اشکالات دیگر . فقط نیاز به ایجاد وزن مصنوعی‌است که ما را ناگزیرمیسازد بماه مصنوعی دوران‌وضعی



وزن مصنوعی‌که بوسیلهٔ دوران ایجاد میشود

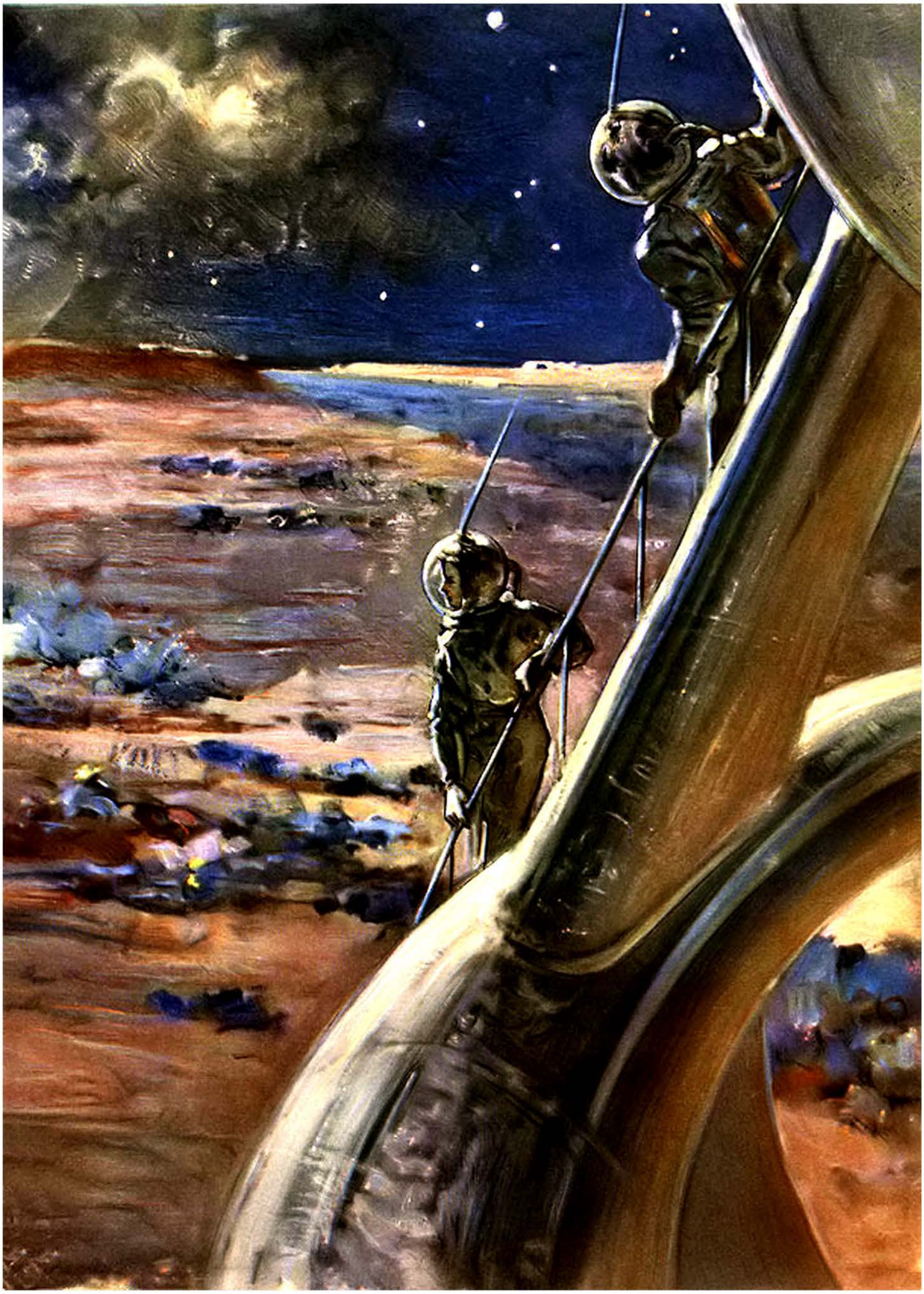
بدهیم زیرا بتجربه ثابت شده است که برای فعالیت عادی ارگانیسم انسان در مدت طولانی وجود وزن ضرورت دارد .

ولی‌آنچه مربوط بشکل ماه مصنوعی‌است ، شکلی که زودتر وبیشترمتبادربذهن



تصویر۱- ساختمان قمر مصنوعی زمین

تصویر ۲ ـ سوخت گیری ناو فضاپیما از یك قمر مصنوعی

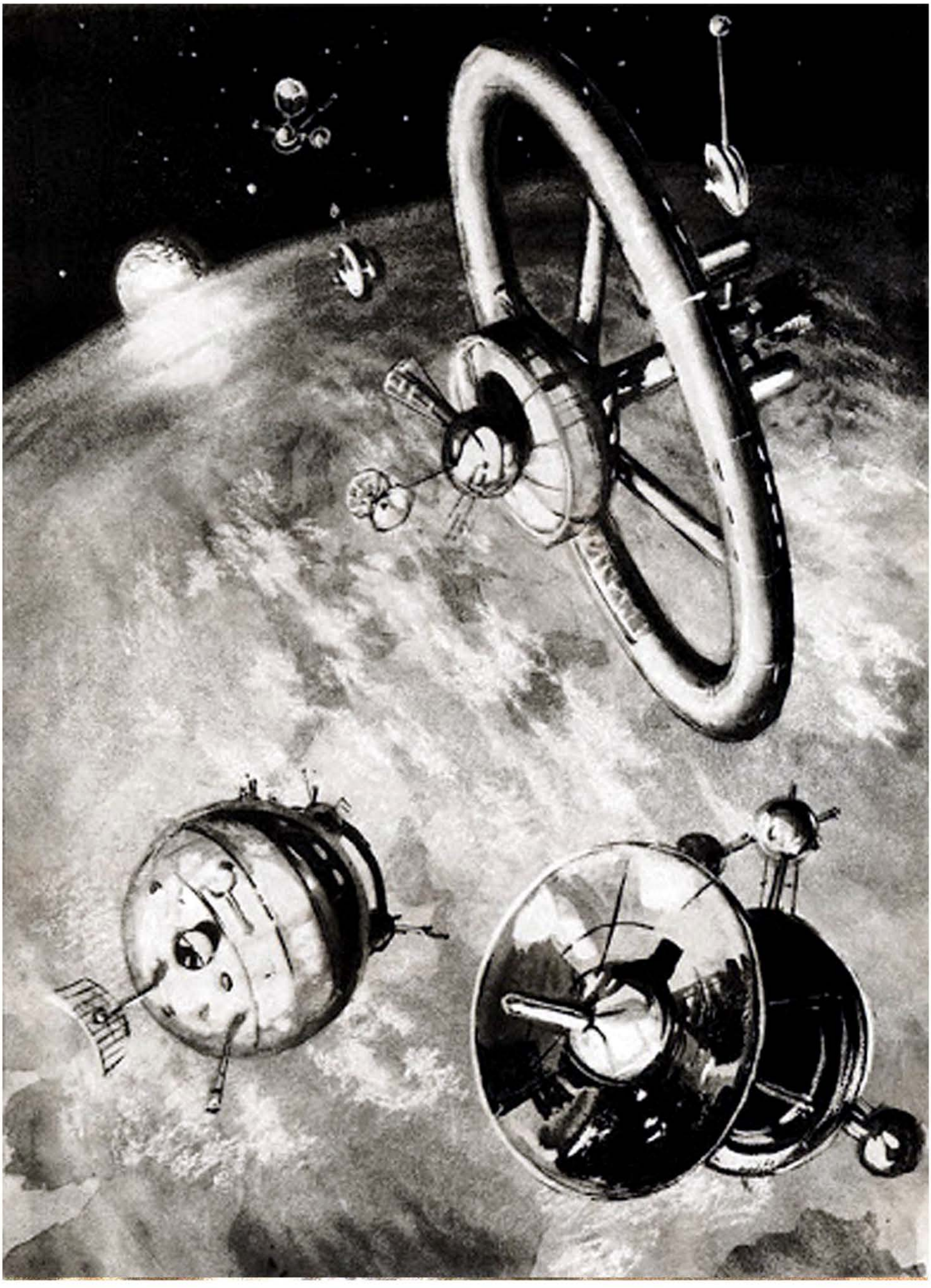


تصویر۳ - نخستین مسافران مریخ

تصویر۴ - مریخ در آسمان قمر آن - دیموس

تصویر ۵ ـ فضاپیمایان درقمرمشتری موسوم به‌اروپا

تصویر۶- منظره زحل از فراز قمر آن تیتس



تصویر۷ـ یك «مرکزمسکونی بین‌سیاره‌ای» درارتفاع ۱۶۷۰ کیلومتری زمین

تصویر۸ـ فرودگاههای کیهانی آینده

تصویر۹ـ ناو فضا پیما آماده فرود آمدن است

تصویر ۱۰ـ ناو فضاپیما در فرودگاه خوددرماه نشسته است

تصویر ۱۱ـ ستاره دنباله‌دار «هالی» مدارزمین‌را قطع میکند

میشود گوی‌است ، این‌شکل‌احتیاج بحد اقل مصالح ساختمانی داشته یك‌رشته امتیازاتی بدست میدهد . گوئی که ۲۰ متر قطرداشته باشد باید از ۵ تا ۱۰ دور در دقیقه بدور محور خود بچرخد تا وزن درروی‌آن (در « استوای » گوی) برابروزن در روی زمین یا نصف‌آن باشد . یك اندیشهٔ دیگر که هواخواهان فراوان دارد ساختن ماه مصنوعی بصورت یك حلقه یا یك چرخ است این چرخ ممکن است دارای قطر بزرگ ۶۰— ۷۰ متر باشد . بنابراین میتواند با سرعت کمی مثلا یك دور در ۱۲ ساعت حول‌محور خود بچرخد برای سرنشینان این چرخ دورهٔ خارجی بمنزلهٔ کف ودورهٔ داخلی بجای سقف خواهد بود

همچنین پیشنهاد شده است که ماه مصنوعی‌را بشکل دمبل (اسبابهائی که باآن ورزش میکنند) غول پیکری بسازند. دراینصورت دوجایگاه بزرگ مخصوص‌سرنشینان (ویا یکی ازآنها مخصوص مسافران خواهد بود) ، بوسیلهٔ لوله‌ای بهم پیوند یافته و مجموعاً حول مرکزثقل خود خواهند چرخید . گاهی بجای لوله میتوان‌از میله‌های ساده‌بین دو جایگاه سرنشینان استفاده کرد .کارسوار کردن قسمتهای جسیم ماه مصنوعی در فضا بسبب فقدان وزن بسیارآسان خواهدشد . هیچگونه احتیاجی بجرثقیل، قرقره وچوب‌بست نخواهد بود . اما نباید فراموش کرد که فقدان وزن چیزی از جسیم بودن قطعات ماه مصنوعی نمیکاهد و اگرسازنده‌ای ، گرچه برای یك‌آن ، قانون اینرسی‌را فراموش کند ممکن‌است خود را دروضع ناهنجاری بیابد وبعلت سهل‌انگاری‌بین‌دوقطعه جسیم ماه خرد گردد .

فقدان وزن‌نه‌تنها سوار کردن ماه مصنوعی را ساده خواهد ساخت بلکه‌دربسیاری موارد ساختمان قطعات‌آن‌را هم ساده‌خواهد نمود ، مثلا میتوان قطعات توخالی بکاربرد از مقطع‌آنها کاست وغیره . درعین حال میتوان دستگاههای نجومی بسیار بزرگتری از آنچه درزمین امکان‌پذیر است بکاربرد . برخی از تلسکوپهائی که در زمین بکار میروند بیش از صدتن وزن دارند زیرا برای افزایش‌ثبات وکاهش‌تغییرشکل باید جسیم باشند. آینه‌ای بابعاد بزرگتر ازآنچه درزمین مورد استفاده است میتواند با سوار کردن‌قطعات رسیده از زمین ساخته شود وهم‌آنجا نقره‌اندود وصیقل شود . تلسکوپی با چنین‌آینه‌ای حتی کمتر از تلسکوپهای کوچك زمین وزن خواهد داشت

یکی از مهمترین مسائل ، موضوع تأمین ماه مصنوعی با انرژی لازم جهت کارگاههای متعدد تحقیقاتی و نیازمندیهای روزمرهٔ سرنشینان آن خواهد بود. بدیهی است که کارخانه‌های حرارتی برق که در زمین معمولند بکار نخواهند رفت زیرا این کارخانه‌ها برای تولیدبرق بهوا نیاز دارند. موتورهائی که درماه مصنوعی‌کارخواهند کرد مثلا آنهائی که باید مولد برق را بگردانند تا این مولد بتواند مقدارزیادی موتورهای

الکتریکی برق بدهد ، با سوختی‌کار خواهد کرد که بدون هوا بسوزد یعنی با همان سوختی که در موتور موشکهای کیهانی بکاررفته است

کاملا ممکن خواهد بود که ازموتورهای توربین گاز استفاده شود . این‌موتورها با محصول احتراق سوختهای نامبرده دربالا کارخواهند کرد . اما این موتورها هم همهٔ مشکل را حل نمیکنند زیرا سوخت لازم جهت کاربدون وقفه‌شان بقیمت گزافی تمام خواهد شد این سوخت باید اززمین رسانده شود .

خردمندانه‌ترین راه حل مسئله‌آن خواهدبود که چنان مرکزمولد انرژی روی ماه مصنوعی بسازیم که نیازی بسوخت نداشته باشد .

چند راه حل وجود دارد : مثلا میتوان موتوری اتمی بکار برد که‌سوخت‌ناچیزی مصرف کند، چنان اندك که عملا باشکالهای نامبرده در بالا برنمی‌خوریم . باتریهای‌اتمی که‌هم اکنون ساخته شده‌اند میتوانند روی ماههای مصنوعی کوچك و بدون سرنشین نصب شوند . مبنای کار این باتری‌ها اثر موسوم به‌ولت الکترون است که در نتیجهٔ آن انرژی اتمی مستقیماً به‌انرژی الکتریکی تبدیل میشود . هرجسم رادیو اکتیو مصنوعی مانند ایزوتوپ رادیو اکتیواسترنسیوم که درپیلهای‌اتمی بدست می‌آید وازخودالکترون منتشر میکنند مبنای کاراین گونه باتریهاست . برای تبدیل این انرژی اتمی به انرژی الکتریکی روی سطح یك نیمه هادی را که‌ممکن است درکوهی باشد که بشیوهٔخاص آماده شده، با قشر نازکی ازاسترنسیوم می‌پوشانند . هر الکترونی که ازین استرنسیوم رادیو آکتیو بیرون می‌جهد هنگام عبور ازورقهٔ نیمه هادی « رگباری » از صدها هزار الکترون که درنیمه هادی وجود دارند پدید می‌آورد .

در نتیجهٔ جریان‌برق بدست میآوریم . اگر چندین « عنصراتمی» ازاین‌قبیل‌رادر یك باتری جمع کنیم این جریان برق ضعیف را می‌توان بسیارتقویت نمود. همانطور که هم اکنون چنین باتریهائی برای تغذیه دستگاههای‌رادیو وسایر ادوات مورداستفاده‌اند.

ازآنجا که این‌باتری اتمی‌استرنسیوم می‌تواند بدون وقفه چندین دهسال‌کار کند ووزن وابعاد آن بسیار کوچك‌است بآسانی می‌توان پی‌برد که چراکاربرد آن‌درقمرهای مصنوعی بدینسان مورد توجه قرارگرفته است . ولی درماههای مصنوعی بزرگ وسکون موتورهای‌اتمی نیرومندی ازنوع دیگرباید‌کار گذاشته شوند . موتورهای اتمی که قدرت شگرف وابعاد بسیار کوچکی دارندهم‌اکنون ساخته شده‌اند ـ این قبیل موتور هابرای کار درقمرهای مصنوعی بسیار شایسته خواهند بود .

کاملا محتمل است که از انرژی خورشید که در فضای پیرامون خورشید چنان فراوان است استفاده مستقیم‌بشود . یك عامل‌مساعد این کار آنست که‌شب‌درماه‌مصنوعی بسیار کوتاه است وآنهم موقعیست که ماه مصنوعی درسایهٔ زمین‌قرار گیرد . شب درماه

مصنوعی بصورت کسوف کامل جلوه گر می‌شود .

یك اندیشهٔ بسیار جذاب آنست که مرکز تولید انرژی روی ماه‌مصنوعی‌بسازند که درآن انرژی متشعشع خورشید مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل شود . دانش امروز میداند که این کار را چگونه انجام‌دهد وچندین راه برای انجام این‌کارهست .

مثلا می‌توان از یك‌سلول فوتو الکتریك‌سودجست . سلولی که درآن انرژی‌نور خورشید مستقیماً به انرژی الکتریکی مبدل گردد . اما پیش ازاین باید سلولهای فوتو الکتریك را که هنوز جریان کمی‌میدهد بنحو قابل ملاحظه‌ای تکامل بخشیم .

شیوهٔ دیگراستفاده‌ازیك ترموکوپل‌است که درآن انرژی حرارتی‌تبدیل‌به‌انرژی برق شود . میدانیم که اگر محل اتصال دو سیم را از دوفلز مختلف که بطریق خاصی انتخاب شده باشند مثلا آهن ویك آلیاژ ثابت یاطلای سفید ورودیوم یافلزات‌معین‌دیگر حرارت‌بدهیم‌ومحل‌اتصال دوسردیگراین سیم‌ها‌حرارت پائین‌تری‌نگاهداشته‌شود،درمداری که با این سیم ها تشکیل می‌شود جریان برق خواهد گذشت. شدت این جریان برق به نوع کوپل فلزی که بکار رفته و تفاوت‌حرارت دونقطه اتصال گرم وسردبستگی‌خواهد داشت . امروز این خاصیت دراندازه گیری درجهٔ حرارت ماشین‌ها، کوره‌هاودستگاههای آزمایش وسیعاً بکارمی‌رود. دستگاههای موسوم به‌ترموکوپل برپایهٔ این خاصیت ساخته شده اند وبرای اندازه گیری درجهٔ حرارت مورد استفاده قرار می گیرند .

کار برد این اصل برای تبدیل مستقیم انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی بسیار جذابست زیرا دربسیاری موارد موتورهای پیچیده وسنگین‌وزن حرارتی‌زائدخواهندبود. اما این شیوهٔ بدست‌آوردن‌الکتریسیته‌هنوزبندرت درروی زمین‌معمول است زیرچندان مقرون بصرفه نیست . تنها جزئی ازحرارت به انرژی الکتریکی تبدیل می شود .

ولی درآینده وضع بکلی دگرگون خواهدشد وبکمك ترموکوپلها تبدیل‌کاملتر حرارت به‌الکتریسیته شدنی خواهد بود

کاربرد سلولهای نیمه‌هادی فوتوالکتریك‌ومولدهای‌ترموکوپل جریان‌الکتریسیته که ازانرژی خورشید استفاده می کنند چشم انداز روشنی دربرابر ما میگسترد . چنین مولدهای برق که بتوانند انرژی برق یك ماه مصنوعی کوچکی را تأمین نمایند همین امروزه ساختنی هستند (یکی‌ازهمین‌مولدهادراسپوتنیك‌سوم‌شوروی‌کار گذاشته‌شده‌است.) مثلا اگر یکی ازنقاط اتصال ترموکوپل نیمه‌هادی بوسیلهٔ پرتوهای‌خورشید که بکمك آینهٔ انعکاسی متمرکز شده‌باشند (این آینه رامیتوان ازقلع ساخت) گرم شود و نقطهٔ اتصال دیگر درسایه‌قرار گیرد می‌توان درمقابل هرمتر مربع ازسطح آینه انرژی معادل صدوات‌بدست آورد ویك باتری‌نیمه‌هادی الکتریکی مجهز بسلولهای فوتوالکتریك‌نیز می‌تواندهمین‌اندازه‌انرژی‌تولید کند.

محتمل است که برای‌ایستگاههای بزرگ‌بین سیارات ونیز برای‌ماههای‌مصنوعی

با ابعاد بزرگ بدون سرنشین کارخانه‌های حرارتی خورشید مورد استفاده قرار گیرند . این کارخانه‌ها نظیر همان‌هائی خواهد بود که این روز ها بیش از پیش در روی زمین بویژه در مناطق آفتابی جنوب متداول میشوند . در چنین کارخانه‌ای پرتو خورشید بوسیلهٔ آینه‌ای جمع آوری ومتمرکز میشوند و بروی دیگ بخاری که درکانون آینه قرار دارد تابانده میشوند . مایعی که درلوله‌های دیگ جاریست (آب‌یاجیوه)بخارمیشود و توربین بخاررا میگرداند که‌آنهم بنوبهٔ خودمولد برق‌را بحرکت‌میآورد.

بخار خروجی یك بار دیگر در دستگاه تقطیر تبدیل بمایع میشود بنحویکه مایع کارکننده مصرف‌نمیشود بلکه پیوسته درمدار بسته‌ای دوران‌میکند . محاسبه نشان می‌دهد که چنین کارخانه ای امروز بمراتب سودبخش تر از هر نوع دیگریست که بتوان درماه مصنوعی نصب نمود .

قدرت چنین کارخانه‌ای میتواندبسیار متفاوت‌و ازیکی دو کیلووات برای‌ماههای کوچك بدون سرنشین تا هزارها کیلووات برای دستگهای‌عظیم فضائی باشد

چنین کارخانهٔ خورشیدی می‌تواند روی خود ماه مصنوعی مثلا در مرکز چرخی که دربالا بدان اشاره شد نصب گردد . امادراین‌صورت پاره‌ای‌دشواریها که‌مربوط بدوران وضعی ماه‌مصنوعی است پیش‌خواهدآمد زیرا آینه همیشه باید بروی خورشید«بنگرد».

می‌توان‌پنداشت که‌اگردوران وضعی ماه مصنوعی برای‌ایجادوزن‌مصنوعی‌ناگزیر گردد بسیاری ازتأسیسات کمکی‌ایستگاه بین سیارات میتوانند در روی خودماه‌مصنوعی بلکه در نزدیکی آن‌جای گیرند . آنگاه قمر مصنوعی میتواند با سرنشینانش هرقدر مایل باشد بچرخد قمرمصنوعی، دراین‌صورت مرکزاجتماعی ازاجسام سماوی مصنوعی ، وسط یك مجمع‌الجزایرفلکی خواهد بود

بدینسان قمر مصنوعی که باانبوهی ازپایگاههای کمکی خوداحاطه‌شده‌است‌بدور زمین خواهد چرخید شمارهٔ این پایگاههای کمکی‌ممکن است زیادباشد . از جمله شامل یك ایستگاه برق برای تمام‌اجتماع فضائی خواهد بود که‌ممکن است‌خورشیدی یااتمی باشد .هم‌چنین یك انبارعظیم ذخیرهٔ سوخت‌برای‌سوخت گیری‌ناوهای فضائی‌مورد نیاز خواهد بود . یکی ازپایگاهها اختصاص به رصد خانه خواهد داشت.دیگری‌حامل فانوس غول پیکری برای روشن ساختن زمین خواهد بود، سرانجام ایستگاههای رادیو برای انتقال برنامه‌های‌رادیووتلویزیون برای ارتباط بازمین، با ناوهای فضا پیماوسیارات ونیز برای مشاهدات رادیوئی نجومی ورادار ضرورت خواهد داشت

این تاسیسأت کمکی ممکن است ساکن و یادارای‌دوران‌های وضعی‌خاص‌باشند که با نقش آنها- مثلا درپیروی خورشید ، ستارگان وغیره - هم‌آهنگ باشد .

ساکنان ماه مصنوعی برای سرکشی باین پایگاهها میتوانند از ناوهای کوچك

سرویسی‌استفاده کنند و یابشرطی که ملبس بلباس‌های فضاپیمائی‌باشند، پای «پیاده» براه بیافتند . این پایگاههای سرویسی میتوانند با کابلهای الکتریکی برای انتقال انرژی و سایر وسایل ارتباطی باهم مربوط باشند . در این حالت امکانهای بزرگی‌برای‌استعمال انرژی بی سیم وجود خواهد داشت . زیرا انرژی که در فضا پخش شود پراکنده و تلف نخواهد شد

یکی از دانشمندان پیشنهاد کرده که برای این منظور جریان اشعه کاتد یا الکترون مورد استفاده قرارگیرد ، کامیابیهای رادار انتقال انرژی الکترو مغناطیسی با فرکانس زیاد راکه بوسیلهٔ لامپهای رادیو تولید شده باشد امکان‌پذیر ساخته است .

تلفات چنین انتقالی عملا ناچیز بوده و مقدار انرژی منتقل شده قابل ملاحظه و متجاوز از صدها و هزارها کیلووات خواهد بود .

این جریان قدرت تشعشعی و نامرئی که بدینسان پخش خواهد شد میتواند همچنین برای تغذیهٔ موتورهای واکنشی ناوهای سرویس وحتی موتورهای کوچك که هریك از « شناوران » درفضا میتوانند با خود همراه داشته باشند بکار رود .

حتی از این راه ممکن است انرژی الکتریکی مورد نیاز ناوهای فضاپیما را از ایستگاههای برق خورشیدی که بسیار نیرومند بوده ودرمدار معینی حرکت مینمایند- گرفت ، البته برای این منظور فواصل باید نسبتاً کم باشند

آیا دیدن اقمار مصنوعی که بدست انسان ساخته شده‌اند از روی زمین امکان- پذیر است ؟

امروز پس‌ازپرتاب موفقیت‌آمیزچند ماه مصنوعی‌همه پاسخ‌این‌پرسش‌رامیدانند.

اگر ماههای مصنوعی کوچك با قطری درحدود یك متر بوده و زیاد از زمین دورنباشند، نه تنها با تلسکوپ ودوربین، بلکه بشرط تناسب‌اوضاع‌جوی، باچشم‌هم دیده میشوند ،همانطور که اسپوتنیك های شوروی پس از غروب یا پیش ازطلوع خورشید در آسمان صاف دیده شده‌اند .

اقمار مصنوعی که چندین ده متر قطر داشته باشند حتی اگر در مدار دوران یك روزه ، یعنی در ارتفاع بیش از۳۵ هزار کیلومتر هم حرکت کنند . با چشم دیده خواهند شد .

بهترین‌موقع‌دیدن ماههای مصنوعی درتاریك روشن ، یعنی پیش ازطلوع‌خورشید وپس از غروب آنست و درین هنگام مانند ستارهٔ کوچکی بنظر خواهند رسید که بسرعت ازآسمان‌نیلی میگذرند. درحالیکه دراشعهٔ خورشید، که از زمین دیده‌نمی‌شود، می‌درخشند .

ماه مصنوعی که در ارتفاع ۸۰۰ کیلومتری زمین باشد پهنای‌آسمان را درعرض

۱۵ دقیقه خواهـد پیمود ، بکمك دوربین میتوان « ملتزمین » این مـاه را هم دید انبوهی از اجرام سماوی که در آسمان در پروازند آزمایشگاه عظیمی از دانشمندان و پایگاه عزیمت ناوهای فضاپیما بژرفنای سپهر بیکران !

وه که چه‌پردهٔ شگفتی درعیدها وجشن‌ها دربرابردیدگان ساکنین‌زمین گسترده خواهد شد

برادران دوردستشان ، در اختران مصنوعی بیشمار سراپـای « ناوگـان فضائی » خود را چراغانی خواهند کرد !

این اختران مصنوعی باسرعتهای مختلف ودرجهات متفاوت درحالیکه برنگهای الوان میدرخشند نورافکن های رنگارنگشان گاه روشن‌وگاه خاموش میشوند، آسمان تیره فام شب را خواهند پیمود گوئی که فضای پر از رازکیهان ، پیروزی آدمیان را بر سپهر خجسته باد میگویند .

بخش چهارم

« تسخیر » افلاک

۱۳

ماه ـ نخستین هدف

تردیدی نمیتوان داشت که نخستین هدفی را که ناو های فضاپیما برای خود برخواهند گزید «زیبای» آسمانها ـ ماه خواهد بود ، و این نـه بدان سبب است کـه شاعران آنرا ستوده‌اند و یا از روزگاران پیش هدف رؤیاهای ما بوده است . درانتخاب نخستین پرواز فضائی ملاحظات خشك‌تری دخالت دارد ماه آن جسم سماویست که از همه بزمین نزدیکتر است وپرواز بماه ساده‌ترین پروازهای فضائی خواهد بود

ماه ، در یك مدار بیضوی که تقریباً دایره‌است ، بدور زمین می گردد . فاصلهٔ مرکز زمین تا دورترین نقطهٔ مدار ماه برابر ۴۰۷۰۰۰ کیلومتر وتا نزدیك‌ترین نقطهٔ این مدار ۳۵۶۰۰۰ کیلومتر است فاصلهٔ بین مراکز زمین و ماه درحدود ۳۸۴۰۰۰ کیلومتر میباشد (توجه باین نکته جالب است که قطر خورشید تقریباً دو برابر قطر مدار ماه است . یعنی اگر زمین درمرکز خورشید بوده این مـدار دراعماق خورشید قرار می گرفت) . موقعیکه ماه در نزدیکترین فاصلهٔ خود بزمین باشد ، ۲۷ کره به بزرگی زمین میتواند بخط مستقیم پهلوی هم وبین آندو قرار گیرد . پروازی در خط مستقیم از زمین تا ماه برابرفاصلهٔ ۹ دور گردش دور زمین خواهد بود

اگر در مقیاس کیهانی قضاوت کنیم فاصلهٔ زمین از ماه ناچیز است این‌فاصله صدها بار کمتر از فاصلهٔ سایر اجسام سماوی و حتی نزدیکترین آنهابزمین است . این نزدیکی عامل تعیین کنندهٔ ماه بعنوان اولین هدف پرواز در فضاست .

هر قدر فاصله از زمین کمتر باشد ، بهمان اندازه مدت پرواز کوتاهتر است و این بنوبهٔ خود متضمن اشکالها و مخاطره‌های کمتریست کـه معمولا همراه این قبیل پروازهاست . این مزیت مهمی درآغاز کاراست . موقعیکه ناخدایان وخلبانان ناوهای فضاپیما هنوز باندازهٔ کافی « صخره‌های زیرآبی » و « جریانهای زیر دریائی » رامورد مطالعه قرار نداده‌اند .

مزیت دوم ناشی از نزدیکی ماه بزمین گرچه چندان آشکار نیست عملا دارای

اهمیت فراوان است . پرواز بماه تنها مورد پرواز فضائی از زمین است کـه فاصلهٔ ناو فضاپیما نسبت بخورشید درمدت پرواز چنان کم تغییر میکند که این تغییرقابل اغماض است . یعنی تغییر نیروی جاذبهٔ خورشید عملا تأثیری درپرواز ناو نخواهد داشت . در حالیکه هنگام پرواز بسیارات دورتر، این تأثیرنقش تعیین کننده دارد (تغییر نیروی جاذبهٔ خورشید هنگام پرواز از زمین بماه کمتر از یك درصد خواهد بود و البته در محاسبات بسیار دقیق باید مورد توجه قرار گیرد) این مطلب از جمله دارای این‌مفهوم است که ناوی که آماده پرواز بماه است عملا هرموقع وهرلحظه‌ایکه بخواهد میتواند بپرواز درآید بدون آنکه منتظر بماند که ایستگاه عزیمت و ایستگاه مقصد نسبت بیکدیگر در وضع مساعدی قرار گیرند . چیزیکه درپرواز بین سیارات بسیار ضرورت دارد . این مطلب در مورد پرواز بر گشت بزمین هم صادق است . باین سبب در آینده هنگامیکه پروازهای فضائی ، مانند پروازهای خطوط‌هواپیمائی امروزی درروی زمین امری پیش پا افتاده وعادی شد، ناوهای فضاپیمای مسافری که‌بین زمین وماه‌کارخواهند کرد . مانند ساعت حرکت قطارهای تندرو ، دارای برنامهٔ منظم و دقیق پروازخواهند بود پرواز بمریخ و زهرهٔ بیشتر شبیه کشتی‌رانی در آبهای قطبی خواهد بود جائیکه کاروانهای کشتی تنها درمساعدترین فصل سال دسته جمعی ازاین آبها عبور میکنند

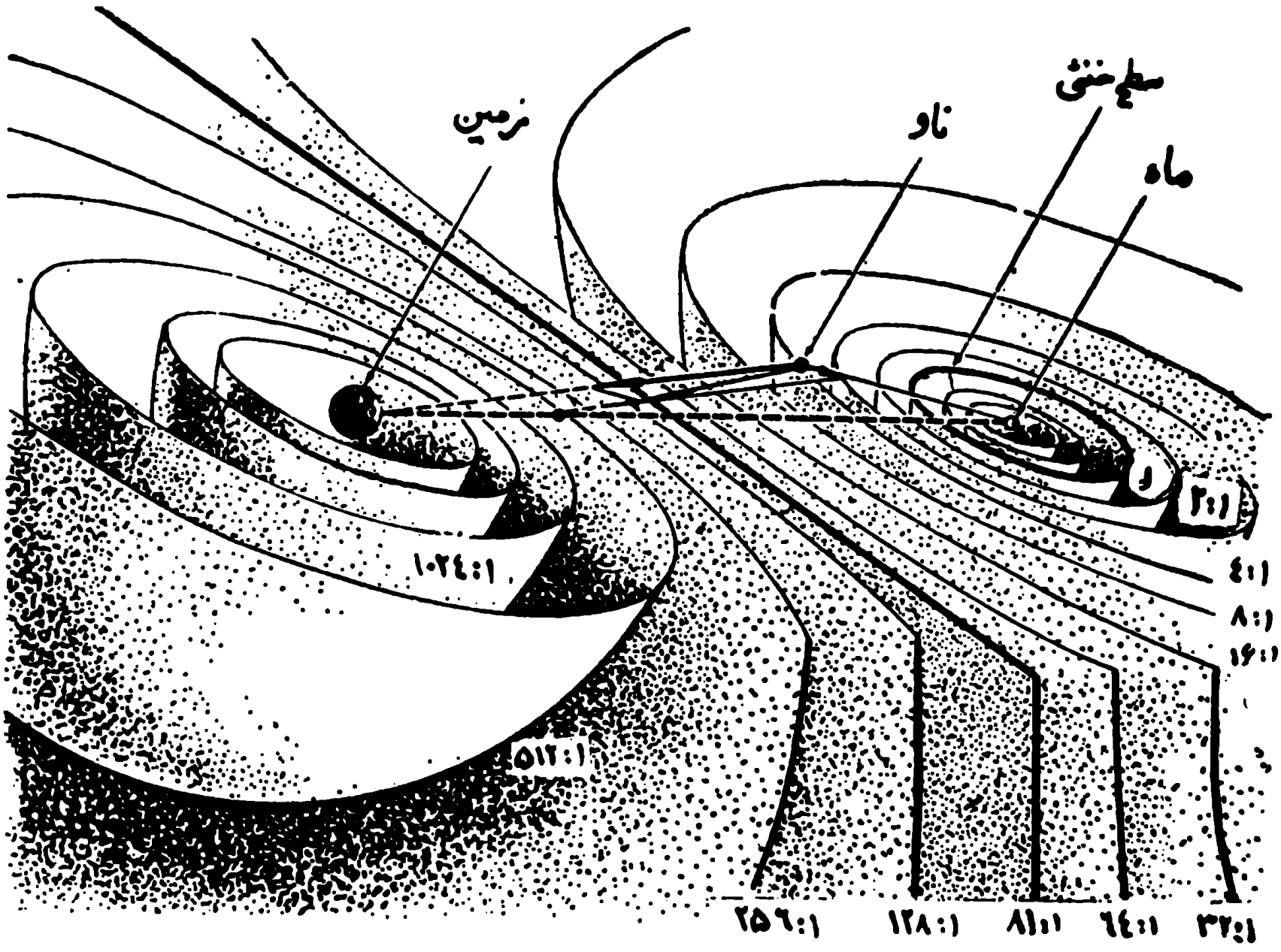
براساس مفاهیم معمولی زمین درنگاه اول ، ممکن است چنین بنظر آید که بمناسبت فاصلهٔ نسبتاً کمی که ناو فضاپیما درپرواز بماه می‌پیماید ، فاصله‌ایکه‌صدها بار کمتر از هرپرواز فضائی دیگریست ، مزیت مهم دیگری ، گرچه قطعی هم نباشد در این امر نهفته است و این مزیت آنستکه بهمان‌نسبت سوخت کمتری باید مصرف‌شود. هم چنین ممکن است بنظر رسد که نیازبصرف مقادیرزیاد سوخت امروزتنهاپروازهای نسبتاً کوتاه مانند پرواز بمـاه را ممکن میسازد و پروازهـای دورتر بسیارات امروز مطرح نیست .

چنین پنداری‌اشتباه‌آمیزاست . درست است که درمسافرت زمینی ، چه‌درخشکی چه در آب وچه در هوا هرقدر فاصله‌ای که باید پیموده شود بیشتر باشد ، مقدارسوخت مصرفی اتومبیل یا کشتی یاهواپیما باید بیشتر باشد زیرا این وسائل نقلیه بایددرسراسر مسافرت بکار خود ادامه دهند اما درسفر فضائی داستان بکلی متفاوتست دراینجا پروازی که از لحاظ فاصله چندین بار بیشتر باشد بسوخت کمتری نیاز خواهد داشت این یکی از خصوصیات منحصربفرد پروازهـای فضائیست . هنگام یك پـرواز فضائی موتور ناو ، تنها در جزء ناچیزی از تمام مدت پرواز کار میکند وسوخت میسوزاند در باقیماندهٔ مدت پرواز موتور خاموش است و ناو با انرژی حرکتی کـه در مدت کار موتور ذخیره شده بپرواز خـود ادامه می‌دهد . این‌درست همان کاریست که رانندگان

میکنند، یعنی نخست اتومبیل را بسرعت زیاد میرانند و سپس موتور را خاموش می ـ کنند و با استفاده از سرعت اکتسابی بحرکت خودادامه می‌دهند. درمورد فضاپیمائی، تنها یك یا دو بار بدینسان موتور ناو را روشن و خاموش می کنند، یکی در آغـاز حرکت و دیگر هنگامی که تغییر جهت یا سرعت حرکت ناو ضرورت پیدا کند

بنابر این مصرف سوخت در پرواز فضائی بوسیلهٔ عوامل دیگری غیر از مسافت پیموده‌شده وبطورعمده بوسیلهٔ میدانهای‌جاذبه که ناوباید درپرواز خود برآنها غلبه کند معین میگردد و این بدان معنی است که‌مصرف سوخت بستگی بجرم آن‌جسم سماوی دارد که ناو بسویش در پرواز است

از این نقطه نظر، ماه بعلت جرم نسبتاً بزرگ‌خود چندان هدف مطلوبی‌نیست. شگفت آور نیست که سفری بماه نیاز بمصرف سوخت بیشتری دارد تا سفرهای کیهانی دیگری مانند پرواز بشبه سیارات (آستروئیدها) که دهها وصدها بار دور تر باشند. ماه یك جسم سماوی‌کاملا بدیعی‌است که‌درخانوادهٔ اقمارسیارات‌منظومهٔشمسی،خانواده‌ای که غیر از ۳۰ عضو شناخته شده دارد وضع‌کاملا استثنائی دارد



میدان جاذبهٔ زمین‌وماه. درهرنقطه‌ازسطوح نشان داده شده. نسبت نیروهای جاذبهٔ زمین به نیروی جاذبهٔ ماه یکسان است. (این نسبت‌ها روی هرسطح مشخص شده‌اند)

(درمورد اقمار منظومهٔ شمسی باید گفت که قمر دوم سیارهٔنپتون بنام «نرئید» فقط در سال ۱۹۴۹ و قمر دوازدهم مشتری درسال ۱۹۵۱ کشف گردید ممکن است اقمار دیگری هم باشند که تاکنون کشف نشده باشند.)این بدعت درآنست که

ماه قمر عول پیکریست که ازلحاظ ابعاد وجرم خود بیشتر همانند سیاره‌اش زمین‌است تا سایر اقمار نسبت بسیاراتشان . (از نظر قدر مطلق قمر نپتون : تریتون وقمرزحل : تیتان و اقمار مشتری ایو ، گانیمد وکالیستو بزرگترازماه اند .) قطر ماه در حدود $\frac{۴}{۱۵}$ قطر زمین و برابر ۳۴۷۶ کیلو متر است از این نظر ماه نسبت بسایر اقمار ارجحیت دارد قطر تریتون ، قمر نپتون کمتر از $\frac{۱}{۱۰}$قطر سیاره‌اش می باشد .

قمر اول اورانوس موسوم‌به‌تیتانیا$\frac{۱}{۳۰}$ سیاره‌خوداست،درحالیکه‌اقمارمریخ ومشتری وزحل‌تنها اجزاءِ صدم سیارات خوداند . این نسبت ازنقطه نظر جرم بدبن منوال است. جرم ماه$\frac{۱}{۸۱/۵}$جرم زمین ، جرم تریتون$\frac{۱}{۲۹۰}$ جرم نپتون و جرم اقمار مشتری وزحل دهها و صدها هزار بار کمتر از جرم سیارات آنهاست .

البته ، می‌توانیم ازاین زوج خارق‌العاده،زمین وماه وزیبائی کم نظیر منظرهٔ این « دوستاره » که فضاپیمان آینده‌ازفراز ناو کیهانی خودسرراه زمین به‌زهره‌تماشاخواهند کرد بخودببالیم . اما ازنقطه نظر فضاپیمائی نمیتوانیم متاسف نباشیم که زمین این‌چنین بزرگ است و مامثلا برروی مریخ که‌جرمش‌یکدهم زمین است‌زندگی نمی کنیم‌وبهمین دلیل ما نمی‌توانیم افسوس نخوریم که ماه چنین‌بزرگ است و ماقمر کوچکی‌مانندیکی از اقمار مریخ نداریم (قطرفوبوس ۱۵ کیلو متر وقطر دیموس فقط ۸ کیلو متر است ، اولی بفاصلهٔ ۹۳۸۰ و دومی بفاصلهٔ ۲۳۵۰۰ کیلومتری مریخ است) اگرمابرروی مریخ زندگی میکردیم (وعطارد جای خوددارد) کاملا ممکن‌بود که هم‌اکنون‌ناوهای فضاپیما پهنای بیکران فضا را درمی‌نوردیدند ، زیرا سرعت گریز از مریخ‌فقط ۵ کیلو متر درثانیه است وباتکنیك مدرن جت بآسانی دست یافتنی است ، اگر قرارمیشدزمین و مریخ اقمار خودرا عوض‌میکردندپایگاههای فضائی بدست‌می‌آوردیم وحاجتی‌بتأسیس « ماه‌های » کوچك مصنوعی نبود. زیرانامناسب بودن ماه ازنظرفضاپیمائی مارابه‌احداث این ماه‌های مصنوعی وامیدارد.

نه‌جرم بزرگ ماه بسبب میدان جاذبه‌ای که ایجادمی کند وباید موردتوجه‌جدی قرار گیرد و نه فاصلهٔ نسبتاً زیاد ماه اززمین ، هیچکدام موردپسندفضاپیمایان‌نیست.

میدان جاذبهٔ ماه برمیدان جاذبهٔ زمین افزوده می‌شود . اگر موتور ناو فضاپیما خاموش بوده و مقاومت هوا درکار نباشد (یا بتوان آن‌را نادیده گرفت) واگرپرواز چنان نزدیك بزمین انجام گیرد که لازم باشد تنها جاذبهٔ زمین رادرنظر بگیریم،درین صورت تنها یك نیروی جاذبهٔ، نیروئی که متوجهٔ مرکز زمین است ناو را تحت تأثیر خود خواهد گرفت (بدیهی‌است که نیروی جاذبه بسوی خورشیدهم درآن‌مؤثراست ولی فعلاً می‌توان‌ازآن چشم پوشید .) هرقدر ناوبماه نزدیکترشود جذب شدن‌آن‌بسوی ماه

بیشتر می‌شود تاجائی که ناگزیر می‌شویم این‌جاذبه را هم بحساب آوریم . حالادونیرو ناو را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند ـ یکی متوجهٔمرکز زمین استودیگری درجهت مرکز ماه . آشکار است که بموجب قوانین مکانیك باید نتیجهٔ این دو نیـرو که قطر متوازی‌الاضلاع قواست یافته شود . این نتیجه دیگر متوجهٔ مرکـز زمین نبوده بلکه متوجهٔ نقطه‌ای بین‌مراکز زمین‌وماه خواهد بود و(مادام که‌جاذبهٔ زمین بیشترازجاذبهٔ ماه باشد ، واگر ناو بی‌حرکت باشد بازهم ناو بسوی‌زمین سقوط میکند)

سرانجام ناو درپروازخود بماه صرف‌نظر ازراهی که درپیش گیردناگزیزبنقطه‌ای خواهد رسید که هردو نیروی جاذبهٔ ، جاذبهٔ زمین وماه ، یکسان خواهد بودآشکاراست که این نقطه بسیار نزدیك تر بماه خواهد بود تابزمین ، زیرا جرم‌زمین‌بزرگتر است.

ازآنجا که نیروی جاذبه باجذر فاصله تناسب معکوس دارد و نسبت جرم زمین بجرم ماه تقریباً ۸۱ است ، موقعی این دونیروی جاذبه یکسان خواهند بود که فاصلهٔ ناو تا مرکز زمین بفاصلهٔ ناو تا مرکزماه $\sqrt{81}$ به ۱ باشد یعنی موقعی که فاصلهٔناو تا مرکز زمین تقریباً ۹ بار بیشتر از فاصلهٔ آن تا مرکز ماه باشد بدیهی است که درفضای بین زمین‌وماه نقاط بیشماری وجوددارند که‌این شرط درمورد آنها صادق است ومکان هندسی آنها یك کره است . سطح‌این کره دارای خصلت جالبی‌است این مرز مخصوصی‌است که یك‌طرف‌آن‌ناو بسوی‌زمین‌سقوط می کند ودرطرف‌دیگری بسوی‌ماه. نقطه‌ای درسطح این کره وجود دارد که‌جالب توجه است وآن‌نقطه‌ایست که روی خط مستقیم بین مرکز زمین ومرکز ماه جای دارد . ازاین نقطه تامرکز ماه تنها۳۸هزار کیلومتر فاصله است . آشکار است که دراین نقطه هیچ نیروئی بر ناو اثرنمی کند زیرا دونیروئی که مساوی ودریك‌امتداد بوده ودردوجهت مخالف‌باشند دارای نتیجه‌ای‌نیستند. بدیگر سخن‌ناوی که ازخود دارای سرعت نباشد ازنظر تئوری باید دراین نقطه که‌آن را نقطهٔ بحرانی یاخنثی مینامند برای مدتی بی پایان باقی بماند . دراین نقطهٔ بحرانی وزن جسمی صفراست ولی‌نه‌ازآن جهت که دیگربه‌تکیه گاه خود که همراه باآن‌سقوط آزاد می کند فشاروارد نمی‌آورد (مانند مورد ماه مصنوعی) بلکه ازآن‌جهت که‌نیروی جاذبه‌واقعاًدرآن مؤثرنیست.

اگرآنگونه که درافسانه ها آمده قرارباشد کسی ازروی نردبانی بماه بالا رود ، ابتدا درحالی که سرش بطرف بالاست ازنردبان بالاخواهد رفت تابنقطهٔ بحرانی برسد . دراین نقطه بدون سودجستن‌ازنردبان می‌تواند بنشیند، درازبکشد ،بی آنکه بیم افتادن داشته‌باشد هرکاری می‌خواهد بکند از آن پس‌باید چنان بگردد که سرش بسوی زمین وپایش بسوی ماه باشد زیراازاین پس «پائین »ماه‌خواهد بود (این‌مثل، البته بیان‌بسیار ساده شدهٔ قضیه‌است زیراجاذبهٔ خورشیدو گردش‌ماه‌رابدورزمین نادیده گرفتیم.درحقیقت

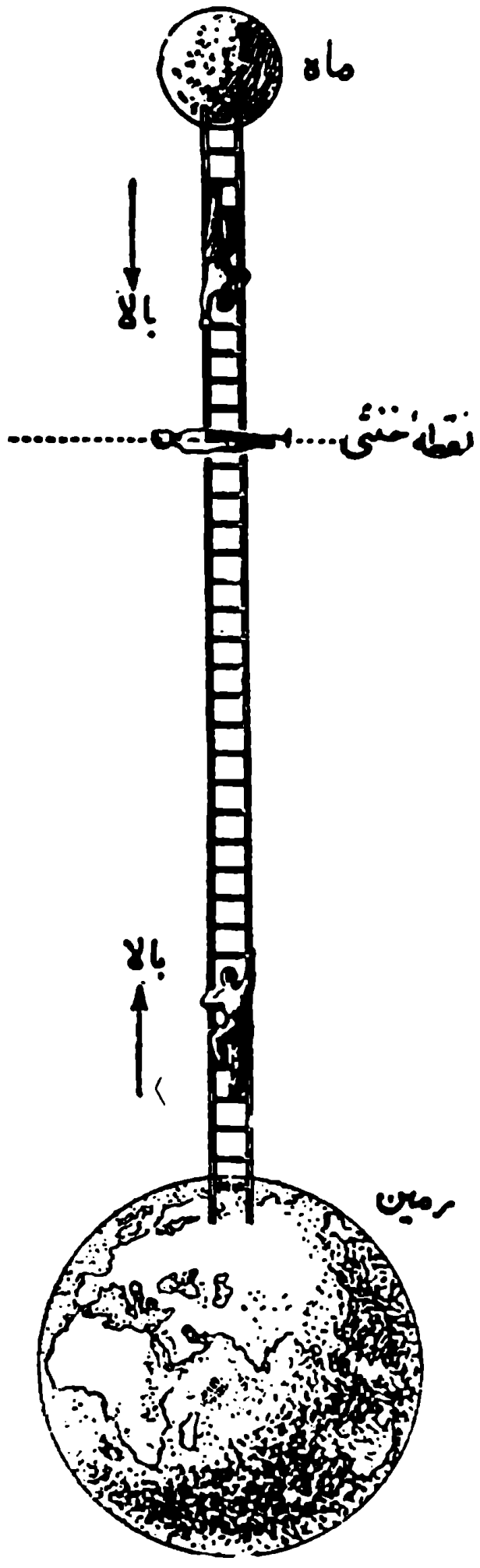
جاذبهٔ خورشید که دوبرابرجاذبه زمین و ماه دراین‌نقطه است‌ناورا تحت‌تاثیر خواهد گرفت وناودراین نقطه‌نمانده بلکه شروع به‌افتادن‌بسوی‌خورشیدخواهد کرد.درنتیجه ناو از نقطهٔ بحرانی دورخواهد شد ونسبت بموقعیت زمین و ماه بسوی زمین یا ماه خواهد افتاد .)

مسئلهٔ عمده‌ای که هنگام‌سازمان دادن هرپرواز فضائی از جمله پرواز بماه مطرح می‌شود، مقدار سوختی است که‌باید مصرف‌شود.همین‌مسئله‌است که‌تعیین کنندهٔ امکان یا عدم امکان پرواز مفروض بوده و شکل‌وخصوصیات ناو فضا پیما را مشخص میسازد .

آنچه مربوط بساده‌ترین‌پروازهای کیهانی در فواصل نزدیك بزمین است از جمله پروازهای‌ماه مصنوعی، همانطور که درفصل‌پیش دیدیم‌این‌مسئله نسبتاً بسادگی حل میشود .

اگر ماه دارای‌میدان جاذبه‌ای از آن‌خودنبودپروازبماه یك‌پروازعادی‌منتهی به ارتفاع بیشتری برابرفاصلهٔ زمین تا ماه می‌بود. برای‌رسیدن‌به‌نقطه‌ای درمدار ماه، بناوی که ازمیدان مغناطیسی زمین میگریزدباید چنان سرعت‌اولیه‌ای‌بدهیم که سرعت آن درنقطهٔ مطلوب درمدار ماه مساوی صفرباشد . بدیهی است که‌این‌سرعت اولیه باید کمی کمتر ازسرعت گریز باشد، زیرا آنطور که میدانیم سرعت گریز از زمین سرعتی است که‌پس‌ازآنکه جسمی‌از میدان مغناطیسی زمین گریخت الی غیرالنهایه‌بحرکت خود ادامه دهد یعنی دربی‌نهایت سرعتش صفرشود . درنظر اول ممکن‌است‌چنین تصور شود این تفاوت‌باید قابل ملاحظه باشد زیرا فاصلهٔ بین مدارماه تابینهایت‌چنین شگرف است . اما درواقع این طور نیست‌وتفاوت کمتر ازیك در صد است.

جاذبه بسوی ماه این وضع را تغییر میدهد و بنحو مساعدی هم تغییر می‌دهد بشرط‌آنکه نحوهٔ بر خورد موشك باسطح ماه بی‌اهمیت باشد . مانند نخستین‌موشکهای

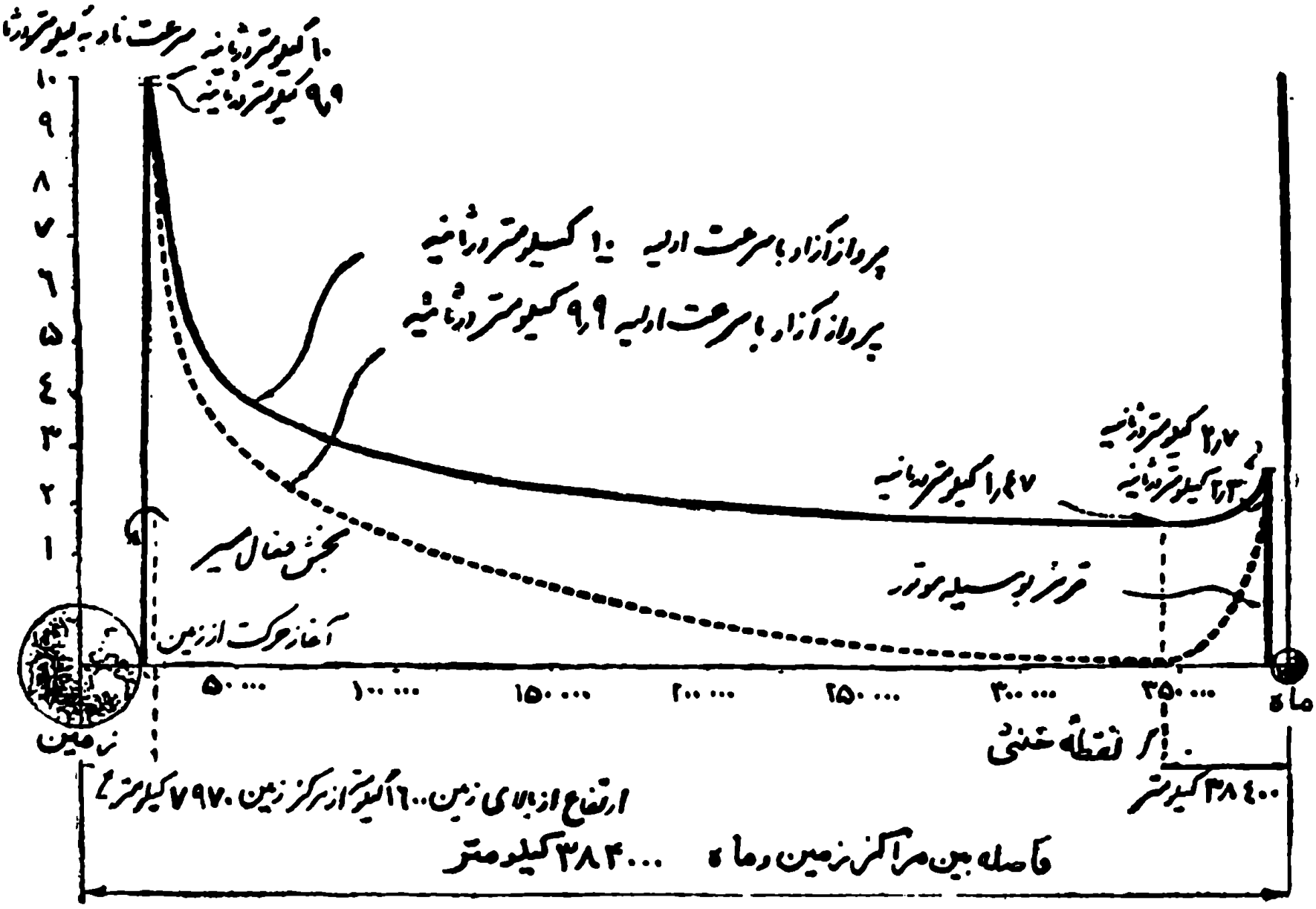


« سفر » اززمین بماه

بی‌سرنشین که تنها وظیفه‌شان آگهی‌دادن برخوردشان‌با ماه، مثلابوسیلهٔ لکهٔ رنگین ، نور روشن یاستون دودخواهد بود .

اثر مساعدجاذبه بسوی ماه دراین مورد دوگانه است اول‌آنکه موشك بکمك سرعت مکتسبه درآغاز حرکت ازروی زمین‌باید خودرا نه‌بمدار ماه بلکه بسطح خنثی بین ماه و زمین ، جائیکه جاذبهٔ این دوجسم سماوی مساویست برساند . حرکت بعدی موشك بسوی ماه از جاذبهٔ ماه نتیجه خواهد شد . موشك بطور ساده بروی ماه خواهد افتاد راست است که موقعی که این امر اتفاق افتد سرعت موشك در لحظهٔ برخورد ناو بسطح ماه درحدود ۲٫۳ کیلومتر درثانیه خواهد بود و این بیش از سرعت یك مرمی توپخانه است که از دهانهٔ دورزن‌ترین توپها به بیرون میجهد .

چنین « فرود آمدنی»برروی ماه‌بوسیلهٔ موشك بیشتر شبیه‌شلیك‌مستقیم گلوله‌ای بماه خواهد بود . اما همانطور که قرار گذاشتیم درمراحل اول کار که قصدمان آگهی یافتن ازرسیدن بموشك بماه خواهد بود ، ازاین بابت نگرانی بخود راه نخواهیم داد. اکنون که ارتفاعی که موشك باضربه وارده اززمین باید خود را بدان برساند ۴۰ هزار کیلومتر کمتر است . سرعت اولیهٔ موشك هم باید کمتر باشد . چهل‌هزار کیلو متر در حدود یك‌دهم همهٔ راه اززمین تا ماه است، اما میدان جاذبهٔ زمین‌بطورعمده درنزدیکی زمین دارای بیشترین اثر و با افزایش فاصله بسرعت تضعیف میگردد وباین جهت‌است که‌کاهش سرعت اولیهٔ موشك ازبابت این چهل هزار کیلومتر آخری ناچیز و کمتر از



نمودار پرواز زمین ــ ماه

یك‌دهم درصد است .

اثر مساعددیگر میدان جاذبهٔ ماه اینست که چون بامیدان جاذبهٔزمین‌ترکیب میگردد آن را تضعیف میکند(چون جهتش مخالف جهت میدان زمین است‌وبنابراین نیروئی که درپرواز موشك از زمین تاسطح‌خنثی آن‌را بسوی‌زمین می کشد کمترمیشود. این امر نیز بنوبهٔ خود ازسرعت اولیهٔ لازم موشك میکاهد ولی‌بازهم بمقدارخیلی‌جزئی، در حدود ۲ر. درصد . ازاین قرار اثر مثبت جاذبه بسوی ماه چندان‌زیاد نیست‌ومیتوان آن رانادیده گرفت . ازسوی دیگر ،درمواردی که فرودآمدن نرم وآهسته ناو فضاپیما برروی ماه باید تضمین شود دشواریهای ناشی ازاین جاذبه بمراتب بزرگتر است . اگر قرار باشد که ناو هنگام فرودآمدن خرد نشود، بایدآن‌چنان ازسرعت خود بکاهد که‌در لحظهٔ برخورد باسطح ماه سرعتش‌صفر باشد. دراین‌مورد حتی‌آن‌سرعتهای ناچیزی‌هم که هواپیما هنگام فرودآمدن‌درفرودگاه دارد مجاز نیست‌زیرادرماه فرودگاهی‌وجودندارد.

ازآنجا که درماه جووجود نداردناو باید با استفاده ازموتور خود ازسرعت‌حرکت بکاهد و برای این‌کار باید ۱۸۰ درجه دور خود بگردد وقسمت عقب‌ناو را متوجه ماه سازد یا باید موتورهای مخصوصی برای ترمز کردن درقسمت جلوئی ناو نصب‌شوند. بهر حال ضربهٔ جت موتور باید درجهت مخالف پرواز وارد آید تا ازسرعت حرکت بتدریج کاسته شود موقعیکه بدینسان ناو را ترمز میکنیم مصرف سوخت کمتر از موقعی نخواهدبود که لازم‌باشدبناو سرعت گریز ازماه داده شود که درحدود $۲\frac{۱}{۲}$ کیلومتر درثانیه است ، بلکه عملا مصرف سوخت بیشتر خواهد بود زیرا دراینصورت هنگام فرودآمدن ناو بر روی ماه ، این دو دارای سرعتهای متفاوتی خواهند بود و این تفاوت سرعت باید بوسیلهٔ موتور کاسته شود . اگر قصد پرواز بماه وبازگشت بزمین در میان باشداثرمیدان جاذبهٔ ماه ، بار دوم هنگام گریز ازآن احساس خواهد شد یکبار دیگرلازم خواهدبود سرعتی برابر $۲\frac{۱}{۴}$ کیلومتر در ثانیه بناو داده شود تا اینکه بتواند به نقطه‌ای برسد که ازآن شروع بسقوط بطرف زمین بنماید .

اکنون‌می‌توانیم‌مقدارکل‌سرعت ایده‌آل‌را که تعیین کنندهٔ حداقل ذخیرهٔسوخت ناو برای پرواز بماه و بازگشتن ازآن خواهد بود بطور تقریب‌بر آورد کنیم .

سرعت‌اولیه درآغازحرکت از زمین	۱۱/۵	کیلومتر درثانیه
ترمز کردن هنگام‌فرودآمدن‌در ماه	۲/۳	»
حرکت از ماه	۲/۳	»
جمع کل	۱۶/۱	»

اما ذخیرهٔ واقعی سوخت باید خیلی بیش ازاین حداقل باشد. اولا سرعت ناودر

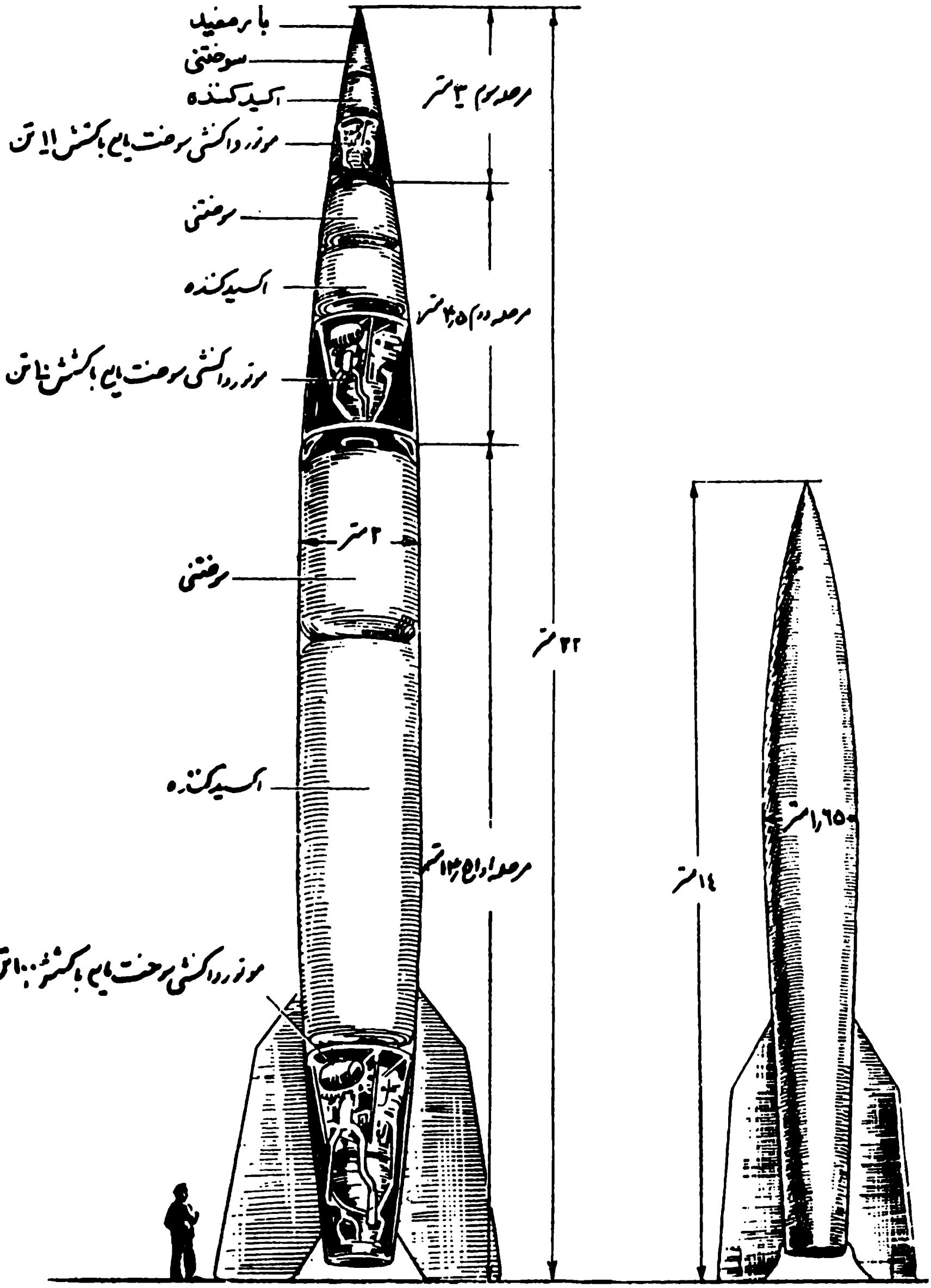
نقطهٔ خنثی نباید مساوی صفر باشد . البته اگـر این سرعت مساوی صفر باشد مصرف سوخت بحد اقل خواهد رسید اما مدت پرواز فوق‌العاده طولانی خواهد شد .

مثلا اگرسرعت ناو در ارتفاع ۱۶۰۰ کیلومتری برابر۹ر۹ کیلومتردرثانیه‌باشد، ناو از نقطهٔ خنثی با سرعتی نزدیك بصفر خواهد گذشت . اگرسرعت آغازحرکت‌فقط بمیزان ۱۰۰ متر در ثانیه افزوده شود یعنی به ۱۰ کیلومتر درثانیه برسد سرعت ناودر نقطهٔ خنثی برابر ۱/٤ کیلومتر درثانیه خواهد بود ومدت پرواز از صد ساعت به پنجاه ساعت یعنی به نصف خواهد رسید احتمالا ناو از نقطهٔ خنثی با سرعتی برابر یك کیلو متر در ثانیه خواهد گذشت . یعنی سرعت اولیهٔ ناو در آغاز حرکت از زمین ، مصرف قدرت برای ترمز فرود آمدن برروی ماه وسرعت اولیه درآغاز حرکت ازماه‌بایدافزوده شود، درین صورت جمع افزایش سرعت ایده آل را میتوان در حدود ۱/۵ کیلو متر درثانیه تخمین زد . اگر تلفات اجتناب ناپذیر سرعت را هنگام پرواز ونیز ذخیرهٔ لازم سوخت را درناو برای جبران خطاهای‌هدایت ناو وغیره را نیزبحساب آوریم رقمی بدست میآوریم که سرعت ایده‌آل را کمتر از۲۰ کیلومتر درثانیه نشان نمیدهد (یك برآورد محتاطانه‌تری که مثلا ترمز کردن بوسیلهٔ موتور هنگام فرودآمدن درزمین راهم‌منظور میدارد رقم بزرگتری برای سرعت‌ایده‌آل‌بدست میدهد که درحدود ۲۵ کیلومتردرثانیه است . گاهی ارقام بزرگتری درحدود۳۰ ـ ۳۲ کیلومتر درثانیه راهم‌ذکر کرده‌اند).

بموجب فرمول موشك موقعی که‌سرعت جت موتور ۳ کیلومتر درثانیه‌است‌نسبت حرم اولیه به‌جرم آخری ناو درحدود ۸۰۰ خواهد بود

این تناسب درعمل دست‌یافتنی نیست و بنابراین درسطح کنونی پیشرفت‌تکنیك جت انجام چنین پروازی بماه (و بازگشت ازآن) ناشدنی است . افزایش سرعت جت به چهار کیلومتر درثانیه که در آیندهٔ نزدیکی کاملا امـکان پذیر است این نسبت لازم اجرام را به ۱۵۰ تقلیل خواهد داد که ازنظر اصولی بکمك یك قطار چند مرحله‌ای قابل حصول است ولی وزن‌این قطار درآغاز حرکت از زمین ، حتی بابار مفیدناچیزی، ده‌ها هزار تن خواهد بود که مساوی باوزن کشتی‌های‌عظیم اقیانوس‌پیماست . چنین‌است اثر فاجعه آمیز جسیم بودن ماه بشرطی که بخواهیم درآن فرود آئیم . و بهمین جهت مشکل است بتوانیم منتظرتسخیر ماه از راه حملهٔ جبهه‌ای به آن باشیم. در این‌جا یك محاصره بخوبی تنظیم شده و تدارکات دقیق‌برای حملهٔ قطعی ثمربخش‌تر خواهدبود .

نخستین موشکی که بماه فرستاده خواهد شدباحتمال‌قوی موشکی خواهدبود که تنها هدفش‌دادن آگهی‌ازورود خودبسلامت‌درسطح ماه‌است وبرای‌این‌منظورچند کیلو گرم باروت‌برروی موشك کفایت میکند. (برای‌احترازازهرنوع امکان «غفلت»ازمشاهدهٔ لحظهٔ برخوردِ موشك بماه، مثلا بعلت‌وجود ابرهاونیزبرای ایجاد یك‌علامت دائمی درمحلی که



یك موشك سه‌مرحله‌ای برای فرستادن بار ۱۰ کیلوگرمی بماه

سمت راست : موشك دورپرواز مشروح درفصل ششم

موشك بماه اصابت میکند ممکن است که علاوه بر باروت ، موشك ما با باری ازخمیر شیشه خرده تأمین نمائیم لکهٔ سفیدی که بدین ترتیب بر روی سطح تاریك ماه‌ایجاد خواهد شد همیشه از زمین قابل دیدن خواهد بود) چنین موشکی را حتی امروز هم میتوان بماه فرستاد . مثلا بموجب طرحی که تهیه شده چنین موشکی با بار مفید ده

کیلوگرمی‌درآغاز حرکت ۵۰ تن‌وزن خواهد داشت. این موشك سه مرحله‌ای خیلی بزرگتر ازموشك دورپرواز نامبرده درفصل ششم نخواهد بود (دربرابر ۱/٦۵ متر قطر و ۱٤ متر طول موشك دورپرواز مزبور قطار مـاه پیما ۳ متر قطر و ۲۲ متـر طول خواهد داشت) .

موشك بعدی که بماه فرستاده شود یـك ایستگاه رادیوئی خودکاری خواهد بود که به تعدادی دستگاه و ابزار اندازه گیری مجهز باشد . این ایستگاه « تأثرات» خود را از ماه بزمین مخابره خواهد کرد ازآن پس شاید یك ایستگاه فرستندهٔ تلویزیون بآن افزوده خواهد شد وبکمك آن قادر خواهیم گشت سطح ماه را در زمین از نزدیك مشاهده کنیم قبل از درپیش گرفتن سفری بهماه ، بی‌شك ابتدا پروازی بدورماه دریك ناو فضاپیما وبفاصلهٔ نزدیکی ازآن ، نخست بی سرنشین وسپس با آن ، انجام خواهـد پذیرفت . چنین پروازی‌بدلایل گوناگون دارای اهمیت خواهد بود وازآن جمله‌اینکه خواهیم توانست به « پشت » ماه که هرگز اززمین دیده نمیشود نظری بیافکنیم.چنین پروازی فقط کمی بیشتر از قدرت‌لازم برای یك‌پرواز ساده بمدار ماه قدرت لازم‌خواهد داشت . سرعت ایده‌آل لازم ۱۳ـ ۱٤ کیلومتر درثانیه خواهد بود که با سرعت های جدید جت در حدود ۳ کیلومتر در ثانیه ، بکمك یك موشك ۵ ـ ٦ مـرحله‌ای قابل حصول است .

چنین پروازی بماه ، اهمیت اقمار مصنوعی زمین را ، اگر قرار باشد بـه این اقمار بعنوان ایستگاههای تجدید سوخت ناوهای فضاپیما بکار روند ، در رفت وآمدبین سیارات آشکارا نشان میدهد .

فرض کنیم که یك‌چنین‌ایستگاه تجدید سوختی‌درارتفاع پانصد کیلومتری بالای زمین ساخته شده وبا سرعتی برابر ۷/٦ـ۷/۷ کیلومتر درثانیه درمداری دایره‌ای‌یا کمی بیضوی بدور زمین بچرخد . صدها و هزارهاتن سوخت میتواند بوسیلهٔ موشکهای باری (تانکر) تدریجاً از زمین‌منتقل‌شده و در انبارهای این‌ایستگاه سوخت اندوخته‌شود .

ناو فضاپیمای « زمین ـ ماه » نخست بسوی این ایستگاه تجدید سوخت پریده سرعت خود را برابر سرعت این ماه مصنوعی تنظیم خواهد نمود در این حـال هردو پهلو بپهلو بدور زمین خواهند چرخید درامر تجدید سوخت هواپیماهای جت در هوا از « تانکر » های پرنده که هواپیماهای سنگین و کم سرعتی هستند تجارب بسیاری بدست آمده است واین تجارب‌در تکامل فن تجدید سوخت درفضا میتواند کمك مؤثری باشد هم‌اکنون مواردی وجوددارد که‌هواپیماهای کوچك وتندرو جت با سوخت گیری در هوا به‌پروازهای دوردستی مبادرت میورزند . تنها کاری کـه باید باین منظور انجام دهند آنستکه سرعت‌پرواز خود را تا حد «تانکر» تنزل داده وپس‌از اتمام سوخت گیری

راه خودرا در پیش گیرند .

همانگونه که درفصل پیشین اشاره کردیم برای رسیدن بچنین ایستگاه تجدید سوخت ناو فضاپیما بایدسرعت ایده‌آلی‌درحدود ۱۰ـ ۱۲ کیلومتردرثانیه‌داشته باشد .

پس از سوخت گیریٔ لازم خواهد بود که موتور ناو را بار دیگر روشن نمایند تا سرعت‌ناو ازسرعت‌دایره‌ای به سرعت گریزبرسد . برای‌این منظوربابد از مساعدترین وضع ماه مصنوعی در مدارش سود جست . (این موضوع مانند سایر مسائل مربوط به مسیر پروازهای ناوهای‌فضاپیما به تفصیل در فصل‌پانزدهم خواهد آمد) سرعت گریز از ماه مصنوعی کمتر از سرعت گریز از زمین خواهد بود و در مورد بالا میتواند برابر ۱۱ کیلومتر درثانیه درنظر گرفته شود .

برای افزایش سرعت ناو از سرعت دایره‌ای ۷/۶ کیلومتر در ثانیه بـه سرعت گریز ۱۱ کیلومتر در ثانیه بیك سرعت اضافی برابر ۳/٤ کیلومتر درثانیه نیاز خواهد بود . دراین صورت سرعت ایده آل ناو که ذخیرهٔ سوخت آن باید محاسبه شود ۸/۱ کیلومتز در ثانیه کاسته خواهد کرد زیرا بجای سرعت ۱۱/۵ کیلومتر در ثانیه که در صورت پروازمستقیم‌از زمین لازم بود اکنون بسرعتی برابر ۳/٤ کیلومتر درثانیه‌احتیاج است از اینجا نتیجه می‌شود که جمع کل سرعت ایده‌آل در این حالت برای پرواز بماه وبازگشت از آن بجای ۲۰ ، درحدود ۱۲ کیلومتر درثانیه خواهد بود و متناسب با آن اگر سرعت جت ۳ کیلومتر درثانیه باشد نسبت جرم ناو (باسوخت وبی سوخت) از ۸۰۰ که درصورت پرواز مستقیم لازم بود به ۵۰ـ٤۰ تنزل خواهد یافت . از این قرار می‌بینیم که تجدید سوخت گیری در راه نه تنها کاستن از مقدار لازم سوخت را در ناو ممکن میسازد ، بلکه هم‌چنین پرواز مزبور را عملا امکان‌پذیر مینماید .

با تجدید سوخت گیری در هوا ، حتی اگرایستگاه سوخت گیری فضائی‌بشکل ماه مصنوعی هم هنوز احداث نشده باشد ، میتوان پرواز بماه را سازمان داد . بجای‌یك ناو بوزن ۲۰ هزارتن ، سه‌موشك هر کدام بوزن ۶۰۰ تن‌درآن واحد بپروازدرمیآیند. در ارتفاع ۵۰۰ کیلومتری موشکها به ماههای مصنوعی زمین مبدل میشوند یکی‌ازاین موشکها از دو موشك دیگر سوخت گیری میکنند و براه خود ادامه میدهد . درفاصلهٔ کمی از ماه این ناو انبارهای ذخیرهٔ سوخت خود را بجا میگذارد تا در مداری بدورماه بگردند و برای مدتی بقمرهای ماه مبدل شوند، درحالی خود ناو در ماه فرود میآید . درباز گشت این انبارها دوباره « برداشته میشوند » . این عملیات متضمن حد اقل تلفات سوخت است زیراترمز کردن‌ناووبرخاستن‌ازماه درحالیکه‌مقادیرقابل‌ملاحظه‌ای سوخت ذخیره درناوموجود است یکی از پردردسرترین اشکالات سفر بماه است.

مدت پروازبماه، براه برگزیده وبطورعمده‌بسرعت پرواز بستگی خواهد داشت .

مانند مسافرت درروی زمین، هرقدر پرواز بماه تندتر باشد گران‌تر تمام‌خواهد شد زیرا محتاج بصرف مقدار بیشتری سوخت است

کمترین سرعتی که ناوبرای‌رسیدن بماه باید درزمین داشته‌باشد ۱۱/۱ کیلومتر در ثانیه است . اگر سرعت به ۱۱/۲ کیلومتر درثانیه برسد ناو به فضای‌لایتناهی‌خواهد پرید زیرااین‌سرعت گریز است. بنابراین هرناوی که بخواهد دورماه بچرخد بایددارای سرعت اولیه‌ای‌بین ۱۱/۱ و۱۱/۲ کیلومتر درثانیه باشد. باسرعت حداقل ۱۱/۱ کیلو متر درثانیه ناو درمدت نزدیك به ۱۱۵ ساعت بماه خـواهد رسید . بدیـگر سخن این مدت حداکثر ممکن برای پروازیست اگرسرعت درحدود ۱۱/۲ کیلو متر درثانیه باشد مدت پرواز فقط ۵۰ ساعت طول خواهد کشید . اگرسرعت بازهم بیشترشودمدت پرواز بسیارکاسته خواهدشد

با سرعت‌اولیه ۱۵/۲ کیلومتردرثانیه‌مدت‌پروازده‌ساعت‌بطول‌خواهد انجامیدواگر سرعت به ۲۱/۲ کیلومتر درثانیه برسد ، پرواز ۶ ساعت طول خواهد کشید. بنابراین اگر سرعت اولیه دوبرابر گردد مدت پرواز تا $\frac{۱}{۲۰}$ تقلیل می‌یابد بدیهی است که این یك خصیصه ویژهٔ فضا پیمائی است زیرا چنین پدیده‌ای درروی زمین دیده‌نمی‌شود

یك قطار موشکی‌تندرو درعرض۲۴ ساعت وحتی‌طی یك‌شب‌می‌تواند خود را بماه برساند . سازمان دادن چنین پروازهای سریع‌السیری تنهاهنگامی امکان پذیرخواهدشد که‌سوخت‌های پرکالری‌تری یافته‌شوند وحتی آن‌موقع هم‌اینکارتنها بشرطی‌شدنی‌است که تجدید سوخت گیری درراه انجام پذیرد .

چنین پروازهائی احتمالاً ۲ یاسه روز طول‌خواهد کشید . درسراسر مدت‌پرواز موتور ناو بیش ازده دقیقه ، هنگام برخاستن اززمین ونشستن درماه ، کارنخواهد کرد. بقیه راناو بدون صرف حتی‌یك‌قطره سوخت خواهد پیمود . اگرچنین نمی‌بود مـا حتی آرزوی ساده‌ترین پرواز فضائی راهم نمی‌توانستیم بدل‌خود راه بدهیم.

۱۴

پرواز بسیارات

زمین تنها دارای یك ماه است وبنابراین خواه ناخواه پرواز فضائی پس‌ازرسیدن بماه باید بقصد سیاره‌ای ، یکی ازهشت سیارهٔ منظومهٔ شمسی انجام گیرد .

می‌توان پنداشت که این‌افتخار برای بار نخست نصیب دوسیارهٔ همسایهٔ زمین در فضای پیرامون خورشید ، یعنی زهره ومریخ بشود . اما هدف‌های دیگری وجود دارند که دست‌یابی بآنها بمراتب آسان‌تراست ، نه‌تنها ازآن جهت که اینها ازاین دو سیاره بزمین نزدیکترند . این سیارات کوچك وویژهٔ منظومهٔ شمسی هستند که شبه سیاره یا آستروئید نامیده می‌شوند .

یکصد وپنجاه سال پیش ، در روز اول قرن گذشته ، نخستین وبزرگترین این آستروئیدها سرس، کشف گردید. امروز ما بیش‌از ۱۵۰۰ شبه سیاره می شناسیم و پیوسته آستروئیدهای تازه‌ای کشف‌می‌شوند . (بیش ازشش‌هزار آستروئید هم اکنون مکشوف شده‌اند . اما تنها ۱۶۰۰ تای آنها وارد کاتالوك ها (جداول) شده اند ، زیرا پیش از ثبت درجدول نخست باید مدارآنها محاسبه‌شود).

بموجب فرضیه‌ای که برخی از دانشمندان پیش کشیده اند آستروئیدها قطعات سیاره‌ای هستند که‌زمانی در مداری‌واقع‌بین خورشید ومشتری بدور خورشید می‌چرخیده است و بعداً متلاشی گردیده است . (این‌نقطه نظر دانشمند شوروی آدلف و همکاران اوست که سیارهٔ مزبوررا «فائتن» نامیده اند. دراساطیریونان‌فائتن نام فرزندهلیوس‌خدای خورشید است که خواست‌در گردونهٔ‌پدرش آسمانها را به‌پیماید ولی‌نتوانست‌اسبهای‌آتشین این گردونهٔ (خورشید) رامهار کند ولاجرم تباه‌شد . فرضیهٔ‌دیگر آنست که‌آستروئیدها ممکن‌است تکه‌پاره‌های اختران دنباله‌دار باشند .)

منشاءِ پیدایش آنها هرچه باشد ، این‌سیارات کوچك درست مانند خواهران بزرگتر خود ، سیارات منظومهٔ شمسی ، بگرد خورشید می‌چرخند ، امامدارِبیضوی‌آنها معمولاً بسیار کشیده‌تر است. برخی‌از آستروئیدها دردورترین نقطهٔ‌مدار خودازخورشید،

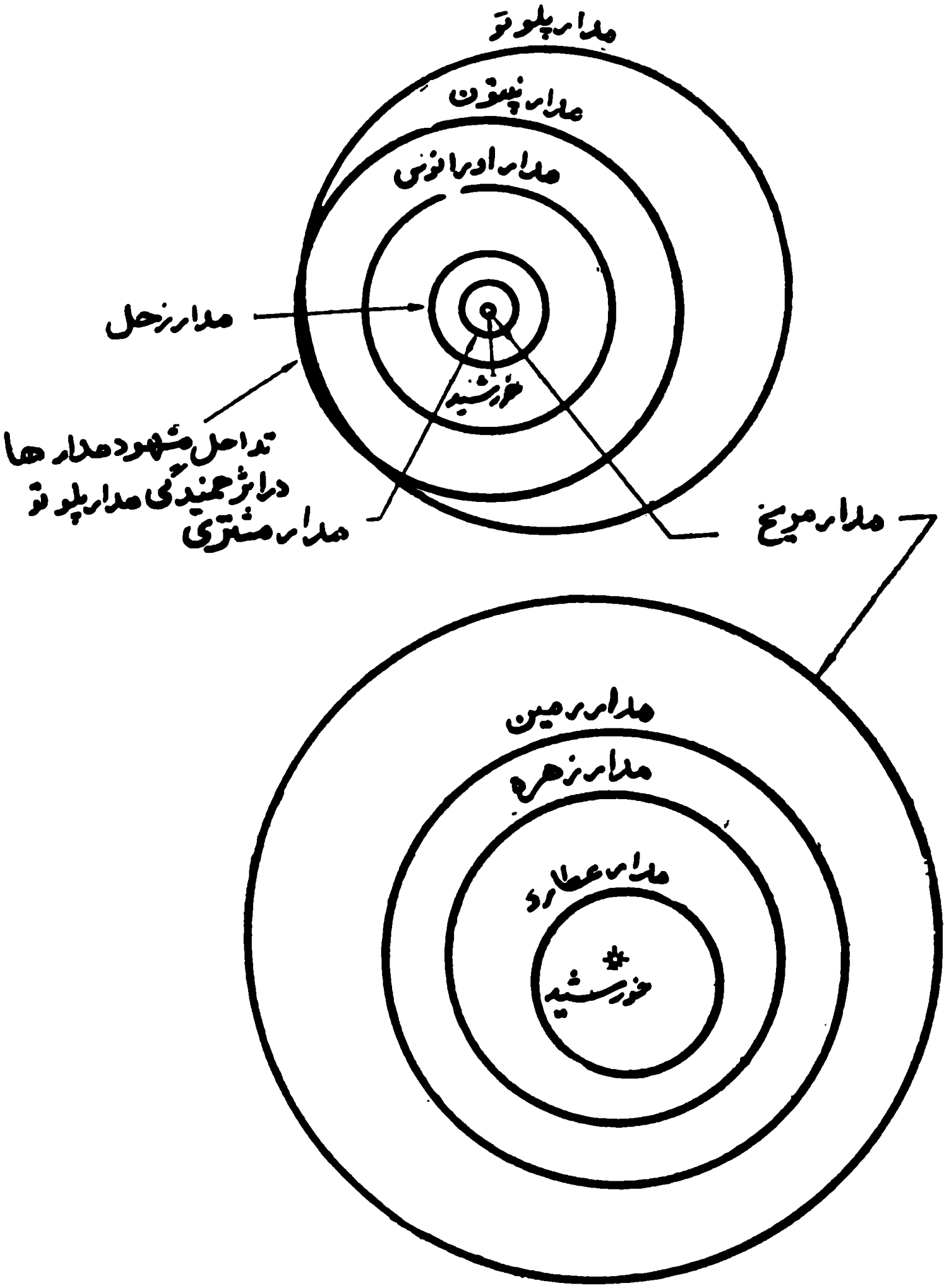
بسیار به‌مدارهای مشتری وزحل نزدیك می‌شوند ، درحالی که نزدیکترین نقطهٔ‌مدارشان به‌خورشید ، درحدود مدارهای زمین وزهره وعطارد قرار می گیرند. آن‌آستروئیدهائی که‌مدارشان نزدیك مدار زمین‌است می‌توانند بعنوان هدفهای‌آیندهٔ پرواز فضائی جالب توجه باشند (برخی ازآستروئیدها ممکن است برای انجام «سیر وسیاحت » در منظومهٔ شمسی مورد استفاده قرار گیرند . مثلا آستروئید هیدالگو که در سال ۱۹۲۰ کشف گردید و سپس ناپدید شد و بار دیگر در ۱۹۳٤ از نو یافته شد می تواند برای این منظور بکاررود . مدار هیدالگو، ازهر آستروئید دیگری بزرگتر است. دردورترین‌نقطهٔ خود ازخورشید ده‌بار دورتر اززمین‌تاخورشیداست وتقریباً بمدار زحل‌می‌رسد وحال‌آنکه درنزدیکترین‌نقطهٔ خود بخورشید بمدار مریخ نزدیك می‌شود و تنها یك‌برابر ونیم‌دورتر از زمین تا خورشید است . هیدالگو برای پیمودن یك دور مدار خود چهارده سال وقت می خواهد .)

خانوادهٔ آستروئیدهائی که زمین را لمس می کنند چندان کوچك نیست . مشهورترین آنهااروس‌است که‌خدمت‌بزرگی بدانش انجام داده زیرا بیاری‌آن‌اخترشناسان توانسته‌اند فاصلهٔ زمین تاخورشید را بدقت بیشتری معین‌سازند

اروس درسال ۱۸۹۸ کشف‌شد این‌شبه سیاره ظاهراً گوی‌مانند نیست بلکه‌شکل نامنظمی دارد . قطر این سیارهٔ کوچولو یادقیقتر گفته‌باشیم بزرگترین بعدآن در حدود ۲۵ کیلومتراست . اروس را درتلسکوپ متوسطی می‌توان دید . نزدیکترین‌فاصلهٔ اروس بزمین ۰/٤ کمترین فاصلهٔ مریخ تازمین یعنی تقریباً ۲۲/۵ میلیون کیلو متر است . در ژانویهٔ۱۹۳۱ ، آخرین باری که اروس‌بزمین نزدیك شدفاصله‌اش اززمین ۲٦میلیون کیلومتر بود . اروس باردیگر درسال ۱۹۷۵ به سیارهٔما نزدیك خواهد شد .

آستروئید آلبرت درسال ۱۹۱۱ کشف گردید، قطرآن فقط ٤ کیلومتر است وتا ۲۸ میلیون کیلومتری زمین نزدیك می‌شود.

درسال ۱۹۳۲ دوآستروئید جالب کشف شدند یکی‌ازآنها آمور که‌قطرش‌بیش‌از سه کیلومترنیست درآن زمان تا۱۵ میلیون کیلومتری بزمین نزدیك‌شد . این‌شبهٔ سیاره باردیگر در۱۹٤۰ رصد شد . اخترشناسان در « تعقیب » چنین‌اجرام کوچك سماوی با دشواری‌های‌بزرگی‌روبرو می‌شوندبعلت تموجات و اختلالات گوناگونی که آستروئیدها بسبب‌جرم کوچك‌خود دچارآن‌می گردند، محاسبه‌وتعیین‌مسیرآنها دشواراست.باین‌ترتیب آستروئیدهائی که کشف شده‌اند اغلب گم می‌شوند و باید ازنو کشف شوند . یکی از دو شبهٔ سیارهٔ نامبرده آپولوست که حتی‌از آنهم بزمین نزدیکتر شد و ازفاصلهٔ کمی بیش از۱۱ میلیون کیلومترزمین گذشت . تا کنون‌این‌آستروئید هر گزدیگررصد نشده‌است.



شمای منظومهٔ شمسی بمقیاسی که یك میلیمتر آن برابر یك واحد نجومی است
(واحد نجومی ــ فاصلهٔ زمین تا خورشید وبرابر ۱۴۹٫۵ میلیون کیلومتراست).
با این مقیاس میتوان تنها مدار پنج سیارهٔ بیرونی منظومهٔ شمسی ، ازمشتری
ببالا را نشان داد
درپائین با مقیاس بزرگ‌شده‌ای شمای قسمت مرکزی منظومهٔ شمسی (یعنی مدار
سیارات درونی) نشان داده شده است افزایش مقیاس ازروی مدارمریخ که
با دو مقیاس نشان داده شده است مشاهده میشود

قطرآن درحدود ۲ کیلومتر است .

(آپولو تنها بفاصلهٔ ۲۰۰ هزار کیلومتری ازنزدیك زهره گذشت که‌ازنظرنزدیکی حدنصاب است . یعنی فاصلهٔ آن‌اززهره نصف فاصلهٔ‌ماه اززمین بوده است).

یك‌آستروئید دیگر بنام آدونیس در سال ۱۹۳۶ یافته شد . این از آپولو هم کوچکتراست‌وقطرش فقط یك کیلومتر است. آدونیس‌ازفاصلهٔ ۱/۵میلیون کیلومتری زمین گذشته است

اما آستروئید هرمس ازاین نظر رکوردی بجا گذاشته است . هرمس که‌قطرش کمی بیش از۱/۵ کیلومتر و جرمش ۳میلیارد تن است در مقیاس کیهانی ذرهٔشنی‌بیش نیست . در ۱۹۳۷ هرمس‌به ۷۸۰ هزار کیلومتری زمین رسید که فقط دوبرابر فاصلهٔ تا ماه است بموجب محاسباتی که‌شده‌هنگام مقارنه‌ممکن است‌تا پانصدهزار کیلومتری زمین نزدیك شود

آستروئید بسیار جالبی بنام ایکاروس درماه ژوئن ۱۹٤۹ کشف گردید این نام را بی سبب بآن نداده اند . این آستروئید هم مانند پسرافسانه‌ای دادالوس (که برای‌خود بالهائی ازپروموم ساخت ولی‌چون نزدیك خورشید پرید پر و بالش سوخت) خیلی‌نزدیك خورشید « می‌پرد »

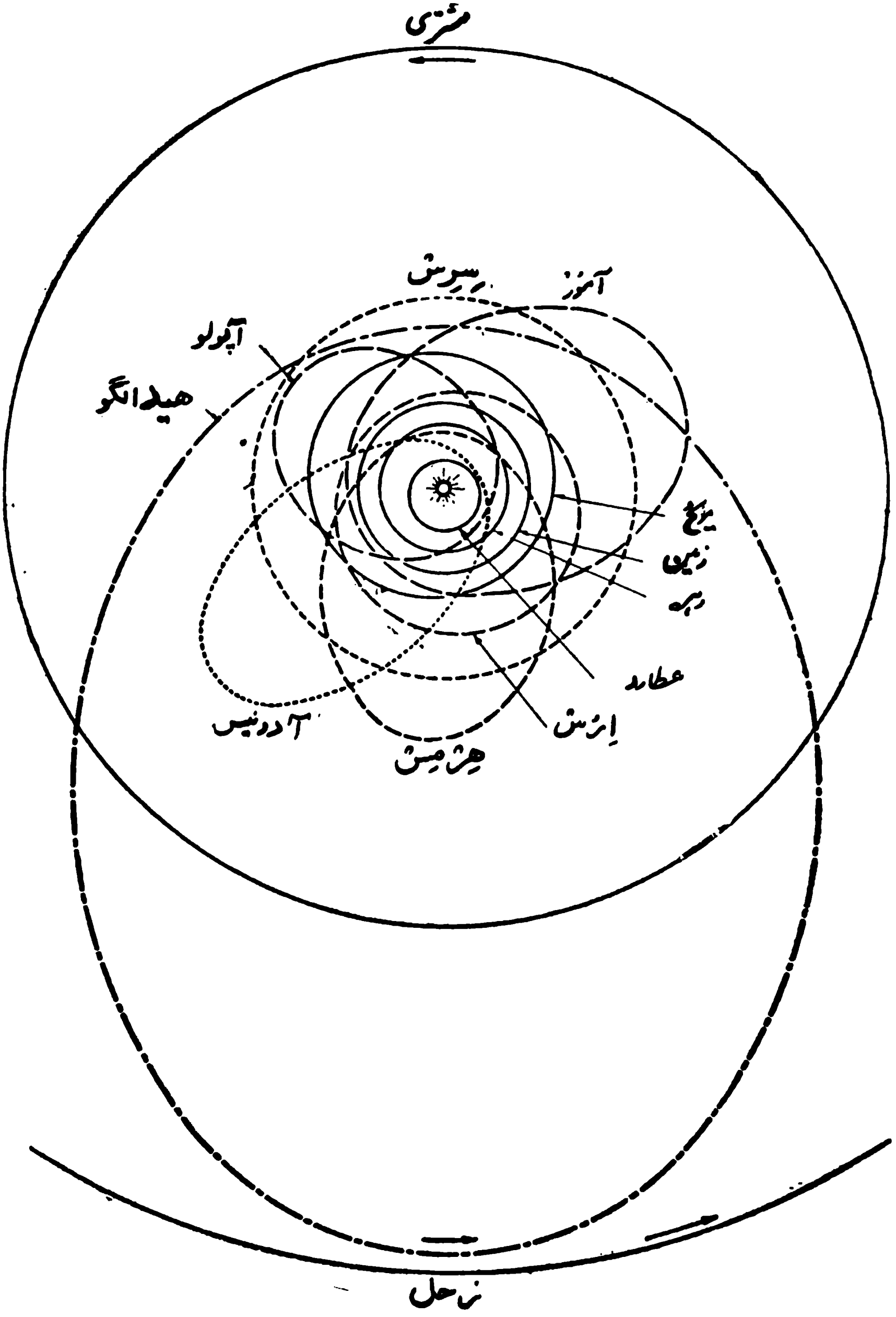
مدار ایکاروس بسیار کشیده است وخیلی شبیه مدار ستارهٔ دنباله‌دار می باشد در دورترین‌نقطه ازخورشید ۳۰میلیون کیلومتر باآن فاصله دارد یعنی‌درحدودمدارعطارد، نزدیکترین سیاره بخورشید قرار می گیرد . فرضیه‌ای وجود دارد که بموجب آن‌دراین هنگام پرتوهای خورشید، ایکاروس راآنچنان میگدازند که نورانی وپرتوفشان‌می‌شود .

یکی اززدیکترین‌آستروئیدهائی که زمین را«لمس» می کنند در ۱۹۵۰ کشف گردید. این شبهٔ سیاره از ۹میلیون کیلومتری زمین گذشته‌است. شك‌نیست که‌درآینده شبه سیارات تازه‌ای یافته‌خواهند شد که بزمین نزدیك می‌شوند .

(در سال ۱۹٤۸ و۱۹٤۹ چهار آستروئید ازاین قبیل کشف شده‌اند. این شبه سیارات ، چنان بزمین نزدیك شدند که مانند شهاب‌ها روی صفحات حساس‌عکس‌ازخود اثرنهادند . این آستروئیدها بقدری کوچك هستند که حتی‌باقوی‌ترین تلسکوپها هم‌قابل رؤیت نیستند وتنها موقعی که‌اززدیکی زمین میگذرند می‌توانند کشف شوند.می‌توان پنداشت که‌از این‌قبیل‌آستروئیدهای ریز که‌بسیارنزدیك‌مدار زمین‌درحرکتند‌تعدادزیادی وجود دارد .) اخترشناسان انتظار دارند چندین هزار آستروئید کوچك کشف‌شوند ودر میان آنها البته آنهائی که زمین را « لمس » می کنند نیزیافته خواهند شد .

پروازبه برخی‌ازاین‌آستروئیدهای«نزدیك » درمقایسه‌با پرواز باجرام‌سماوی‌دیگر بحداقل ، مصرف‌سوخت نیازمند است حتی اگر این آستروئیدها دهها بار دورتر از ماه تا زمین باشد، تااین‌اندازه‌فقدان‌میدان جاذبهٔ قابل‌ملاحظه‌ای‌درپیرامون‌این‌آستروئیدهای کوچك حائز اهمیت است . تنها لازم است چنان آستروئیدهائی برگزیده شوند که سرعت حرکتشان چندان زیاد نباشد .

از دوهمسایهٔ زمین ، زهره ومریخ ، آنطور که بعداً خواهیم‌دید، رسیدن بمریخ آسانتر است گرچه فاصلهٔ آن اززهره‌بماه‌دورتراست. این بدان سبب‌است که جرم‌زهره بطورقابل ملاحظه‌ای بزرگتراست. نزدیکترین‌فاصلهٔ زمین‌تازهره ٤٠ میلیون کیلومتر



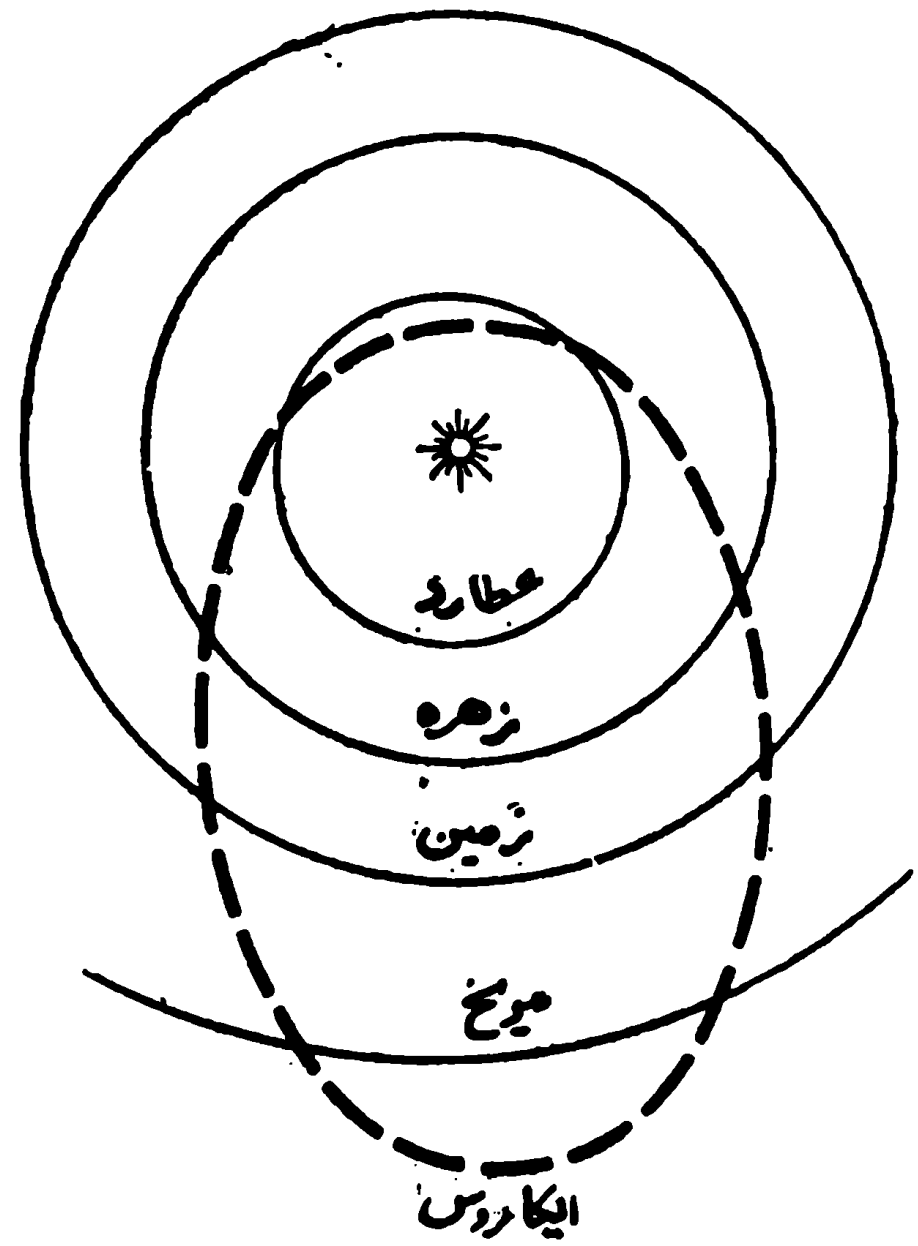
مدار برخی ازآستروئیدها

و تا مریخ ٥٦ میلیون کیلومتر است . شکی‌نیست که درآینده‌پروازهائی بهر دو این سیارات انجام خواهد شد .

این‌کار فقط پس از پرواز بماه وشایدبه برخی ازآستروئیدهاعملی‌خواهد گردید. این‌پروازهای مرحلهٔ دوم خواهد بود وما دربارهٔ‌آنها با تفصیل بیشتری درفصل بعد سخن خواهیم گفت .

پرواز بهدفهای مرحلهٔ سوم دشواریهای بمراتب بزرگتری در بر خواهدداشت این گروه شامل‌نزدیکترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی‌بخورشید ـ عطارد (که فاصلهٔ متوسطش تاخورشید تنها ٥٨ میلیون کیلومتر یعنی درحدود یك‌سوم‌فاصلهٔ زمین تاخورشیداست). و نیز سیارات‌بیرونی‌منظومهٔ شمسی:مشتری که در۷۷۸ میلیون کیلومتری‌خورشید است (٥/۲ بار دورتر ازفاصلهٔ زمین تاخورشید) زحل که تقریباً ۹/٥ بار دورتراز زمین تا خورشیداست(۱٤۲۸میلیون کیلومتر)ارانوس که تقریباً ۲۰ برابردورتر اززمین‌تاخورشید است (۲۸۷۰ میلیون کیلو متر) و در سیارهٔ آخری منظومهٔ شمسی نپتون و پلوتو که بترتیب۳۰ و٤۰ برابردور تر اززمین‌تا خورشیدند(٤٥۰۰ و٥۹۰۰ میلیون کیومتر).

هدف مستقیم پروازهای‌فضائی‌این مرحله احتمالاً وشاید یقیناً اقماراین سیارات و دست کم اقمار برخی ازآنها خواهد بود . رویهم، همانگونه که‌یاد آورشدیم ، بدون ماه ۳۰ قمر در منظومهٔ شمسی وجود دارد . سهم عمدهٔ این اقمار از آن مشتریست که بتنهائی ۱۲ قمردارد . زحل بانه قمرجای دوم را اشغال می کند . (فکر می کنندزحل



مدار آستروئید« ایکاروس »

قمردهمی هم‌داشته باشد که حتی‌نام گذاری‌شده وتمیس‌خوانده می‌شود. اما درمورد وجود واقعی‌اش شك وتردید هست) . اورانوس پنج قمر و مریخ ونپتون هریك دوقمردارند .

مرحلهٔ بعدی پروازهای‌فضائی ، مرحلهٔ‌چهارم ، شامل پرواز به‌آن‌اجرام‌سماویست که بیرون منظومهٔ شمسی‌قرار دارند ، پرواز به‌جهان‌های دیگر اختران . این‌پروازها با دشواریهای بی اندازه بزرگتری روبرو خواهند شد . کافیست یادآور شویم که‌اختری که ازهمه بخورشید نزدیکتر است(ونام‌پرو کسیمای خود را هم مدیون‌همین وضع‌است پرو کسیما درلاتین‌بمعنای‌نزدیکترین است)به صورت فلکی‌سنتوروس‌تعلق دارد و بفاصلهٔ ۴/۲۷ سال نور از زمین قرار دارد یعنی چنان فاصله‌ای که پرتو نور برای پیمودن آن ۴/۲۷ سال‌زمان‌لازم‌دارد. (این‌ستاره که پرو کسیما سنتوری‌نامیده‌می‌شود ستارهٔ‌سرخ‌رنگ کوچکی‌است که پهلوی ستارهٔ درخشان‌آلفا سنتوری قابل رصد است .آلفا سنتوری‌پیش از کشف پرو کسیمانزدیکترین‌ستاره‌بخورشیدشناخته‌میشد ولی‌حالامعلوم‌شده که‌پرو کسیما یك درصد ازآن بخورشید نزدیك‌تر است) نیازی نیست که‌این فاصله‌رابرحسب کیلومتر بیان کنیم بویژه اگرتوجه داشته‌باشیم که پرتو نور ۳۰۰/۰۰۰ کیلومتر را دریك ثانیه می‌پیماید این رقم برحسب کیلومتر مساوی ۴وسیزده صفر جلوی‌آن خواهد بود . از آنجا که برای رسیدن، پرتو خورشید بچشم ماهشت دقیقه وقت لازم است ، پرو کسیما ۲۸۰۰۰۰ بار دورتر از فاصلهٔ ما تاخورشید است .

دورترین جهان اختران که بکمك تلسکوپهای‌نیرومندعکس‌برداری شده‌اندحتی میلیونها بار دورتر هستند (دورترین‌جهان اختران که درتلسکوپ قابل‌رؤیت‌انددرفاصلهٔ ۱۰۰۰ میلیون سال نورقرار دارند).

براستی هم زمانی که همهٔ این چیزها رادرنظر می گیریم آشکار می‌شود که‌پرواز باختران باین زودیها دست‌نخواهد داد. با این‌وجود ، این‌کاربرای دانش‌چه‌جالب وچه پر اهمیت خواهد بود ! سر کشی به‌نقاطی درپهنای‌افلاك امکان پذیر خواهد شد که درآن فعل وانفعالهای مرموزپیدایش‌اختران صورت‌می گیرد . بعبارت دیگرما خواهیم‌توانست خود را بعصری منتقل کنیم که خورشید «کودکی» بیش نبوده‌است . خواهیم توانست جاهائی‌را به‌بینم که سیستم‌های تازهٔ سیاره‌ای درآنجا پدید میآیند درست همانگونه که سیستم خورشیدی خود ما چندین هزارمیلیون سال‌پیش پدیدار گشت .

اگر از نقطه نظر طول عمر انسان سنجیده شودتکامل‌افلاك، منظومهٔ‌شمسی‌وزمین ما بینهایت کند است! وازاینروپس‌ازیك گردش‌بین‌اختران که درطی‌آن‌همهٔ رموز جدید طبیعت‌دربرابر دیدگان ما گشوده خواهندشد و مراحل گوناگون تکامل افلاك‌بسرعت یکی پس ازدیگری در برابر ما گسترش خواهند یافت دانش بشری بچه‌میزان‌شگرفی غنی خواهد گشت !

اگر پرواز باختران امکان پذیر میبود ما می‌توانستیم بچنان دنیاهای دور دستی برویم که درآنجا از دیرباز زندگی وجود داشته وموجودات متفکری‌میزیسته‌اند

دانشمندان برآنند که بطورمتوسط دست کم یکی‌ازهرهزارستاره ، سیاراتی مانند زمین ما دارد . ازآنجا که در آن جزیرهٔ فلکی ، درکهکشانی کـه خورشید بآن تعلق دارد درحدود صدهزار میلیون اختر وجود دارد ، کهکشان ما باید شامل صد میلیون « منظومهٔ شمسی » باشد

تاکنون ، حتی نیرومندترین تلسکوپها هم قادرنبوده‌اند سیارات‌این‌خورشیدهای « بیگانه» رارؤیت کنند ، اما دانش ازهمین حالا ازمرحلهٔ فرضیه به اثبات مستقیم قدم نهاده است

چنین اند پیروزیهائی که درسالهای اخیر بوسیلهٔ «نجوم نامرئی» بدست‌آمده‌اند. یکی ازستاره شناسان‌ازراه بررسی پاره‌ای بی‌نظمی‌ها درحرکت ستارهٔ ۶۱ ازصورت‌فلکی سیگنوس بطورقطع‌اثبات کرده که این‌ستاره‌یك سیاره تاریك‌شبیه سیارات منظومهٔ‌شمسی دارد. بهمین طریق‌آشکارشده‌است که اختران‌دیگری که نزدیك خورشید قراردارندمانند پروکسیما سنتوری نیز سیاراتی‌دارند. تکامل دانش بدینسان درستی پیش‌بینی‌جیوردانو-برونو را مبنی بروجود تعداد بیشماری منظومه نظیر منظومهٔ شمسی ما به ثبوت رسانده است، همان پیش‌بینی که بخاطرآن، در۳۵۷سال پیش،این‌دانشمندبدست تاریك‌اندیشان سوزانده شد

نیاز بیادآوری نیست که‌شرایط لازم‌برای پیدایش زندگی‌همه‌جا موجود نیست . باید پذیرفت که این‌شرایط بسیار سخت اند وعبارتند از دامنهٔ بسیار محدود تغییرات حرارتی درحدود صددرجه سانتیگراد ازمیان میلیونهادرجه که امکان‌پذیراست وجود یك جو،رطوبت‌وغیره . بااین وجود، بدون شك تعداد بیشماری سیاره‌هست که دارای‌بیوسفر-محیط‌زیستی بسیار غنی‌است، یعنی‌سیاراتی که با موجودات‌زنده مسکونند.این‌موجودات زنده می‌توانند باشکال بسیارمتفاوتی‌بوده وبهیچوجه لزومی‌ندارد که‌همانند موجودات‌زمین باشند . اما دراصول ، زندگی درپهنای بیکران سپهرنباید بازندگی‌ما متفاوت‌باشد.

یکی از فلاسفه زندگی را « شکل وجودی اجسام پروتئینی » تعریف کرده است لاجرم موجودات زنده درجهان‌های دوردست از (پروتوپلاسم) سفیده‌ای‌نظیرسفیدهٔ‌موجود درزمین تشکیل یافته‌اند که پایهٔ‌آن پروتئین‌است وازعناصر شیمیائی مشابهی ، یعنی‌ذغال، هیدرژن ، اکسیژن، ازت وعناصر دیگرترکیب یافته‌اند ، زندگی درآن‌اجسام‌سماوی وجودخواهد داشت که‌ترکیبات پروتئینی بتوانند تشکیل‌بشوند وبوجود خودادامه دهند واین بنوبهٔ خود بدان‌معنی است که‌موجودات متفکر می‌توانند دربسیاری از جهان‌های دور دست ساکن باشند . زیرا همانگونه که یکی ازفلاسفه میگوید «این‌خود خصلت

طبیعت است که تکامل ماده رابه‌موجودات متفکر برساند ولاجرم این امر هر آنجا که شرایط‌آن (که لازم نیست‌همه‌جاوهمه‌وقت همانند باشند) موجودباشدالزاماً پیش‌میآید».

فعلا دیدار این جهان‌های دوردست‌هنوز رؤیائی بیش نیست. حتی‌اگردشواریهای فنی‌را که درسطح کنونی پیشرفت فضاپیمائی‌غیرقابل‌حل‌اند نادیده بگیریم ، دشواریهائی که‌شامل صرف مقادیرشگرفی انرژیست. طول‌مدت چنین‌سفری، حتی درسرسام‌آورترین سرعت‌های ممکن ، چندین‌بار بیش‌ازطول‌عمر آدمی‌است .

اما باپیشرفت بعدی دانش امکانات معینی دراین زمینه گشوده میشود. منظورما طولانی کردن عمرانسانی که هم‌اکنون دانش درراه آن‌میکوشد نیست ، زیرا « تطویل » لازم دراین مورد بیرون ازامکانات دانش است . درصورتیکه افزایش سرعت ناو بسرعت نور درخلاءِ که بالاترین سرعت‌ممکن درطبیعت ومساوی۳۰۰۰۰۰ کیلومتردرثانیه است برسد ،برخی‌چشم‌اندازهای غیرمنتظره دراین جهت گشوده میشوند

چنین سرعتهائی‌دراصل قابل حصولند فقط بشرط آنکه‌انرژی‌لازم‌دردسترس‌باشد.

ممکن است تصور شود که حتی‌چنین سرعتهای سرسام آوری‌هم قادربحل مسئلهٔ پرواز بین اختران‌نخواهدبود زیرافواصلی که‌دراین‌پروازها باید پیموده‌شوندبرابرچندین ده ، هزار وحتی‌میلیونها سال‌نوراست

اما بموجب جدیدترین تئوری‌حرکات سریع که فیزیك مدرن تدوین نموده ، تئوری که معمولا تئوری محدود یاویژهٔ نسبیت (تئوری انشتین) نامیده میشود زمان‌یا بعد چهارم موقعیکه سرعت‌حرکت‌بسیارنزدیك بسرعت نورمیشودنیزسرعت گذشت خودرا تغییر می‌دهد . درناوی که باچنین سرعتی درپرواز باشد ساعتها بکندی سیار خواهند گذشت . مثلا اگرناوی باسرعتی که فقط یك‌درصد کمتر ازسرعت نور باشدبسوی‌ستارهٔ ٦١ ازصورت فلکی‌سیگنوس درپرواز باشد (همانجائی که گفتیم اخیراً سیاره‌ای کشف شده‌است) زمانی که ازآغازپرواز ناو تاباز گشت آن خواهد گذشت(فرض‌آنست که‌ناو پیوسته باسرعت ثابتی درپروازاست) برای‌ساکنان زمین ۲۲سال خواهد بود زیرا این ستاره ۱۱سال نور اززمین فاصله دارد . اما برای سرنشینان ناو مدت این« سفر»تنهاسه سال بنظرخواهد رسید .

این کندی گذشت زمان هنگامیکه سرعت حرکت بسرعت نور نزدیك شود دیگر فقط یك فرضیه نیست . واقعیات آزمایشی دردانش نوین وجود دارند که تنها بکمك این نظریه حرکات سریع قابل تعبیراند .

اگر سرعت ناو بیشتر بسرعت نور نزدیك شود خواهد توانست درمدت کوتاهی حتی بآن گوشه‌هائی ازافلاك که ازخورشیدهم دورند سفرنماید . مثلاچنین ناوی خواهد توانست طی‌چندین ساعت « تطویل شده » خودرا به‌تودهٔ ابر (نبولا)مارپیچی در صورت

فلکی آندرومدا که ازهمه به کهکشان مانزدیك‌تراست‌برساند این‌نبولا صد میلیون‌سال نور باما فاصله دارد.

راست است که حتی باچنین سرعت ناو فضاپیما ، مدت پروازخیلی بیش ازمیزان یادشده خواهد بود. زیرا زمان‌زیادی برای‌آغاز حرکت آهسته و تدریجی ناو تارسیدن بسرعت مزبور وهم چنین‌برای‌کاهش تدریجی‌آن هنگام نشستن‌صرف خواهد شد (شتاب آن احتمالا درحدود شتاب جاذبهٔ زمین خواهد بود) اما با همهٔ اینها ، سرعتهائی که نزدیك سرعت نور باشند فرصت های خارق العاده ای برای پرواز بین اختران دراختیار ما می گذارند

اشکال عمدهٔ چنین پروازها انرژی شگرفی‌است که موردنیازمیباشد محاسبات نشان‌می‌دهد که انرژی‌موتور چنین‌ناوی‌بایدهزارهامیلیون کیلووات‌درمقابل‌هرتن‌جرم ناو باشد . تولید چنین‌قدرتی، البته‌فقط موقعی‌امکان‌پذیر خواهد شد که مسئلهٔ کاربردانرژی هسته‌ای تماماًحل‌شود .حتی آن‌موقع هم پرواز باسرعتهائی نزدیك بسرعت‌نوردشواریهای افسانه‌آمیزی‌دربرخواهد داشت . مثلاکافی است بخطر تصادم ناو باذرات ماده که درفضا شناورند اشاره کنیم . (ثابت‌شده‌است ، که گذشته ازغبار رقیق کیهانی اتمهای‌هیدرژن، هلیوم ، کلسیم ، سدیم ، تیتانیوم واتمهای دیگر و حتی ملکولها در فضای بین اختران شناورند .) هنگام چنین تصادمی خطراین ذرات بمراتب بیش ازنیرومندترین‌پرتوهای کیهانی خواهد بود. پرده‌های پوششی ویژه‌ای بکلفتی‌ده‌ها سانتیمترمورد نیاز خواهد بود تا سرنشینان را دربرابر تشعشعات رادیو آکتیو زیان‌بخش که ازتصادم بااین ذرات‌ناشی میگردد حفاظت نمایند . واما درمورد برخوردبایك شهاب که دراثر آن‌ناو ، فقطآناًبخار خواهدشد چه می‌توان گفت ؟

اما اجازه دهید ازآیندهٔ دوردست به‌چشم اندازهای تحقق پذیرترفضاپیمائی ، به آن‌مسائلی که این‌دانش بایددرعرض چند دهسال آینده حل‌نماید ، بمسئلهٔ‌پروازبسیارات منظومهٔ شمسی بپردازیم .

درموقع پرواز بسیارات ، برخلاف پرواز بماه ، ناوفضا پیما باید فواصل قابل ملاحظه‌ای درمیدان جاذبهٔ خورشید به‌پیماید زیرا یاازخورشید دور ویاباآن‌نزدیك‌میشود.

در این مورد نمی‌توانیم جاذبه بسوی خورشید را ، آنگونه که هنگام گفتگو دربارهٔ پرواز بماه یادرپیرامون زمین کردیم نادیده انگاریم . برای چیره شدن برجاذبهٔ خورشید مقدارقابل ملاحظه‌ای انرژی باید بمصرف رسد واین امر می‌تواندپروازبسیارات را درقیاس باپرواز بماه بسیار پیچیده تر کند اما اشکال عمدهٔ چنین پروازی‌اگرغرض پرواز با سرنشین باشد طول‌مدت آنست . تنها بتدریج ، با دقت وبموازات بررسی‌همهٔ خصوصیات ویژه پرواز فضائی وآنچه از همه مهمتر است تأثیر چنین پروازی بر روی

انسان ، پرواز بهدف‌های دور دست‌تری امکان‌پذیر خواهد بود وناو های فضاپیما بتدریج راه خود را بسوی اعماق فضای پیرامون خورشید خواهند گشود

مسئلهٔ ترکیب‌میدانهای‌جاذبهٔ‌زمین‌وسیاره‌ای که هدف‌پروازاست‌عملا موجودنیست ولذا میتواند نادیده گرفته‌شود . زیرا این میدانهابفواصل خیلی‌زیادی گسترده‌نمی‌شوند . برای مقاصد عملی‌می‌توان پنداشت که جاذبه بسوی زمین درفواصلی‌بیش‌از۸۰۰هزارویك میلیون کیلومتر ازمیان می‌رود زیرا دراین فواصل بسیار اندك است.

یك گوی آهنین که درروی زمین یك کیلو گرم وزن داشته باشد در این فواصل ۰/۰۵ گرم یعنی درحدود $\frac{۱}{۲۰۰۰۰}$ وزن خواهد داشت .

بنابراین پروازی بهریك از سیارات شامل سه بخش‌مختلف خواهد بود :

الف) یك بخش نسبتاً کوچك پرواز درمیدان جاذبهٔ زمین . ب)آن‌بخش‌پرواز که درمیدان جاذبهٔ سیاره‌است و آنهم معمولا کوچك است . پ) بخشی ازپرواز که‌بین این دوقرار دارد وطول مدت‌آن درازتر وجائی که فقط جاذبهٔ خورشیدمحسوس میباشد.

تعیین دقیق مقدار سوخت لازم برای انجام یك پرواز فضائی ، یعنی‌تعیین‌سرعت ایده‌آل مربوطه درحال‌حاضر ازهمه دشوارتر است . تاکنون هنوزیك‌راه‌حل‌عمومی‌یافته نشده است وتنها پس‌از محاسبات بغرنج ومتعدد بکمك‌ماشین‌های حساب می توان باین پرسش پاسخ‌داد : این امر توضیح‌دهندهٔ‌آنست که چرا باید به‌تخمین تقریبی‌مقدارسرعت ایده‌آلی اکتفا نمائیم . امااین‌محاسبات برای‌تعیین‌اینکه این‌ویاآن پروازدرسطح کنونی پیشرفت تکنیك‌واکنشی شدنی است یانه ، باندازهٔ کافی دقیق می‌باشند .

اگر یك پرواز رفت وبرگشت ناو فضاپیمای مسافری را اززمین بسیارهٔ دیگری درنظر بگیریم (همراه با فرودآمدن درسیاره ودرزمین) برای تعیین‌سرعت ایده‌آل‌لازم خواهد بود مصرف انرژی را برای منظورهای عمدهٔ زیر بحساب آوریم

۱ ـ برای چیره شدن برمیدان جاذبهٔ زمین . سرعت ایده‌آل مربوطه مساوی سرعت گریز اززمین خواهد بود

۲ ـ برای دادن سرعت‌معینی بناو در بیرون ازمیدان جاذبهٔ‌زمین این‌کاربرای امکان پذیر ساختن پرواز بهدف وکاستن‌ازمدت پرواز ضروریست ، سرعت کم در میدان جاذبهٔ خورشید هنگام پیمودن‌بخش‌اصلی‌راه، پروازرابسبب‌فواصل شگرفی که‌بایدپیموده شوند فوق‌العاده طولانی خواهدساخت

۳ ـ برای غلبه برمیدان جاذبهٔ سیاره ، دوبار ، یکی هنگام ترمز کردن ناو در موقع فرودآمدن (اگرسیاره دارای جوی که بتوان برای این‌منظورازآن‌استفاده کرد نباشد) ودیگری درموقع برخاستن ازسیاره درهنگام باز گشت .

٤ ـ برای یکسان ساختن سرعت ناو باسرعت سیاره ودرباز گشت باسرعت زمین

زیرا معمولا این سرعتها هنگام برخورد متفاوتند . بعلاوه در غلبه برمقاومت جوواز دست دادن سرعت ناوهنگام اوج گرفتن یاهنگام فرودآمدن بکمك موتور ونیز موقع مانور یابسبب خطاهای هدایت ناو (ناوبری) باید مقادیری انرژی مصرف نمود

اگر بنا نباشد درمدت پروار ازمنبع دیگر انرژی مثلا انرژی خورشیدسودجسته شود یا دریك پایگاه سرراه، مصنوعی یاطبیعی سوخت گیری بعمل آید، همهٔاین قدرت لازم باید درآغاز حرکت درناو ذخیره شود

ذخیرهٔ انرژی ناو درآغازحرکت تنهاشامل‌انرژی سوخت اندوخته درانبارهای‌ناو نیست، ناو دارای مقدارقابل ملاحظه‌ای انرژی حرکتی است زیرا همراه‌بازمین‌ودرمدار آن با سرعتی برابر ۲۹٫۸ کیلومتر درثانیه بدور خورشید می‌چرخد . بعلاوه‌ناو مقدار نسبتاً کمی انرژی حرکتی ناشی از چرخش بگرد محور زمین دارد اگر پرواز ناو بدرستی هدایت شود از این انرژی حرکتی می‌توان و باید سود جست

محاسبات تقریبی نشان میدهد که حد اقل سرعت ایده آل برای پروازیکسره بمریخ با فرودآمدن درآن‌باید مساوی ۲۵ کیلو متر در ثانیه باشد یعنی همان‌سرعتی که برای رفت وبرگشت از زمین بماه لازم است . سفر مشابهی بزهره بسرعت بیشتری در حدود ۳۰ کیلومتر درثانیه نیاز دارد زیرا این سیاره دارای‌جرم بزرگتریست.کاستن از سرعت پرواز مستلزم افزایش سرعت ایده‌آل خواهد بود . بدیهی است که در سطح کنونی تکامل فن جت حتی این ساده‌ترین پروازهای فضائی هم ناشدنی هستند

کار بمراتب ساده‌تری پرواز باین سیارات بدون فرود آمدن درآنها فقط برای پرواز بدور این سیارات درفاصلهٔ نزدیك ، عکس‌برداری از سطح آنها وانجام مشاهدات مختلف علمی خواهد بود. چنین پروازی بدور زهره تنهابه نصف سرعت ایده‌آل مذکور دربالا احتیاج خواهد داشت ، یعنی میتواند با همان مقدار سوخت که برای پرواز بماه و فرودآمدن درآن لازم است انجام گردد .

تقریباً همین مقدار سوخت برای پرواز بسوی این سیارات وفرودآمدن در اقمار آنها لازم خواهد بود ، متأسفانه زهره قمری ندارد ولی شك‌نیست که پیش ازفرودآمدن در خود مریخ دریکی ازاقمار آن فرود خواهند آمد

اما حتی چنین پروازهای ساده بمریخ و زهره ، فعلا بویژه اگر منظورمان پرواز با سرنشین باشد شدنی نیست برای امکان‌پذیرشدنش سرعت جت موتورفشفشه‌ای باید بدوبرابر مقدار فعلی‌اش یعنی به ۵ـ۶ کیلومتر درثانیه رسانده شود ، این‌مسئله با سوختهائی شیمیائی حل نشدنیست

این مشکل با استفاده از ایستگاههای مصنوعی سوخت گیری ، اقمار زمین‌حل شدنی است . بکمك آنها حتی امروز یك سفر رفت وبرگشت بمریخ با فرودآمدن در

آن امکان‌پذیر میباشد . اما این ایستگاههای سوخت گیری نمیتوانند مسئلهٔ پرواز بسیارات بیرونی منظومهٔ شمسی را از مشتری ببالا حل نمایند مگرآنکه سوخت‌های تازه‌ای ایجاد شوند . اگر بنا باشد ازمدت این پروازها کاسته شود سرعت ناو فضاپیما باید بسیار افزایش یابد که بنوبهٔ خود مستلزم افزایش چند برابر ذخیرهٔ سوخت است . مدت پروازبسیارات بطور عمده‌بسرعت بر گزیده ومسیر بستگی خواهد داشت .پروازی بمریخ و زهره احتمالا چند ماه و سفر بمشتری و سیارات دور دست تر سالها بطول خواهد انجامید

در آینده که باید رفت و آمدهای منظم مسافربری فضائی بین نقاط مختلف « مسکون » منظومهٔ شمسی سازمان داده شود ، متداول‌ترین پروازها پروازهای انتقالی خواهد بود زیرا از نظر مصرف سوخت مناسبترین پروازهاست .

مثلا اگر مسافر زمینی که بمریخ‌سفرمیکند بجای پرواز یکسره ازیك‌ایستگاه فضائی سر راه ، با ناوی که از زهره بمریخ میرود پروازنماید بسوخت بمراتب کمتری نیاز خواهد داشت .

هنوز آن روز که فضاپیمایان براقمار مریخ ومشتری وزحل‌فرودآمده، بتماشای منظرهٔ سحرآمیزاین سیارات از چنین فاصلهٔ نزدیك و وسوسه‌انگیزی مشغول شوند خواب و خیالی بیش نیست

نخستین سیاره‌ای که بدینسان مورد بررسی قرارخواهد گرفت البته جهان‌مرموز وهیجان‌انگیز مریخ واقمار کوچولوی آن فوبوس ودیموس خواهد بود (نام این دوقمر بیونانی بمعنای ترس و واهمه است . اقمار بی‌آزار مزبور نام‌های هراس انگیز خودرا مدیون اساطیر یونانند که بروایت آنها مریخ خدای جنگ دواسب باین‌نام هاداشت).

در زمینهٔ آسمان فوبوس که‌نزدیکترین قمر مریخ است . این‌سیاره بصورت‌قرص عظیمی ، ۹۰ بار بزرگتر از قرص ماه جلوه گر خواهد شد . حتی از فراز دیموس ، قمر بیرونی مریخ که ۲۳۵۰۰ کیلومتر از آن فاصله دارد میتوان همهٔ جزئیات مریخ را رصد نمود .

فوبوس که ٤۱ بار نزدیکتر از ماه بزمین است (۹۳۸۰ کیلومتر) وقطرش‌در حدود ۱۵ کیلومتر است ، خیلی شبیه به یك دیدگاه ویژه دربالای سطح مریخ ، نظیر اقمار مصنوعی زمین خواهد بود که قبلا از آن ها سخن گفتیم . برای دوران فوبوس به دور مریخ ۷ ساعت و ۳۹ دقیقه وقت لازم است . واین‌یك ماه مریخ است . این مدت برای فوبوس تقریباً برابر $\frac{۵۰}{۱۶}$ یك روز مریخی میباشد .

نزدیك شدن به مشتری غول پیکر خطرناك خواهد بود زیراامکان افتادن‌ابدی بدام جاذبهٔ آن موجود است . رصد مشتری ازآن عده از اقمار صورت خواهد گرفت

که بفاصلهٔ « احترام آمیزی » ازآن قرار گرفته‌اند . ماه دوم مشتری بنام اروپا که به وسیلهٔ گالیله کشف شده است و در ۶۷۰۰۰۰ کیلومتری آن قرار دارد احتمالابرای این منظور مناسب باشد . از آنجا کـه سطح اروپا پرتوهای خورشید را خیلی بهتر از خود مشتری منعکس میسازد میتوان استنباط نمود که این قمر با گازهای فسرده و یخ پوشیده شده است .

چشم‌انداز زحل از فراز اقمار آن بسبب « گردن‌بند گرانبهائی» که دارد بسیار دیدنی خواهد بود . اما حتی ازچنین فاصلهٔ نزدیکی حلقه‌های زحل طبق معمول‌بصورت خطوطی بر روی قرص سیاره که باشکال دیده میشوند جلوه خواهند کرد واین بسبب کمی فوق‌العادهٔ ضخامت آنهـاست . (یك مدل دقیق از حلقه‌هـای زحل بصورت یك دیسك بریده شده از کاغذ بسیار نازك و بقطر ۳۰ مترخواهد بود . قطر حلقه‌های‌زحل ۲/۳ بار بزرگتر از قطر خود سیاره و برابر ۲۷۵۰۰۰ کیلومتر است وضخامت آنها بیشتر از ۱۵ کیلومتر نیست .)

تصادفاً اگر این حلقه‌ها از خود زحل تماشا شوند ، شاید بسیار زیباترخواهند بود . باری ، آسمان زحل ، آراسته به‌رنگین کمان پهنی از حلقه‌ها که همیشه‌برفراز استوا آویخته و سینهٔ سپهر را از کران تا کران دربر گرفته ، در زمینهٔ تیرگی شفافی که روی سیاره رافرا گرفته ، برای ساکنان کرهٔ ماه منظره‌ای بسیار دیدنی خواهدبود

۱۵

راههای کیهانی

وقتیکه آدمیان دربارهٔ آخرین اقیانوسی که تسخیر کرده‌اند، دربارهٔ اقیانوس‌هوا میاندیشند بحق احساس سربلندی میکنند . طی قرون این اقیانوس پنجم که هر انسان زنده‌ای صرفنظر از جای زندگی خود درسواحل آن ساکن است بصورت آرزوئی دست نیافتنی باقی مانده بود ، تنها کامیابی‌های رشته‌های بسیاری از دانش و فن تسخیر این اقیانوس را امکان پذیر نمود

و با این وجود ، در مقایسه با وظیفه‌ای که امروز دربرابرآدمیان قرار گرفته، وظیفه‌ای که تمامی جریان تکامل دانش و فن در برابر ما نهاده است ، وظیفهٔ تسخیر آخرین اقیانوس فتح نشده یعنی اقیانوس فضا ، این پیروزی گذشته چقدر ناچیزاست . هرآنچه که با این کار بستگی دارد کاملا بی سابقه و غیر عادیست . همه چیز درآن مستلزم تغییر تندی در مفاهیم قدیم است همهٔ کارهای آن بر پایهٔ ترکیبی از تخیل بی بند و بار وهشیارانه‌ترین محاسبات استوار است .

و همانگونه که همهٔ اقیانوسهای تسخیر شده درمقایسه باآن پهناهای بیکران که هنوز باید مسخر شوند برکه های ناچیزی بیش نیستند ، دشواربهائی هم که باید از پیش پا برداشته شوند بهمان اندازه شگرفند .

مسئلهٔ ناوبری فضائی ، یعنی مسئلهٔ هدایت ناوهای کیهانی در راههای نامرئی فضا از لحاظ ماهیت ، تازگی و پیچیدگی خودبس شگرف است . این پرواز راچگونه باید محاسبه کنیم ؟ مسیر پروازرا بایدچگونه برگزینیم که نیازی‌بمصرف‌اضافی‌سوخت نباشد ودرعین حال بیش از اندازه بطول نیانجامد ؟ چگونه میتوانیم هدفهای دوردست خود را درفضا بیابیم ؟ چگرنه میتوانیم موقعیت خود را درآن تشخیص بدهیم وقتیکه میلیونها کیلومتر ازهمهٔ جهات ممکن فاصله داریم ؟ اینها و بسیاری دیگر از مسائل ناوبری فضائی باید اول حل شوند وگرنه ، سازمان دادن ساده‌ترین پرواز-کیهانی غیر ممکن خواهد بود ، وحل‌هریك ازاین مسائل کاریست که نظیر آن را هرگز تاکنون دانش بشری برعهده نگرفته است .

وظائف ناوبری فضائی ازآن‌جهت‌چنین غیرعادیست که مستلزم ناوبری درسه بعد است . هرسفری درروی‌زمین ، صرفنظر ازمدت مداومت خود. سرانجام سفری در روی سطح است نه درفضا کوشش‌های‌ناچیز ناخدایان زیردریائی وفرماندهان‌ناوهای‌هوائی درکاربرد بعدسوم تفاوتی دراصل قضیه نمی‌دهد . اندکی زیرسطح آب یا کمی‌بالای‌سطح خشکی چندان تفاوتی باحرکت برروی سطح ندارد اما درفضا پیمائی هرسه‌بعدارزش یکسان دارند ومسیرحرکت باید نه برروی یك‌سطح بلکه درفضا طرح‌ریزی‌شود.

درست است که حتی دراین‌جا هم که یکی‌از ابعاد عاری از«سرزنش»نیست.دست کم موقعیکه پرواز های درون منظومهٔ شمسی موردنظر باشند میدانیم که تقریباً تمام سیارات منظومهٔ شمسی (بجز پلوتو بیرونی ترین سیاره) واقمار آنها بدورخورشید در مدارهائی قرار میگیرند که عملا دریك سطح قراردارند که‌سطح بیضوی نامیده میشود (بیضوی ـ سطحی است که زمین درآن‌سطح بدورخورشید میچرخد) . این‌بدان معنی است که پرواز یك‌ناوفضاپیما باید بطورعمده‌دراین سطح‌انجام پذیرد . بنابراین‌هنگامی که درصدد حل‌مسائل ناوبری فضائی برآئیم سطح بیضوی تاحدی جایگزین سطح‌زمین خواهد شد .

مسلماً موقع محاسبهٔ راههای کیهانی باید درجهٔ انحراف سطح مدار سیارات را نسبت بسطح بیضوی منظور بداریم . مثلا مریخ که سطح مدارش با بیضوی ۱/۹ درجه زاویه دارد بیش از۸میلیون کیلومتر ازاین سطح‌انحراف ندارد. بی‌شك بایك‌چنین‌فاصلهٔ کمی ازپهلوی هدف گذشتن و بآن نرسیدن قابل تأسف خواهدبود !

ولی ناوبری فضائی تنها ناوبری درفضای بیکران‌نیست . این ناوبری در چنان فضائیست که درآن میدانهای نیرومند جاذبه تأثیر می‌نمایند . نیروئی که این میدانها نسبت بیك ناو فضاپیما اعمال می‌نمایند ، نه‌تنها ازنقطه‌ای درفضا تانقطه‌ای دیگرتغییر میکند بلکه درنقطهٔ مفروض هم‌بازمان تغییر مییابد ، ومسیر پرواز یك ناوفضاپیماتحت تأثیر این‌نیروها که بسهم خود تابع قوانین بسیار پیچیده‌ای هستند تغییرمیکند.بهرحال هنوز دانش قادر بمحاسبهٔ این مسیر ازپیش نیست ومیتواند بطور تقریب آن را معین کند ، تنهاکاری که میتوانیم بکنیم اینست که دقت کنیم این خطاهای محاسبه چندان بزرك نباشند ولی اینکارهم ظاهراً چندان آسان نیست . اگر فواصل عظیمی‌را که ناو فضائی باید بپیماید درنظر بگیریم ، خواهیم دید که حتی کوچکترین اشتباه درمحاسبهٔ جهت حرکت میتواند ناورامیلیونها کیلومتر ازهدف خود دور سازد

کار ناوبری فضائی‌بعلاوه‌بدین سبب‌نیزپیچیده‌تر میشود که‌هدفهای‌فضائی«رفتاری» بس ناپسندانه تراز مقصدهای خاکی دارند که استوار بسطح‌زمین چسبیده‌اند . ناو بریك کشتی دریانورد یا خلبان یك‌سفینهٔ هوائی‌اگربداند که‌مقصدی که بسوی‌آن رهسپاراست

پیوسته موقعیت خودرا طبق‌یك رشته قوانین بغرنج تغییر می‌دهد . مشکـل از این امر خوشحال گردد ، وانگهی قوانینی کـه برحرکت اجسام سمـاوی حاکمند بنحوی باورنکردنی غامض ترند وهرقدر جسم مزبور کوچکترباشد این قوانین بغرنج ترند زیرا حرکت آن تابع تعداد بیشتری تأثیرات وتموجات گوناگون است ،کافیست که بگوئیم فرمول دقیقی که ستاره شناسان برای ازپیش محاسبه کردن حـرکت ماه در فلك بکار میبرند تقریباً شامل ۲۰۰ صفحه است ! واینهم شگفت‌آور نیست زیرا این‌فرمول باید ۱۵۰ تأثیر وتموج اصلی ودرحدود ۵۰۰ اثر فرعی را بحساب آورد. برای‌محاسبهٔ مسیر ماه ازپیش برای چندین دهسال آینده، کارشناسان، ریاضی دانان با کمك گروه کثیری ازمحاسبین باید چندین سال‌کار کنند . حتی‌یك ماشین‌محاسبهٔ الکترونی«مغزخودکار» که آدمی برای انجام محاسبات بغرنج دراختیار دارد ، ماهها وقت برای انجام محاسبهٔ بالا لازم خواهد داشت. هرچند که‌این‌ماشین میتواند حسابی‌را که‌یك ریاضی‌دان طی‌یك ماه انجام میدهد در یك دقیقه انجام دهد بطور کلی شاید پنداشته شود کـه پس از شلیك گلوله‌ای از روی زمین میتوانیم بهرنقطه ای در فضا که مایل باشیم اصابت نمـائیم . اما کار باین سادگی نیست ! نشانه‌گیری که بخواهد چنین‌کاری کند خودرابادشواریهای افسانه‌آمیزی روبرو می‌بیند هدفش‌درمسیری غامض و باسرعتی سرسام‌آور می‌پردومدام سرعت خودرا تغییر می‌دهد خودنشانه روهم درفضا بسرعت میچرخد . تأثیرات بیشماری گلوله را ازمسیر خود منحرف میسازند . اتفاقاً بانشانه‌روی«دقیق» بهدف‌نخواهیدرسید! اغلب ممکن است نیاز افتد که نه تنها بسوی یك‌هدف نامرئی شلیك شود بلکه حتی‌در جهتی شلیك شود که مخالف جهت هدف درلحظهٔ شلیك است !

بنابراین چه جای تعجب‌است که باچنین نحوهٔشلیك‌حتی‌اگربرای‌نشانه‌روی رنج فراوانی هم‌متحمل شویم چندین صدهزار کیلومتر ازهدف خودمنحرف شویم ؟

و با این‌همه وضع فضاپیمایان خیلی مشکلتر ازمثلا وضع نخستین‌دریانوردان ، این کریستف‌کلمب‌های گمنام وکاشفین سرزمین‌های ناشناس نخواهد بود . اینان که‌با قایقهای نامطمئن خود بسفرهای پرمخاطره‌برروی اقیانوسهای بیکران می‌پرداختند ودر سرما وطوفان ویخ‌بندان‌دریاهارادرمی‌نور دیدند ، بی‌خبرازآنکه کی بمقصد خودخواهند رسید و یا چنین مقصدی اصلا وجود خارجی دارد یا نه ؟ هنگامیکه فضا پیمایان سفر دور دست خودرا آغاز نمایند اطلاعات دقیقی در بارهٔ زمان ومکان رسیدن خود بمقصد خواهند داشت که‌از لحاظ جزئیات و دقت خود کمتر ازنقشه‌های بسیاری از مناطق‌زمین نخواهد بود .

تعیین راههای کیهانی ناوهای فضاپیما را ، این مسئله که موتور ناوها در مقایسه با مدت کل پرواز درمدت زمان بسیارناچیزی کارمیکنند فوق‌العاده ساده خواهد نمود.

درواقع باستثناء لحظات بسیار کوتاهی ، ناو درسراسر پروازخود ، درفضای بی‌هواوباموتور- های خاموش میپرد بعبارت دیگر پرواز آزاد انجام میدهد ، (البته پرواز آزادغیراز پرواز درفضای آزاد است که درآن نیروی جاذبه نباشد .)

دراین صورت قانونی که برحرکت ناوحاکمست تماماً بوسیلهٔ میدانهای‌جاذبه که ناو ازمیان آنها میگذرد ونیز باسرعت ناو مشخص می شود ، بطور کلی کمیت و جهت سرعت ناو درهرنقطهٔ مفروض از فضا تعیین کنندهٔ سراسرحرکت بعدی آنست . افسوس که مسیر این حرکت را نمی‌توان همیشه ازپیش باشیوه‌های ریاضی‌محاسبه نمود، آنچه مسلم‌است‌این‌کاررافقط دریك مورد- درساده‌ترین حالت‌آن میتوان‌انجام دادوآن‌پرواز در میدان جاذبه فقط یك ستاره است .

درواقع امر ، میدانهای جاذبهٔ اجسام مختلف سماوی‌دریکدیگرتداخل‌میکنند. اما در عمل ، اغلب‌مشاهده میکنیم که تأثیر میدان‌یك جسم سماوی‌بخصوصی،مثلازمین یاخورشید یاسیارهٔ دیگرنسبت‌بسایرمیدانهاتسلط دارد . بنابراین‌میتوانیم‌تنهااین‌یك‌میدان را بحساب آورده ازسایرین چشم بپوشیم . بهمین دلیل‌است که‌مثلا پروازی‌اززمین‌بمریخ می‌تواند بسه بخش تقسیم‌شود بخش‌نخسین پرواز که تنها در میدان جاذبهٔ زمین انجام میشود . بخش‌اصلی که تنها درمیدان جاذبهٔ خورشید قرارمی گیرد وبخش واپسین پرواز که‌درمیدان جاذبهٔ مریخ است .

احکامی که ناظربرحرکت جسمی‌درمیدان جاذبهٔ جسم‌دیگریست (مسئلهٔ دوجسم) بدقت مورد بررسی‌قرار گرفته‌اند وپایهٔ مکانیك سماوی را تشکیل مـی‌دهند ، (مکانیك سماوی یعنی تئوری حرکت اجسام سماوی ، البته مربوط بحرکت اجسام بسیاریست . اما ازآنجا که ریاضیات تاکنون ازحل ساده‌ترین مسئله از این قبیل ، مسئلهٔ سه جسم ناتوان بوده است مسئلهٔ دوجسم پایهٔ مکانیك سماوی را تشکیل می دهد و تأثیر اجسام دیگر بعنوان نیروهای مربوطه بحساب آورده میشود . پرواز فضائـی نیز مسئله ای از مکانیك سماوی است .) بموجب همین قوانین‌است که سیارات بدور خورشید واقمار بدور سیارات درحرکتند،همین قوانین هم برپرواز ناوفضاپیما درهریك ازبخش‌های پیش گفته مسیرآن حاکم خواهند بود .

بمنظور مطالعهٔ پرواز ناوها کاملا محقیم که ازنتیجه گیریهای مکانیك‌سماوی‌سود بجوئیم ، گرچه بنیان گذاران این‌دانش باشکال میتوانستند چنین‌کاربـردی را پیش بینی کنند . حال برای مثال پرواز آزادی را در میدان جـاذبهٔ زمین درنظر بگیریم . هر پروازی تا ارتفاع ۸۰۰ هزار کیلومتری زمین چنین خواهد بود . (مشروط بر آنکه مدتی راکه درآغازحرکت موتور کار میکندوبه‌بخش‌فعال مسیر معروف است‌ونیزارتفاعی را تاصد کیلومتر که مقاومت هوا درآن محسوسست درنظرنگیریم) درارتفاعی بیش‌از

۸۰۰ هزار کیلومتر جاذبه بسوی‌زمین چنان اندك میگردد که قابل چشم پوشی است هم‌چنین درمسئلهٔ مورد گفتگو آن‌مناطقی را درمجاورت زمین که میدان‌جاذبهٔ ماه باید بحساب آید مستثنی می‌نمائیم

دراین شرایط پرواز ناو عیناً مشابهٔ پرواز یك‌مرمی خواهدبود که ازدهانهٔ توپی بفضای بی‌هوا شلیك شده باشد ، مسیرچنین پروازی تماماً بوسیلهٔ جهت و سرعت مرمی درلحظه‌ای که ازدهانهٔ توپ به‌بیرون می‌جهد . مشخص میگردد .

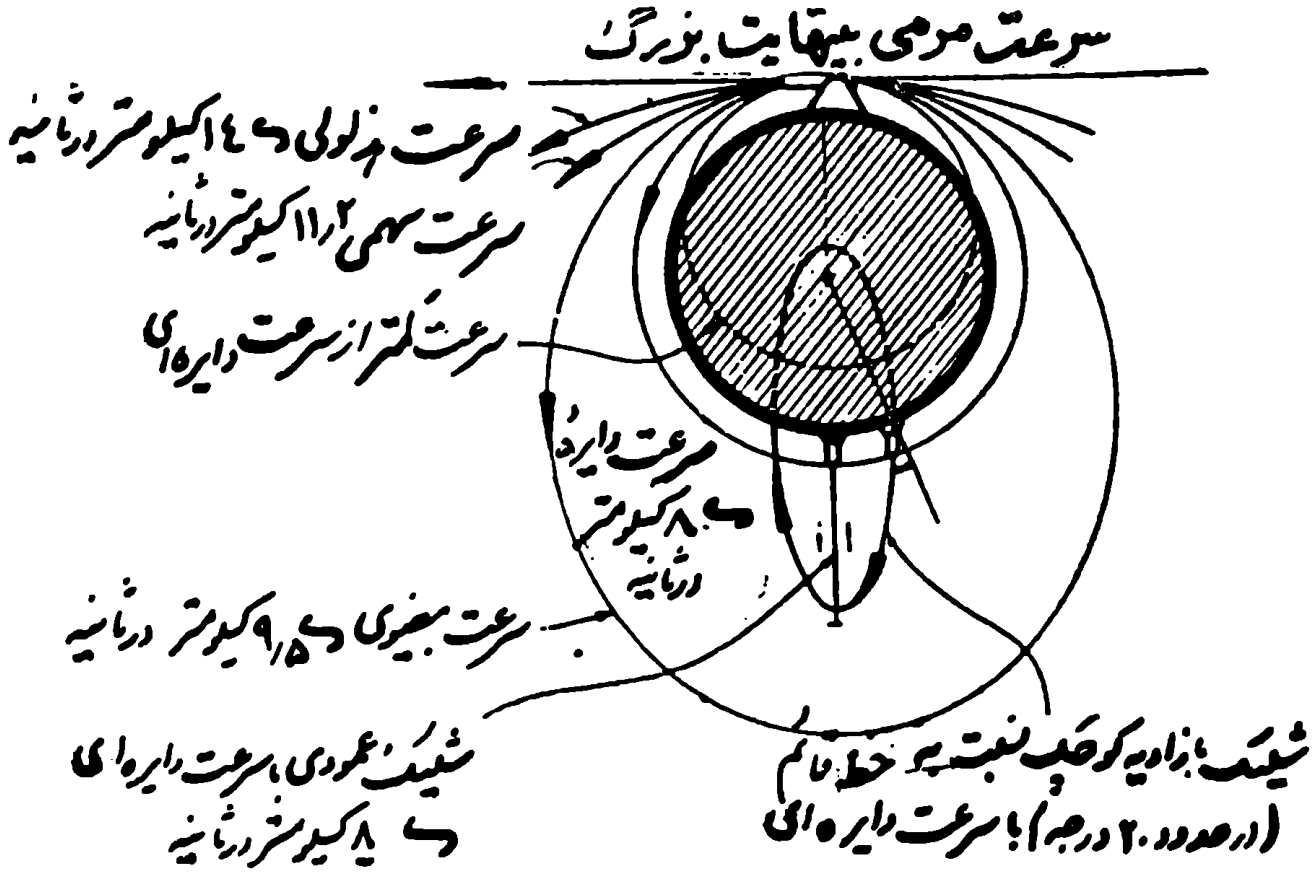
اگر لولهٔ توپ رابطورقائم قرار دهیم ، مرمی درجهت شعاع زمین ازمرکز آن دور خواهد شد .

موقعی که انرژی حرکتی مرمی که هنگام شلیك‌شدن بدست آورده‌بود در غلبه بر جاذبهٔ زمین‌تماماً بمصرف‌رسیدمرمی متوقف‌میشود وسپس‌درهمان مسیری که‌طی‌نموده شروع به‌افتادن بسوی زمین خواهد نمود و با همان سرعتی که ازدهانهٔ توپ خارج‌شده بوده واردآن خواهد شد . (این‌البته حالت ساده شدهٔ‌مسئله‌است . درواقع وضع‌بمراتب بغرنج تر است)

هرقدر سرعت اولیهٔ‌مرمی بیشتر باشد بارتفاع بیشتری ازسطح زمین‌خواهدرسید. ماهم اکنون میدانیم که برای بازنگشتن مرمی‌بسوی زمین‌بلکه متوقف‌شدن‌دربی‌نهایت این سرعت چه باید باشد . این‌همان سرعت گریز است که درسطح زمین‌تقریباً مساوی ۱۱/۲ کیلومتر درثانیه است (این سرعت دراستوا برابر ۱۱/۸ کیلومتر درثانیه و در قطبین ۱۱ر۲۱ کیلومتردرثانیه‌است.ازآنجاکه شکل زمین یك گوی کامل نیست جاذبه بسوی زمین در قطبین بزرگتر است زیرا فاصله در آنجا از مرکز زمین کمتر است . بعلاوه‌نیروی جاذبه دراستوادراثرقوهٔ گریزازمرکز که حرکت وضعی‌زمین‌بگرد محورش ایجاد میکند ، کمتراست . این‌قوه درقطب مطلقاً موجود نیست) . اگر سرعت کمتر ازسرعت گریزباشد مرمی‌مدت‌کاملامعینی پرواز کرده‌وبارتفاع‌حداکثرمعینی‌خواهد رسید، سپس بجانب زمین خواهد افتاد . مثلا باسرعت ۷/۹ کیلومتر درثانیه (دراستوا) مرمی بارتفاعی‌برابرشعاع‌زمین‌یعنی۶۳۷۸ کیلومتر خواهدرسید.

حال فرض کنیم توپ را بطورافقی‌کار گذاشته باشیم مانند آنکه بخواهیم مستقیماً بسوی هدفی‌شلیك کنیم. اگرسرعت اولیه کم باشد ، مرمی مدت کوتاهی پریده وسپس بسوی‌زمین خواهد افتاد ، درحالیکه قوس کوچکی، که‌جزئی ازیك بیضی است خواهد پیمود . (معمولا می‌پندارند که مرمی درمسیری سهمی‌سقوط‌میکند ولی‌چنین نیست . اگر زمین مسطح بود مسیرسهمی میبود . زمین « صاف » را بشکل گوئی خم کنید و سهمی مبدل به بیضی میشود. اگرمرمی مسافت نسبتاً کوچکی رابه‌پیمایداین‌تفاوت‌عملا نامحسوس است ، اما وقتی برد تیر افزوده میشود وآن را نمیتوان نادیده گرفت.)

بموجب مکانیك سماوی مسیر حرکت یك جسم سنگین در میدان جاذبه جسم دیگری میتواند تنها یکی ازمنحنی‌هائی‌باشد که‌مقاطع مخروطی نامیده میشوند.دایره،



مسیر مرمی‌موقعی‌که ازتوپ افقی شلیك شود

بیضی ، سهمی ، هذلولی این منحنی‌هاهستند ، بابریدن مخروط با صفحاتی که نسبت بمحور آن دارای زوایای گوناگون باشد میتوان این منحنی ها را بدست آورد . یك مرمی میتواند تنها درطول یکی ازاین‌منحنیها ، درحول مرکززمین حرکت کند (یادر طول شعاع زمین اگر بطور قائم شلیك شود)

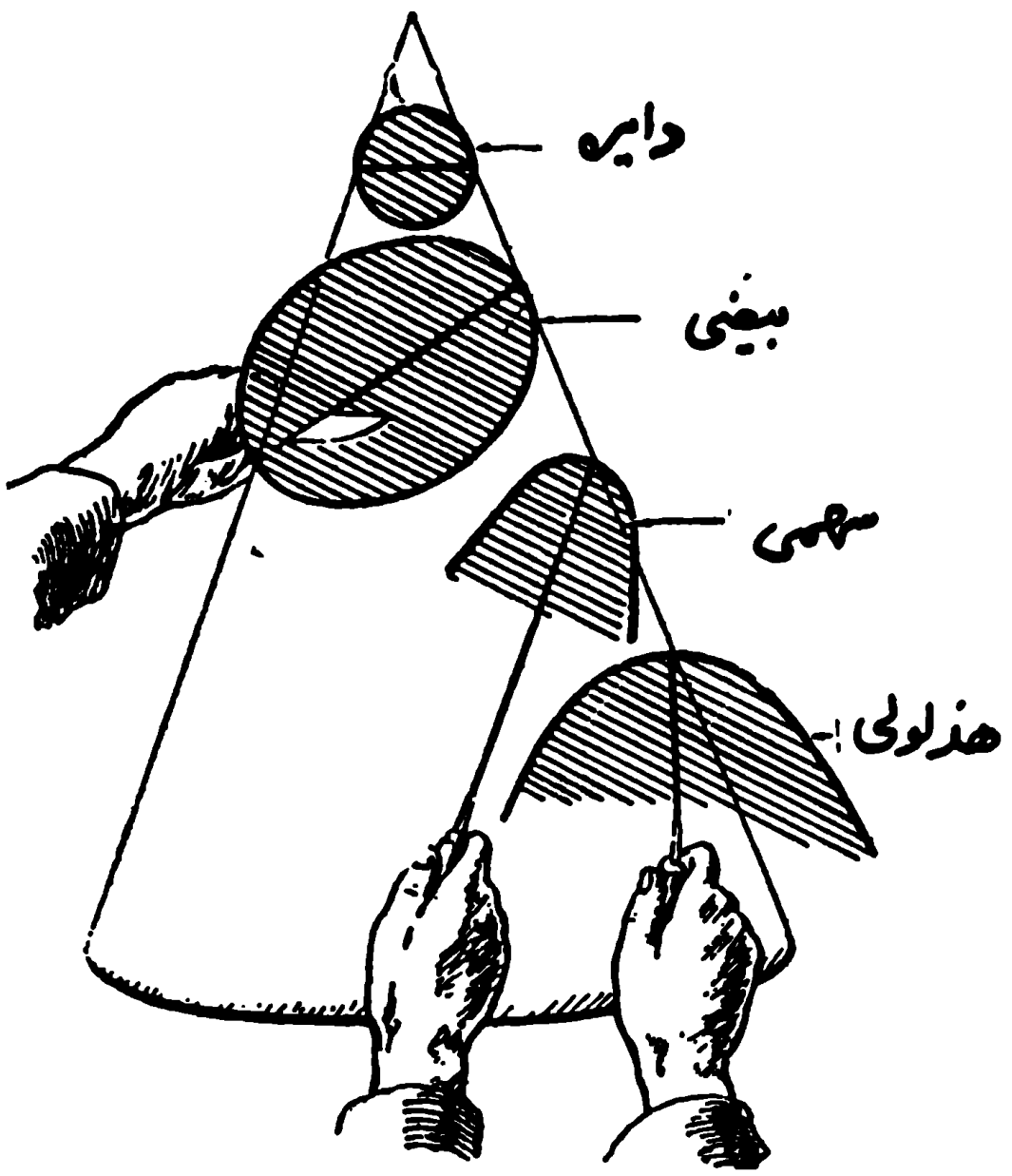
اگرسطح زمین‌مانع حرکت مرمی‌نمیشداین حرکت درمسیربیضی‌ادامه می‌یافت تا اینکه مدار بیضی بسته میشد ومرمی ازته توپ وارد لولهٔآن میگردید .مرکز زمین دراین صورت یکی ازدوکانون بیضی مزبور می‌بود

هراندازه سرعت اولیهٔ مرمی بیشترباشد شکل بیضی بیشتر نزدیك‌بدایره خواهد شد تا اینکه درسرعت معینی تبدیل بدایرهٔ کامل شده مرکزش مرکززمین خواهدشد. در این‌صورت مرمی‌دیگرسقوط‌نخواهد کرد بلکه زمین را بی‌پایان دور خواهدزد وهر بار از ته توپ وارد شده از دهانهٔ آن بخارج خواهد جست. ماهم اکنون به‌تفصیل‌دربارهٔ چنین اقمار مصنوعی زمین سخن گفته‌ایم . همانگونه که‌یاد آورشدیم سرعت اولیه‌ای که‌برای تبدیل مرمی بقمر لازم است . یا همان سرعت معروف بدایره‌ای درسطح‌زمین برابر ۷/۹ کیلومتر درثانیه و$\frac{۵}{۷}$ سرعت گریز است . چنین قمری برای گشتن‌یك دورهٔ کامل بگرد زمین ، در سطح آن یك ساعت و ۲۴ دقیقه وقت میخواهد .

اگر سرعت اولیهٔ مرمی بازهم افزوده شود،بار دیگر مجبورخواهدشد درمداری بیضوی بگرد زمین بچرخد، امااین بار مرکز زمین با کانون دوم‌بیضی،کانونیکه‌نزدیکتر بتوپ است ، منطبق خواهد شد . مرمی بیش ازپیش ازسطح زمین اوج خواهد گرفت

ودرنقطه‌ای که قرینهٔ توپ درآنروی زمین است بحد اکثر ارتفاع خود خواهد رسید . مقایسهٔحداً کثرارتفاعی که مرمی‌هنگام شلیك باسرعت‌ثابتی‌بطورافقی‌وقائم‌بدست می‌آورد جالب است . البته شلیکی که مستقیماً رویبالا انجام شود برتری خواهد داشت،موقعیکه سرعت مرمی برابر سرعت‌دایره‌ای یعنی ۷/۹ کیلومتر درثانیه باشد اگربطورقائم‌شلیك شود بارتفاعی برابر شعاع‌زمین خواهدرسید وحال آنکه اگرازتوپی بحالت افقی پرتاب گردد درسطح زمین باقیمانده وبدورآن خواهد چرخید .

اگر مرمی با سرعتیکه بیشتر ازاین دوحالت باشد پرتاب شود بازتفاوت ارتفاع برابر شعاع زمین یا ۶۳۷۸ کیلومتر محفوظ میماند . اما بدیهی‌است ، مرمی که بطور عمودی شلیك‌شود پس ازرسیدن بحداکثر ارتفاع سرعت خودرا تماماً ازدست می دهد و حال‌آنکه رقیبش باسرعت عظیمی بدورزمین خواهد چرخید. بعداًخواهیم‌دید که شلیك رویبالا می‌تواند با پروازناو دربرخاستن اززمین و« شلیك افقی» باپروازآن‌هنگام‌نشستن مقایسه گردد.



مقاطع مخروطی

شلیك از توپی که زاویه‌ای بازمین تشکیل دهد چیزی بینا بین این دو حالت افراطی خواهدبود هراندازه وضع توپ بحالت قائم نزدیکتر باشد مسیر بیضی شکل مرمی کشیده‌تر خواهد بود ، مرمی بارتفاع بیشتری خواهد رسید ودرحد اکثر فاصلهٔ خود اززمین سرعت کمتری خواهد داشت.

خصوصیات زیرین که مخصوص مدارهای بیضویست اهمیت بزرگی درفضا پیمائی دارد . موقعیکه سرعت اولیه چنان زیاد است که مرمی فاصلهٔ زیادی با زمین میگیرد افزایش ناچیز سرعت مدار پرواز مرمی را بسیار تغییر می‌دهد : بیضی کشیده‌تر شده و حداکثر ارتفاع پرواز بسیار افزایش مییابد . مثلا اگر سرعت اولیهٔ یك مرمی را که بطور افقی پرتاب شده فقط ۱۱ متردرثانیه‌اضافه کنیم . یعنی‌از ۱۱۱۱۵ به ۱۱۱۲۶ متردرثانیه برسانیم حداکثرارتفاعی که مرمی‌بالای‌سطح‌زمین‌بدست میآورد از ۴۷۵۰۰۰ به ۶۳۰۰۰۰ کیلومتر میرسد . این نشان دهندهٔ آنست که دستگاههای تنظیم کنندهٔ پرواز ناو، بخصوص‌آنهائی که لحظهٔ خاموش کردن موتور را معین مینمایند تاچه اندازه باید دقیق باشند ونیزکارهدایت ناوفضائی‌چه اندازه دشوار است .

سرعت اولیه‌ای برابرسرعت گریزمرمی را که چه بطورافقی وچه قائم شلیك شود به بی‌نهایت خواهد فرستاد . بمجرد اینکه سرعت اولیهٔ مرمی به‌این مقدار رسید مدار بیضوی گسیخته شده مرمی دیگردرطول یك مدار بسته حرکت نمیکند بلکه مسیرآن یك سهمی میشود ، باین دلیل‌است که سرعت گریزرا سرعت سهمی‌هم میگویند .

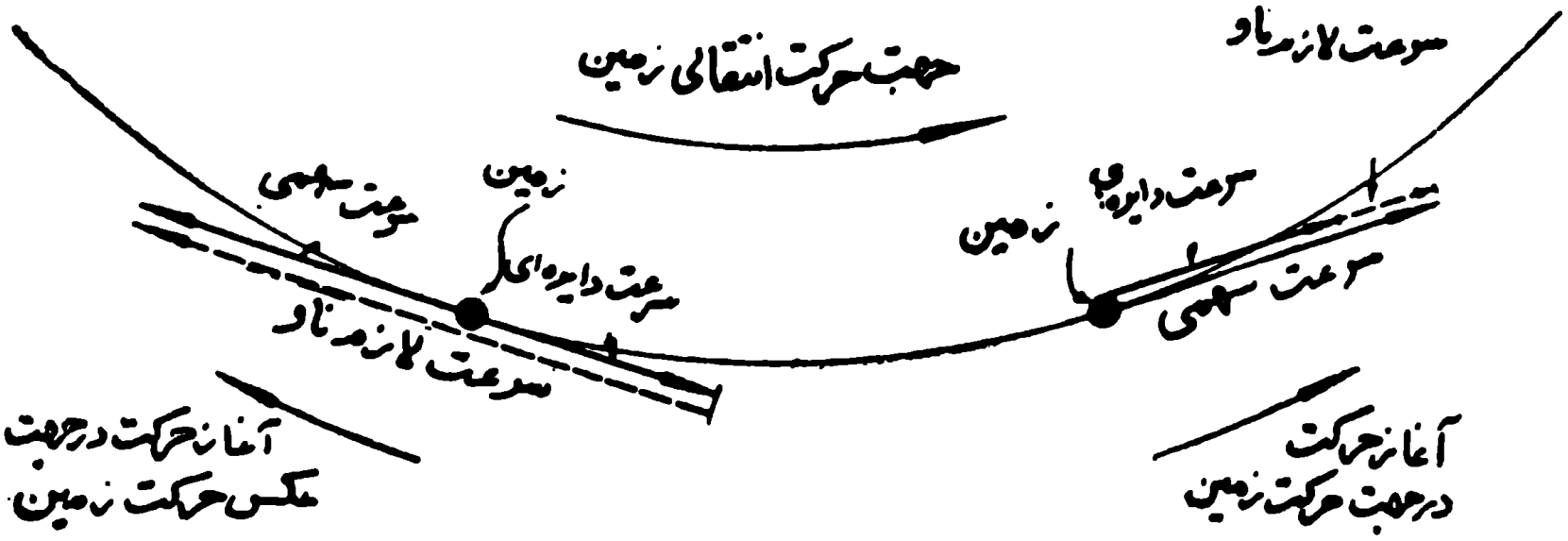
افزایش‌بیشترسرعت اولیهٔ مرمی‌هنگام پرتاب، سرعتی که بزرگتراز‌سرعت‌سهمی باشدآنرا درمسیرهذلولی بحرکت درخواهدآورد واین منحنی با افزایش سرعت بیش‌از پیش« گشاده» خواهد شد . این سرعت ها را سرعتهای هذلولی میگویند . (یك مسیر سهمی هرگزعملا دست یافتنی نیست وبطورعمده ازلحاظ تئوری ، بعنوان حدفاصل‌بین مسیرهای بستهٔ (بیضوی) و مسیرهای باز (هذلولی) جالب توجه است . اگرقرار باشد مسیرسهمی بماند لازم خواهد بود سرعت بطورمطلقاًدقیقی‌سهمی‌نگاهداری شود. سرعت کمی کمترمسیررا بیضوی وسرعت کمی بیشترآن راهذلولی خواهد ساخت . در فواصل نسبتاً کوتاه این مسیرها عملا غیرقابل‌تمیزبوده دریکدیگر میآمیزند) .

مرمی که باسرعت سهمی‌برابر ۱۱/۲ کیلومتر درثانیه پرتاب شود ، انرژی کافی برای گریزازبندهای‌جاذبهٔ زمین دارد . اما این‌انرژی‌آن را ازتأثیرجاذبهٔ خورشیدرهائی نخواهد داد وناگزیربآغوش گداختهٔ خورشید کشیده خواهد شد . یا طی مداری بیضوی شروع بگردش بدورآن خواهد کرد . اگربناباشد ازمنظومهٔ شمسی‌نیزرها گردد سرعت مرمی باید نسبت بخورشید، سمهی باشد . این سرعت خیلی بزرگتراز سرعت گریززمین است زیرا میدان جاذبهٔ خورشید نیرومندتراست — وبرابر ۴۲/۱ کیلومتر درثانیه است درسیاراتی که ازخورشید دورترند این سرعت البته کمتراست بطوریکه در پلوتوفقط ۶/۷ کیلومتردرثانیه است . درسطح‌خورشید این‌سرعت گریزبرابر ۶۱۸ کیلومتردرثانیه‌است. زیرا نیروی جاذبه درسطح خورشید ۲۸ باربیشترازسطح زمین است . در روی خورشید انسان ۱/۵-۲ تن وشاید بیشتروزن خواهد داشت .

اگرزمین سیارهٔ خورشید نبود وبدورآن باسرعت دایره‌ای نمی‌چرخید مشکل‌بود امیدی بخلاصی خود از بندهای جاذبهٔ خورشید داشته باشیم واین بدان معنی است که برای سود جستن‌ازسرعت دایره‌ای زمین‌لزومی‌ندارد که‌تمام سرعت سهمی‌نسبت بخورشید به ناوفضاپیما داده شود بلکـه کافیست تنها تفاوت بین این دو یعنی سرعت گریز نسبت بخورشید اززمین وسرعت دایره‌ای زمین که ۱۲/۳ = ۲۹/۸-۴۲/۱ کیلومتر درثانیه است بناو داده شود تا بتواند خود را از قید جاذبهٔ خورشید رها نموده در فضای بین ستارگان سیرنماید .

اینك محاسبهٔ سرعت اولیهٔ یك ناواخترنورد دربرخاستن‌اززمین ساده است . این سرعت برابر۱۶/۷ کیلومتردرثانیه است واگراز سرعت وضعی زمین بدور محورش نیز سود جسته شود این سرعت میتواند به ۱۶/۲ کیلومتردرثانیه تقلیل‌یابد . این سرعت را معمولاسرعت رهائی‌میگویند . (طرزمحاسبهٔ سرعت رهائی‌بدین‌قرارست : انرژی‌حرکتی ناودرآغازحرکت متناسب بامجموع مجذورسرعت گریز ومجذورسرعت اضافهٔ لازم‌برای رهائی ازجاذبهٔ خورشید است یعنی برابر۲۸۰=۱۵۴+۱۲۶=۱۲/۳۲+۱۱/۲۲ میباشد بنابراین سرعت رهائی متناسب با جذراین انرژی یعنی ۱۶/۷ = $\sqrt{۲۸۰}$ کیلو متردرثانیه است) .

می‌بینیم که اگرازسرعت دایره‌ای زمین استفاده کنیم سرعت رهائی چندان‌زیاد نیست وحتی درواقع کمترازسرعت ایده‌آل‌برای پروازبماه است. اگربخواهیم ازسرعت مداری زمین حداکثرسود بجوئیم برخاستن ناواخترنورد باید درجهت حرکت زمین در درمدارش، یعنی درجهت عکس عقربه‌های ساعت (اگراز قطب شمال نگاه کنیم) عملی شود . اگرآغازحرکت درجهت مخالف انجام شود سرعت رهائی‌ناودیگرمساوی ۱۶/۷ نبوده بلکه برابربا ۷۱/۹ کیلومتر در ثانیه خواهد بود ، زیرا دراین صورت لازم است به‌ناو سرعتی برابر با جمع سرعت سهمی ودایره‌ای و نه تفاوت آنها یعنی:
۷۱/۹=۲۹/۸+۴۲/۱ کیلومتر درثانیه داده شود .



مقادیر سرعت گریز بسته بجهت پرواز ناو از زمین

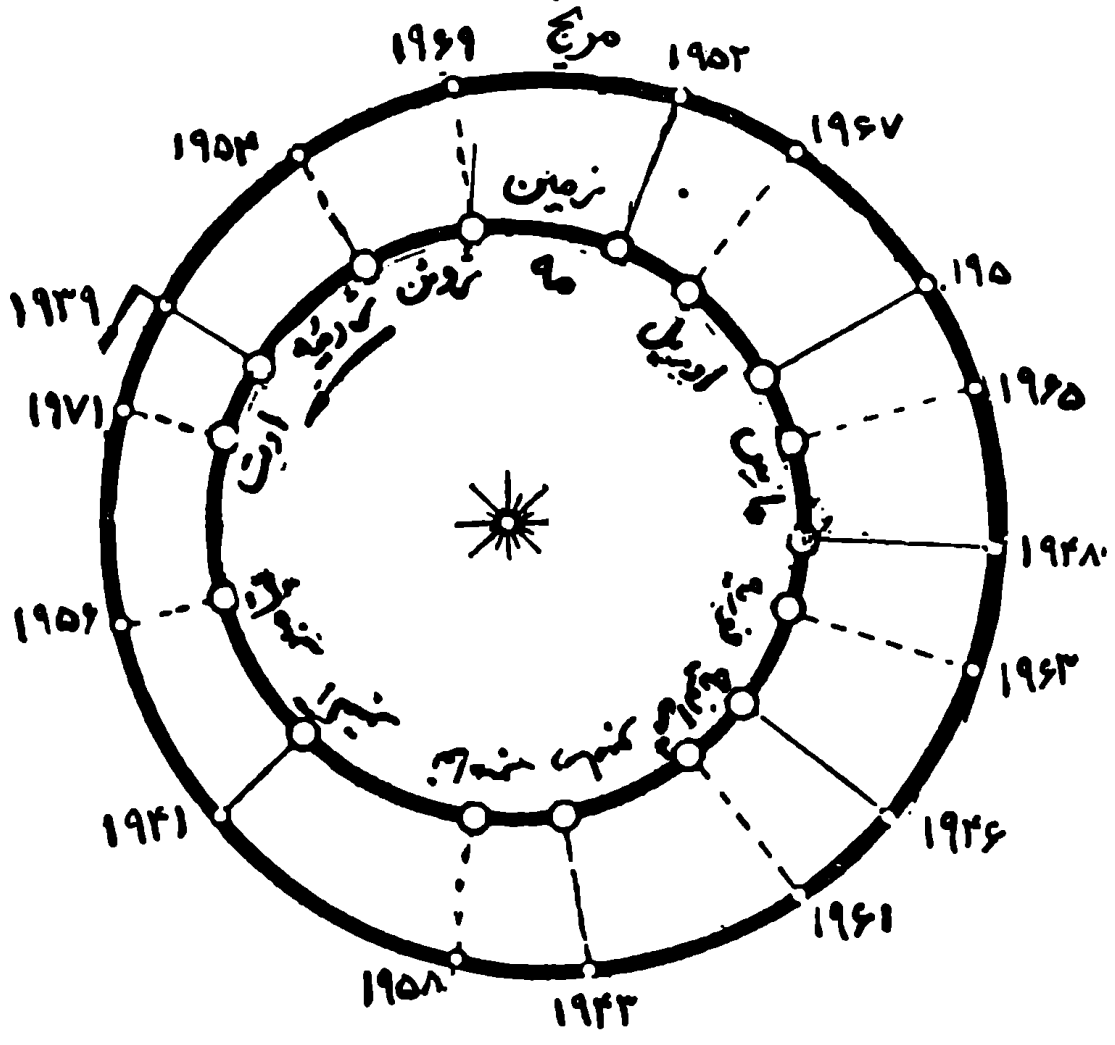
میپرسند ، ناخدای ناوفضا پیما کـه ما را مثلا بمریخ میبرد چه راهی برخواهد

گزید؟آنچه آشکاراست اینست که حل‌این مسئله‌کارآسانی‌نبوده ، متضمن قبول‌مسئولیت بزرگی‌خواهد بود . ازآن جهت‌کارآسانی‌نخواهد بود که درفضا راههای‌ساخته وآماده‌ای مانند راههای‌آهن یا شاهراه‌های‌آسفالتی وجودندارد . ناوفضاپیما بهرسو که دست‌آدمی آن را هدایت کند خواهد پرید نیازی هم بتوضیح مسئولیت سنگین این‌کار نیست . یك انتخاب نامناسب راه میتواند مدت پرواز راآنچنان طولانی کند که ذخیرهٔ سوخت موجود باتمام برسد . سرنوشت ناو وسرنشینانش‌هم دراین صورت معلومست .

میپرسندآیا ممکن‌نیست مناسب‌ترین راه‌بین زمین‌ومریخ رایکباروبرای همیشه معین کنیم بنحوی که پس‌ازآن تنهاکاری که باید انجام دهیم قراردادن نوعی علائم کنار جاده درمسیرشاهراه فضائی باشد ؟

افسوس که این‌کارشدنی نیست . مسئله باین سادگی‌نیست . گذشته ازآنکه این راه در فضا ساکن‌نبوده بلکه همراه با ایستگاه اول وآخر خود یعنی زمین و مریخ در حرکت خواهد بود ، وخود نوع‌این راه به خصوصیات ویژهٔ پروازبستگی‌خواهد داشت، یافتن مناسب ترین راه پرواز، اگرمدت‌آن یا ذخیرهٔ موجود سوخت درناومفروض باشد مهمترین مسئلهٔ فضاپیمائی است . ونخستین چیزی که باید دانسته شود اینست که کدام راه بحداقل مصرف سوخت نیازخواهد داشت .

اگرقرارباشد پروازی بمریخ ترتیب داده شود این مسئله چگونه حل خواهد شد؟ مدارمریخ بزرگترازمدار زمین است زیرا مریخ از خورشید دورتراست . زمین در عرض ۳۶۵ روز یا یکسال یك دورکامل درمدار خود میگردد . وحال آنکه مریخ در ۶۸۷ روز زمین‌یك دوربگرد خورشید میچرخد . بعبارت دیگرزمین‌باسرعت زاویه‌ای



مقارنه‌های مریخ ازسال ۱۹۳۹ تا سال ۱۹۷۱

مضاعفی بدورخورشید میگردد ، یعنی در مدتی که مریخ یکبار بدور خورشید میچرخد زمین کمی کمترازدو دوربگردآن میگردد . درنتیجهٔ مقارنه‌های مریخ ، یعنی لحظاتی که مریخ نزدیکترین فاصله‌را بازمین پیدا میکند هردوسال‌یکبار، یا دقیقتر گفته‌باشیم هر۷۸۰ روزیکبار اتفاق میافتد (مدت دوران موسوم‌به ستاره‌ای مریخ ۶۸۷ روزومدت دوران موسوم به خورشیدی آن ۷۸۰ روز است .)

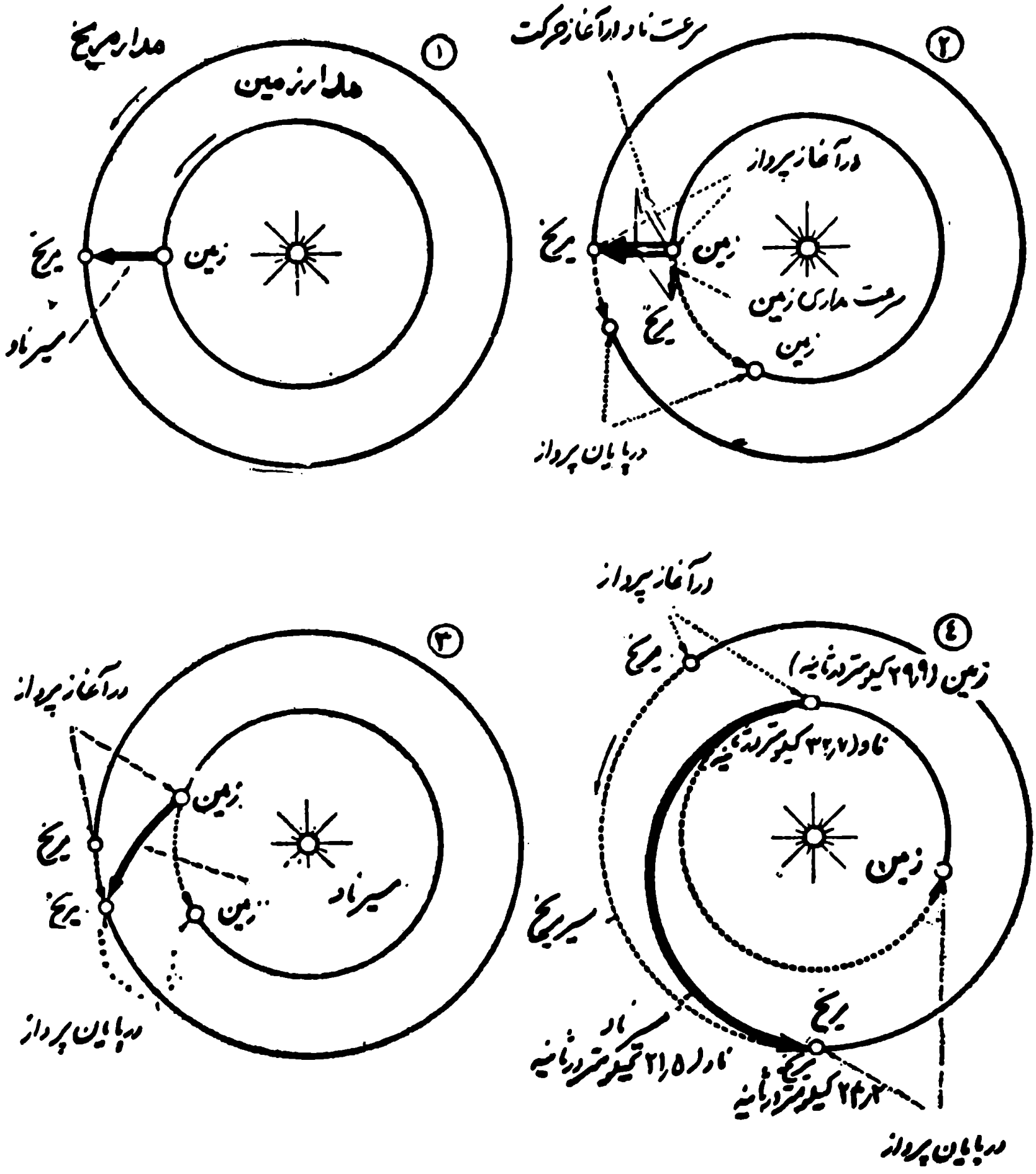
بسبب خروج ازمرکز قابل ملاحظه مدار مریخ حداقل فاصلهٔ زمین تا آن در مقارنه‌ها بین دوحد نسبتاً بزرگ یعنی ۵۶ و۱۰۰ میلیون کیلومترتغییرمیکند . ناو ما میتوانست سفرخود را بمریخ درسال ۱۹۵۶ که فاصلهٔ‌آن تازمین حداقل بودانجام دهد. حالاباید ۱۵سال دیگرمنتظربمانیم تا چنین‌فرصت دیگری بدست‌آید وشاهد باصطلاح مقارنهٔ بزرگ‌باشیم . (مقارنه‌های‌بزرگ هر۱۵ یا۱۷سال یکباررخ میدهد) درچنین موقعی فاصلهٔ بین مریخ وزمین روی خط مستقیمی که ازمرکزآند ومیگذرد «فقط»۵۶میلیون کیلومتراست . درمقیاس فضائی این یك فاصله «یك‌قدم راه» است .

ساده ترین‌کاری که ممکن است بنظربرسد اینست که ناورا درطول این‌مسیر که کوتاه ترین راه است هدایت کنیم . اما چنین نیست . بعلاوه ناونخواهد توانست پرواز خود را بمریخ درطول چنین مسیری انجام دهد زیرانه زمین ونه‌مریخ هیچکدام‌ساکن نیستند بلکه در مدارهای خود بگردش بدور خورشید ادامه میدهند . البته صرفنظراز نتیجه واگرمطلقاً لازم باشد میتوانیم ناورا به پرواز درطول این‌خط مستقیم فرضی وادار نمائیم . امااین یك‌کاربیهوده خواهد بود . اولا موقعی که ناوپس‌ازپرواز درطول‌این خط مستقیم بمدارمریخ برسد این‌سیاره رادرمحلیکه انتظاردارد نخواهد یافت زیرا مریخ در این‌مدت مسافت زیادی رادرمدارخود بجلورفته است .

ثانیاً چنین پروازی متضمن‌صرف مقادیرهنگفتی‌سوخت اضافی‌خواهد بود. اگر قرار باشد ناو درطول چنین‌خط مستقیمی حرکت کند می‌باید درجهتی که با این خط زاویه‌ای تشکیل میدهد هدایت شود والا درجهت‌حرکت زمین درمدارش «روفته»خواهد شد (درست مانند کسی که ازاتومبیل متحرکی به بیرون بپرد) واین همان‌کاریست که بلمچی موقعی که بخواهد بلم‌خود را از کوتاهترین راه ازرودخانه بگذراند میکند ـ او بلم رانه بخط مستقیم بلکه بازاویه‌ای نسبت باین خط هدایت مینماید . اما این‌کاراگر بخواهیم ناوبمدارمریخ برسدمستلزم دادن سرعت بمراتب‌بیشتری‌بآنست . محاسبه نشان میدهد که مصرف انرژی درچنین پروازی ۲/۵ بار بیشتر خواهد بود . اینست معنای «شنای برضد جریان » !

کاملاآشکاراست که کوتاهرین راه بین مدارها بهیچوجه مناسب‌ترین آنهانیست. البته یك ناو «تندرو» که کمتربه «هزینه» چنین‌سفری میاندیشد وتنها بفکرانجام‌آن در

کوتاهترین زمان ممکن است میتواند علیرغم همه چیزازاین راه میان بر پرواز کند . چنین پرواز سریع السیری می‌تواند درمدت بسیار کوتاهی انجام شود مشروط برآنکه سرعت لازم دست یافتنی باشد .



پرواز بمریخ : ۱ــ پرواز ازکوتاهترین راه ، فرض شده است که مریخ وزمین در نقطهٔ مقارنه بیحرکت باشند ۲ــ پرواز ازکوتاهترین راه بمدار مریخ ، سرعت ناو باید بسیارزیاد باشد ، زیرا باید « برضد جریان شناکرد » ۳ــ پروازناو سریع‌السیر ممکن است دوماه وحتی‌کمتر ازآن طول بکشد . ۴ــ مناسب‌ترین پرواز که‌بحداقل سوخت نیاز دارد .

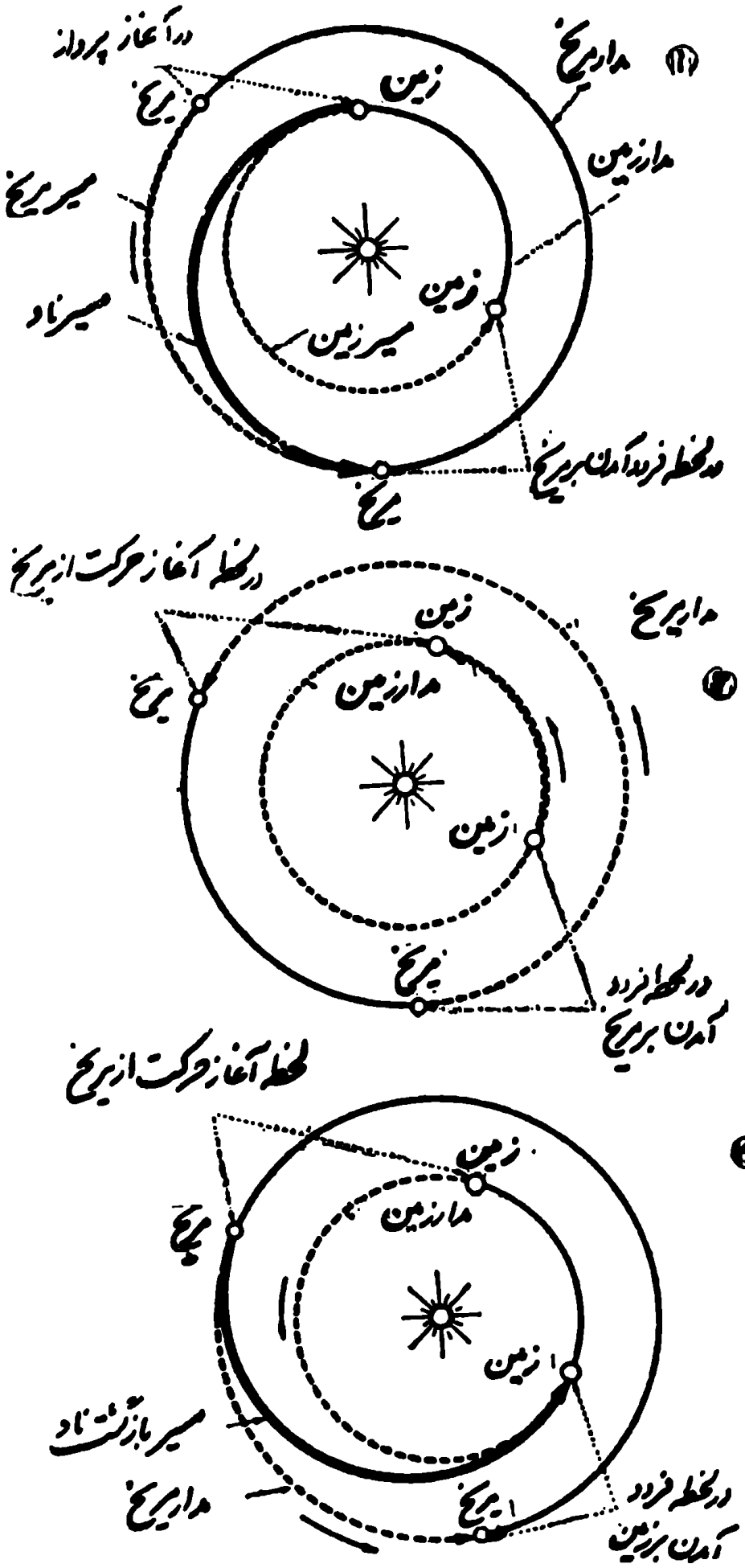
اما مناسب‌ترین پروازازنقطه نظرمصرف سوخت پرواز درمسیری خواهد بود که حداکثرازسرعت دایره‌ای زمین درگردش بدورخورشید سود میجوید ولی‌این‌بدان معنی است که پرواز ناو باید درطول مماس برمدار زمین ودرهمان جهتی که خود زمین بدور خورشید میگردد انجام شود . زمان آغاز حرکت درچنین پروازی باید درحدود نصف

شب باشد تا درآن لحظه نقطه‌ایکه ناوازآن‌بپروازدرمیآید (اگردرقطب نباشد) دروضعی قرارگیرد که ناوبتواند ازسرعتیکه این نقطه درگردش بدور محور زمین دارد حداکثر سود بجوید .

سرعت اولیهٔ ناوچگونه‌باید انتخاب شود ؟ پاسخ‌باین پرسش که یکی‌ازمهمترین مسائل فضاپیمائی‌است چندان‌آسان‌نیست. دراینجاباًیدعواملبسیاری‌مانند سطح پیشرفت تکنیك جت (سرعت جت وسایر خواص سوخت ، طرح ناو وغیره) ذخائر مورد نیاز، خوراك ، هوا وآب سرنشینان وبسیاری چیزهای دیگر درنظرگرفته شوند . محاسبات نشان‌میدهد که مناسبترین مسیریك بیضی است که برهردومدارزمین ومریخ مماس‌باشد. (با اینکه تاکنون هنوزیك راه حل عمومی برای این مسئله یافته نشده است) دراین صورت نقطهٔ مبدأ وانتهای راه دردوسوی خورشید ، روی محوربزرگ بیضی (که مساوی قطرمدارزمین باضافهٔ کوتاهترین فاصلهٔ دومداریعنی‌فاصلهٔ موقع‌مقارنه است) قرارخواهد داشت . واین بدان معنی استکه فاصلهٔ بین این دونقطه یعنی ابتدا و انتهای حرکت بین ۳۵۵تا۴۰۰ میلیون کیلومترخواهد بود . طول‌قوس نیمه بیضی مربوطه که مسیر پروازناوست تقریباً برابر۶۰۰ میلیون کیلومترخواهد بود . پروازدرطول چنین مسیری درحدود ۲۷۰ـ ۲۴۰ روز طول خواهدکشید . برای آنکه ناو بتواند چنین پروازی را انجام دهد سرعت اولیهٔ آن بیرون ازمیدان جاذبهٔ زمین باید فقط ۲/۹ کیلومتر درثانیه باشد .

دراین صورت سرعت ناودربرخاستن از زمین‌چه باید باشد ؟ ازآنجاکه ناو، برای چیرگی برجاذبهٔزمین‌بایددارای سرعت گریزی برابر۱۱/۲ کیلومتردرثانیه باشدوازآن پس، بیرون از میدان جاذبهٔ زمین باید سرعتی برابر ۲٫۹ کیلومتر دارا باشد میتوان پنداشت که سرعت لازم درآغازحرکت باید ۱۴/۱ = ۲/۹ + ۱۱/۲ کیلومتر درثانیه باشد . اما چنین نتیجه‌ای خطاآمیزخواهد بود . اگرچنین سرعتی به ناو داده شود ، سرعت‌آن بیرون ازمیدان جاذبهٔ زمین بجای ۲/۹ کیلومتردرثانیه ۸/۶ کیلومتردرثانیه خواهد بود . خواهید گفت چه حساب عجیبی ! سرعت اولیه‌ای مساوی ۱۴/۱ کیلومتر درثانیه . بیش‌از۱۱ کیلومترآن درغلبه برجاذبهٔ زمین ازبین میرود وبااین وجود ۸/۶ کیلومتردرثانیه سرعت باقی‌میماند ! درواقع سرعت ناو دربرخاستن از زمین باید فقط ۱۱/۶ کیلومتردرثانیه باشد (برای روشن شدن این محاسبه بیاد بیاوریم که درغلبه بر جاذبهٔ زمین، ناومقدار معینی‌انرژی حرکتی‌مصرف میکند . این‌انرژی متناسب‌بامجذور سرعت است . این بدان معنی است که برای غلبه برجاذبهٔ زمین بایدآن مقدار انرژی حرکتی مصرف کنیم که متناسب با مجذور سرعت گریزیعنی ۱۲۶ = $۱۱/۲^۲$ باشد . بیرون ازمیدان جاذبهٔ زمین انرژی حرکتی برای حالت مورد بحث باید متناسب با ۸/۴ = $۲/۹^۲$ باشد . لاجرم انرژی حرکتی ناو درآغازحرکت باید متناسب بامجموع

۱۳٤/٤ = ۸/٤ + ۱۲٦ باشد وآشکاراست که سرعت آغازحرکت باید برابرباجذراین عدد یعنی ۱۱/٦ = $\sqrt{۱۳٤ر٤}$ کیلومتردرثانیه باشد . درنتیجه مسیرپروازناو درمیدان جاذبهٔ زمین یك هذلولی خواهد بود .) ازاین جامی‌بینم که دادن همهٔ سرعت ممکن بناو درآغاز حرکت چه اندازه مقرون بصرفه است واین عملا یك قانون فضاپیمائی ـ قانون مهم‌آنست . اگردرمورد مفروض به ناو درآغاز حرکت تنها سرعت گریز برابربا ۱۱ر۲ کیلومتر در ثانیه میدادیم و سپس زمانی که ناو از میدان جاذبهٔ زمین بیرون میرفت سرعت اضافی دیگری برابر ۲ر۹ کیلومتر درثانیه بآن میدادیم‌مجموع سرعت



پرواز ناوی بمریخ و بازگشت ازآن از مناسب‌ترین راهها ۲ سال و ۸ ماه بطول خواهد انجامید . ۱ـ طی ۲۵۸ روز ناو اززمین بمریخ میپرد . ۲ـ ناو ٤٥٤ روز درمریخ میماند و تقریباً ۲ سال پس از آغاز حرکتش اززمین سفربازگشت خود را شروع میکند ۳ـ درعرض ۲۵۸ روز بزمین باز میگردد .

ایده‌آل همانطور که گفتیم ، بجای ۱۱٫۶ برابر ۱۴٫۱ کیلومتر در ثانیه میشد . در نتیجه ذخیرهٔ سوخت مورد نیاز بهمین اندازه بیشتر میگردید . مثلا با سرعت جتی مساوی۳ کیلومتردرثانیه نسبت جرم‌ناو درآغاز حرکت از۴۸ به ۱۱۰ افزایش‌می‌یافت.

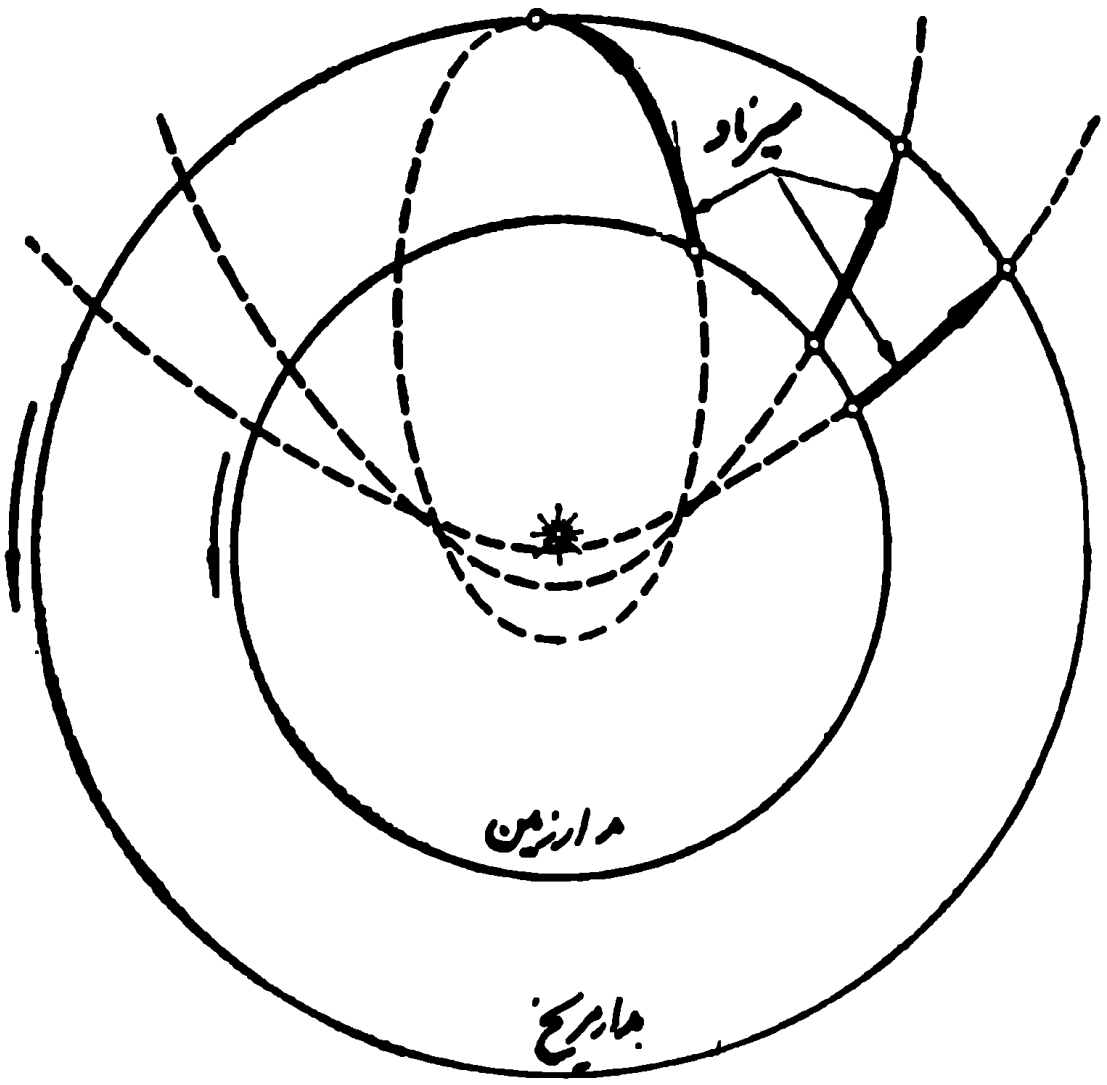
هنگام محاسبهٔ مصرف کل سوخت در پرواز بمریخ باید سرعت ناورا نسبت بمریخ در هنگام تلاقی در نظر بگیریم از آنجا که جو مریخ بسیار رقیق است این سرعت بطور عمده باید بوسیلهٔ ترمز موتورکاسته شود و این بمعنای‌مصرف اضافی‌سوخت است اگر پرواز درمسیریك نیم بیضی مماسی انجام گیرد درلحظهٔ فرودآمدن سرعت ناو ۲٫۷ کیلومتر درثانیه سریعتر از سرعت مریخ خواهد بود البته ممکن است که چنان مسیری انتخاب.کنیم که هنگام فرود آمدن این سرعت نسبی مساوی صفرباشد. بار دیگرمشاهده میکنیم که برگزیدن مناسب‌ترین راه چه اندازه دشوار است . اگر بنا باشد مسیر پرواز ناو مناسب‌ترین باشد (بیضی مماسی) لحظهٔ آغاز حرکت ناو باید دقیقاً معین شود و الا ممکن است مریخ را در سر « قرار » نیابد . در لحظهٔ آغاز حرکت ، مریخ باید درنقطهٔ کاملا مشخصی از مدارخود نسبت بزمین باشد. ازآنجا که این وضع نسبی دوسیاره با همان فِاصلهٔ زمانی‌مقارنه تکرار خواهد شد ، لحظهٔ مناسب دیگر برای پرواز بمریخ فقط دوسال وپنجاه روز دیگرپیش خواهدآمد . می‌بینیم که خود طبیعت برای فرونشاندن شور فضاپیمایان تدابیری اتخاذ میکند !

انجام پروازهای زودبزود بمریخ‌امکان پذیرنخواهدبود (دست کم باتکنیك جت آیندهٔ نزدیك)بهمین دلیل محتمل است که درآینده در این لحظات مساعدکاروانی از ناوهای‌فضاپیما اعزام گردد و یك‌ناوگان‌کامل بین سیاره‌ای،تقریباًهمزمان‌بپروازدرآید .

در مورد بازگشت بزمین وضع از اینهم نامساعدتر خواهد بود بعقب انداختن عزیمت اززمین یك یا چند روز آسان است وناراحتی‌زیادی برای مسافران‌ببارنخواهد آورد، اما اگر بنا باشد که فضاپیمایان ، پیش از یافتن امکان باز گرداندن ناو خود بسوی زمین ، نزدیك بدوسال‌درمریخ «مهمان آزار» چشم براه بمانند چه حالی‌خواهند داشت ؟ محاسبهٔ ساده نشان میدهد که پس از فرود آمدن با موفقیت در مریخ ، اگر ناو در مناسبترین مسیر نیم‌بیضی پرواز نماید ، سرنشینان آن واقعاً باید در حدود ۱۵ ماه درآنجا بانتظاربمانند تا ناو بتواندراه بازگشت را درپیش گیرد ، بشرطیکه باردیگر بخواهد از بهترین راه استفاده کند .

افزایش مختصری درمصرف سوخت برگزیدن مسیرهای دیگری برای‌پرواز را امکان پذیر میسازد مثلا بجای بیضی مماسی پرواز در مسیر بیضی‌هائی که هردو ، یا دست کم یکی از مدارها را قطع میکند . این امرممکن است سبب‌کاهش‌قابل‌ملاحظهٔ مدت پرواز گردد و از این روچنین راههائی میتوانند بسیارجالب باشند . مثلاباافزایش

سرعت ناو درآغاز حرکت اززمین از ۱۱٫۶ به ۱۴٫۳ کیلومتر درثانیه میتوانیم مدت



مسیر پروازهای سریع‌السیر از زمین بمریخ

پرواز را در مقایسه با ۸ ماه پرواز در مسیر مناسبترین راه ، سه ماه کوتاهتر کنیم . با رساندن سرعت‌آغاز حرکت به ۱۵٫۹ کیلومتر درثانیه میتوان مدت پرواز را به ٤ ماه تقلیل داد . این کاهش مدت پروازنه تنها بعلت افزایش سرعت پروازبلکه همچنین بواسطهٔ کوتاهترشدن راه بدست میآید . با افزایش سرعت ناو به سرعت هذلولی‌نسبت بخورشید(بیش از ۱۶٫۷ کیلومتر در ثانیه)میتوان مدت پروازرا ازاین‌هم کمتر نمود . اگر سرعت ناوصدها کیلومتر درثانیه بود پروازبمریخ فقط یك هفته‌بطول میانجامید .

با تبدیل مسیر بیضی مماسی به بیضی قاطع و بخصوص به هذلولی برگزیدن لحظهٔ عزیمت ناو اززمین بسیارآسان‌ترخواهد شد . در چنین شرایطی‌چندین‌ماه‌درعرض سال وجود دارد که ناو میتواند سفر خود را آغاز کند . امـا اینکار عملا هیچ تفاوتی در مورد انتخاب لحظهٔ مراجعت ازمریخ ایجاد نمیکند . برای احتراز از اقامت بسیار طولانی درمریخ ممکن است در بازگشت بزمین از یك ناو سریع‌السیر استفاده کرد ، ناوی که بتواند درمسیر هذلولی بزمین‌بیاید و با چنان سرعت زیادی که بتواند زمین‌را که در این مدت خیلی‌ازمریخ جلوتررفته « بگیرد » . اما این‌کار مستلزم افزایش‌قابل ملاحظهٔ مصرف سوخت خواهد بود .

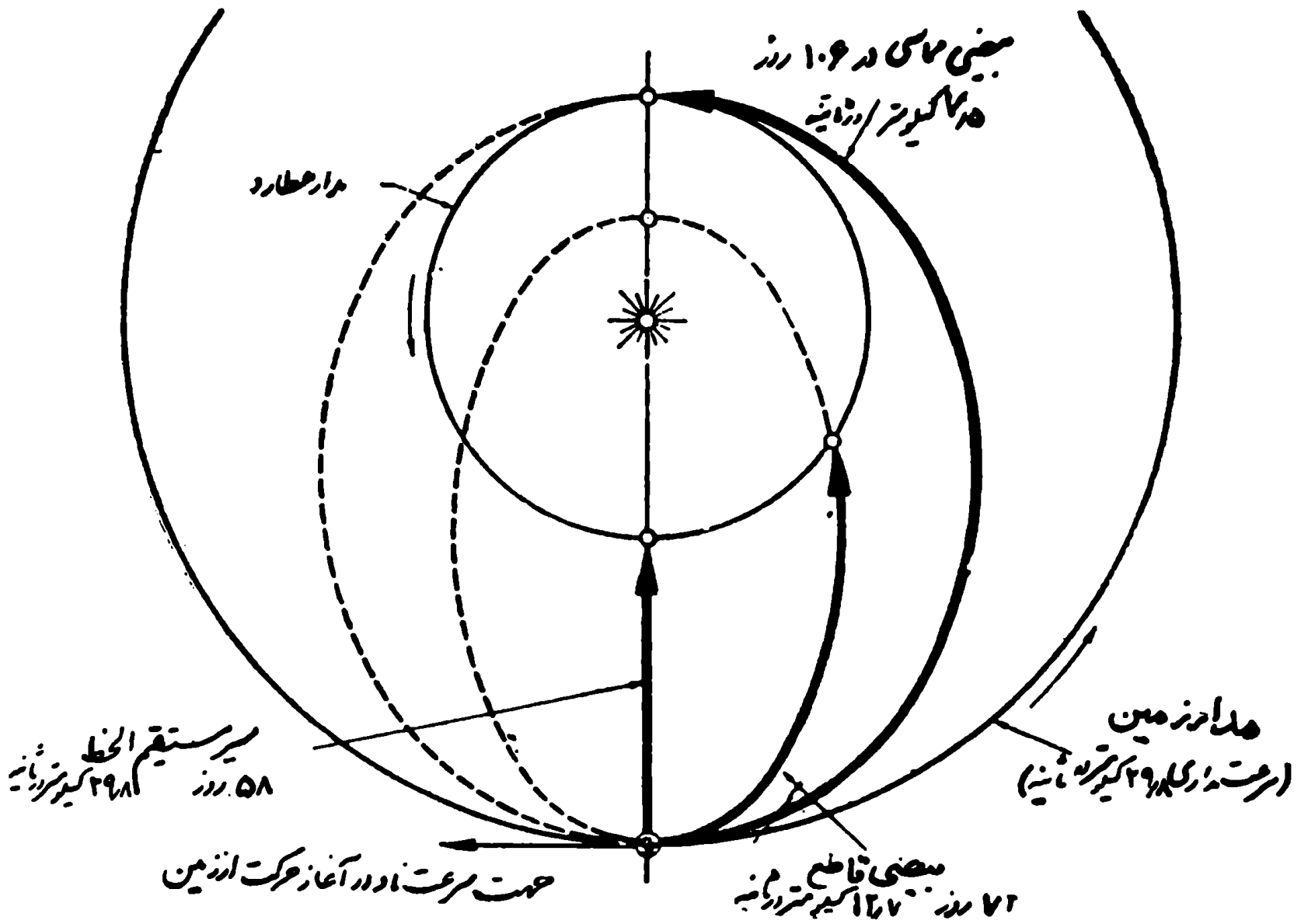
پرواز بسیارات بیرونی منظومهٔ شمسی ، آنهائی که دورتر ازمریخ‌اند ، دراصول میتواند بهمان طریق پرواز بمریخ عملی شود . مانند پیش‌ناو باید درحدود نیمه‌شب از زمین بپرواز درآید تا سرعت حرکت انتقالی و وضعی زمین بتواند بسرعت ناو افزوده

شود این امر ناو را قادر میسازد که پیوسته ازخورشید دور شود تا بمدار سیاره‌ای که بسویش میپردبرسد ، و در لحظه‌ای بآن برسد که خود سیاره‌هم درآن نقطهٔ مدارباشد.

پرواز بسیارات درونی ، آنهائی که مدارشان کوچکتراز زمین است ، بخصوص پرواز بآن « بیگانهٔ اسرار آمیز » ـ زهره ، که بـا وجود نزدیکیش بزمین آگـاهی ستاره شناسان از آن بسیار اندك است ، باید شیوهٔ بکلی دیگری در پیش گرفته شود. در این حـالت کافی خواهد بود سرعت ناو را نسبت بسرعت مداری (انتقالی) زمین بکاهیم تا اینکه ناو شروع به افتادن بروی خورشید نماید ، بآن نزدیك شود تا بمدار زهره برسد. برای این‌منظور ناو باید درجهت مخالف حرکت آن بدورخورشید بپرواز درآید و برای سود جستن از حرکت وضعی زمین بدور محور خود ، بهترین مـوقع حرکت درحدود نیمروز است . (اگر پرواز از فراز قطب انجام شود هرموقع روز را میتوان برای آغاز حرکت انتخاب کرد) . بیرون از میدان جـاذبهٔ زمین سرعت ناو باید ۲٫٤ کیلومتر در ثانیه باشد و در نتیجه سرعت اولیهٔ ناو در برخاستن از زمین باید کمتر از ۱۱٫۵ کیلومتر در ثانیه باشد . $\sqrt{۲٫٤۲ + ۱۱٫۲۲} = ۱۱٫۵$. در این شرایط ناو در مناسبترین مسیر ، یك نیم بیضی مماسی ، به زهره خواهد پرید و مسافتی درحدود ۴۰ میلیون کیلومتر طی خواهد کرد ، گرچه کوتاهترین راه تازهره فقط یك دهم این فاصله است . این پرواز اندکی کمتر از ۵ماه طول خواهد کشید . مانند حرکت ازمریخ ، مسافران پیش از آغاز سفر بازگشت بزمین از مناسبترین راه باید بیش از ۱۵ ماه در زهره منتظر بمانند .

پرواز بزهره درمسیرهای بیضوی که مدار زمین و زهره یا دست کم یکی ازاین مدارها را قطع نماید (بجای مسیربیضی‌مماسی) مانند سفربمریخ ازمدت پرواز بمقدار قابل ملاحظه‌ای میکاهد ولی در عوض افزایش معینی در مصرف سوخت ببار میآورد . مثلا اگرسرعت ناو درمرز میدان جاذبهٔ زمین از ۲٫٤ به ۸ کیلومتر در ثانیه افزایش یابد مدت پرواز را میتوان تقریباً به نصف رساند . برای پرواز بسایر سیارات منظومهٔ شمسی نیز مسیرهای نیم بیضی مماسی از نقطه نظرمصرف سوخت مناسبترین آنهاست.

ضمناً این نکته یکی دیگرازخصوصیات فضاپیمائی را نشان میدهد.مناسبترین پرواز به یك سیارهٔ نزدیك‌تر گاهی بیشتر از پرواز بیك سیارهٔ دورتری طول میکشد . درك این مطلب دشوار نیست اگرتوجه کنیم که منظورما پرواز بسیارات درونی است مثلا پرواز به زهره وعطارد را با هم مقایسه کنیم . گرچه زهره بزمین نزدیك‌تر است ولی چون نسبت به عطارد از خورشید دورتر است و در پروازهای با مسیر بیضی مماسی باید « بآنسوی خورشید » بپریم لاجرم طول راه به زهره درازتر ازراه به عطارد خواهد بود و پرواز بآن بوقت بیشتری نیاز خواهد داشت .



شکل ۳۰ ـ واز به عطارد طی مسیر بیضوی مماس وقاطع

یك خصیصهٔ ویژهٔ دیگر فضاپیمائی درپروازبه سیارات درونی جلب توجه میکند . هراندازه سرعت ناو کمترباشد زودتر بمقصد خود خواهد رسید واین بمصداق :

رهروآن نیست که گه‌تند و گهی‌خسته رود　　رهرو آنست که آهسته و پیوسته رود

راز این معما درواقع ساده است . هراندازه سرعت ناونسبت بخورشید کمترباشد مسیرآن تا خورشید راست‌تر و کوتاهترخواهد بود، و وقت لازم برای رسیدن ناوبمقصد خود، خواه زهره وخواه عطارد کمترخواهد بود . اگرمثلاناو درلحظهٔ آغازحرکت‌نسبت بخورشیدکاملا بیحرکت بود درطول خط راستی بسوی آن میافتاد ودراین صورت پرواز بزهره یاعطارد درطول کوتاهترین راه انجام می گرفت . اما نباید ازیاد ببریم که ما از سرعت ناو نسبت بخورشید گفتگو میکنیم . برای اینکه این سرعت کمترباشد سرعت ناونسبت بزمین در لحظهٔ آغاز حرکت از زمین باید بیشتر باشد زیرا دراین صورت ناو درجهت مخالف حرکت زمین درمدارش بپرواز درمیآید وبنابراین سرعت ناوبایدسرعت مداری زمین را جبران کند　(میدانیم ناوی که در روی زمین بیحرکت است درواقع با سرعتی برابر ۲۹٫۸ کیلومتر در ثانیه که سرعت مداری زمین است ، همراه بازمین بدورخورشید میچرخد .

برای اینکه این سرعت صفر گردد باید بآن‌سرعتی برابراین مقدارامادرجهت مخالف حرکت زمین‌بدهیم . هراندازه سرعتی که بناومیدهیم باین مقدار نزدیکترباشد یعنی سرعت‌آن نسبت بزمین بیشترباشد ، سرعت‌آن نسبت بخورشید کمترخواهد بود و

اگراین سرعت برابر ۲۹/۸ کیلومتردرثانیه یعنی سرعت مداری زمین گردد سرعت ناو نسبت بخورشید صفرخواهد بود وبخط مستقیم بسوی خورشید خواهد افتاد .)

اگر فضاپیمایان وقت وحوصلهٔ کافی داشته باشند میتوانند «گردش های» بسیار جالبی درفضا انجام دهند . آنان میتوانند بدون آنکه درسیاره‌ای‌فرودآیند تنها بتماشای آن ازفاصلهٔ نزدیك اکتفا کنند ، فاصله‌ای که درعین حال باید بقدرکافی «احترام‌آمیز» باشد ، اگرنخواهند تحت تأثیر جاذبهٔ قابل ملاحظهٔ سیاره قرار گیرند این گردشها میتوانند باصرف حداقل سوخت ترتیب داده شوند .آن اندازه که برای فرستادن ناوی بسفربی‌پایان خود بدورخورشید وتبدیل‌آن بسیاره‌ای تازه ـ بیك‌آستروئیدکافی باشد . سرعت مربوطهٔ ناوباید درآغازحرکت اززمین بیشترازسرعت گریز(۱۱٫۲ کیلو متر در ثانیه) ولی کمترازسرعت‌رهائی (۱۶٫۷ کیلومتردرثانیه باشد) پس‌ازانتخاب لحظهٔ‌مناسبی جهت‌آغازحرکت وسرعت لازم ، یعنی محوربزرگ بیضی مسیر، میتوان چندین باربدور خورشید گشت ، سیارهٔ مطلوب‌را ملاقات نمود ومورد بررسی قرارداد و سپس دوباره در زمین فرودآمد . دراین مدت زمین پس‌ازچند دور گردش‌بدورخورشید ناورادرنقطهٔ‌آغاز حرکت ملاقات خواهد کرد . چنین سفرهائی که شامل بررسی مریخ وزهره و عطارد باشد می‌توانند درمدت سه سال انجام پذیرند . سفری برای‌مطالعهٔ مشتری ۶ سال طول خواهد کشید .. الی‌آخر چنین پروازی بدور مریخ بسرعت اولیه‌ای تنها ۰٫۵ـ۰٫۴ کیلومتردرثانیه بیش ازسرعت گریزنیازخواهد داشت .

تردیدی نمیتوان داشت که درآینده راههای کیهانی ازمیان اقمار، خواه طبیعی خواه مصنوعی ـ نه‌آنکه مستقیماً ازسیاره‌ای به سیارهٔ دیگرـخواهند گذشت. نیازی به گفتگودربارهٔ اهمیت تعیین درست وضع ناو وسرعت وجهت حرکت آن درفضا نیست . ناچیزترین‌اشتباه درمبداءِ یك مسیربیضوی میتواندناورامیلیونها کیلومترازهدف خوددور سازد . چنین اشتباهی غالباً نه تنها اصلاحش دشواربلکه مرگبارخواهد بود .

برای جهت یابی ناوفضاپیما درفضا شیوه های متعددی پیشنهاد شده است . البته زمانی فراخواهدرسید که فضاصاحب راههائی‌مجهزبایستگاههای سوخت گیری،فرستنده های رادیوونظائرآن خواهد بود وآنگاه کارکنان ناوگان فضائی زندگی راحت تری خواهند داشت . اما حتی‌آن زمان هم شیوه های درست ناوبری فضائی مهمترین وسیلهٔ تضمین‌کامیابی وسلامت پروازخواهد بود .

هدایت ناو بوسیلهٔ رادیو درفضاکارآیندهٔ بازهم دور تریست و فضا پیمایان برای جهت‌یابی باید ازاجسام نورانی سماوی: خورشید،سیارات(ازجمله سیاره‌ای که ناوبسویش میپرد) واخترانی که همیشه دیده میشوند سودبجویند. همین‌امروزهواپیمائی، شیوه‌های فضاپیمائی یعنی جهت یابی بکمك اختران را بکارمیبرد . نخستین‌آزمایشهای این نوع

جهت یابی دراواخرقرن گذشته بـابالن‌های هوائی انجام شد . نـاوبری فضائی بـرپایه کامیابی‌ها وتجارب جهت یابی بکمك اختران که درهواپیمائی بکارمیرود استوار خواهد شد . اما پروازدرفضا ازبسیاری جهات با پرواز در حدود جو زُمین‌تفاوت خواهد داشت. اختران بسیاربیشتری درفضا دیده خواهند شد رفتار سیارات و درخشند گی خیره کنندهٔ خورشید وبسیاری پدیده‌های دیگرشگفت وغیرعادی خواهد بود . وضع مسافررادرفضا میتوان ازروی فاصلهٔ آن ازخورشید (این فاصلهرا ممکن است مثلا بکمك حرارت‌یك ترومو کوپل ویژه که‌باپرتوهای خورشید گرم میشود اندازه گرفت)،ازروی وضع‌خورشید درآسمان ، ازروی وضع سیارات درمیان اختران وازجمله بوسیلهٔ عکس‌برداری‌همزمان ازدوسیاره ووسایل دیگرتعیین کرد. برای اینکاربه تکامل شیوه‌های بغرنج وویژهٔ‌محاسبه ودستگاههای‌مخصوص وتهیهٔ نقشهٔ اختران‌نیازخواهد بود. (نقشه های مخصوص ناوبران ناو های فضاپیما را میتوان بشیوهٔ « نصف النهارهای قراردادی» که بوسیلهٔ خلبان قطب شمال اختراع شده‌است تهیه نمود) دراین شیوهٔ نصف‌النهارهای زمین برخلاف معمول درنقطهٔ قطبی تلاقی نمیکنند بلکه موازی یکدیگربوده در بینهایت تقاطع میکنند نصف‌النهارهای منظومهٔ شمسی هم دربینهایت تقاطع میکنند . ناوبرناوفضاپیما درجنگ تن بتن خود باپهنای بیکران کیهان «تادندان مسلح» خواهد بود .

اماآن زمان که شیوه‌های ناوبری رادیوئی درفضاپیمائی بکاررروند این‌کاربنحوغیر قابل قیاس سبك تر خـواهد شد . پرتو های رادیو راه فضائی را نشان خـواهند داد و « ناوبران» خودکار رادیوئی، ناوهای فضا پیمارا بدون اشتباه بسوی هدفهای دوردستشان رهبری خواهند کرد . حتی دراین صورت هم‌یك پرتورادیوئی که باسرعت ۳۰۰۰۰۰ کیلومتردرثانیه سینهٔ فضارا میشکافد وبجلومیجهد گاهی «خطا» میکند . افسر ناوبریك ناوفضاپیماهرگز ، ولوبرای یك‌آن ، هم نبایدآن چیزرا که افسران‌رادیوی یك‌هواپیما حتی فکرش‌راهم نمیکنند فراموش نماید وآن «چیز» هم زمانیست که پرتو رادیوبرای پیمودن فواصل شگرف فضا لازم دارد .

۱۶

برخاستن و نشستن ناو

موضوع فرودآمدن معروف هواپیما برروی «سه نقطه» شایدبیش ازهرچیزدیگر سبب تشویش دانشجویان وخلبانان میگردد .

وباحتمال زیادنامطبوع ترین لحظهٔ پروازفضائی‌فرودآمدن ناوخواهدبود، گرچه بدلایلی جزآنچه در هواپیمائی هست . برخاستن یك ناو فضاپیما هم بنحو دیگری ناخوش‌آیند است . دانشجویان‌آموزشگاه فرماندهی ناوهای فضاپیما شاید ناگزیرباشند بدفعات‌متعدد همراه باآموزگارخود برخاستن ونشستن‌ناوراتمرین‌نمایند تااجازه پرارزش پرواز مستقل را تحصیل کنند

بپروازدرآوردن یك ناوفضاپیما ! چه منظره هیجان‌آوری !

در بارهٔ این لحظات شور انگیز که آدمی زمین ، زادگاه خودرا ، ترك میکند تابایك جهش غول آسا خودرا به جهان های دوردست برساند چه بسا درعالم‌تخیل اندیشیده‌اند وتصاویری ازآن درذهن خود نقش کرده‌اند ! اما تصوراین لحظات حساس پیش‌ازبپرواز درآمدن ناوباوداع‌های پرشوروآخرین تقاضا های آن‌ازقبیل سلام رساندن به آشنایان مریخ نشین وغیره آسان ترازپیش بینی همهٔ چیز های ضرور برای یك آغاز حرکت موفقیت آمیز است

چیزهائی که باید پیش بینی شوند براستی بسیارند . از جمله تعیین زمان آغاز حرکت جهت آغازحرکت ، سرعت ، «برنامه» پروازبعدی درجوزمین، مصرف سوخت درآغازحرکت ، رفاه‌وآسایش مسافران وبسیاری چیزهای دیگر.

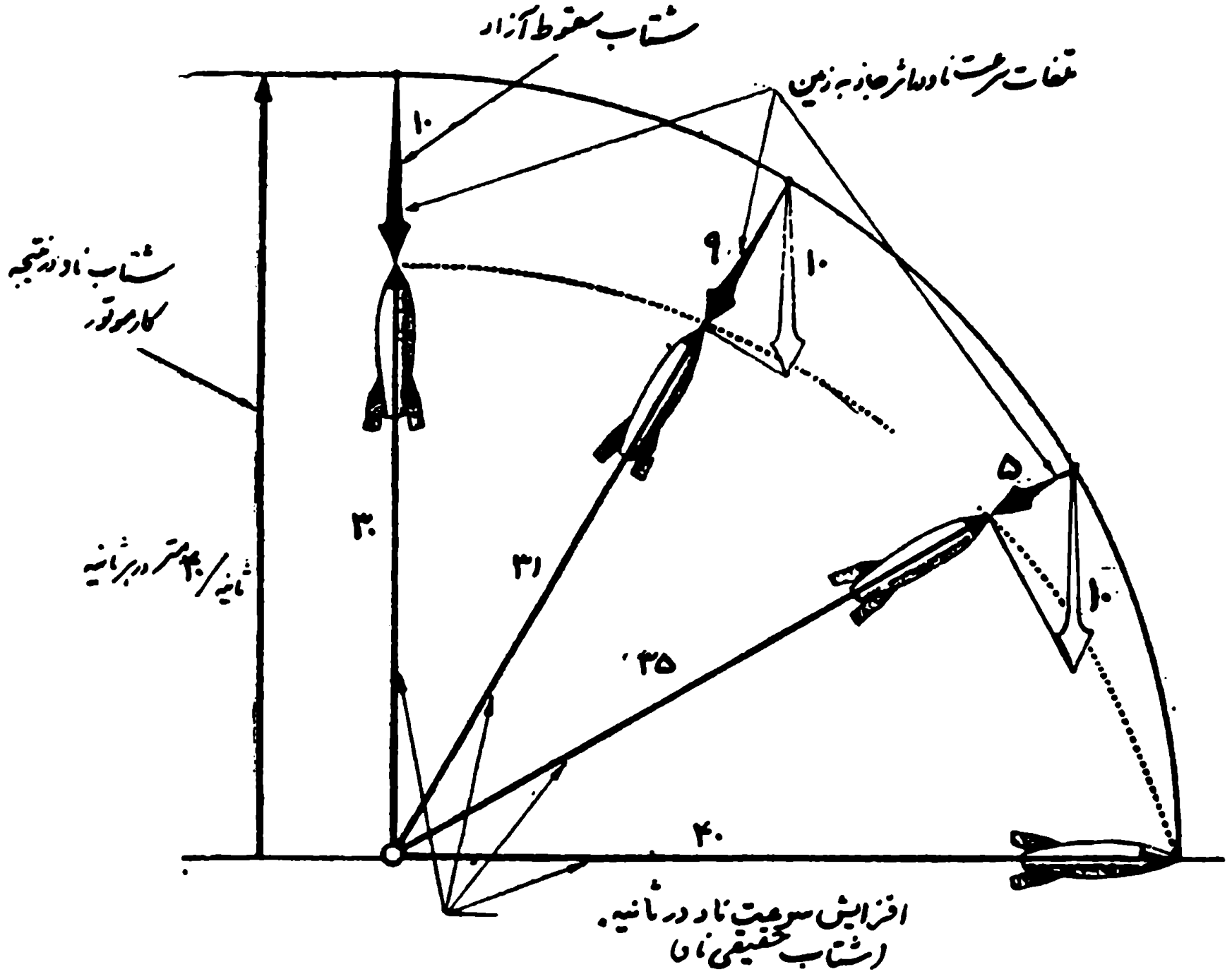
ساده ترین مسئله‌ایکه بایدحل‌شودتعیین محلیست که ناوفضاپیمابایدازآن‌بپرواز درآید . خوشبختانه فرودگاه کیهانی میتواند تقریباً در هرنقطه‌ای ازسطح زمین قرار داشته باشد بنحوی که لازم‌نیست فضاپیمایان آینده، آنطور که بعضی‌ها پیشنهاد کرده‌اند برای پروازباستوا بروند . راست است که به پروازدرآمدن ناوازاستوا مزیتی دارد، زیرا دراین صورت ازسرعت دوران زمین بگرد محورش میتوان حداکثر سودراجست . اگر ناودراستوا بپروازدرآید یك سرعت اضافی برابر ۴۶۵ متردرثانیه بعلت این دوران‌بآن

داده خواهد شد . هراندازه عرض جغرافیائی نقطهٔ آغاز حرکت بیشترباشد یعنی این نقطه بقطب نزدیکترباشد این سرعت اضافی کمترخواهد بود تااینکه اگرآغازحرکت ازقطب صورت بگیرد این سرعت برابرصفرخواهد شد اگر فرودگاه کیهانی در حدود عرضهای متوسط جغرافیائی باشد افزایش سرعت تقریباً ۲۶۰ متردرثانیه خواهد بود عزیمت بمناطق حاره درجستجوی ۲۰۰ مترسرعت‌اضافی دیگرمشکل ارزش آنراداشته باشد ، بخصوص که برخاستن ناو ازفلات کوهستانی مرتفعی مانند قفقازیاپامیرازبسیاری جهات مزایای‌بیشتری خواهد داشت. زمان‌حرکت‌ناوهم‌الزامی نداردبدقت‌فوق‌العاده‌ای، درحد ثانیه واجزاءِ ثانیه،آنطور که برخی ازنویسندگان اظهارنظر کرده‌اند تعیین گردد وبنابراین ازاین جهت هم این‌کارنسبتاً ساده است . بهرحال تنها بعلت اینکه فلان‌ثانیهٔ مقرربرای‌آغاز حرکت گذشته است خطر بتعویق انداختن حرکت بروز ویا شاید بسال دیگروجود نخواهد داشت . با این وجود در برگزیدن زمان بدلخواه خود کاملا آزاد نخواهیم بود . مثلا همانگونه که درفصل پیش اشاره کردیم پرواز های بسوی خورشید بایدهنگام روزوپروازهای‌دورازخورشید درشب هنگام‌انجام پذیرند . بهترین وقت‌بوسیلهٔ عواملی‌مانندطول وعرض‌جغرافیائی، وقت‌سال،مقصد وغیره معین‌خواهدشد. مسئلهٔ‌بمراتب جدی‌تر جهتی است که باید بناوداد . این مسئله نیزبوسیلهٔ پیشگامان دانش‌فضاپیمائی ازجمله تسیلکوسکی ازشوروی مورد بررسی همه جانبه قرارگرفته است دراینجا دو جنبهٔ متضاد باید درنظر گرفته شود . ازیك سو مطلوبست که پروازدرجوزمین‌هراندازه که ممکن‌است کوتاه باشد زیرا بدینوسیله‌تلفات سرعت‌بعلت مقاومت هواکاهش خواهد یافت . برای رسیدن باین منظور گذشتن ازجو از کوتاه‌ترین راه یعنی‌آغازحرکت‌بطور قائم مناسب خواهد بود ازسوی دیگر یك آغاز حرکت قائم متضمن تلفات جدیدی در سرعت ناوبعلت نیروی جاذبه است که به تلفات جاذبه‌ای موسومند. اگرناوبطورعمودی بپروازدرآید تأثیر نیروی جاذبه بسوی زمین ازسرعت نهائی ناو که درمدت‌کارموتورهای خود بدست میآورد خواهدکاست . هراندازه مدت زمانی که برای چنین صعودی لازم است بیشتروشتاب گرفتن مجازدرمدت پرواز کمترباشد این‌اثرترمز کنندهٔ نیروی جاذبهٔ بیشترمحسوس خواهد شد . اگرشتابی که بوسیلهٔ موتوربه ناوداده میشودتنها برابرشتاب نیروی جاذبه میبود ناوبدون‌حرکت درهوا معلق میماند بی‌آنکه اوج بگیرد. این‌وضع انجام‌آغازحرکت‌را بطورافقی مناسب میسازد زیرا درآنصورت نیروی جاذبه ازسرعت‌ناو نمیکاهد . واین بدان معنی است که نیازی بافزایش ذخیرهٔ لازم سوخت نخواهد بود

پس چه جهتی باید برگزیده شود : قائم ، افقی یامایل ؟

بطورکلی برای هرآغازپروازبخصوصی،بسته به شتاب گیری مجازپرواز، مقاومت جبهه‌ای ناو وعوامل دیگر انتخاب مناسبترین زاویه امکان پذیر است معمولا بپرواز درآمدن یك ناوفضاپیمارا درطول مسیری که برروی پایه های فلزی بلندی قرار گرفته

ومانند پل عظیمی سر بآسمان برافراشته تصور میکنند . اما برخاستن یك ناو فضا پیما باحتمال زیاد بهیچوجه چنین نخواهد بود . بیشترمحتمل است که‌آغازحرکت ناوشبیه پرتاب موشك سنگین ودورپروازی باشد که درفصل ششم تشریح کردیم .



هراندازه جهت آغاز حرکت ناو نسبت بزمین مایلترباشد تلفات سرعت ناشی ازنیروی جاذبه کمتراست

موقعیکه ناوبرای‌آغازحرکت‌آماده باشدآنرا احتمالا دروضعی قائم قرارخواهند داد، وناودراین‌حالت برروی شاسی خود که مانندهواپیما مجهزبه ضربه‌گیرهای‌نیرومند خواهد بود تکیه خواهد کرد حالت عمومی ناوازنقطه نظراستحکام آن مفید ومناسب است. نیروهائی که درآغازحرکت وموقع فرودآمدن‌درطول محورناواثرمیکنندچندین باربزرگترازوزن خود ناوهستند وباین جهت در محاسبهٔ ناو این بارهای طولی در نظر گرفته میشوند استحکام وثبات ناو که پوستهٔ بسیار نازکی دارد آشکارا در جهت عرضی کافی نیست زیرا ناوبرای بارهای بزرگ عرضی محاسبه نشده است وبنابراین حالت‌افقی درآغازحرکت مطلوب نیست . حال که دراین باره گفتگومیکنیم باید یاد آورشویم که فرودآمدن ناودرسیارات بویژه آنها که عاری ازجواند نیزدرجهت قائم و برروی چنین شاسی نگهدارنده‌ای عملی خواهد شد. ناوبطورقائم پروازخودراآغاز خواهد کرد وبطور عمودی صعود نموده شروع باوج گرفتن خواهد نمود تا هرچه ممکن است زودتر از

غیلظ‌ترین‌قشر که بیشترین‌مقاومت‌رادرمقابل‌پروازنشان‌میدهد بگذرد . درارتفاعی‌بین۱۰ و۲۰ کیلومترمکانهای هدایت ناو که تااین وقت صعود عمودی‌ناورا حفظ میکردندپرواز را ازحالت عمودی منحرف خواهد ساخت ناودرطول مسیری منحنی وبسوی خاور به پروازخود ادامه خواهد داد .

چند کلمه هم دربارهٔ هدایت ناو هنگام پرواز بگوئیم ، در همهٔ آثار مربوط به فضاپیمائی ، از ابتدا تاکنون ، توجه زیادی باین‌مسئله مبذول شده‌است و این امرکاملا طبیعی است ، زیرا یك ناوفضاپیما در هرلحظهٔ پرواز خود باید بآسانی‌قابل کنترل‌باشد. برای هدایت ناو در جو آنرا باید باسکانهای هوائی یا آئرودینامیك نظیر آنهائیکه در هواپیمائی بکار میرود مجهز نمود . اما این سکانها هنگام پرواز درفضای بی هوا هیچ فایده‌ای نخواهند داشت ، از این گذشته حتی موقعیکه ناو در جو پرواز میکند این سکانها همیشه‌ازعهدهٔ انجام وظیفه‌ای که‌بآنها محول شده برنمی‌آیند مثلادر آغازحرکت موقعی که سرعت ناو برای مؤثر بودن عمل سکانها غیر کافیست ونیز هنگام پرواز در قشرهای بالا و رقیق جو وضع چنین است .

باین دلیل ناو نه تنها با سکانهای‌هوا بلکه هم‌چنین با سکانهای گاز یعنی‌سکانهائی که در جریان گازهای گریزان‌از موتور جای دارند مجهزخواهد شد . چرخش‌سکانهای گاز جریان جت را منحرف نموده فشارهای عرضی‌ایجاد خواهد نمود که جهت پرواز ناو را تغییر خواهد داد . در بعضی موارد ، بهمین منظور موتور بترتیبی در موشك سوار شده است که قادر است تا حدودی بچرخد و بدین‌وسیله جهت کشش را تغییر دهد

امااین شیوه‌ها برای‌هدایت‌ناوی که درفضامیپردمناسب نیستند زیرابکارانداختن موتور اصلی تنها بمنظور هدایت همیشه صلاح نیست وگاهی‌اصلا غیرممکن است .

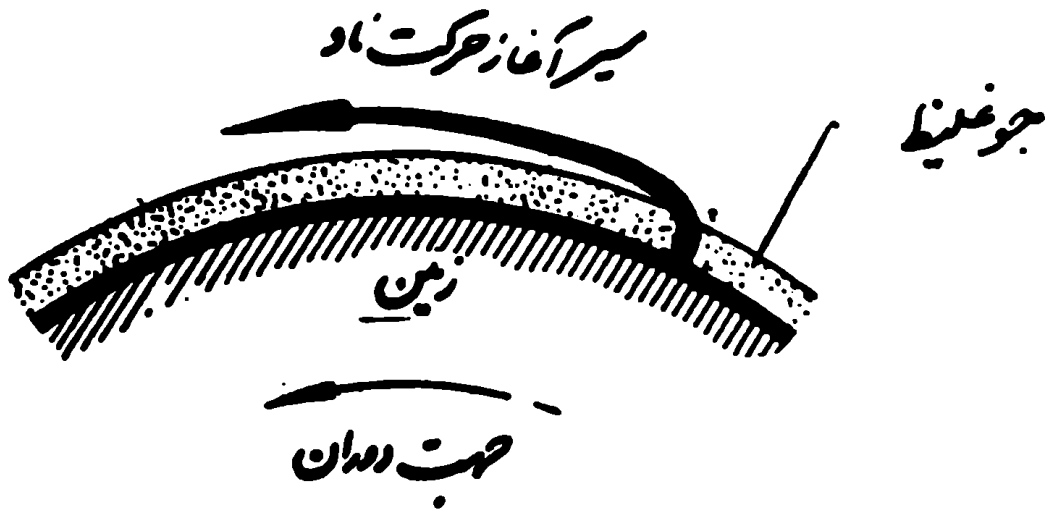
بنابراین کنترل در فضا باید بر اصول دیگری استوار باشد . مثلا میتوان یك موتور فشفشه‌ای با سوخت مایع که‌کارسکان را انجام بدهدکار گذاشت . (اما بایدبخاطر داشت که گشتن ناو که بکمك این موتورهاآغاز میشود اگر با ضربه‌ای در جهت‌مخالف متوقف نشود ادامه خواهد یافت) . همچنین میتوان از این مسئله که ناوفضاپیما رابی یاری نیروهای خارجی نمیتوان بگرد مرکز ثقلش چرخاند سود جست . (این را اصل بقاء مقدار حرکت زاویه‌ای گویند)باین جهت است که اگر جرمی در داخل‌ناودرجهتی گردانده شود خود ناو شروع بگشتن درجهت مخالف خواهد کرد . از اینجا نتیجه میگیریم که میتوانیم در داخل ناو صفحه‌ای را که بسرعت میچرخد درداخل آن کار بگذاریم . بکمك این دستگاه میتوان ناو را در جهت مطلوب چرخاند .

باین ترتیب فقط میتوانیم ناو را در طول مرکز ثقل آن بگردانیم ، اما برای تغییر جهت پرواز ناو نمی‌توان از موتور بی‌نیاز بود .

باری، به ناوی که درحال پروازرهایش کردیم بر گردیم. پروازناوباقدرت موتور در طول مسیرمنحنی باسرعت دائم‌التزایدی ادامه خواهد داشت وبتدریج بمسیری‌تقریباً افقی‌تبدیل خواهد شد .

در ارتفاعی در حدود ۱۰۰ کیلو متر ناو تقریباً بطور افقی ، در حالیکه زاویهٔ کوچکی با افق تشکیل میدهد پرواز خواهد نمود . ناو به پرواز خود بدینسان بگرد زمین ادامه خواهد داد تا سرعتش بسرعت دایره‌ای (درحدود ۷ر۹ کیلومتر درثانیه) برسد موقعی کـه سرعت آن از سرعت دایره‌ای در گذرد شروع بدور شدن اززمین خواهد نمود .

مدت زمان آغاز حرکت ناو یعنی مدت پرواز آن با قدرت موتور ، با اندازهٔ شتاب آن در آغاز حرکت و سرعت مطلوب مشخص خواهد شد. بدیهی است هرقدر شتاب بیشتر و سرعت نهائی مطلوب کمتر باشد مدت آغاز حرکت کوتاهترخواهد بود. ما هم اکنون دربارهٔ سرعت نهائی مطلوب سخن گفتیم ، این سرعت نباید کمترازسرعت گریز باشد ، اگر پرواز سریع‌السیری در پیش باشد باید بمراتب بیش از آن باشد . محتملا سرعت نهائی بین دو حد زیر تغییر خواهد کرد : ازسرعت گریز که در حدود ۱۱ کیلومتر در ثانیه است تا سرعت رهائی که ۱۶ر۷ کیلومتر درثانیه است .



مسیرآغازحرکت ناو

در مورد شتاب ناو ، بیشترین مقدار ممکن باید برگزیده شود . از نقطه نظر تئوری ، مرجح‌ترین شتاب ، افزایش آنی سرعت ناو از هیچ به سرعت نهائیست زیرادر این صورت تلفاتی در سرعت مربوط به آغاز حرکت وجود نخواهد داشت . اما این‌کار البته غیرممکن‌است .بعلاوه شتابهای‌آغاز حرکت‌ناو باید رویهمرفته بعلت‌اضافه بارهای اینرسی که‌برای‌انسان‌قابل‌تحمل است کاملا کوچك باشند . مادراین‌باره باتفصیل‌بیشتری درفصل بیستم گفتگو خواهیم کرد . راست‌است که این‌تنها عامل محدود کنندهٔ شتابهای مجاز در آغاز حرکت نیست . عامل‌دیگراستحکام ناو است : ناو را برای‌اضافه‌بارهای معین اینرسی محاسبه میکنند که اگر افزوده شوند مستلزم افزایش قابل ملاحظهٔ وزن ساختمانی ناو خواهند بود . یك ملاحظهٔ دیگر هم وجود دارد : این مسئله که سرعت

ناو در ارتفاعات کم ، در هوای غلیظ بسبب خطر گداخته شدن بیش از حد در هنگام پرواز نمیتواند زیاد بزرگ باشد ، شتاب‌های مجاز را محدود میسازد . این گداخته‌شدن بیش از اندازه ، خطر عمدهٔ هنگام فرودآمدن است ودر گفتگوهای‌مربوط بفرودآمدن ناو از آن سخن خواهیم گفت

اما ملاحظهٔ تعیین کننده . اثر اضافه بار هـای مجاز اینرسی از نظر سلامت سرنشنیان است . باحتمال زیاد ، بهمین علت شتاب قابل قبول ناو در آغاز حرکت در حدود ٤٠متر درثانیه ، درهرثانیه پروازخواهدبودواین چهاربرابرشتاب‌جاذبهٔ زمین‌است .

این مقدار قابل قبول شتاب باین معنی خواهد بود که اگر آغاز حرکت‌بطور قائم انجام شود. سرعت ناوفقط ۳۰۰ متردرهرثانیه‌افزایش خواهد یافت (۱۰ متردرثانیه که‌تلفات جاذبهٔ سرعت‌است برای خنثی کردن شتاب جاذبهٔ زمین مصرف خواهد شد) واگر آغاز حرکت بطور افقی‌انجام گیرد سرعت ناو ٤٠ متر در هرثانیه افزایش خواهد یافت (در این حالت تلفات جاذبه‌ای سرعت صفر است) . از آنجا که صعود عمودی‌تا ارتفاع ۱۰-۲۰ کیلومتری‌ادامه مییابد . درپایان‌این صعودسرعت ناو درحدودیك کیلومتر در ثانیه خواهد بود . همانطور که بعداً خواهیم دید در ارتفاعات بیش از ۲۰ کیلومتر هنوز سرعت ناو از نقطه نظر گداخته شدن در اثر تماس با جو خطری ایجاد نمیکند. صعود عمودی درحدود ٤٠-۳۵ ثانیه بطول می‌انجامد ، یعنی درعرض کمتر ازسه‌چهارم دقیقه ناو بارتفاع ۲۰ کیلومتری خواهد رسید . حرکت بعدی ناو طی مسیری منحنی که بتدریج شیب آن بیشتر میشود انجام میگیرد در این موقع درهرثانیه پروازسرعت بطور متوسط در حدود ۳۵ متر درثانیه افزوده میشود . (دراینجا احتیاطاً تلفات‌سرعت ۵ متر در ثانیه در نظر گرفته شده ، گرچه رقم ۲-۳ متر در ثانیه که در پـائین بدان اشاره خواهد شد بیشتر نزدیك بواقع است) در این شرایط سرعت نهائی مثلا ۱۱٫۵ کیلومتر در ثانیه موقعی بدست‌میآید که ناو ۱۶۰۰ کیلومتر پریده باشد. چنین‌پروازی در حدود ۵ دقیقه بطول خواهد انجامید ، درحالیکه مجموع زمان پرواز با قدرت‌موتور کمتر از ٦ دقیقه خواهد بود .

هنگامیکه موتورخاموش میشود یعنی درپایان آن قسمت ازمسیر که بخش‌فعال نامیده میشود ناو احتمالا درارتفاعی کمی کمتراز هزار کیلومتردربالای زمین خواهدبود. برای تعیین سرعت نهائی ، این ارتفاع باید در نظر گرفته شود زیرا هرقدر این ارتفاع بیشترشود سرعت گریزکاهش می‌پذیرد . درارتفاع ۱۰۰۰ کیلومتری بالای زمین سرعت گریز دیگر۱۱٫۲ کیلومتر درثانیه نبوده بلکه درحدود ۱۰٫۵ کیلومتردرثانیه خواهد بود ، در نتیجه موتور میتواند در مدت کمتری کار کند و مصرف سوخت بهمان اندازه کمترخواهد بود .

اما این صرفه جوئی‌باحتمال زیاد با تلفات سرعت ناو درآغازحرکت تحت تأثیر نیروی جاذبه خنثی خواهد شد ، اگر تلفات متوسط سرعت را بعلت نیروی جاذبه در تمام مدت‌آغازحرکت ، ۲ـ۳متر درثانیه درنظربگیریم مجموع تلفات ۷۰۰ـ۱۰۰۰ متر درثانیه خواهد بود .

مقاومت هوادربرابرناوفضاپیما که بسرعت زیاد درپروازاست‌بازهم ازسرعت‌خواهد کاست . علیرغم کامیابیهای آئرودینامیك ـ این دانش پروازدرهوا ، باز هم در مرحلهٔ کنونی محاسبهٔ دقیق تلفات سرعت ناو فضاپیما غیر ممکن خواهد بود . تکامل سریع تکنیك جت محاسبهٔ مقاومت جبهه‌ای هواپیماها را که با سرعتی نزدیك سرعت صوت و درارتفاعاتی بیش‌از۱۵ کیلومتردرپرواز باشند ضرورنموده است . آئرودینامیك سرعتهای زیاد که بدینامیك گازها موسوم است موفقانه ازعهدهٔ انجام این‌کار برمیآید . اما پرواز یك ناو فضاپیما در شرایطی انجام خواهد شد که با شرایط پرواز تندروترین هواپیما ها وهواپیماهای مدرن ارتفاعات بسیار متفاوت خواهد بود . تجارب‌اندوخته درسالهای‌اخیر، در آزمایش موشکهای سنگین دور پرواز و استرا توسفریك تا حدود زیادی برای این منظورهم بکار بردنیست . امااین‌تجربه هنوز اندك‌است . موقعیکه یك ناوفضاپیمابپرواز درمیآید از حالات گوناگونی میگذرد که ازسرعتها و ارتفاعات کم شروع شده به پرواز درارتفاعات عظیم در جو بسیار رقیق وبا سرعت سرسام آور کیهانی که برابر دهها هزار کیلومتر در ساعت است میرسد ، سرعتی بمراتب بیش از سرعتهائی که تکنیك جدید بدان دست یافته است .

تاکنون ما ازقوانین دقیق مقاومت هنگام پروازدرچنین شرایطی‌آگاهی‌نداریم، گرچه‌این مسائل ، هم ازنظرتئوری‌وهم ازلحاظ تجربی بشدت هرچه تمامترموردبررسی قراردادند ولی‌بهرحال‌آشکاراست که پدیده‌ای که درچنین پروازی مقاومت برمیانگیزد، ازنظرجنبهٔ فیزیکی خود ، باپدیدهٔ جریان مایعات که بخوبی مطالعه شده وملازم پرواز درهوای غلیظ وبا سرعتهای نزدیك بسرعت صوت است متفاوت میباشد . مطلب عمده درمورد اخیرآنست که هنگام پرواز درهوای غلیظ ، هوا را میتوان یك ملاء پیوسته و کاملا مایع درنظر گرفت زیرا شمارهٔ ملکولهای هوا که هردر لحظهٔ سطح باجسم پرنده برخورد میکنند بی‌اندازه زیاد است . امادرارتفاع شگرف جائی که هوا بسیاررقیق‌است وضع‌کاملا متفاوت میباشد . دراین‌شرایط جسم پرنده با جریانی‌از«مایع» فشرده محصور نیست بلکه با رگباری ازملکولهای آزاد ومجزا ازیکدیگر بمباران میشود . مقاومت ناشی ازجاری شدن ملکولهای‌آزاد درپیرامون ناوتابع قوانین کاملا متفاوتیست ، بعلاوه بین این دوحد نهائی مراحل واسطه‌ای گوناگون وجود دارند . یك محاسبهٔ تقریبی‌نشان میدهد که ناو درارتفاعی نزدیك بده کیلومتربا بیشترین مقاومت جبهه‌ای روبرو خواهد شد . بدین سبب ما امروزتلفات سرعت ناوفضاپیما ناشی‌ازمقامت هوا را درآغاز حرکت

تنها بطورتقریب میتوانیم برآورد نمائیم . این‌تلفات البته بشکل وابعاد ناوبستگی‌خواهد داشت . آشکاراست که ناو دست کم درآغاز حرکت ، بشکل یك موشك بزرگ بالدار ، خواهد بود . بال‌ها درآغازحرکت ازلحاظ ایجاد ثبات ونیزبعلت نیروی بالابرنده‌ای که تولید میکنند ارزش زیادی دارند و همانگونه که بعداً خواهیم دید هنگام فرودآورن نیزمورد نیازخواهند بود . این‌بالها باحتمال زیاد بشکل‌پیکان‌بوده ، ممکن‌است همانطور که دربعضی هواپیماهای‌آزمایشی هست قابل جمع شدن باشند . این امرامکان خواهد داد که شکل پیکانی وسطح بالها به تناسب سرعت پرواز ناوتغییرداده شود بدین معنی که درآغاز حرکت بتدریج بالها بداخل کشیده شده وشکل پیکانی‌آنها بیشتر شود .

شکل کروی و سایراشکال غیردوکی که گاهی برای ناوهای فضاپیما بعلت فقدان مقاومت هوا درفضاپیشنهاد شده‌اند بسبب تلفات غیرمجازسرعت درآغازحرکت بعیداست که‌کار بردی پیدا کند .

(مشاهداتی که درموردیك شهاب بعمل‌آمده نشان‌میدهد که سرعت‌آن‌درپروازی بارتفاع ٤٠ کیلومتر، درعرض یك ثانیه از ٥٦تا ١٤ کیلومتردرثانیه‌کاسته شد . اثرترمز آئرودینامیك حتی موقعی که پرواز درجوبسیار رقیقی‌صورت میگیرد چنین بزرگ‌است. این اثر گاهی در هرثانیه پرواز برقم صد کیلو متر در ثانیه میرسد هراندازه ابعاد ناو بزرگترباشد تلفات نسبی سرعت در آغاز حرکت که ناشی از مقاومت هواست ، کمتر خواهد بود .)

محاسباتی که در مورد یك موشك استراتوسفریك بوزن ٥٠تن انجام شده نشان میدهد که سرعت موشك درپایان بخش فعال مسیرش، یعنی موقعیکه پروازآغازحرکت با قدرت موتور بپایان رسید بعلت مقاومت هوا در حدود ٥ درصد کاهش یافته است . بنابراین‌میتوان نتیجه گرفت که در موردناوهای فضاپیمای سنگین که بطورعمده درقشر های بالائی و بیشتررقیق‌جومیپرند،تلفات سرعت‌ازاین بیشترنبوده حتی کمترخواهدبود.

اگرتلفات سرعت ناو فضاپیما را درآغاز حرکت بسبب مقاومت جو درحدود ٣ در صد یا تقریباً ٣٠٠ متر در ثانیه در نظربگیریم اشتباه زیادی مرتکب نخواهیم شد. (حتی ارقام کمتری درحدود یك درصدهم ذکرشده‌اند ، اما بنظر میرسد کـه این رقم خیلی‌خوش‌بنیانه باشد. درپرتاب‌آزمایشی‌یك موشك بارتفاع بسیار زیاد این‌تلفات به‌هفت درصد رسیده بود .)

مجموع تلفات سرعت یك ناوفضاپیما درآغاز حرکت از زمین برابرجمع تلفات ناشی از جاذبهٔ زمین و مقاومت هواست . مقدار این تلفات بعوامل چندی بستگی دارد ولی احتمالا درحدود ١٠٠٠-١٥٠٠متردرثانیه خواهد بود . این‌سرعت باید به سرعت نهائی لازم ناو در پایان بخش فعال مسیرافزوده شود، تاسرعت ایده‌آل که پایهٔ محاسبهٔ ذخیرهٔ سوخت ناواست بدست‌آید . بنابراین ، درساده ترین‌حالات موقعی که فقطسرعت

گریز باید محاسبه شود واین سرعت چنانکه دیدیم می‌تواند ۱۰٫۵ کیلو متر درثانیه گرفته شود ، سرعت ایده آل ناوبرابر ۱۱٫۵ — ۱۲ کیلومتردرثانیه خواهد بود .

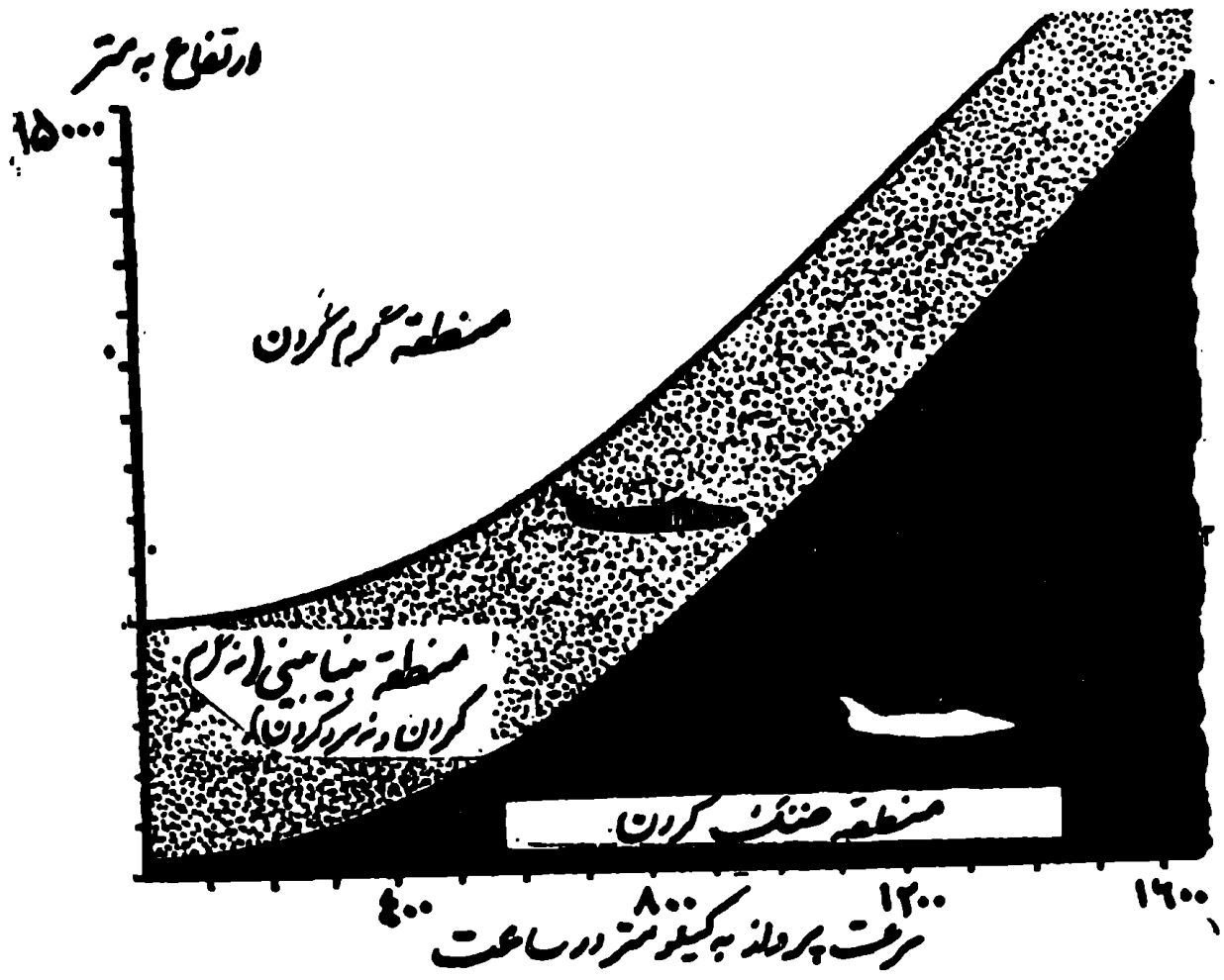
برای نشستن درماه یا هرجسم سماوی دیگری کـه فاقد جو ولی دارای میدان جاذبهٔ مخصوص بخود است سرعت ناو نسبت باین جسم باید باترمزموتورکاسته شود . در فاصلهٔکاملا مشخصی ازسطح این‌جسم سماوی که ازپیش محاسبه شده است لازم است که موتورناو روشن شود تااینکه نیروی جت سرعت ناورا تدریجاً بصفر برساند . اگر عمل ترمزخیلی زود در فاصلهٔ زیاد ازمحل فرود آمدن شروع شود باعث اضافه مصرف قابل ملاحظهٔ سوخت خواهد شد . از لحاظ تئوری بهترین راه گرفتن سرعت ناو بیکباره و متوقف کردن آنی بمجرد برخورد بسطح سیاره است . اما البته این کار شدنـی نیست بنابراین در ترمز کردن حدا کثراضافه بارهای مجازاینرسی باید بکار روند .

اگرسیاره دارای جوباشد ، حتی‌چنان جورقیقی چون مریخ ولی‌بویژه جوغلیظی مانند زمین وزهره ، قسمت قابل ملاحظه‌ای از مجموع عمل ترمز ناو درهنگام فرود آمدن میتواند با استفاده از مقاومت این‌جو دربرابر ناو پرنده انجام پذیرد . ازاین راه مقدارمعتنابهی سوخت میتواند ذخیره شود . اما ...

اما چنین فرود آمدنی درست بمصداق «بازی‌باآتش» است زیرا اندك اشتباهی در محاسبه ، اشتباهی ازجانب ناو برسبب مشتعل شدن ناوچون یك مشعل فروزان خواهد شد تا دربهترین‌حالات تنها چیزی که بسطح‌سیاره خواهد رسیدبقایای سوخته و گداختهٔ چیزی خواهد بود که زمانی یك ناو سماوی بود . سرنوشت شهاب‌ها که درجو «مشتعل» میشوند یعنی دراثرضربات ملکولهای هوا نابود میگردند . ناخدای سفینهٔ فضائی راکه جرئت نماید بچنین فرودآمدنی‌تن دهد مانندکابوس هراس‌آوری آزارخواهد داد . باید بخاطر داشت که سرعت ناوی کـه بزمین نزدیك میشود $\frac{۱}{۵}$ سرعت‌شهاب‌هائیست که از فرط گداختگی بخار میشوند بنابراین مقاومت هوا در برابر ناوحتی اگر شکل ناو را همانند شهاب بدانیم $\frac{۱}{۲۵}$ مقاومت دربرابرشهاب خواهدبود . ازطرفی مقاومت‌جبهه‌ای هوا دربرابرشهابها بعلت شکل‌نامنظمشان بمراتب بیشترخواهد بود . بااین همه امکانات چنین فرودآمدنی نباید نادیده گرفته شود. کشفیات دقیق‌دانش‌همراه باکنترل بی‌خطای خودکار چنین نشستنی را مطلقا بی‌خطرخواهد نمود .

حتی امروز هواپیمائی‌تندرو باید پدیدهٔ گداختگی بیش ازاندازه را هنگام‌پرواز درنظربگیرد. این گداختگی بیش‌ازحدازآنجهت رخ میدهد که هواپیماباسرعت شگرف خود به هوای بی‌حرکت برمیخورد وآنرامیفشارد . اثرحاصله همانندآنست که جریانی ازهوا باسرعت زیاد در حرکت باشد و بسطح بی حرکتی برخورده بوسیلهٔ این سطح ، ناگهان متوقف شود . هنگام ترمز کردن باین‌ترتیب انرژی حرکتی‌جریان هوا تبدیل

بگرما شده بسطح حائل منتقل میشودودرجهٔحرارت آن رابالامیبرد . درسرعتهای پرواز کم میدانیم کـه عملا گداختگـی بیش از اندازه‌ای مشهود نمیگردد . جایگاههای خلبانان وسرنشینان بعلت سرمای شدیدی که در ارتفاعات زیاد حکمفرماست باید بطور مصنوعی گرم شود . اما با افزایش سرعت گداختگی آئرودینامیك هواپیما چنان زیاد میشود که سرانجام نه‌تنها بگرم کردن جایگاهها نیازی نیست بلکه باید تدابیری‌برای خنك کردن آنها اندیشید . (از آنجا کـه انرژی حرکتی متناسب با مجذور سرعت حرکت‌است ، گرمایش آئرودینامیك به تناسب مجذورسرعت افزایش خواهد یافت)



نمودار گداختگی ناوبسته بسرعت وارتفاع پرواز

حتی امروز مواردی سراغ داریم که درجهٔ حرارت در جایگاههای هواپیماهای جت سریع‌السیربه۶۰ درجه سانتیگراد بیش‌ازآن میرسد . درجایگاههای هواپیماهای آزمایشی که سرعتشان‌بیشتراست‌این درجه حرارت حتی‌به صد درجه سانتیگرادمیرسد .

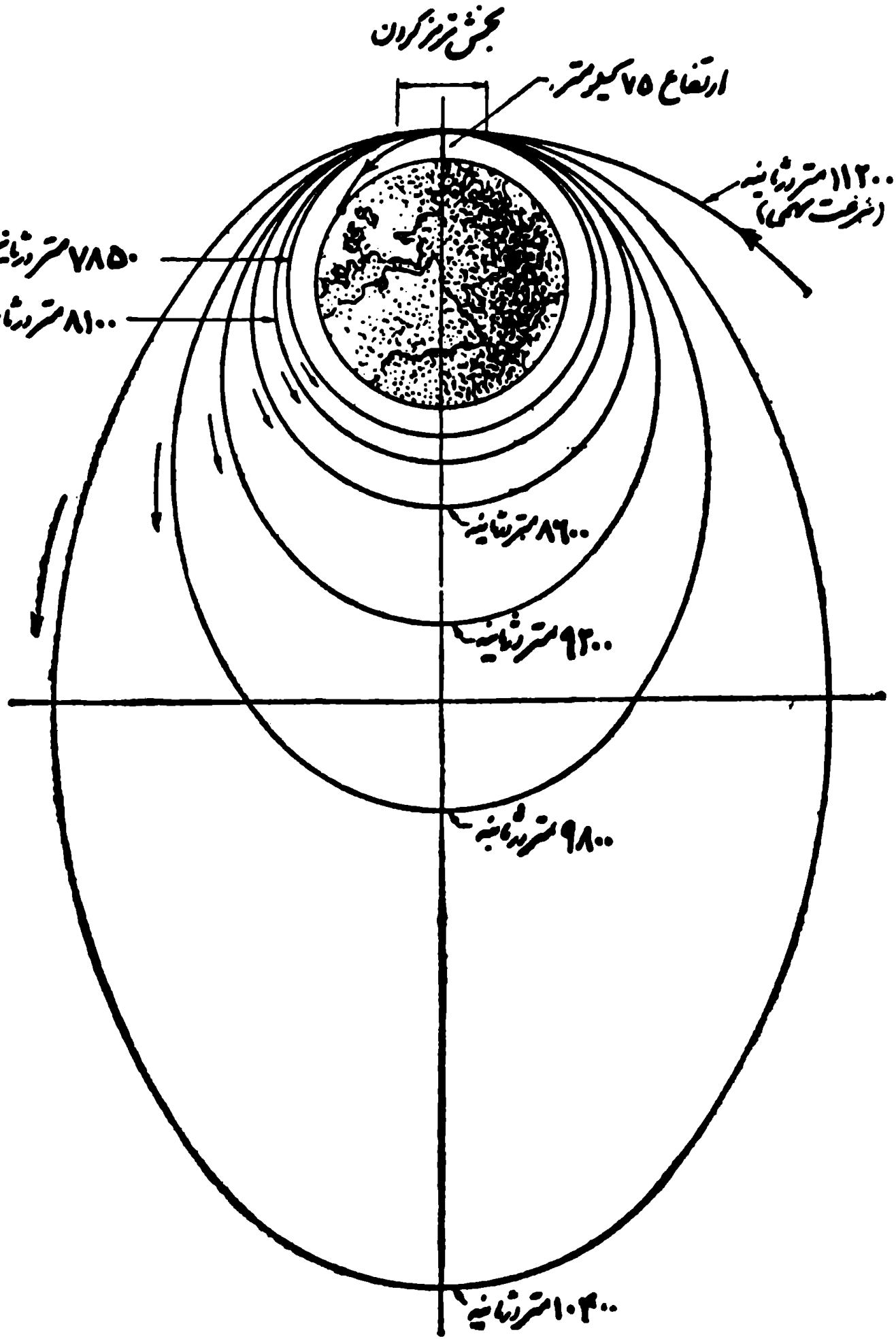
بدیهی است که عادت دادن خلبان به تحمل گرما وتمرین او دراین زمینه هیچ فایده‌ای ندارد . مسئلهٔ خنك کردن جایگاه خلبان‌فوریت زیادی پیدا میکند .

گداخته شدن هواپیما در هنگام پرواز ما را وامیدارد که نه تنها دربارهٔ خلبان بلکه دربارهٔ خود هواپیماهم بیاندیشیم . میدانیم که هواپیماها ازآلیاژهای سبك ومحکم آلومینیوم و منیزیوم ساخته میشوند . اما با افزایش درجهٔ حرارت استحکام این‌آلیاژها بسرعت کاهش می‌پذیرد .

قطعاتی ازاین آلیاژها که تحمل بار میکنند در درجات نسبتاً پائین حرارت کـه مثلا از۲۰۰ درجه سانتیگراد تجاوز نکند می‌توانند بکار روند . افزایش بیشتری در سرعت پرواز که باگداخته شدن بیشترهوا پیما همراه است مارا ناگزیرمیسازد ازکاربرد آلیاژهای سبك درهواپیماچشم پوشیده ازمصالح دیگری که در برابر گرما تاب بیشتری

دارند ـ ولی‌افسوس که سنگین‌تر هم هستند ـ استفاده کنیم .

باین دلیل است که درجدیدترین هواپیماهای تندرو، آلیاژهای تیتانیوم کهسبك وزن وحتی در درجات بالای حرارت هم پایدارند ، بیش‌ازپیش‌بکارمیروند . بی‌سبب‌نیست



مسیرفرود آمدن ناو فضاپیما . سرعت دراثرعمل ترمزکنندهٔ جوکاهش مییابد

که تیتانیوم رادرهواپیمائی، گاهی فلزآینده مینامند باین جهات است کـه بعضی از تازه‌ترین هواپیماها را ازپولاد زنگ نزن میسازند . درجایگاه خلبان این‌نوع هواپیماها رفریژراتور (دستگاه خنك کننده) برای خنك کردن محل‌کارخلبان ودرعین حال برخی ازمهمترین قطعات هواپیما نصب میکنند ، این دستگاهها هیچ شباهتی بـه یخچالهای خانگی ندارند . آنهاتوانائی‌ایجاد چنان برودتی‌را دارند که برای‌خنك کردن یك تئاتر متوسط دریك روزبسیار گرم کفایت نماید (این واحدازنوع توربینی‌است . هوا ازطریق

انبساط دریك توربین ویژه خنك می‌شود . این توربین درهردقیقه صد هزاردورمیزند.)
البته این تدابیر قطعی نیستند زیرا بمنظور غلبه برگـداختگی آئرودینامیك هواپیما درحین پروازبکارنمیروند ، بلکه فقط وسائلی برای تطبیق باآن است . افزایش آینده درسرعت پرواز همهٔ این اقدامات را بی اثرخواهـد ساخت . حتی‌امروز درپرواز موشکهای استراتوسفریك گرما به بیش‌ازچند صد درجه میرسد . مثلا موشك دورپرواز (مشروح درفصل‌ششم)هنگام افتادن بطرف زمین درقسمتهای پائین‌مسیرپروازخود چنان گداخته میشود که حرارت جدارآن بالغ بر۷۰۰ درجه سانتیگراد میشود .

تنها وسائل ممکن برای غلبه برگداخته شدن بیش از اندازهٔ هواپیما درهنگام پرواز آشکار میگردد . این وسائل از بسیاری جهات مشخص کنندهٔ راه تـکامل آیندهٔ هواپیمائی وعبارت از افزایش توانائی هواپیمابرای رسیدن‌بارتفاعات بیشتراست . تنهادر ارتفاع زیاد است که هواپیما میتواند بتندی بپرد وهر اندازه تندتر بپرد بلندترخواهد پرید . درارتفاعات زیاد هوا رقیق است واین امرازمقاومت در برابرهواپیما میکاهد و در نتیجه ازقدرت موردنیاز موتورکاسته میشود . قدرتی که هنگام پروازباسرعت زیادنزدیك زمین باید بیش ازاندازه بزرگ باشد . درعین‌حال درارتفاعات زیاد هواپیما کمتر گداخته میشود . هوای رقیق گرمای کمتری بآن میدهد در حالیکه تشعشع این گرما بوسیلهٔ هواپیما بفضای پیرامون بیشترمیشود . درنتیجه درجهٔ حرارت جدارهواپیما پائین میآید. درسرعتهای بسیار زیادکیهانی برای احتراز ازگداختگی بیش از اندازه، پروازباید در ارتفاعات بسیار بزرگ انجام گیرد . این خطر محتملا در ارتفاع صـد کیلو متری بکلی برطرف خواهد شد . دراین ارتفاع‌است که شهابها معمولا مشتعل‌میشوند . سنگهای‌سرد آسمانی باسرعتهای دههاهزار کیلومتردرساعت بداخل جو راه می‌یابند . دراثر گرمایش آئرودینامیك سنگها فوق‌العاده گداخته شده ودر بیشترموارد «دود میشوند» یعنی مبدل به توده‌ای از گاز و بخار گداخته و نورانی میگردد که ماآن را بشکل « تیرشهاب » در آسمان می‌بینیم .

دقیقتر گفته باشیم آنچه نورافشان است جرمی از هوای، غلیظ وبرافروخته است که درپیشاپیش شهاب بسرعت عجیبی‌درحرکت است حرارت‌آن به ۲۰۰۰۰۰درجه سانتیگراد وفشارش به صد اتمسفر (جو) میرسد تنها شهابهای بسیار نادر وبزرگترین آنها یاآنهائیکه سرعت کمتری دارند بسطح زمین میرسند . این توضیح دهندهٔ آنست که چرا با وجودآنکه مقداربسیار زیادی شهاب هرروزبداخل جوزمین‌راه مییابد،شمارهٔ شهابهائی که بسطح زمین میرسند چنان اندك است

فرودآمدن ناو فضا پیما را برروی زمین میتوانیم بترتیب زیر برای خود مجسم نمائیم. گرچه فقط پس‌ازآنکه تجارب بسیار بیشتری در پرواز هواپیماها و موشکها در قشرهای بالای جو ودر زمینهٔ برگرداندن اقمارمصنوعی بدست آمد این مسئله میتواند

بطورقطعی گشوده شود . ناوباید با زاویهٔ کوچکی بزمین نزدیك شود بنحویکـه میدان جاذبهٔ زمین درابتداء درسرعت آن اثرزیادی ننماید . باین‌جهت است که همانگونه که درفصل‌پیش گفتیم فرودآمدن‌ناوباید مانند شلیك گلولهٔتوپی بطورافقی‌باشد . سپس‌موتور روشن میشود وسرعت ناو بکمك ترمزجت بتدریج‌کاسته میگردد .

وقتیکه سرعت ناوکاهش یافت وشیب مسیرآن بیشترشد موتورخاموش میگردد. این‌درارتفاع ۵۰ـ۱۰۰ کیلومتری رخ‌میدهد. فرودآمدن‌بیشتربکمك ترمزآئرودینامیك انجام می‌پذیرد کـه درآن بالهای ناونقش مهمی بازی میکنند . ترمز اضافی میتواند بوسیلهٔترمزآئرودینامیك بالچه‌ها که وسیعاً درهواپیمائی‌بکارمیروند بدست‌آید. چترهای ویژه (پاراشوت) می‌توانند برای ترمز کردن بکار روند . این نوع پاراشوتها بتازگی در هواپیمائی مورد استفاده قرار میگیرند .

وقتیکه سرعت ناو به ۱۰۰ـ۱۵۰ متر در ثانیه رسید بکمك پاراشوت شروع به فرودآمدن عمودی میکند . درحالیکه قسمت عقب ناو رو بجلو است . سرعت فرودآمدن بتدریج به ۱۰ـ۱۵ متردرثانیه میرسد . کاملانزدیك‌زمین خلبان ناوباردیگرموتوررا برای مدت بسیار کوتاهی روشن میکند . این آخرین ضربه در جهت عکس حرکت ، آنچه از سرعت ناومانده ازآن میگیرد وناوبرروی شاسی‌ضد ضربه‌اش به نرمی‌فرود میآید وبدینسان پس ازسیردرفضا باردیگربزمین می‌نشیند !

بجای کاستن از سرعت ناو بکمك ترمز موتوری در آغازنزدیك شدن بزمین ، همانطور که عده‌ای از پیشگامان فضاپیمائی پیشنهاد کرده‌اند ، میتوان از مقاومت هوا سود جست . برای این‌منظور ناوباید پروازهای متعددی بگرد زمین درمسیرهای بیضی که بتدریج کوتاهتر میشوند ، انجام دهد دراین پرواز نزدیك زمین سرعت ناو بسبب مقاومت جو بتدریج کاسته میشود برای دست‌یافتن به کاهش لازم سرعت انجام چندین پرواز بدور زمین ازاین‌قبیل ضرورت دارد و اگرچه هیچگونه مصرف سوختی در میان نیست این پروازها خسته کننده وخطرناکند . احتمالاً درعمل منحصر کردن‌کاربه ترمز آئرودینامیك ، بخصوص درآغاز نزدیك شدن بزمین ، بعلت گداختگی ناو ، و امکان ذوب شدن جدارهای فلزی آن غیرممکن میباشد

عملی‌ترین راه هنگام‌فرودآمدن برروی زمین آن خواهد بود که نیمی‌ازسرعت ناو را بکمك موتور ونیمی دیگر را با ترمز آئرودینامیك تقلیل دهیم . طرح واقع ـ بینانه‌تری آن خواهد بود که بخصوص درآغاز کار، سرعت ایده‌آل ناورا دربرخاستن از زمین ۵ـ۶ کیلومتر درثانیه با درنظر گرفتن لزوم ترمز موتوری در فرود آمدن بیشتر بگیریم وبعبارت ساده‌تر مقدار بیشتری سوخت باخود همراه ببریم .

این مصرف سوخت موقعیکه تمام و یـا تقریباً تمام عمل ترمز ناو بـا مقاومت آئرودینامیك انجام پذیرد به حد اقل خواهد رسید ولی این امرهنگامی میسر خواهد

شد که دانش پیشرفت بیشتری کند . که پدیدهٔ هدایت حرارت درشرایط پرواز فضائی در قشرهای بالای جو مورد بررسی قرار گیرد ، موقعی که مصالح ساختمانی پایدار در برابر گرما تولید شوند و سیستم‌های خنك کننده تکمیل گردند بکار بردن این مصالح تنها برای قسمتهای معینی ازسطح بالها کفایت خواهد کرد .

برای چنین فرودآمدنی ناو باید شکل آئرودینامیك کاملتری داشته باشد واین موقعی شدنی است که از اندیشهٔ تبدیل‌ناو بیك سرنده استفاده شود بموجب این‌اندیشه ناو فضاپیما درنزدیك شدن بزمین خود را از همهٔ آن قطعات که غیر ضروریست خلاص خواهد کرد وتبدیل‌بیك سرندهٔ کوچك خواهد شد، که فقط جایگاهی برای سرنشینان، بالها و فرامینی خواهد داشت ، ممکن است خرد مندانه باشد که ناو برروی سطح دریاچه‌ای فرودآورده شود .

باحتمال زیاد میتوان پنداشت که فرماندهٔ ناو فضا پیما در نزدیك شدن بزمین در هر نقطه‌ای از سطح آن میتواند فرود آید . این بدان معنی است که ناو میتواند عیناً مانند هواپیمائی که از فرودگاه برمیخیزد و درآن می‌نشیند از فرودگاه کیهانی خود برخیزد ودرآن فرودآید . بهرحال دانستن‌این مطلب که پس از سفری بمریخ میتوانید درهمان نقطه‌ای که ازآن برخاسته بودید ، در سرمنزل‌خود فرودآئید ونیازی به اعزام هیئت‌های اکتشافی‌برای جستجوی‌شما درسراسردنیا نخواهد بود ، احساس دلپذیریست.

۱۷

پرش سه گام

پرش سه گام . . . این یکی‌از زیباترین‌حرکات ورزشی دوومیدانیست که‌مستلزم نیرو ، چالاکی ، نرمش و حساب دقیق میباشد . جهنده‌ای را می‌بینید که درنوار ٤٠ متری میدود ، با ضربه‌ای بر تختهٔ پرش ورزشکار بهوا می‌جهد ، ولی‌این تنها یك پرش طول نیست ، پس از برخورد بازمین جهنده باردیگربهواميپرد ، بااستفاده ازسرعتی که بدست آورده بنظرمیرسد که درهواميپرد ، پاها را تکان میدهد و مانندپرنده‌ای خود را بجلو میکشد . برخورد دیگری با زمین ، ... و برای بار سوم ورزشکار درهواست . . این سومین وآخرینْ پرش است . رکورد جدیدی بجا گذاشته شده است

میپرسید : همهٔ اینها چه ارتباطی با فضاپیمائی دارد ؟ آیا تازه‌ترین کامیابیهای دانش فضاپیمائی پرش سه گام را بهترین‌وسیلهٔ پرورش جسمی فضاپیمایان آینده تشخیص داده است ؟ خیر، چنین نیست . درست است که اندیشهٔ پرش سه گام در ارتباط با برخی از جدیدترین‌کامیابی‌های‌فضاپیمائی واقعاً بذهن‌متبادر میگردد ولی دراین مورد بخصوص، مادربارهٔ پرورش بدنی سرنشینان آیندهٔ ناوهای فضاپیمانمی‌اندیشیم .

ما تا کنون چند بار اشاره کردیم که مناسبترین پرواز فضائی آن خواهد بود که درچند مرحله با سوخت گیری‌درراه انجام شود وبرای این منظورمیتوان ازقمرهای مصنوعی و طبیعی یك سیاره سود جست و فهمیدن اینکه چرا باید اینطور باشد آسان است . اگرتمام سوخت لازم درآغاز حرکت درناو جای داده شود بخش بزرگی از آن بمصرف خود سوخت خواهد رسید ، یعني برای بلند کردن آن اززمین و فرودآوردنش در مقصد . اگر این سوخت « اضافی » درناو نباشد وضع بکلی‌دیگری پیش‌خواهدآمد. اگرسفری بمریخ را درنظر گیریم بآسانی بمزیت این شیوهٔ چند مرحله‌ای پی میبریم نخست فرض کنید که ناوی که اززمین بقصد سفر دوردست مریخ برمیخیزد تمام ذخیرهٔ سوخت را که برای پرواز لازم است دربردارد . هم‌چنین فرض کنید که سرعت ایده‌آل برای یك سفررفت وبر گشت اززمین‌بمریخ با فرودآمدن درمریخ ٤٥ کیلومتر درثانیه باشد . اگرسرعت جت چهار کیلومتر درثانیه باشد ـ که میتوان امیدوار بود تا دهسال

آینده بدست آید ـ بموجب فرمول موشکها نسبت جرم ناو (یعنی نسبت جرم ناو در آغاز حرکت‌به جرم ناو درموقعیکه همهٔ سوخت مصرف شده باشد) درحدود ۷۶۰۰۰ خواهد بود . این بدان معنی است که دربرابر هرتن وزن خود ناو درآغاز حرکت باید ۷۶۰۰۰ تن سوخت موجود باشد . البته ساختن چنین ناوی غیر ممکن خواهد بود . حد اکثرنسبت جرم یك ناو چند مرحله‌ای احتمالا نمی‌تواند بیش از صدوپنجاه باشد . بنابراین چنین پروازی بمریخ بیرون ازحدود امکان است .

برای ساده شدن دشواری فرض میکنیم اجتماعی ازآدمیان درمریخ موجود است و ترتیب تولید سوخت بموشك‌هم درهمانجا داده شده ، سرعت ایده‌آل ناو در برخاستن از زمین ، دراین مورد نصف مقدار قبلی خواهد بود . اگر چنین باشد نسبت جرم ناو در برخاستن اززمین‌فقط ۲۷۵ و دربرخاستن‌ازمریخ برای‌بازگشت بزمین نیز همین‌قدر و مجموعاً ۵۵۰ خواهد بود . بجای ۷۶۰۰۰ تن سوخت در مقابل هرتن وزن ناو ـ فقط ۵۵۰ تن ! چه تفاوت فاحشی ؟ !

حال بیائیم و نه‌تنها ازمریخ وزمین بلکه از اقمارآنها ، ازماه و دیموس‌نیزبرای تجدید سوخت استفاده کنیم . دراین صورت ناو ، نوعی پرش سه‌گام درفضا انجام‌خواهد داد و از زمین بماه و ازآنجا به دیموس وسرانجام بمریخ خواهد جهید .

بمنظور محاسبه میتوانیم مقادیرزیررا برای سرعت‌های ایده‌آل درنظر بگیریم : برای سفررفت وبرگشت زمین بماه ۱۶ کیلومتر درثانیه در هرجهت سفر برای سفرماه بدیموس وبازگشت ۹ کیلومتر درثانیه درهرجهت‌راه ـ برای سفررفت وبازگشت دیموس بمریخ ۶ کیلومتر درثانیه برای هر جهت . با همین سرعت جت ۴ کیلومتر در ثانیه نسبت‌اجرام‌زیرمورد نیازخواهدبود برای‌پرواز زمین ـ ماه ۵۵، برای سفرماه‌ـدیموس ۹٫۵، ازدیموس بمریخ ۴٫۵ وبرای تمام‌پرواز: ۱۳۸ = ۴٫۵×۲ + ۹٫۵×۲ + ۵۵×۲ بدیگر سخن این پرواز فقط به ۱۳۷ تن سوخت در برابر هرتن وزن ناو نیاز خواهد داشت در حالیکه هیچگاه بیش از ۵۴ تن از این ۱۳۷ تن یکباره در ناو ذخیره نخواهد شد .

اگرچه چنین پروازی کارساده‌ای نیست ولی شدنیست و اگر بجای ماه جسیم، زمین ماه مصنوعی کوچکتری داشته باشد اثرآن بمراتب بیشترخواهد بود . چنین‌است مزیت پرش سه‌گام درفضا ... ولی این‌هم داستان نیست .

سراسر مسیر کیهانی چنین پروازی به سه بخش تقسیم میشود پرواز درمیدان جاذبهٔ زمین، پرواز درمیدان‌جاذبهٔ مریخ ، آن بخش‌ازپرواز که این‌دورا بهم می‌پیوندد و درمیدان جاذبهٔ خورشید قرار گرفته . ازنقطه نظرطول مدت وبزرگی فاصلهٔاین‌بخش اخیر قسمت عمدهٔ راه است .

شرایط پرواز درهریك ازاین بخش‌ها متفاوت خواهد بود . دلیل آنهم ساده‌است. نیروی جاذبه دراین میدان‌ها یکسان نیست .

ناوی که در دوبخش انتهائی مسیر پرواز میکند یعنی موقع برخاستن از زمین یا فرودآمدن درآن یا سیارهٔ دیگری باید بر نیروی جاذبهٔ توانای آن چیره شود. اما هنگام پرواز دربخش عمده یا میانهٔ مسیر، جائی که فقط میدان جاذبهٔ خورشید وجود دارد وضع بکلی‌تفاوت میکند. دراین‌جافقط جاذبهٔ خورشیددرحرکت ناو تأثیرمینماید. اما بعلت فاصلهٔ زیاد ناو ازخورشید ، جاذبه بسوی آن بمراتب کمتر ازجاذبه بسوی‌هر سیارهٔ دیگری (درنزدیکی سطح آن سیاره) خواهد بود . مثلا درمجاورت زمین جاذبه بسوی خورشید $\frac{۱}{۱۶۵۰}$ جاذبه بسوی زمین است . برای ناو این مسئله که بر چه نیروی جاذبه‌ای باید غلبه کند تفاوت زیادی میکند زیرا این مسئله تعیین کنندهٔ آنست که چه نوع موتوری باید درناو کار گذاشته شود . طرز ساختمان ناو و شکل آن چگونه باید باشد . ناوی که دربخش انتهائی مسیر کیهانی می‌پرد با ناوی که بخش میانهٔراه را می‌پیماید تفاوت زیادی خواهد داشت . اما آیا ناو فضاپیما میتواند شکل خودرادرحین پرواز تغییردهد وبصورت کاملا دیگری درآید ؟

البته که نمیتواند . خیلی بعید بنظر میرسد که چنین کاری عملی باشد . اما میتوانیم ناوهای مختلفی برای پیمودن بخش‌های‌سه گانهٔ راه داشته باشیم . دراین‌صورت فضاپیمایان‌ناگزیرند که دوبار درطول‌راه ناو خود را تغییردهند و برای‌این‌کارمناسبترین وسیلهٔ استفاده از ایستگاه‌های بین‌سیارات، قمرهای مصنوعی زمین وسایر سیارات‌است، همانطور که پیشگامان دانش فضاپیمائی پیشنهاد نموده‌بودند .

مسافران با ناو فضاپیمای مخصوصی از زمین بپرواز درمیآیند سپس در قمر مصنوعی سوار ناو دیگری میشوند . این ناو فاصلهٔ بین قمرمصنوعی مزبور وقمرمریخ‌را خواهد پیمود. درقمرمریخ ناوسومی منتظرمسافران خواهد بود که‌آنان‌را بمریخ‌برساند. خواننده بی‌شك تصدیق میکند که چنین سفری‌شباهت فراوان به پرش سه گام مسافران در فضا دارد

این شیوهٔ انجام پروازفضائی علاوه برمزایائی که دربالابدان اشاره شد وبااستفاده ازاقمارمصنوعی‌ارتباط‌داردفرصت‌های دیگروکاملاجالبی‌دراختیارمامیگذارد. این‌فرصت‌ها ازخصوصیات ویژهٔ پروازدربخش میانه راه کیهانی، جائی که تنها میدان جاذبهٔ خورشید مؤثراست ناشی میگردد .

درحالیکه ناویکه اززمین‌بپروازدرمیآید باید دارای‌موتورنیرومندی بوده وبسیار مقاوم‌باشد یعنی‌سنگین‌باشد. ناوی که بین‌اقمارمصنوعی‌میپرد می‌تواند سبك‌بوده موتوری داشته باشد که کشش‌اندکی‌تولید کند

دلیل این امر آشکار است . موتور ناوی که از زمین‌برمیخیزد باید چنان کششی تولید کند که شتاب ناودست کم‌سه چهاربرابربزرگتراز‌شتاب‌نیروی جاذبهٔ زمین باشد این‌امربنوبهٔ خود بدان‌معنی است که کشش‌موتورباید بهمین‌اندازه بیشترازوزن ناوباشد. اگرناودرآغازحرکت مثلا۵۰۰ تن وزن داشته باشد که برای‌یك ناو فضاپیما چندان‌زیاد نیست موتورآن باید درموقع‌برخاستن اززمین بیش از ۲۰۰۰ تن کشش‌تولید نماید بدیهی است که موتوری باچنین کشش عظیم باید خیلی بزرگ وبسیارسنگین باشد.

هرقدرموتوربزرگتروسنگینترباشد خودناوهم باید بزرگتروسنگین ترباشد. اما این‌تنها دلیل‌آن نیست که چرا ناوی که از زمین برمیخیزد باید ناگزیرخیلی سنگین باشد . شتاب‌های بسیاربزرگ هنگام‌برخاستن‌ناونیروهای اینرسی‌بزرگی‌ایجاد میکنند که درناواثرمینماید وبرای تحمل این‌اضافه بارهای اینرسی‌ناوباید مقاوم باشد ، یعنی باید جسیم و سنگین باشد .

اماموقعی که ناوسفربین اقماردرمسیرمیانه را انجام میدهد باآنکه این‌بخش راه درازتراست وضع بکلی‌تفاوت میکند . خورشید ناورابا نیروی کوچکی‌بسوی خودمیکشد که‌غلبه‌برآن‌چندان دشوارنیست. بنابراین موتورناومیتواند کشش‌بسیار کمی‌داشته باشد و خود ناو که زیربارنیروهای بزرگ اینرسی نیست میتواند خیلی سبك باشد . شکل این ناو که درجوزمین نمیپرد می‌تواند هرطوری که بخواهیم باشد این امرایجاد وزن مصنوعی‌را درناوبسیارتسهیل خواهد نمود واین‌کار احتمالادراین بخش‌میانهٔ راه که ازهمه طولانی‌تراست ضروزی‌خواهدبود. اگرموتورناوی که بین‌مدارهای‌قمرمصنوعی‌رفت وآمد خواهد نمود (میتوانیم‌چنین ناوی‌را بین‌مداری بنامیم) باید کشش‌بسیار کمی داشته‌باشد، ومدت زیادی کار کند . (برای افزایش قابل ملاحظهٔ سرعت ناو باشتاب کم) طبعاً این پرسش پیش میآیدآیا امکان ندارد بجای موتور فشفشه‌ای‌با سوخت مایع‌موتور جت‌نوع دیگری‌بکاربریم؟ ازمشخصات موتورفشفشه‌ای‌باسوخت مایع‌توانائی‌تولید کشش بسیارعظیم درمدتی‌نسبتاً کوتاه است‌خصیصه‌ایکه‌آنرا بویژه‌برای‌انجام‌پروازهای نزدیك‌سیارات‌مناسب میسازد ، اما در اینجا شرایط کاملا متفاوتند و بهمین جهت خصوصیات موتور هم باید دگرگون باشد .

پیشگامان فضاپیمائی درروزگارخود انواع‌مختلف موتورهارا که‌برای‌این منظور میتوانستندبکارآیند درنظر گرفتند، ازآن‌پس نیزپیشنهادهای متعددیگری شده است. اماآنهاغالباً پذیرفته نشدندزیرا این‌موتورهابرای پروازدرمجاورت‌زمین متناسب نبودند. اما اندیشهٔ پرش‌سه گام همانطور که دیدیم فرصت‌های‌بزرگی دراین‌زمینه بدست‌میدهد. یکی ازنخستین اندیشه هائی که بذهن خطورمیکند اینست : آیا نیروی فشارپرتوهای خورشید نمیتواند هنگام پروازیك ناوبین‌مداری مورد استفاده قرار گیرد ؟ وجودچنین

فشاری نخستین بار در سال ۱۹۰۰ به ثبوت رسید. برای اثبات وجود این فشار و اندازه گیری آن بآزمایش بسیار دقیقی نیاز است ، زیرا نیروی فشار نور بسیار ضعیف میباشد . مثلا فشار پرتوهای خورشید روی صفحه‌ای که در جهت عمود بر این پرتوها قرار گرفته باشد، در فاصلهٔ زمین از خورشید برابر نیم کیلو گرم در یك... کیلومتر مربع است (این مقدار برای یك جسم مطقاً سیاه است که همهٔ پرتوها را جذب میکند، برای یك آئینهٔ ایده‌آل که همهٔ پرتوها را منعکس نماید این فشار دو برابر خواهد شد.)

این نیروی نا چیزیست ولی با وجود این نقش بسیار بزرگی در طبیعت بازی میکند فشار نور دنبالهٔ ستارگان دنباله دار را از خورشید منعطف میسازد . هم چنین می‌پندارند که در زندگی اختران بویژه در محدود کردن ابعاد حداکثر آن نقش بزرگی ایفا مینماید

یکی از دانشمندان محاسباتی کرده و نشان داده است که چگونه میتوان از فشار اشعهٔ خورشید برای بحرکت درآوردن ناوهای فضاپیما در میدان جاذبهٔ خورشید سود جست . با بکار بردن صفحات بسیار نازك فلزی میتوانیم ناو را با آینه هائی که سطح شگرفی دارند و قادرند پرتوهای خورشید را منعکس نمایند مجهز ساخت .این صفحات میتوانند چند هزارم میلیمتر ضخامت داشته باشند . بموجب محاسبهٔ این دانشمند اگر سطح چنین آینه‌ای ۰٫۱ کیلومتر مربع باشد وزن آن در حدود ۳۰۰ کیلو گرم خواهد بود اما چنین آینه‌ای تنها نیروئی برابر ۵۰ گرم تولید خواهد کرد . تحت تأثیر این نیرو سرعت ناوی که ۵۰ تن وزن داشته باشد (در روی زمین) یك صدم یك میلیمتر در ثانیه در هر ثانیه پرواز اضافه خواهد شد ، بدیهی است که فشار پرتوهای خورشید حتی در میدان جاذبهٔ خورشید قادر براندن ناو فضا پیما نخواهد بود .

حالا که پرتوهای خورشید که از بیرون بروی ناو میتابند قادر بحل این مشکل نیستند شاید با استفاده از فشار اشعهٔ نور که خود ناو بپرا کند بتوان آن را حل نمود. اگر مثلا نورافکن نیرومندی در ناو کار گذاشته شود دستهٔ پرتوهای نورانی که خارج میشود واکنشی ایجاد میکند که عیناً مانند واکنش فشار پرتوهای خورشید بر روی آینه‌است اما حتی این واکنش هم برای ایجاد موشکی که با نور کار کند کافی نیست. برای افزانش نیروی واکنش این دسته اشعهٔ نورانی لازم خواهد بود سطحی که این اشعه را میپرا کند بحرارتی نزدیك چند میلیون درجه سانتیگراد گداخته شود کاری که البته غیرممکن است .

از این قرار می‌بینیم که برای ایجاد یك کشش واکنشی که بتواند ناو فضاپیما را بحرکت درآورد مامطلقاً ناگزیریم چیزی را به بیرون پرتاب کنیم . پرتو های نور برای این منظور جسمی بس کوچك دارند .

در موتور فشفشه‌ای با سوخت مایع ، همانطور که میدانیم ، جسمی که به بیرون

پرتاب میشود عبارت از ملکولهای گاز است که محصول احتراق سوخت میباشد . اگر بخواهیم که این گازها با سرعت زیادی به بیرون رانده شوند باید در داخل موتورفشار زیادی ایجاد شود . مقدار گازهائی که هر دقیقه به بیرون می‌جهند نیز بایدزیادباشد والا کشش موتور کم خواهد بود .

اما موتور یك ناو بین مداری همانطور که گفتیم باید کشش کمی‌تولید کند.این امر بما امکان میدهد موتوری بکار بریم که جسم بمراتب کمتری ازیك موتورفشفشه‌ای با سوخت مایع به بیرون پرتاب میکند اما با سرعت بمراتب بیشتری این‌کار را انجام میدهد . برای افزایش سرعت جت بجای استفاده ازنیروی فشار در داخل‌موتورمیتوان از نیروی برق سود جست .

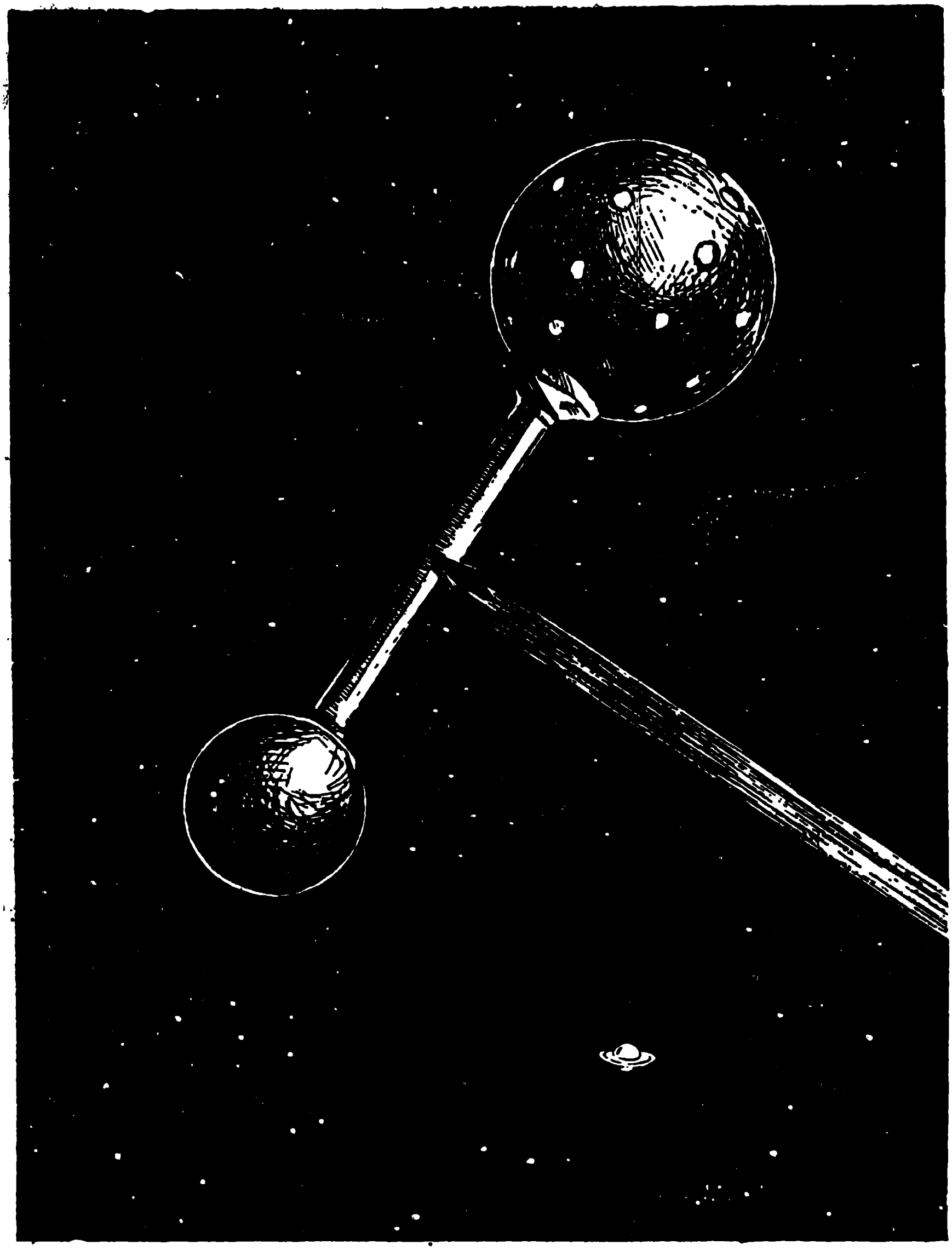
مثلا برای این منظور میتوان ازیك شعبهٔ موشك اتمی نظیر آنچه درفصل‌هشتم تشریح گردید استفاده کرد یعنی از نیروی واکنش محصولات تجزیهٔ اتمی که از درون موتور بخارج بگریزند سود جست . سرعت جت این‌محصولات میتوانندبرابر دهها‌هزار کیلومتر در ثانیه‌باشد ، سرعتی که مشکل بطریق دیگری دست یافتنی‌باشد. یك‌موتور جت ممکن دیگر از این قبیل موتور الکترونی یا ایونیست . کشش واکنشی‌این‌موتور بوسیلهٔ گریز اجزاء جسمی که بار الکتریکی دارند یعنی الکترونها یا ایونها ایجاد میشود این اجزاء بوسیلهٔ میدان الکتریکی که بر آنها تأثیر میکند بسرعت شگرفی رانده میشوند .

این سرعت دادن اجزاء باردار الکتریکی تحت تأثیر یك میدان الکتریکی وسیعاًدرتکنیك بکار میرود . مثلا برای‌نمونه جریان عادی برق را که درسیم‌هاجاریست در نظر بگیرید گاهی میسر است که در دستگاه‌های ویژه‌آزمایشگاهی اجزاءباردار الکتریکی را باین طریق با سرعت شگرفی که بدهها و حتی صدها هزار کیلومتردرثانیه میرسد برانیم . اندیشهٔ یك موتور ایونی‌اندیشهٔ تازه‌ای نیست چنین موتوری می‌تواند بترتیب زیر ساخته شود : یك مولد نیرومند برق ، یك دینامودر ناو فضاپیما کار گذاشته میشود . انرژی لازم برای گرداندن این ژنراتور میتواند بوسیلهٔ یك واحد قدرت اتمی‌یا از طریق استفاده از انرژی خورشید بدست آید .

جریان برق که بوسیلهٔ ژنراتور تولید میشود برای باردادن به صفحات‌یك خازن عظیم که بصورت شبکه‌های نازك فلزیست بکار میرود . در نتیجه یك اختلاف سطح الکتریکی بین صفحات خازن ایجاد میشود و همین اختلاف سطح به‌اجزاء الکتریکی جسمی یعنی ایونها سرعت می بخشد .

الکترونها در محفظهٔ ویژه ایونیزاسیون از ملکولهای عادی جسمی کنده‌شده . اجزائی بابار مثبت الکتریکی یا ایونهای مثبت بدست میآوریم . این ایونها آنگاه بین

صفحات خازن عبور داده میشوند وسرانجام بسرعت صد هزار کیلومتر در ثانیه بخارج میگریزند . با گریز این ایونها کشش واکنشی لازم برای پرواز ناو ایجاد میشود .
طرحی برای عزیمت بمریخ اگر با شیوهٔ پرش سه گام و با بکاربردن فشفشه‌های



ناو فضا پیمای ایونی که برای پرواز درمیدانهای جاذبهٔ ضعیف مناسب است

ایونی انجام پذیرد چیزی ازاین قرارخواهد بود ؛ این طرح را طراح معروف موشك‌ها ، دکتر ورنرفون براون آلمانی تهیه کرده است. گروهی مرکب از ۱۰ ناوایونی بین سیارات

باسوار کردن قطعات رسیده بوسیلهٔ موشکهای باری از زمین در اقمار مصنوعی ساخته میشوند. ناوگانی مرکب از ۵۰ موشك باری سه مرحله‌ای برای رساندن این قطعات و سرنشینان ناوها بکار خواهد رفت و برای اینکار موشك‌ها باید درخدود هزار پرواز انجام دهند. هریك از این موشك‌ها در آغاز حرکت تقریباً ۶۵۰۰ تن وزن خواهند داشت. درمرحلهٔ اول هریك ازاین موشکها بوسیلهٔ چترنجات بزمین باز گشت داده میشود. مرحلهٔ سوم برای فرود آمدن درزمین خواهد سرید وبرای این منظور بال خواهد داشت .

وزن هریك ازناوهای ایونی بین مداری که فضاپیمایان با آن بمداری نزدیك مریخ خواهند رسید بیش از ۳۵۰۰ تن خواهد بود. اگر سه ناو کوچك که هریك ۲۰۰ تن وزن داشته باشند بکار روند ۵۰ سرنشین میتوانند درمریخ فرود آیند. یکی ازاین سه ناودرمریخ خواهدماند و آن سرنشینان خوشبخت وکامیاب که سرانجام مریخ را دیده‌اند بادوناودیگر خودرا به ناوگان بین سیارات که درمداری نزدیك مریخ منتظر آنان خواهدبود میرسانند. سه ناوایونی بین مداری ودوناو کوچك که ازمریخ آمده‌اند درمداری نزدیك مریخ بجاخواهند ماندوباقمارمصنوعی آن بدل خواهند شد، درحالیکه هفت ناودیگرافراد هیئت اعزامی را بمدارماه مصنوعی زمین خواهندرساند وسرنشینان از آنجا باموشك‌های باری بزمین رسانده خواهند شد

بموجب محاسباتی که شده است سراسراین مسافرت درحدودسه سال طول خواهد کشید والبته مستلزم مخارج گزافی خواهد بود. مثلا درحدود ۵ میلیون تن سوخت برای پروازموشکهای باری لازم خواهدبود درحالیکه پروازهای ایونی بین مداری درحدود ۴۰۰۰۰ تن سوخت مصرف خواهند داشت. برای سازمان دادن چنین مسافرتی سالها وحتی دهها سال مطالعات مداوم وکارمشترك بسیاری ازدانشمندان، طراحان، مهندسین و کارگران و گشودن پیچیده‌ترین مشکلات علمی وفنی لازم خواهدبود. اما یك چنین پیروزی که پیروزی آدمیان درجنگ باطبیعت است بهمهٔ این زحمات ورنج‌ها میارزد !

بخش پنجم

آدمی درفضا

۱۸

افلاك در خدمت بشر

آن روز که فرستادگان زمین، برای نخستین باربرسرزمین‌زهره‌ومریخ‌پای‌نهند نزدیك میشود. سالها بسرعت برق‌خواهد گذشت ، سالهائی که سرشار از تأثرات اولیهٔ خارق‌العاده وتازگی کشفیات نخستین خواهدبود آنگاه این‌پرسش پیش خواهدآمد: با اجرام‌سماوی که فتح کرده‌ایم‌چه کنیم ؟ چگونه‌میتوان ازآنهابه‌بهترین‌وجهی درخدمت بآدمیان‌راه جست ؟ اماچرا تاآنزمان صبر کنیم ؟ مسلماً اندیشیدن دراین‌باره‌هم اکنون وارزیابی فرصت‌هائی که این پیروزیها ببارخواهدآورد ، هیچ ضرری ندارد .

ماهم‌اکنون درفصل‌اول وسپس درفصل‌یازدهم درمورد مسئلهٔ ایجاد اقمارمصنوعی زمین‌به این مسائل اشاره کرده‌ایم. اکنون‌بیائید باتفصیل بیشتردربارهٔ امکاناتی که دراثر تسخیرماه ، مریخ وزهره دردسترس دانش قرارخواهد گرفت گفتگو کنیم .

تنهاتصادف صرف نیست که ماه توجهٔ ویژهٔ مارا بخود جلب‌میکند. اولا ماه‌بدون شك‌نخستین هدف فضاپیمایان‌خواهدبود ، نه تنها بعلت فاصلهٔ‌نسبتاً ناچیزآن بازمین که ارتباط باآن‌را بسیارمناسب میسازد بلکه هم‌چنین بدان علت که ازماه میتوان براههای گوناگون‌سودجست واین‌کاردرمورد سایرسایرات‌امکان پذیرنیست، وسرانجام باین دلیل که مادربارهٔ ماه‌آگاهیهای بمراتب‌بیشتری داریم‌تادربارهٔ اجسام‌سماوی دیگر.وبنابراین میتوانیم امکاناتی‌را که ماه دراختیارمامیگذاردنسبت بامکانات‌هرجسم سماوی دیگرمورد ارزیابی درست‌ترقراربدهیم .

پیش‌ازآنکه بتوانیم‌به پرسش «باماه چه خواهیم کرد ؟» پاسخ‌دهیم (ناگفته‌نماند که این مطلب درمورد سایراجرام سماوی هم صادق است) باید درنوبت اول بدانیم که برای‌آن نمایندگان‌خاکی که باین «مأموریت» ویژه بماه اعزام‌میشوند چگونه‌شرایطی برای زندگی‌فراهم خواهد بود . بدیهی‌است که اگراین شرایط هرگونه اقامت‌طولانی انسان را منتفی سازد ، مانندمورد عطارد که حرارتی نزدیك‌به چهارصد درجه‌سانتیگراد دارد ، امکانهای استفاده ازماه بسیارمحدود خواهد شد

خوشبختانه وضع ماه ازاین نقطه نظر چندان فاجعه آمیزنیست ، گرچه نیازی

بیادآوری ندارد که انتظارآسایش‌های زمین درآنجا نیزبیهوده خواهد بود . وازاین‌نظر چنان سیاره‌ای درمنظومهٔ شمسی‌وجود ندارد که بتواندچنین‌آسایشی دراختیارمابگذارد.

زندگی درماه بسیارسخت خواهدبود ، طبیعت‌آن باآدمی خصومت خواهدورزید وخود اوبایدآنچه‌را برای ادامهٔ حیاتش لازم است فراهم‌آورد . مؤثرترین عامل فقدان جودرماه است . بنابراین انسان باید لباسی بپوشد که اوزا ازفضای پیرامون مجزا سازد. این لباس میتواند ازنوع لباس معمولی فضاپیمائی باشد (لباس «شناوران فضا» که سابقاً بدان اشاره کردیم) یانوع بغرنج‌تر وتکامل یافته‌ترآن . بهرحال چنین لباسی که بسیار ناراحت و مزاحم خواهد بود ، در مقایسه باآن زره شوالیه های قرون وسطی پوشاکی بسیارظریف جلوه خواهد کرد . وزن نسبتاً سنگین لباس‌مانعی نخواهد داشت زیراوزن درماه فقط یك ششم وزن درروی زمین خواهد بود . صد کیلوی زمینی درماه تنها ۱۶ کیلووزن خواهد داشت . ازآنجا که کسی که ۶۰ کیلو درزمین وزن دارد درماه «لاغر» شده بده کیلوخواهد رسید اگرلباس ۱۵۰ کیلوئی هم بپوشد مجموع وزن اوولباسش در ماه فقط ۳۵ کیلوخواهد بود بعبارت دیگر حتی دراین شرایط هم انسان در ماه تنها نصف سنگینی خودرا درروی زمین احساس خواهد کرد. درست است که تحرك‌اونه‌تنها بوسیلهٔ وزن ، بلکه بوسیلهٔ جرم هم که باید براینرسی‌اش غلبه نمود معین میشود.مثلا درحالی که یك‌چکش‌درماه فقط $\frac{۱}{۶}$ وزن‌زمینی‌اش‌راخواهدداشت، تکان دادن‌آن‌بهمان اندازه که درزمین دشواراست دشوارخواهد بود. باین جهت است که ماه نشینان‌محبوس درلباسهای جسیم وزمخت خودالزاماً باید درماه خودرا بسیارآرام ببرندوآهسته حرکت نمایند،بهرحال برخلاف‌تصوربرخی‌ازنویسندگان نخواهند توانست‌جهش‌های آکرباسی بطول ۲۰ مترو‌بارتفاع ۵ مترانجام دهند

سازمان دادن اجتماعی درماه‌کاملا شدنیست ، گرچه دشواریهای قابل ملاحظه‌ای دربرخواهد داشت . ناوهای فضاپیما که‌آدمیان‌را بماه رسانده‌اند بعنوان نخستین مسکن مورد استفاده قرارخواهند گرفت . سپس چادرهای ویژهٔ ماه که ازمواد پلاستیك بسیار مقاوم ساخته شده برافراشته خواهند شد . احتمالامطلوب خواهد بود که خانه‌های«زیر ماهی» (درمقایسه باخانه‌های «زیر زمینی») یعنی مسکن های مداومی زیر سطح ماه ، درصورت امکان ، ساخته شود . این‌کارازنقطه نظرعایق‌نمودن حرارتی ، سربسته ومجزا بودن‌مساکن،مصرف مصالح‌ساختمانی، حفاظت دربرابرآثارزیان بخش‌فضای کیهانی‌وغیره مطلوب خواهدبود ، بتدریج شهرهای‌کامل‌زیرماهی ، زیر سطح ماه ایجادخواهندشد.

دست کم درآغازکار ، هرچه مورد نیازماه نشینان باشد، اززمین تأمین خواهد شد . زمین ، هوای لازم برای تنفس ، خوراك ،آب وکلیه ذخائردیگررا فراهم خواهد کرد . بعدها ساکنان ماه «نگاهداری ازخود»را خواهدآموخت .

گرمخانه‌ها و گلخانه‌های متعدد میتوانند اکسیژن ، سبزی ومیوه تأمین کنند، اکسیژن‌را میتوان ازخاك ماه نیزبدست‌آورد. میدانیم که درحدود ۵۰ درصدرویهٔزمین هم ازاکسیژن تشکیل یافته است .

بسیاری ازمواد معدنی درزمین حاوی‌آبند. محتمل است که‌آب نیزدرماه بدست آوردنی باشد (صخره‌های‌آتشفشانی که قسمت اعظم‌سطح ماه‌را میپوشانند تا۵ درصدآب دارند ، درشهاب‌های کوچك هم‌آب کشف شده است .) هم‌چنین کاملا ممکن است که درته عمیقترین گودالهای ماه یخ وجود داشته باشد . فرآورده‌های عمدهٔ خوراکی بعداً بطور مصنوعی بدست خواهند آمد . بعلاوه مزارع دام پروری هم میتوانند ترتیب داده شوند . بنابراین تهیهٔ هرآنچه که برای زندگی‌لازم است درماه امکان پذیرخواهدبود.

برای «رساندن» ماه نشینان به نقاط مختلف ماه، میتوان‌ازحمل ونقل‌الکتریکی مانند «الکتروموبیل» (واگن برقی) استفاده کرد ، وبعدها قطارهای الکتریکی یاموتور های حرارتی (توربوگازیاجت) که باسوخت موشك کار خواهند کرد مورد استفاده قرار خواهندگرفت . هواپیمائی ، بعلت ناهمواری سطح ماه بسیارمفید خواهد بود، گرچه فقدان هوا شکل متداول هواپیمائی‌را غیرممکن خواهد ساخت . ماشین‌های پرنده‌ای میتوان برای‌این منظوربکاربرد که مجهزبه موتورهای فشفشه‌ای باشند که نه تنها برای برخاستن ببالا، بلکه برای ایستادن بالای سطح ماه وایجاد قوهٔ نگاهدارنده بکارروند . ارتباط بین ساکنان ماه میتواند بوسیلهٔرادیوعملی شود. برای افزایش‌شعاع این‌مواصلات رادیوئی که بعلت انحناءِ زیادسطح ماه بسیار کم خواهد بود هریك از لباسهای فضائی باید بابلند ترین‌آنتن ممکن مجهزشوند . بدون چنین آنتنی دامنهٔ مواصلات رادیوئی بیش از۲ـ۳ کیلومترنخواهد بود .آنتنی به بلندی ۱۵ متراین شعاع‌را به ۱۰ کیلومتر افزایش خواهد داد . برای انجام مکالمات حضوری ، از دستگاهی شبیه لارینگوفن که خلبانان درحین پروازبکارمیبرند می‌توان استفاده کرد .

هنگامیکه دربارهٔ استفادهٔ ماه و سیارات برای خدمت بآدمیان سخن میگوئیم سه شکل ممکن ازچنین خدمتی‌را درنظرمیگیریم : علمی ، صنعتی ، نجومی .

ارزیابی‌کامل‌آن‌اهمیت‌علمی که نخستین هیئت ساکن‌درماه خواهد داشت‌براستی دشواراست. این‌کارستاره شناسان‌را باچنان رصد خانه‌ای مجهزخواهد نمود که فعلا تنها میتوانند درخواب به بینند . مادر گذشته ازمزایای رصدخانه‌ای که دریك قمر مصنوعی دائرشود سخن گفته‌ایم رصدخانه‌ای درماه حتی‌ارزشی بیش‌از آن‌خواهدداشت. مثلاچنین رصد خانه‌ای ازنواقص رصدخانه‌ای برروی قمرمصنوعی که ناشی ازجرم نسبتاً کوچك ابزارنجومی ودر نتیجهٔ عدم ثبات زیاد آنست عاری خواهد بود . یك حرکت نسنجیده ازجانب رصد کننده درقمرمصنوعی میتواند موقعیت تلسکوپ را کاملا تغییردهد و این مسئله درعکس برداریهای بطئی یعنی موقعی که صفحهٔ عکاسی برای مدتی طولانی در

معرض تابش نورقرارمیگیرد اهمیت زیادی دارد . ولی درماه، بیرون ازجوزمین، چنین عکس برداری که برای نجوم‌ارزش فراوانی دارد ممکن خواهد بود ومیتوان هرقدر که لازم باشد باین‌ترتیب عکس‌برداری نمود. درروی زمین نورپرا کنده حتی درتاریك‌ترین شب‌ها برصفحهٔ عکاسی هنگام عکس برداری بطئی میتابد و بنابراین گرفتن عکس از نبوله‌های ضعیف (توده‌های ابرمانند فلکی)واختران دوردست‌راغیرممکن‌میسازد بعلاوه برخی از مشاهدات مربوط به ستارگان و سیارات که درزمین نمیتوان انجام داد بعلت شب درازماه که دوهفتهٔ زمینی بطول میانجامد امکان پذیرمیگردند. بررسی تشعشعات کیهانی برپایهٔ کاملا نوینی ترتیب‌داده خواهد شد. فیزیك دانان ، شیمیدانان ، زیست شناسان ، گیاه شناسان ، پزشکان و سایر کارشناسان خواهند توانست مطالعات بسیار باارزشی درماه انجام دهند .

خود ماه هم ، و از جمله روی «دیگر» اسرار آمیز آن البته مورد دقیق ترین بررسیها قرار خواهد گرفت و سرانجام پاسخ دادن به پرسشهای متعددی دربارهٔ ماه که دانشمندان را سر درگم کرده است ممکن خواهد شد . بعلاوه گام بزرگی در بررسی سیارات برداشته خواهد شد .

این‌کار ازآن جهت شدنی خواهد بود که تلسکوپهای ماه قدرت بزرگ نمائی بمراتب بیشتری خواهند داشت وخواهند توانست تصاویر بسیار دقیقتری ازآنچه که در بهترین رصدخانه‌های زمینی بدست میآید ، تهیه نمایند . بدین‌سان ممکن خواهد شد عکس‌های ایده‌آلی ازسیارات گرفت گذشته ازاین ستاره شناسان باسفری بماه خواهند توانست بسیاری ازشیوه‌های مشاهده و بررسی سیارات راکه اینك درنجوم متداول است مورد بررسی انتقادی قرار دهند (چه از طریق کنترل درستی مشاهدات زمینی ماه وچه ازراه مشاهدهٔ زمین ازفرازماه) ترکیب شیمیائی اجسامی که سطح‌ماه را تشکیل میدهند بالاخره کشف خواهد شد . تابحال باوجود نزدیکی ماه ، دانشمندان مطلقاً چیزی در این خصوص‌نمیدانند وحال‌آنکه ترکیب ستارگانی که هزارهامیلیون باردورترندبیرکت نوری که خود این ستارگان میپرا کنند بخوبی شناخته شده است . مشاهدات زمین ، آگاهیهای باارزشی در دسترس جغرافیدانان و هواشناسان خواهد نهاد . سفری بماه ، بزمین‌شناسان دانستنی‌های فراوان دربارهٔ فعل وانفعالهای‌تشکیل زمین ، تأثیرپدیده‌های جوی برروی سطح زمین و چیزهای دیگر خواهد آموخت . مثلا گودالهای عمیق ماه قرینه‌ای دربارهٔ ساختمان قشرهای زیرین پوستهٔ زمین‌بدست خواهد داد . زیرا بموجب فرضیهٔ یکی ازدانشمندان‌فعل وانفعالهای تشکیل زمین وماه مشابه بوده‌اند . برای‌انجام چنین نتیجه گیریهائی در روی زمین لازم خواهد بود چاه‌هائی که ۱۰ـ۱۵ بار گودتراز گودالهای ماه باشند حفرنمود ،کاری که مشکل امکان پذیرباشد .

کوتاه سخن ، ماه در آینده بوسیع ترین آزمایشگاه مبدل خواهد شد و این

شعبهٔ فرهنگستان علوم درماه با ارزشترین اطلاعات علمی را فراهم خواهد نمود .

امکانهائی که برای استفاده ازماه برای مقاصد صنعتی وجود دارند بسیار جالبند. میتوان معادنی درماه حفرنمود وبسیاری مواد معدنی وفلزات گرانبها را استخراج نمود. (بموجب برخی فرضیات فلزهای سنگینی که در شهابهای کوچك دیده میشوند ممکن است در سطح ماه یافته شوند .) کارخانه های شیمیائی ممکن است تأسیس شوند که محصولات گوناگون شیمیائی وازآنجمله برخی سوختهای موشك (مانند هیدروبرونها) تولید نمایند وتأسیسات صنعتی‌دیگردائر گردند . ممکن است مراکزعظیم تولید قدرت بکمك انرژی خورشید تأسیس شوند که انرژی مورد نیاز همهٔ این صنایع ماه را تأمین نمایند . این امربعلت فقدان جو درماه امکان پذیرخواهد بود (ازلحاظ تئوری بااستفاده ازحرارت خورشید میتوان ازهرهکتار سطح ماه ۱۵ هزار کیلووات انرژی‌بدست آورد. اما این مراکزقدرت خورشیدی تنها درطی «روز» ماه که دوهفتهٔ زمینی بطول میانجامد خواهند توانست کار کنند . بنابراین لازم خواهد بود یك رشته از چنین مراکزی در دورادورماه وبفواصل زیاد از یکدیگرساخته شوند تا تأمین بدون وقفهٔ انرژی حاصله از خورشید ممکن گردد .)

هم چنین بعداً مناسب خواهد بود که مراکزنیرومند برق اتمی وحرارتی درماه ساخته شوند . فقدان جو در ماه وانحناء زیاد سطح آن این مراکز اتمی را بشرطی که درمحلهای مناسب نصب شوند حتی بدون وسائل استحفاظی نیرومند نیزبی خطرخواهد ساخت ، وسایلی که در زمین برای حفاظت در برابرتشعشعات زیان بخش رادیوآکتیو کوره‌های اتمی‌ضروراست . این مراکزطبعاً باید با دستگاههای‌هدایت ازدور، ازفواصل زیاد کنترل شوند .

فرآورده‌های‌کارخانه‌های ماه ، تنها برای‌تأمین نیازمندیهای ساکنان ماه بمصرف نخواهد رسید بلکه بزمین نیز تحویل داده خواهد شد . سرعت گریز از ماه فقط $۲\frac{۱}{۳}$ کیلو متر در ثانیه است یعنی برای گریز ازمیدان جاذبهٔ ماه ناو فضاپیما بکمی کمتراز $\frac{۱}{۲۰}$ انرژی حرکتی لازم برای خروج ازمیدان جاذبهٔ زمین نیازخواهد داشت. بنابراین برای انتقال کالاها از ماه بزمین بمصرف نسبتاً ناچیز سوخت نیاز خواهد بود . حاجت بیادآوری ندارد که این سوخت درخود ماه تولید خواهد شد

امکانات استفاده ازماه ازلحاظ نجومی ، یعنی‌تبدیل‌آن‌بیك‌نوع «پنجره‌ای بسوی کیهان» فوق‌العاده بزرگ است . ماه نه تنها نخستین هدف سفر فضائی خواهد بود بلکه بیك مرکز تعلیماتی بسیار مهمی برای آماده کردن مقدمات پروازهای دوردست‌فضائی، تعلیم فضاپیمایان ، آزمودن ناوها ، دستگاهها و غیره تبدیل خواهد شد . محتملا یك «اردوگاه تعلیماتی» مداومی درماه وجود خواهد داشت که وابسته به آموزشگاه عالی

فضاپیمائی بوده و فضاپیمایان آینده مطالعات نظری و علمی خـود را در آن تکمیل خواهند نمود

اگرسازمان دادن تولید سوخت موشك در ماه امکان پذیرباشد آنوقت این قمر بعنوان یك ایستگاه بین راه بـرای ناوهای دور پرواز بین سیارات نقش عمده‌ای بازی خواهدکرد . ترتیب دادن چنین تولیدی ظاهراً مهمترین و نخستین وظیفهٔ ساکنان ماه خواهد بود ، ومشکل بتوان تردید نمود که این وظیفه انجام خواهد شد . عامل مساعد دراین‌کار وجود منابع انرژی در ماه است .

برای تأمین مایـع مورد احتیاج موتورهای جت اتمی آب تولید خواهد شد . برای موتورهای فشفشه‌ای با سوخت مایع ممکن خواهد بود تولید اکسیژن مایع ، هیدریدهای گوناگون فلزی یعنی ترکیبهای فلزها با هیدرژن ، هیدریدهای سیلیسیم وسایرسوختنیها را ترتیب داد .

برای سوخت گیری ناوهای فضاپیما فرودآمدن درماه بهیچوجه ناگزیرنخواهد بود، برای این‌کار فقطکافی خواهد بود که ناوبرای مدتی قمرماه شود وبدورآن‌بگردد تا بتواند با تانکرسوخت که ازماه بمدارمقرر فرستاده میشود ارتباط برقرارکند . هم‌چنین میتوان از قمرمصنوعی ماه برای این‌کار استفاده کرد ، مقادیر زیادی سوخت کـه ازماه فرستاده میشود از پیش دراین قمراندوخته خواهد شد . سرعت دایره‌ای نسبت بماه در مجاورت سطحش برای ۱٫۷ کیلو متردرثانیه است بنحوی که مرمی شلیك شده ازیك توپ دورزن مدرن که درماه قرار گرفته باشد می‌تواند قمرمصنوعی دائمی‌ماه گردد .

هم چنین مناسب خواهد بود که سوختی که باید در اقمارمصنوعی زمین ذخیره شودنیزازماه فرستاده شودمصرف سوخت این‌کار کمی‌بیشتر(درحدود ۲۰ درصد) ازفرستادن سوخت از ماه بقمرماه خواهـد بود . اتفاقاً ممکن است ساختمان ایستگاه‌های بین سیارات واقمار مصنوعی زمین درماه انجام پذیرد وازآن پس‌ازماه بمدارهای خود نزدیك زمین رسانده شوند .

خصوصیات ویژهٔ ماه ، سرعت گریز کم ، فقدان جوومنابع بزرگ انرژی ممکن میسازد که فرستادن بارها به اقمارمصنوعی‌ماه وزمین ونیزبخود زمین‌بجای‌آنکه بوسیلهٔ موشك انجام شود با منجنیق الکترو مغناطیسی صورت بگیرد . بطور کلی از نقطه نظر مصرف انرژی‌برای بحرکت درآوردن یك مرمی فضائی‌چنین منجنیقی عملی‌ترازموشك است . درهرمنجنیقی انرژی فقط برای بحرکت در آوردن خود ناو مصرف خواهد شد وحال‌آنکه در مورد بپرواز درآوردن یك موشك قسمت اعظم سوختی که مصرف میشود صرف شتاب دادن بخود سوخت میشود که جرمش بارها بیش‌ازجرم ناواست . امااستفاده ازمنجنیق برای بحرکت درآوردن ناوهای فضاپیمای با سرنشین بعلت محدود بودن

شتابهای مجاز نمیتواند مطرح باشد . زیرا این امرمستلزم ساختن منجنیقی بطول چند صد کیلومترخواهد بود که شدنی نیست . اما درمورد پرتاب ناوهای باری حامل سوخت وکالا ومواد خام وضع بکلی متفاوت خواهد بود . دراین موارد شتابها میتوانند بسیارزیاد باشند وطول منجنیق بتناسب آن می‌تواند بسیار کمترباشد .

دریك توپ شتاب مرمی که شلیك میشود ممکن است دهها و هزارها باربیش‌از شتاب جاذبهٔ زمین باشد ، ولـی ساختن منجنیق‌های الکترو مغناطیسی با شتاب های بمراتب کمتری‌هم بویژه درماه‌کاملا امکان‌داردجائی که سرعت‌نهائی لازم ناوبسیار کمتراز زمین است .

فقدان جودرماه یکی‌دیگرازموانعی را که درراه استفاده ازمنجنیق‌ها وجود دارد ازپیش پا برمیدارد . این‌مانع کـه در زمین وجود دارد گداخته شدن بیش ازحد ناو در آغازحرکت است . موقعی که ناوی بوسیلهٔ منجنیق اززمین‌پرتاب میشود باید باسرعت شگرفی درهوای بسیارغلیظ پرواز کند و درنتیجه حتی دربهترین حالتها پوستهٔ ناوبعلت گداختگی بیش‌ازحد آئرودینامیك آسیب فراوان خواهد دید . از لحاظ تئوری درجه حرارت‌ممکن‌است بدهها هزاردرجه سانتیگراد برسد ودرنتیجه‌پوستهٔ ناوآناً بخارخواهد شد تنها راه نجات ناوسرعت‌آنست ـ باید جو غلیظ را آناً بشکافد وخود را بارتفاعاتی برساند که گداختگی وجود نداشته باشد . خلاصه کنیم : جوزمین پرتاب ناو را بوسیلهٔ منجنیق عملا نا ممکن میسازد . این مانع در ماه وجود ندارد .

منجنیق الکترو مغناطیسی برای بحرکت آوردن ناو طبق همان اصولی ساخته خواهد شد که حاکم‌برساختمان کلیهٔ ماشینهای الکتریکی ، ژنراتورها و موتورهاست ـ ماشینهائی که چنین نقش‌مهمی درتکنیك مدرن ایفاء میکنند . فیزیك بما میآموزد که هنگامیکه یك هادی الکتریسته درمیدان مغناطیسی حرکت کند جریان برقی درآن هادی القاء میشود این عیناً همان‌طوریست کـه دینامو‌ها ، که مولد جریان الکتریسته هستند ساخته میشوند

ازسوی دیگراگرجریان برقی را ازداخل‌یك هادی که درمیدان مغناطیسی‌جای گرفته باشد ، بگذرانیم ، هادی شروع بحرکت در آن میدان خواهـد نمود این پدیده‌برای‌ساختن‌موتورهای‌الکتریکی‌مورداستفاده قرارمیگیرد. دردینامو‌ها (ژنراتورها) انرژی مکانیکی (گشتن‌آرماتور)به انرژی‌الکتریکی‌بدل میشود؛ درموتورهای‌الکتریکی، ازسوی دیگر، انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی تبدیل میگردد .

بدیهی است که درمسئلهٔ مورد بحث مابابد اصل موتورهای الکتریکی را بکار بریم زیرا باصرف انرژی الکتریکی ، کارمکانیکی ، یعنی بحرکت آوردن ناو و دادن انرژی حرکتی لازم به‌آن باید انجام پذیرد .

منجنیق‌رامیتوانیم‌بطریق زیربرای‌خود مجسم‌سازیم: میدان مغناطیسی‌نیرومندی بین‌قطب های قرقره های الکتر ومغناطیسی ایجاد شده است آرماتور منجنیق میتواند دراین میدان حرکت کند . موقعی که جریان برق شروع بگذشتن از سیم پیچی های آرماتورمیکند ،آرماتورنیزازقطبی بسوی قطب دیگربحرکت درمیآید . ناوی که باید بپروازدرآید با آرماتور مربوط میباشد . چنین منجنیق هائی هم اکنون برای پرتاب نمودن هواپیماها بکارمیروند .

بموجب طرحی ازیك چنین منجنیق الکترومغناطیسی فرستادن تانکرهای‌باری ازماه که حاوی یك تن سوخت باشد هرچند ساعت یکبار عملی است . این سوخت در قمرمصنوعی ماه ذخیره شده بعداً برای‌تجدید سوخت ناوهای فضاپیما بکارخواهدرفت. چنین ترتیبی برای ارتباط‌های‌آیندهٔ بین سیارات حائزاهمیت فراوان خواهد بود. تنها همین یك کارایجاد اجتماعی ازساکنان‌را در کرهٔ ماه توجیه خواهد نمود .

نقشهٔ تسخیرماه که کلیات‌آن بیان شدکاریست که تنها درعرض ده‌ها سال‌میتواند تحقق پذیرد .

شرایط زندگی درمریخ باحتمال زیاد سهلتر ازشرایط ماه خواهد بود بدست آوردن اکسیژن ازجومریخ گرچه بسیار کمیاب است ، امکان دارد. محتوی اکسیژن جومریخ‌را کمترازیکهزارم جوزمین می‌پندارند .آب نیزهم در سطح مریخ وهم در جو آن وجود دارد . اگرچه بازهم بمقادیراندك . زندگی گیاهی در مریخ موجود است . حرارت این‌سیاره از ۷۰ درجه سانتیگراد زیرصفرپائین‌تر نمیرود که ازاین حیث مشابه زمین است. (درجه حرارتی‌معادل صد درجهٔ زیرصفردرقطبین مریخ مشاهده شده‌است). امابااین همه بدون لباس فضائی نمیتوان درآن بسر برد ،زیرا هوا چنان رقیق است که فشاردرمریخ برابرفشارجوزمین درارتفاع‌های ۱۶-۱۷ کیلومتریست .

کشفیات علمی که سفر مریخ ببار خواهد آورد ارزش بی‌نظیری خواهد داشت . بالاخره ممکن‌خواهد شدبه‌اسرارمتعدد مریخ که سالهاست سبب‌تشویش خاطردانشمندان وتحریك تخیل نویسندگان شده است پی‌ببریم .

در برابردانشمندانی که بمریخ پامیگذارند چه امکانهای شگفت آوری گشوده خواهد شد ! دانستنی های ماچه بسیار افزوده خواهد شد و دانش بشری چه پیشرفتی خواهد کرد !

سازمان‌دادن اجتماعاتی ازساکنان درمریخ،مشابه اجتماعات درماه‌ونیزبرپا کردن مؤسسات صنعتی امکان پذیرخواهد بود . فاصلهٔ نسبتاً زیاد مریخ ازخورشید استفاده‌از انرژی خورشیدرا غیرعملی خواهد ساخت وبنابراین منبع عمدهٔ انرژی درمریخ احتمالا مراکز قدرت اتمی خواهد بود . اهمیت نجومی مریخ ، هنگامیکه پرواز های فضائی

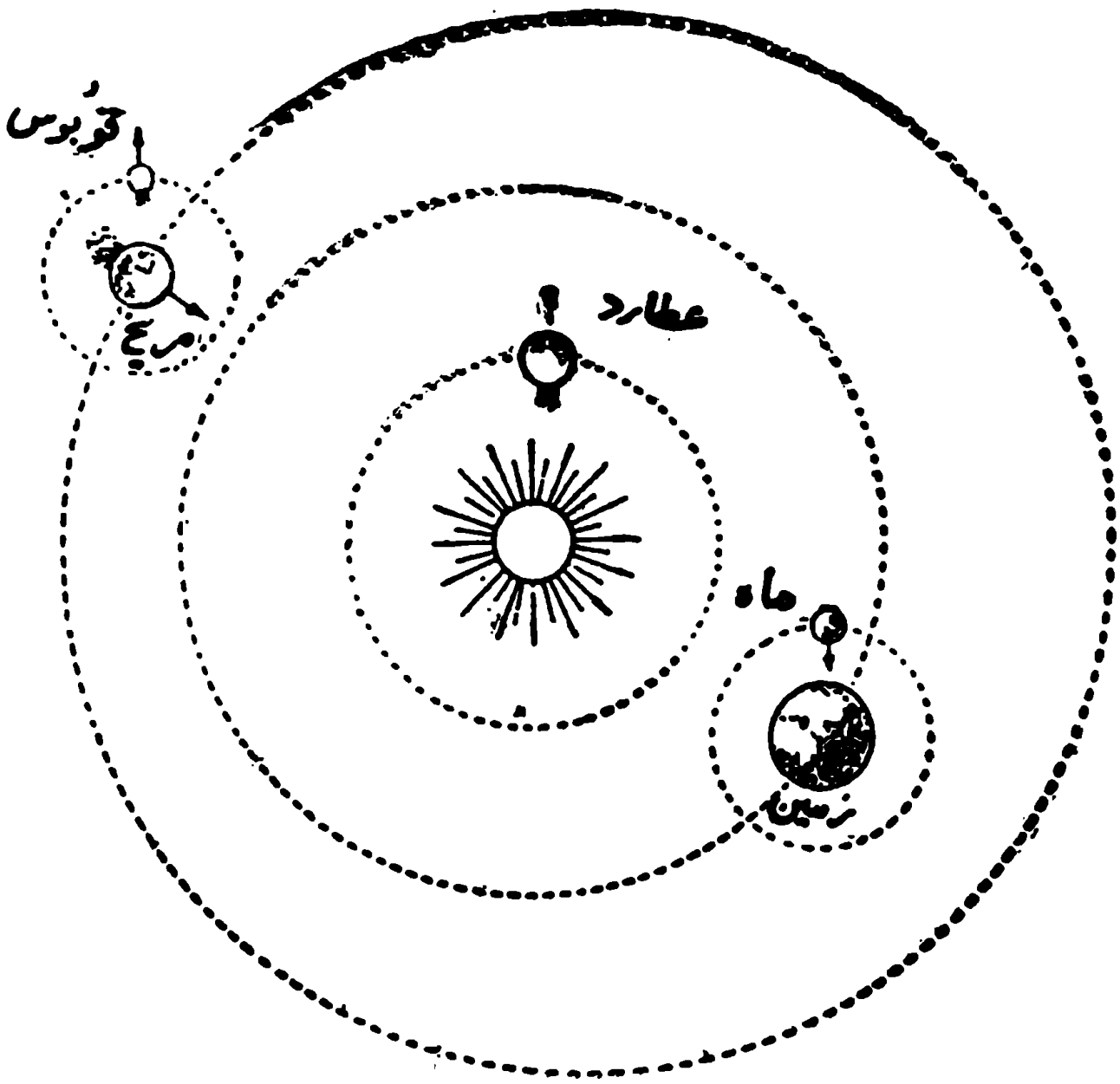
مرحلهٔ سوم ، یعنی پروازبه سیارات بیرونی منظومهٔ شمسی در پیش گرفته شوند بسیار افزوده خواهد شد. میتوانیم تصور کنیم که ناوهای‌فضائی دورپروازدرمریخ سوخت گیری خواهند نمود بسیارمحتمل است که این سوخت، نخست دراقمارمریخ قویرس وویموس ذخیره شده باین جهت تولید سوخت موشك باید در مریخ انجام شود .

دانشمندان دربارهٔ زهره این همسایه مرموز زمین اطلاعات بسیار کمی دارند قشرغیرقابل نفوذ ابرها که پیوسته این سیاره‌را فراگرفته همهٔ اسرارآن‌را مؤثراً پرده پوشی میکند. زهره جوغلیظی‌دارد (جوزهره در۱۷۶۱ کشف شد . این کشف درخشان مبنای بررسی فیزیکی سیارات قرار گرفت که خود وسیلهٔ بـررسی مسائل بسیار مهمی ازجمله مسئلهٔ قابل سکونت بودن اجرام سماوی شد) ولی ازترکیب‌آن اطلاع چندانی نداریم . تنها چیزی که میتوانیم بگوئیم اینست که محتوی اسیدکربنیك آن بمراتب بیش ازجو زمین است. تقریباً هیچ اثری ازاکسیژن درجوزهره مشهود نشده ومحتوی آب‌آن بیش ازیکدهم جوزمین نیست . باید خاطرنشان کرد که همهٔ این نتایج برپایهٔ تجزیهٔ طیفی گازهائی که بالای‌قشری ازابرهای صدفی جای گرفته‌اند بدست‌آمده‌است. ترکیب این ابرها و بخار های زیـر آن روشن نیست . باین جهت است که هیچ چیز مشخصی دربارهٔ شرایط زندگی در زهره نمیتوان گفت جزآنکه شاید حرارت سطح‌آن ممکن است به صد درجه سانتیگراد برسد . از قرار معلوم تنها فرود آمدن یك ناو کیهانی برروی زهره قادر است این رموز را بگشاید .

آن موقعی که ناوهای فضاپیما با سرنشینانش راه خود را باعماق منظومهٔ شمسی باز کردند وبفواصلی‌پیوسته دورترازززمین پریدند وآن زمانی که دراجرام سماوی پیوسته جدیدتری فرود آمدند امکاناتی دربرابرآدمیان گشوده خواهد شد که دربارهٔ آن مطالب بیشتری هم میتوان گفت . اما حتی همان مختصری که بدان اشاره کردیم . کارهائی که پس از نخستین کامیابیهای فضاپیمائی امکان پذیر خواهد شد واجد چنان اهمیتی برای ترقی آیندهٔ علمی وفنی بشر است که لزوم متوجه ساختن مساعی ما به تحقق پرواز بین سیارات کاملا آشکار میشود . ما نمیتوانیم امروزهمهٔ فرصتهائی راکه با پیشرفت بیشتر دانش فضاپیمائی و بـا کامیابیهای آیندهٔ آن در دسترس آدمیان قرار خواهند گرفت پیش بینی کنیم .

مثلا از این‌امکان که اصولاوجود دارد وعبارت ازمداخلهٔ فعالانهٔ انسان درسازمان منظومهٔ شمسی است ، معمولا ذکری بمیان نمیآید . بکمك تکنیك جت وبویژه تکنیك واکنشی‌اتمی‌ما خواهیم‌توانست بدلخواه‌خود مسیرحرکت اجرام سماوی رادرمدارهایشان تغییر دهیم وسازمان منظومهٔ شمسی را عوض کنیم .

برای تغییر مسیرهرجسم سماوی لازم خواهد بود که یك مرمی موتورهای جت بسیار نیرومند درآن نصب کنیم که با سوخت اتمی یا شیمیائی‌کار کنند و درلحظهٔ‌کاملا



«تجدید ساختمان» منظومهٔ شمسی

معینی این موتورها را روشن نمائیم . در سطح کنونی پیشرفت تکنیك واکنشی فقط تغییر مسیر اجرام کوچك سماوی میسرخواهد بود . اگرچه ماه چندان کوچك نیست، با این وجود مسیرآن را در دور زمین حتی همین امروزهم میتوان بدلخواه تغییرداد .

برای رسیدن‌باین منظورتعدادی موتورفشفشه‌ای‌با سوخت مایع‌درماه نصب‌میکنیم ملکولهای گاز که ازاین موتورها به بیرون میجهند باید سرعتی بیش ازسرعت گریزاز ماه داشته باشند و میدانیم که این سرعت گریز $۲\frac{۱}{۳}$ کیلومتر در ثانیه است . در این صورت ملکولهای مزبور برای همیشه از ماه دور خواهند شد ولی در عوض خود ماه را ازمداری که طی‌آن بدور زمین میچرخد بیرون خواهند راند . با تغییر مدار ماه باین ترتیب ممکن است بشود روزی خدمت بزرگی بآدمیان نمود یعنی از سقوط ماه بروی زمین جلوگرفت . امری که ممکن است درآیندهٔ دوری اتفاق بیافتد . (بشرط آنکه نظریات برخی‌ازدانشمندان که چنین‌فرضیه‌ای رابیان کرده‌اند درست باشد) این‌جریان بهرحال زودتراز چندین هزارمیلیون سال اتفاق نخواهد افتاد

ما میتوانیم طرق بسیار دیگری پیشنهاد کنیم که ازآن طرق آدمی میتوانست در زندگی منظم منظومهٔ شمسی مداخلات‌مفیدی انجام دهد .

اما این اندیشه را بعهدهٔ آیندگان واگذار میکنیم وآنان وقت‌کافی برای چنین اندیشه‌ای خواهند داشت .

۱۹

در ناوفضاپیما

موقعی که فضاپیمایان خود را روبروی فضای بین سیارات خواهند یافت چه دشواریها و مخاطراتی در انتظار آنان خواهد بود ؟ آیا آدمی خواهد توانست دربرابر همهٔ آزمایشهای سفر کیهانی ایستادگی کند ؟

پاسخ این پرسشهاممکن‌است تعیین کنندهٔ سرنوشت‌آیندهٔ فضاپیمائی‌باشد.امروز هنوز پاسخ قطعی دادن باین پرسشهاغیر ممکن است . برای‌چنین پاسخی بایدبه‌بررسی گوناگون در آزمایشگاهها و مطالعهٔ پرواز آزمایشی موشکها در ارتفاعات زیاد ونیز بررسی اطلاعات حاصله از اقمار مصنوعی متوسل شد ، مانند سایر مسائل مربوط به زیست شناسی این آزمایشها نیز ابتدا برروی حیوانات‌صورت خواهند گرفت،هم‌اکنون آزمایشهای متعددی دراین زمینه انجام میشود.حیوانات‌را با موشکهای استراتوسفریك بطبقات بالای جو میفرستند و چنانکه میدانیم اسپوتنیك دوم شوروی برای اولین بار سگی را با خود به فضا برد واطلاعات بسیار ذیقیمتی در مورد شرایط زیستن در فضادر اختیار دانشمندان قرار داد .

انسان فقط بعدها خواهد توانست بچنین پروازهائی مبادرت ورزد . نتایج‌قطعی تنها موقعی روشن خواهد شد که نخستین پرواز کیهانی دور انجام پذیرد .

مثلا در بارهٔ یك سفر بین سیارات میتوانیم تنها بطور مقدماتی قضاوت کنیم و نتیجه‌گیری‌های خود را بر اساس آگاهی های موجود در رشته‌های گوناگون علوم استوار سازیم . خوشبختانه ما آنطور که بعداً خواهیم دید یك چنین برآورد مقدماتی هیچگونه قرینه‌ای بدست نمیدهد که فرض کنیم پروازبین سیارات بعلت ناتوانی‌انسان در مقابله با آن غیر ممکن باشد ، اگرچه مخاطرات گوناگونی که‌در فضا در کمین انسانند بسیار جدی باشند ولی‌احتمالا قابل پیش‌گیری میباشند . پیشگامان فضاپیمائی که برای نخستین باراین مخاطرات رابررسی کردند نیزبهمین نتیجه‌رسیدند که‌تحقیقات بعدی آنرا تماماً تایید کرد .

زمانی که آدمی سرانجام جرأت رسوخ در فضا را یافت ، خواهد دید که محیط

فضا از هر جهت نسبت باو خصمانه است . در واقع چه مخاطرات و دشواریهائی که در برابر مسافران این « اقیانوس » بیکران قد بر خواهند افراشت ! فقدان مطلق هوا ، سرمای وحشتناك ، پرتوهای سوزندهٔ خورشید ، اشعهٔ دیگری کـه زیان بخش و حتی کشنده‌اند ، پهنای بیکران فضا و پروازی که ماه‌هابطول‌میانجامد ، برخوردباسنگهای سماوی ، ناپدید شدن کامل وزن و گاهی اوقات برعکس افزایش شگفت‌آور وبی‌تناسب آن و کسی چه می‌داند چه چیزهای دیگر ! .

پیش از آنکه ناو فضاپیما سفردوردست خود را درپیش گیردهمه چیزباید بررسی و سبك و سنگین شود ، زیرا هر اشتباهی ولو ناچیزترین آن ممکن است درمبارزهٔتن بتن آدمی با عناصر طبیعت نتیجهٔ مهلکی ببار آورد .

زمانی که انسان مصمم شد به فضای بیکران که چنان پر مخاطره است تجاوز کند تنها چیزی که قادر به نجات وی خواهد بودپوشش کامل و همه جانبهٔ او دربرابر همهٔ تأثیرات ممکن آن فضا خواهد بود .

فضا پیمایانی که‌بسفر بین سیارات مبادرت‌ورزند بدلخواه‌خود برای مدت طولانی که ممکن است چند ماه باشد در ناو فضاپیما زندانی خواهند شد و تنها چیزی کـه بتوانند روی آن حساب کنند شهامت و مهارت خودشان و آن ذخایری خواهد بود که بهمراه خواهند داشت .

مسائلی که ناخدای یك ناو فضاپیما برای‌آماده ساختن ناوخودبچنین سفر دراز ودشواری باید در نظر بگیرد بسیارند .

پیش‌از هر چیز موضوع هوا مطرح می‌شود . مسافران درتمام مدت باید هوای تازه وپاك برای تنفس داشته باشند .

این بدان معنی است که لازم خواهد شد بطور مـداوم انیدرید کربنیك مسموم کننده را که سرنشینان با نفس خود پس می‌دهند از جایگاه‌های ناو بیرون راند و از سوی دیگر بجای اکسیژنی که جذب و مصرف گردیده است اکسیژن تازه تهیه‌نمود . این کار را چگونه میتوان انجام داد ؟ چـه مقدار ذخیرهٔ اکسیژن مورد نیاز است ؟ مناسبترین فشار هوائی که باید در ناو برقرار کرد چقدر است ؟ باین پرسش ها پیش از هرچیز دیگر باید پاسخ داد .

شاید مناسب باشد چنان فشاری در جایگاه مسافران ناو فضاپیما ایجاد نمود که کمی کمتر از فشار معمولی جو در سطح زمین باشد فشاری که مثلا نظیر فشارهوا در یك نقطهٔ ییلاقی و کوهستانی بـاشد . این امر ازبارروی دیواره های جایگاهها خواهد کاست و تمام سیستم تهویه هوا را ساده‌تر خواهد نمود . تصادفاً این مسئله یعنی میزان فشار مطلوب چندان مهم نیست و تجارب نخستین پرواز هـا پاسخ قطعی آن را فراهم خواهد کرد .

هوائی که بوسیلهٔ تلمبه از جایگاهها مکیده خواهد شد بوسیلهٔ بادزنی (وانتی لاتور) بدستگاه صافی هدایت شده و از انیدرید کربنیك تصفیه خواهدشد . میتوان از شیوه‌های شیمیائی تصفیه سود جست ولی هم چنین امکان دارد دستگاه سرد کننده (رفریژراتو) بکار برد که درآن «یخ خشك» ایجاد میشودیعنی‌انیدرید کربنیك‌منجمد میگردد . در این صورت باید بخاطر داشت که بخارهای آب موجود درهوا نیز ابتدادر دستگاه سرد کننده تقطیر شده سپس یخ خواهند شد . اگر این یخ دو باره تبدیل بآب نشود باید بخار آب لازم در هوا از ذخائر موجود آب در ناو تأمین شود ، اما نباید از یاد ببریم‌این مقدار آب موجود درهوا۶۰درصد همهٔ آب مورد مصرف‌مسافران ناو را تشکیل میدهد .

افزودن اکسیژن بهوائی که از انیدرید کربنیك تصفیه شده است در دستگاهی انجام خواهد گرفت که در آن اکسیژن مایع ، که در کپسولهای مخصوصی در ناو نگاهداری میشود ، تبدیل بگاز خواهد شد ، سپس هوا وارد دستگاه دیگری میشود که درآن محتوی رطوبت هوا بمیزان مطلوب افزوده میگردد ، قدم بعدی افزودن مواد خوش بو و مواد دیگر است که برای آن دستگاه خاصی وجود خواهد داشت و سرانجام از گرم کننده‌ای عبور داده خواهد شد که بدرجه حرارت لازم گرم شود وقتی وقتی همهٔ این کارها انجام شد باد زن هوای تازه و خوش بو را بدرون جایگاههای مسافران خواهد رساند .

مقدار اکسیژن لازم در ناو به شمارهٔ مسافران و مدت پرواز بستگی خواهد داشت . محاسبهٔ این مقدار کار ساده‌ای نیست زیرا مقدار اکسیژنی که انسان مصرف میکند بشرائط چندی بستگی دارد : بشدت و نوع‌کاری که انجام میدهد ، مدتی که میخوابد و غیره . برای محاسبات مقدماتی میتوانیم فرض کنیم که هر سرنشین ناو بطور متوسط بیش از یك کیلوگرم اکسیژن در روز مصرف نخواهد کرد ، مشروط بر آنکه در ناو حرکت چندانی نداشته‌باشد بنابراین می‌بینیم که مسئلهٔ تأمین‌اکسیژن برای پروازهای نسبتاً کوتاه دشواری زیادی دربرندارد . مثلا برای سفری‌بماه‌وبازگشت از آن ، در ناوی که سه سرنشین داشته باشد ذخیرهٔ اکسیژن بمقدار ۲۰ـ۲۵ کیلو گرم کفایت خواهد کرد ، بخصوص اگر موتور ناو بعنوان اکسید کنندهٔ احتراق از اکسیژن مایع استفاده میکند این مسئله بسیار ساده میشود .

اما اگرپرواز درمسافات زیاد مطرح باشد وضع فرق میکند . مثلا درپرواز به مریخ که درحدود ۹ ماه بطول‌میانجامد، هریك ازمسافران ناوبذخیره‌ای درحدود ۳۰۰ کیلوگرم اکسیژن نیازداردآنهم بشرطیکه اکسیژن لازم برای زندگی درمریخ وسفر بازگشت از جو مریخ بدست آوردنی باشد . بدیهی است که درمورد چنین پرواز های

دوردست لازم خواهد بودآزمایشگاهی درخود ناوترتیب داد که اکسیژن مورد احتیاج مسافران ناو فضاپیما درآن تهیه شود . مثلا امکان دارد چنان دستگاهی ساخته شود که درآن انیدرید کربنیك حاصل ازتنفس‌سرنشینان دوباره به کربن واکسیژن تجزیه شود ولی البته برای این‌کار مصرف مقداری انرژی ضرور خواهـد بود . این دستگاه درست مانند گیاهان «تنفس» خواهد کرد : انیدرید کربنیك استنشاق‌نموده‌اکسیژن‌پس‌خواهد داد . البته چنین تشابهی‌با گیاهان سطحی است . دانشمندان گیاه شناس درسالهای اخیر کشف نموده‌اند که اکسیژنی که گیاهان پس‌میدهندنه ازانیدرید کربنیك، بلکه ازآب که بوسیلهٔ ریشهٔ گیاهان مکیده میشود تولید میگردد .

مسئلهٔ تأمین نیازمندی مسافران ناوفضاپیما ازنظرخوراك وآب اهمیت کمتری از رساندن‌اکسیژن به‌آنان ندارد . زمینهٔ وسیعی‌ازفعالیت درانتظارکارشناسان موادخوراکی خواهد بود . آنان باید متنوع ترین خوراکها را برای فضا پیمایان در نظر بگیرند . تجارب بدست آمده در کار هیئت های اعزامـی بقطب و هم چنین پروازهای دور دست هواپیمائی در این مورد ارزش خواهد داشت . اما در مقابله با پیچیدگی مسئلهٔ سازمان دادن سفرهای بین سیارات کارهای انجام شده تنها می‌تواند بعنوان مقدمـهٔ مختصری تلقی شود .

تعیین‌مقدار دقیق ذخایرخوراك وآب که ناوفضاپیما باید باخود ببرد دشواراست: بعنوان یك برآورد تقریبی میتوانیم بگوئیم که حداقل ذخیرهٔ آب برای هرنفرباید در حدود یك کیلوگرم در روز باشد ، مشروط برآنکه آب موجود در هوا (که از طریق تنفسی یا بوسیلهٔ تعریق پوست بهوا منتقل میشود) و در جـریان تصفیه از آن گرفته میشود دو باره مورد استفاده قرار گیرد . زیرا جمع نیازمندی انسان به آب در حدود ۲/۵ـ۲ کیلوگرم در روز برای هرنفر است . ذخیرهٔ خوراك میتواند براساس ۱ـ۰/۵ کیلوگرم در روز برای هرنفر در نظر گرفته شود . بنابراین نیازمندی روزانـهٔ هرنفر مسافردرناو فضاپیما به اکسیژن ، خوراك وآب درحدود ۲/۵ـ۳ کیلوگرم خواهد بود که برای احتیاط بهتراست رقم بزرگتررا درنظربگیریـم . این رقم هنگام طرح ناو و موقعیکه مقادیرلازم سوخت ومانند آن محاسبه میشوند باید درنظر گرفته شود .

ناوباید دارای یك سیستم گرمایش مخصوص باشد که گرمای مورد نیاز مسافران را تأمین نماید یعنی درجهٔ حرارت هوا را در جایگاههای ناو بمقدار لازم نگاهدارد . وقتیکه درجه حرارت‌بمیزان لازم رسانده شدتدابیری باید اندیشید که جایگاه مسافران کاملاازنظرحرارتی عایق گردد ، زیراحرارت ناومشکل برای گرم کردن فضای‌پیرامونش کفایت کند !

خورشید میتواند عملادرکلیهٔ موارد منبع حرارت باشد . برای گرم کردن مایعی که درسیستم گرم کنندهٔ جایگاهها جریان خواهد یافت دیگهای خورشیدی که درجدار

بیرونی ناوکار گذاشته خواهد شد بکارخواهد رفت . ظاهراً امکان خواهد داشت یکی از ترکیبات سوخت موتور، اکسید کننده ویا سوختی را بجای این مایع بکار برد . رویهٔ دیگها برای جذب بهترپرتوهای خورشید با رنگ تیره‌ای پوشیده خواهند شد ، دیگها را میتوان در آغاز حرکت ناو و نیز هنگامی که کار نمیکنند با پوستهٔ تا شونده‌ای محافظت نمود . این پوسته‌های تاشونده مانند بقیهٔ رویهٔ ناومحتملا با رنگی فلزی،شاید گرد آلومینیوم رنگ خواهند شد، که به ناو رنگ دلپذیر سیمین خواهد بخشید . این کار گذشته ازآن ، درکاهش جذب پرتوهای خورشید و جلوگیری از تشعشع حرارت ناومؤثرخواهد بود . درپروازهای دوردست به‌سیارات بیرونی‌دیگها رامیتوان باآینه‌های انعکاسی که گشوده میشوند حرارت داد .

اگرناودارای موتوراتمی باشد مسئلهٔ گرمایش بسیارساده میشود ودیگرلزومی به استفاده ازانرژی خورشید برای این منظورنیست .

باید یادآورشد که سیستم گرم کنندهٔ جایگاه‌ها میتواند بدلخواه بعنوان دستگاه سرد کننده ، برای خنك کردن داخل ناونیزبکار رود . این کار ممکن است دربرخی از پروازهای بین سیارات درجهت خورشید لازم گردد .

مجزا نگاهداشتن فضاپیمایان ازمحیط بیرونی‌بافرودآمدن ناو درسیاره‌ای بپایان نمیرسد . تنها پس از آنکه شرایط موجود در سیاره دقیقاً مورد بررسی قرار گرفتند مسافران خواهند توانست ازپشت جدارهای حافظ ناوخود بیرون‌آیند ودرهرصورت‌تنها باپوشیدن لباسهای فضائی‌خود (که برای سیارات مختلف متفاوت خواهد بود) میتوانند ناورا ترك کنند .

یکی از مخاطرات جدی که ممکن است در اجرام سماوی درکمین انسان باشد باکتریهای ناشناخته در زمین‌اند که بعلت عدم آمادگی ارگانیسم ما برای مبارزه باآن ممکن است مهلك باشند . آنچه که ممکن است حتی خطرناکتر باشد آوردن چنین باکتریهائی ازجهانهای دوردست بزمین ، بوسیلهٔ ناو فضاپیما خواهد بود . بدون شك ناو فضاپیما وسرنشینان آن درمراجعت بزمین باید ازسخت ترین قرنطینه‌ها بگذرند . البته جای تأسف خواهد بود که فضا پیمایان را پس ازماهها و بلکه سالها دوری از زمین از معاشرت با آدمیان محروم سازیم . اما احتمال خطربرای همه نوع بشربزرگترازآنست که کوچکترین بی‌احتیاطی را اجازه دهد .

۲۰

آیا بوزن خود نیاز داریم ؟

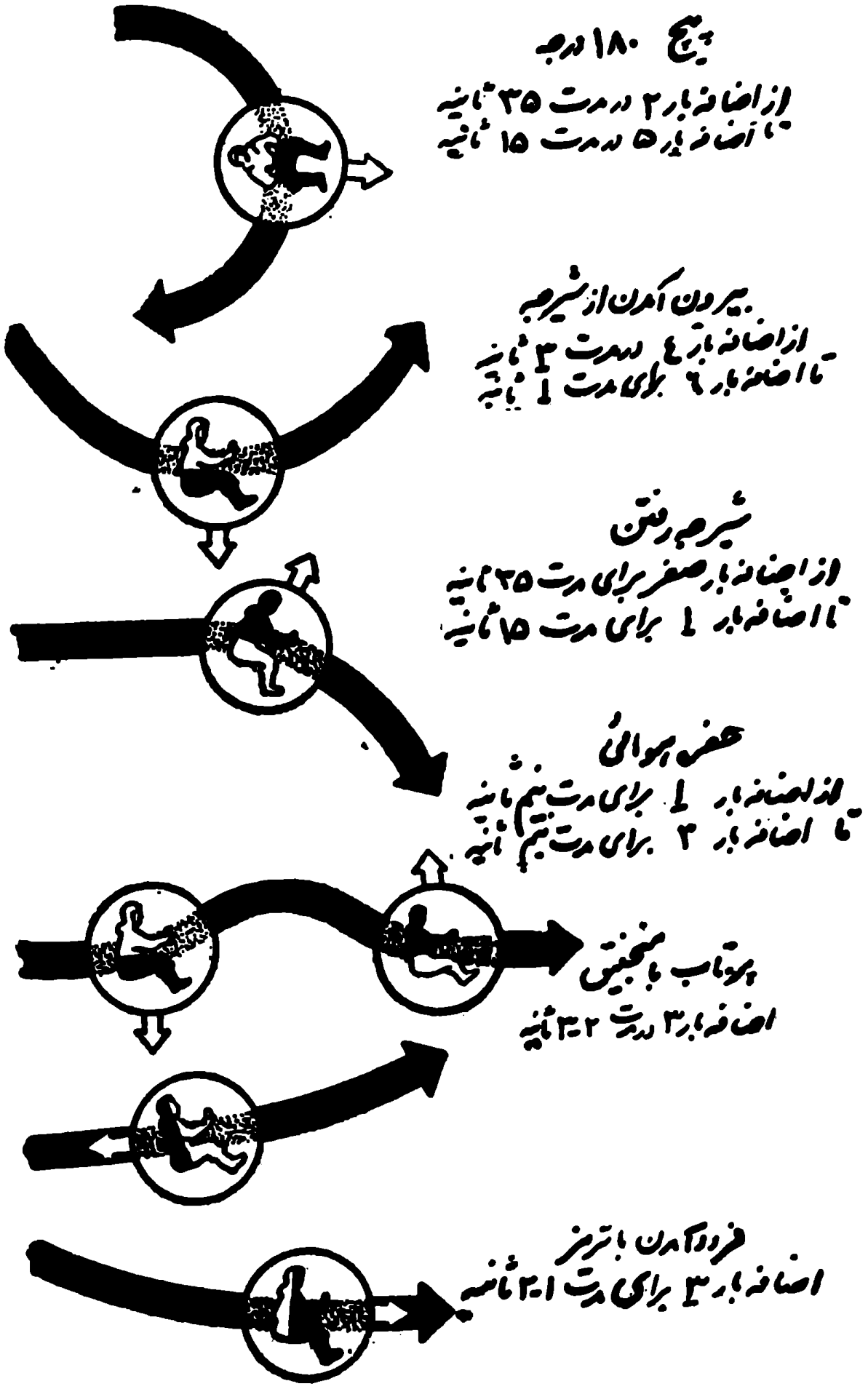
ما چنان بوزن خود عادت کرده‌ایم که معمولاحتی متوجه‌آنهم نیستیم مگرشاید درمواقعی که پزشك بما توصیه میکند قدری بوزن خود بیافزائیم یا ازآن بکاهیم . از اینجاپرسش«آیا بوزن خودنیازداریم ؟»ممکن است درنگاه‌اول پرسشی عجیب‌بنظرآید.

در واقـع هم ، هر کسی در روی زمین وزن دارد و این وزن رویهمرفته ثابت و بدون تغییراست . افسوس کـه در فضاپیمائی وضع بکلی متفاوت است . هنگام پرواز در فضا وزن ۵۰ـ۶۰ کیلوئی شما ممکن است درآغاز کار تا سه برابر افزوده شود وبدین ترتیب همهٔ «رکوردهای» سنگین وزنی را بشکنید . سپس شما ممکن است‌آناً نه تنها آنچه را بدست‌آورده‌اید بلکه حتی‌وزن اولیهٔ خود رانیزازدست بدهید وچون پرگاهی سبك وبیوزن شوید . چنین تغییرات سریع وناگهانی وزن مارا وامیدارد به نقش وزن در زندگی خود توجه و دقت بیشتری مبذول داریم . آیا این تغییرات وزن میتواند در اعمال حیاتی ومهم ارگانیسم آدمی اختلالهائی ایجاد کند ؟

وزن‌ما نیروئی‌است که زمین مارا باآن‌بسوی خود میکشد . موقعیکه ایستاده‌ایم این نیرو کف پاهایمان را بزمین میفشارد ، تمام بدنمان برروی پاها فشارمیآورد ، جهاز داخلی بدن یکی بردیگری فشارمیآورد ، سرمان بگردنمان و... الخ بهم فشارمیآورند و همهٔ این نیروهای فشارندهٔ آن احساس فیزیولوژیك راکه وزن مینامیم تولید میکند.

فعل وانفعالهائی که هنگام برخاستن ناو از زمین و نیزهنگام ترمز کردن برای فرود آمدن انجام می‌پذیرد سبب افزایش قابل ملاحظهٔ وزن میگردد . اضافـه بارهای اینرسی که دراین لحظات پدید میآیند میتوانند وزن مارابسیارافزایش‌دهند، بعلت‌آثار زیان‌بخش فیزیولوژیك افزایش وزن اضافه بار های اینرسی نباید بیش از چهار باشد . یعنی درصورت وجود این اضافه بارها وزن نباید بیش ازچهاربرابر وزن معمولی باشد . اما چرا چهار برابر ؟ آنجاکه افزایش اضافه بارهای اینرسی میتواند به صرفه جوئی مؤثر سوخت منجر شود حتماً برای انتخاب این رقم اضافه بار مجاز باید دلیل موجهی موجود باشد .

اثر زیان بخش وزن افزایش یافته بچه صورت نمایان میگردد ؟ تصور کنید که پلکهای چشمتان چندین بارسنگین ترشده و آنطور که موقع خستگی مفرط میگوئیم حس میکنید « چشمتان باز نمیشود » در این صورت نیروی ماهیچه‌های چشم برای باز نگاهداشتن پلکها ممکن است کافی نباشد و چشم خواهی نخواهی بسته میشود . حس میکنید که کورشده‌اید و چیزی نمی‌بینید . اینست آنچه درپروازهای آکرباسی بسر خلبانان میآید . مثلا هنگام بیرون آمدن ازیك شیرجهٔ تند آنان کاملا یا تقریباً دید خود را از دست می‌دهند ، این پیش‌آمد گاهی عواقب مرگباری در پی دارد . این‌تنها یك نمونه ازآنست که وزن افزایش یافته چگونه احساس میشود .



اضافه بارهای اینرسی که هنگام پرواز برروی خلبان اثرمیکنند

اثرجابجا شدن جهازداخلی بدن‌تحت تأثیروزن افزایش یافته بسیارجدی‌تراست، زیرا چنین‌تغییراتی‌میتوانند درمهمترین اعمال حیاتی‌ارگانیسم‌انسان تأثیرزیادی‌بنمایند.

معمولا افزایش وزن خارج ازحدود مجازنه تنها آسیب جسمی به جهاز داخلی میرساند بلکه کار قلب ومغز را نیز مختل میسازد . خون بهمان نسبت افزایش وزن سنگین‌تر میشود وقلب ازعهدهٔ باربمراتب افزایش‌یافتهٔ خود برنمیآید . انسان ممکن است بعلت نرسیدن خون کافی بمغزبیهوش شود . این اتفاق گاهی برای خلبان ، هنگامیکه مثلا درجنگ‌های هوائی ناگزیربه افزایش اضافه بارهای مجاز میگردند ، پیش میآید . قلب ، بخصوص اگرناراحتی داشته باشد ، ممکن است از کاربازایستد . باین جهت‌است که ازخلبانان سلامت ایده‌آل نیروی بدنی‌خواسته میشود . اضافه بارهای معین درافراد مختلف تأثیر متفاوتی دارد .

طول مدت اضافه باراهمیت بسزائی‌دارد . انسان ممکن است اضافه بارهای‌بسیار زیادی را برای مدت بسیار کوتاه تحمل کند . هواپیمائی تجارب زیادی دراین زمینه اندوخته است . بنابراین میتوانیم حساب کنیم که انسان قادراست اضافه باری راکه‌بیش از۲نباشد یعنی افزایش وزن خود را تا۲ برابر برای مدت نسبتاً درازی تحمل کند .

اضافه باری برابرچهار (دراینصورت وزن انسان ۲۰۰ـ۲۵۰ کیلوگرم خواهد شد) که درآغاز حرکت ناوفضاپیما اضافه بار مجازی تلقی میشود ، احتمالا ممکن است چند دقیقه تحمل شود ، بدون‌اینکه اختلالات‌جدی‌درارگانیسم‌ایجاد کند. (موتورسیکلت سواری که عمل آکرباسی گردش بدور جدار استوانه‌ای ، بحالت افقی را انجام میدهد چنین اضافه باری تحمل میکند ، این عمل معمولا بیش از چند دقیقه طول نمیکشد .) انسان میتواند درمدت کسری ازیك ثانیه اضافه بار ۱۵ وحتی۲۰ راتحمل کند ودراین صورت وزن‌انسان ممکن است بیش ازیك تن بشود . چنین‌اضافه بارهائی، مثلا درهنگام شیرجه ، درلحظه‌ایکه انسان واردآب میشود ، ایجاد میگردند .

دستگاههای مخصوصی وجود دارد که بکمك آن‌اثراضافه بارهای زیاد را برروی ارگانیسم آدمی میآزمایند ونیزازآن برای پرورش خلبانان استفاده میکنند . از جمله عرابه که در آن می‌نشینند بوسیلهٔ یك موتور فشفشه‌ای بر روی ریل حرکت میکند . برای ایجاد اضافه‌بار عرابه راناگهان متوقف میکنند در یکی ازاین آزمایشها با چنین دستگاهی کسی توانست اضافه بار۳۵ را در مدت $\frac{۱}{۵}$ ثانیه تحمل نماید . گاهی دستگاه دیگری که شبیه چرخ فلك است برای این منظور بکار میرود . دراین مورد جایگاهی درمدار دایره‌ای بشعاع ۱۵ـ۲۰متربوسیلهٔ یك موتورالکتریکی میچرخد و نیروی گریز از مرکز اضافه بار مزبور را برای هر مدت که بخواهیم ایجاد میکند . هنگام آزمایش با حیوانات مختلف رقم اضافه بارها به چندین ده بالغ میشود . بدون شك درآینده ازاین دستگاهها برای پرورش فضاپیمایان استفاده خواهد شد .

درك این مسئله که چرا انسان در حالات مختلف نسبت به اضافه بار معینی

عکس‌العمل مختلف نشان میدهد ساده‌است . جریان خون‌ازمغزویابالعکس بطرف مغز ونیزباری که هنگام اضافه بارهای اینرسی برروی قلب وارد میشود بوزن «ستون»خونی که این اعضا را میفشارد بستگی دارد و این وزن هم بنوبهٔ خود بارتفاع این « ستون » وابسته است . بنابراین اضافه بارها در انسان ایستاده بیش از همه مؤثراست . اگر آدم نشسته باشد میتواند اضافه بارهای‌بمراتب بیشتری را تحمل کند . بخصوص که اگراین اضافه بارها ازجهت سروارد شود . در حالت درازکشیده، افقی، انسان میتواند بیشترین اضافه بار ها را تحمل نماید . این امر توضیح دهندهٔ آنست کـه چرا موقعیکه ابتدا هواپیماهای‌جت پدیدآمدند وبعلت سرعتهای بیشتراضافه بارهای‌بزرگتری‌تولید میشد ، طراحان میکوشیدند خلبان را خوابیده برروی پشت یاسینه درجایگاه خود قراردهند. این کار همچنین به آنان امکان میداد از مقطع عمودی بدنهٔ هواپیما بکاهند کـه سبب کاهش مقاومت جبهه‌ای هوا و افزایش سرعت پرواز میشد . امـا خلبانان این حالت خوابیده را نپسندیدند ، با اینکه این وضع تحمل اضافه بارهای اینرسی را در عملیات آکرباسی‌برایشان‌آسانترمیساخت . امروزاین وضع‌عوض‌شده است . خلبان درجایگاهی کـه ضد اضافه بار یا کنتور نامیده میشود قرار میگیرد . موقعیکه هواپیما بیحرکت است یا اضافه باراندك میباشد (مانند پروازافقی یا برخاستن از زمین) خلبان درجایگاه خود بحالت عادی می‌نشیند . اگراضافه بارافزایش یابد پشتی جایگاه خود بخود بعقب میرود وهرقدراضافه باربیشترباشد همانقدر عقب تر میرود . موقعیکه اضافه بارها زیاد هستند خلبان تقریباً به پشت میخوابد .

مسافران ناوفضا پیما احتمالا در صندلیهای مشابهی جای خواهند گرفت و حتی ممکن‌است درآغازحرکت ناگزیر گردند بروی‌پشت بخوابند . این‌صندلیها که‌مسافران برای راحتی بیشتربرروی‌آنها خواهند.خوابید باید بحدکافی فنری باشد واین امرتحمل اضافه بار راآسان‌ترخواهد ساخت .

یکی ازدانشمندان پیشنهاد کرده است که مسافران را درآغاز حرکت در «ضربه گیر» مایعی جای دهند .

این ظرفیت که ازمایع ویژه‌ای که جرم مخصوص آن برابرجرم مخصوص بدن انسان است پرشده . ازآنجا که جسم غوطه ور دریك مایع‌باندازهٔ وزن مایع جابجاشده سبك میشود مسافرانی که درچنین«حمامی» جای داشته باشند هیچ وزنی‌نخواهند داشت ودراین صورت میتوانند هیچ بیمی ازاضافه باربخود راه ندهند . (با این‌وجود وضع‌جهاز داخلی بدن نسبت بیکدیگرممکن است جابجا گردد .)

کاملا ممکن است که لباسهای ویژهٔ ضد اضافه بارنظیرآنچه امروز درهواپیمائی بکارمیرود درفضاپیمائی‌نیزمورد استفاده قراربگیرد . دراین‌نوع لباسها ، بین دوجدارآن، هوا دمیده میشود بطوریکه جدارداخلی‌آن ببدن خلبان می‌چسبد .

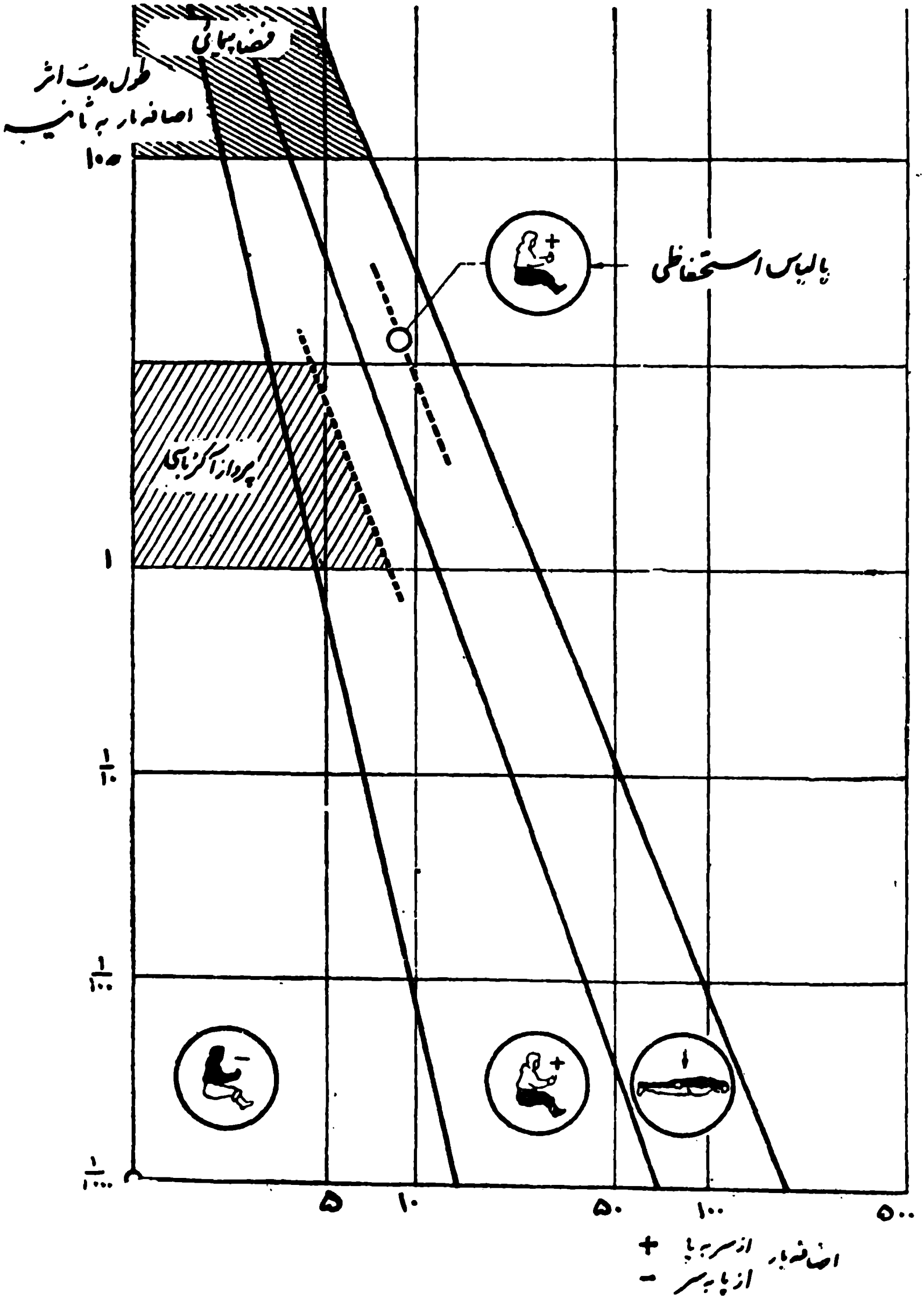
اضافه بارهائی که درمدت طولانـی اثر کنند مانند آغاز حرکت یا فرودآمدن بطئی وتدریجی‌میتوانند خطرناك گردند . ولی همانطور که گفتیم اگراضافه بارچهارباشد وآغاز حرکت بیش از ٦ـ٧ دقیقه طول نـکشد مسافران ناو احتمالا خواهند توانست بدون احساس ناراحتی شدید این اضافه بار را تحمل نمایند . حتی اگراضافه بار را به سه تقلیل دهیم مدت تحمل‌آن بیش‌از۸ دقیقه نخواهد شد . ازاینقرار مخاطرات اضافه باردرهنگام برخاستن‌ناو که دربارهٔ‌آن در گذشته مطالب زیادی گفته میشد اکثراً مبالغه آمیزاست . (هنگام برخاستن ناو شاید هدایت آن بطورخود کار انجام شود تا خلبانان آن ناگزیرنباشند کاربدنی انجام دهند . خودکار بودن همچنین برای افزایش وقت کار مطلوب خواهد بود)

واما درموردآثاراز دست رفتن وزن برروی‌آدمی که بلافاصله پس‌از ازمیان رفتن اضافه بارآغازحرکت رخ میدهد . این امرخصوصیات‌کاملا متفاوتی‌دارد . بمجرد اینـکه موتور ناو خاموش شد وناو پرواز آزاد خود را آغاز کرد وزن درناو ناپدید میشود و مسافران بیوزن خواهند شد . شاید «کم» کردن ناگهانی وزن بمیزان یك ربع‌تن‌جای تأسف باشد اما این‌پیش‌آمدکاملا ناگزیراست مسافران ناوتقریباً درسراسرمدت پرواز که درسفربماه چندین‌روز ودرسفرهای دورترچندین ماه بطول خواهد انجامید «بی‌وزن» خواهند بود . درچنین شرایطی چه احساسی‌خواهند داشت ؟ این یکی‌ازمهمترین‌مسائل فضاپیمائی است .

در رمانها و داستانهای تخیلی متعدد معمولا فقدان وزن مسافران یك ناوفضاپیما چون احساس سبکی فوق‌العاده وچیزی بسیار دلپذیروهیجان انگیزتوصیف شده است . اما مشکل کـه حقیقت قضیه هم بدینسان باشد . احتمالا وقتیـکه وزن ناپدید میشود نخستین احساسی که دست خواهد داد احساس ازدست دادن ناگهانـی تکیه گاه خواهد بود . چنین بنظرخواهد رسید که تکیه گاه انسان اززیرپایش بیرون کشیده شده است ، احساسی که انسان را وادار خواهد کرد بطور غریزی دست خود را به چیزی بگیرد تا ازافتادن جلوگیری نماید . سپس‌انسان احساس خواهد کرد که درچاهی بی‌انتها سقوط میکند . احساسی که برای آدمهای ضعیف بهیچوجه مناسب نیست . در سراسر مدت بی‌وزنی، مسافران ناوبجای‌احساس‌سبکی‌نشاط‌انگیزدریك حالت تشنج عصبی‌بسرخواهند برد . اماباید امیدواربود که پس‌ازمدتها تمرین و ورزیدگی، سرانجام انسان بتواند خود را باچنین شرایطی تطبیق دهد .

ماحتی‌ازیك عمل واقعاً مهم وحیاتی ارگانیسم انسان اطلاع نداریم که انجام‌آن بوزن بستگی داشته باشد . تنفس ، گردش خون ، هضم ، حرکت ـ همهٔ این اعمال در نتیجهٔ کار دستگاه اعصاب وماهیچه‌های بدن انسان انجام می‌پذیرد وبوزن‌وابسته نیست.

اعمال ارگانهای حسی نیز مانند بینائی ، شنوائی ، بویائی و چشائی نیز بوزن ارتباط ندارد .

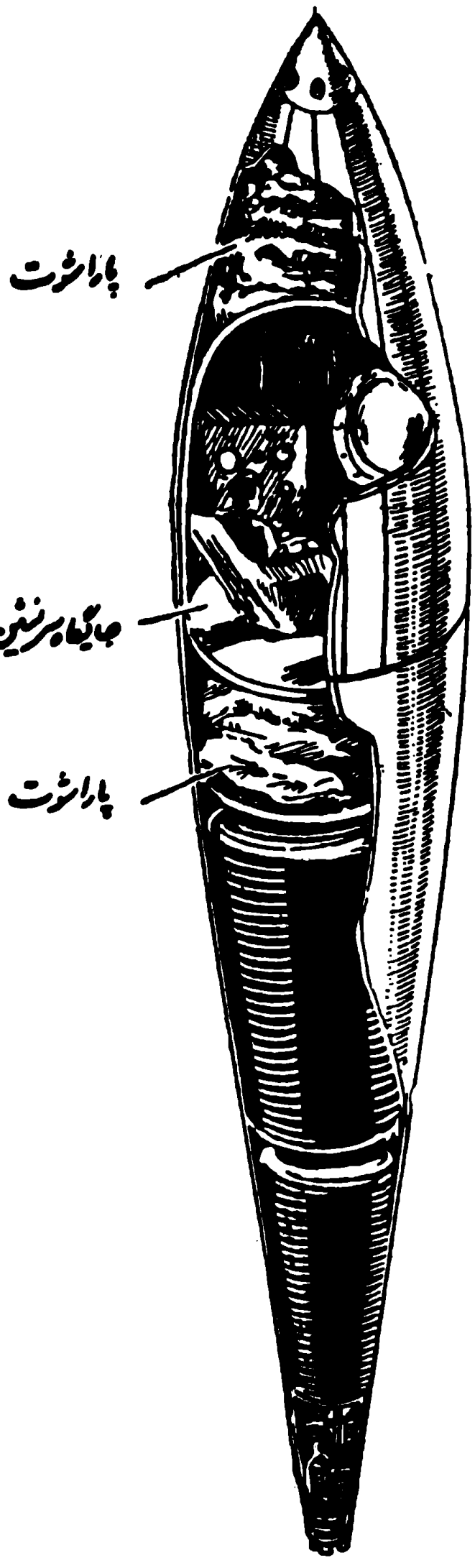


اضافه بارهای مجاز اینرسی بسته بوضع انسان وطول مدت تأثیر اضافه بار

با این وجود باید پنداشت که فقدان وزن سبب آشفتگیهائی درارگانیسم خواهد شد . تجاربی که دانش در این زمینه گرد آورده هنوز بسیار اندك است . بنابراین ما

متأسفانه کارخود را باید محدود بفرضیاتی نمائیم که براطلاع ازاعمال قسمت‌های‌مختلف ارگانیسم متکی باشد .

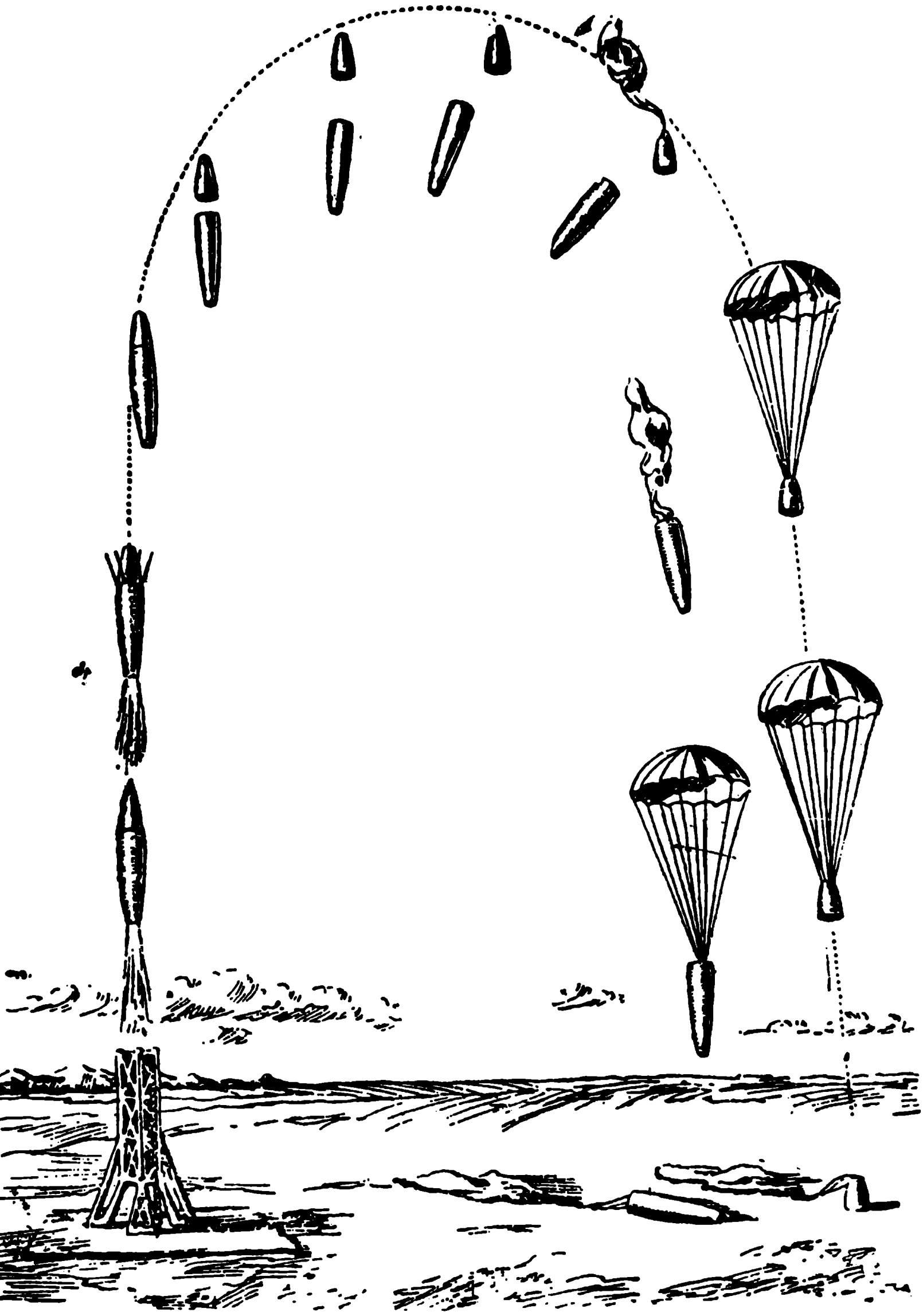
ارگانیسم انسان ، دستگاه پیچیده ای از باصطلاح دریافت کنندگان مکانیکی دارد که در بارهٔ کلیهٔ اشکال تحریك های مکانیکی که‌انسان‌درمعرض‌آن‌قرارمیگیرد اطلاعات مشروحی‌به‌مغزودستگاه مرکزی اعصاب میرسانند . از جمله این دریافت کنندگان مکانیکی ،دستگاه دهلیزی در گوش درونی‌است که درمقابل جابجا شدن بدن انسان واکنش نشان میدهد . یاخته های حسی پوست که درمقابل‌فشارحساسند والیاف ماهیچه‌های دو کی‌شکل که‌درهمهٔ ماهیچه‌هائی که اعضاء بدن‌راجابجامیکنند و در حالتی نگاه میدارند وجود دارند و بسیاری دیگررا میتوان نام برد .



طرحی ازیك موشك برای بررسی تأثیر بی‌وزنی برانسان

دریافت کنندگان‌مکانیکی‌نقش‌بزرگی درعمل پسیکوفیزیولوژیك جهت‌یابی‌بازی میکنند درشرایط عادی انسان جهت خود را در فضا بدان سبب تشخیص میدهد که دریافت کنندگان مکانیکی جهت نیروی جاذبه رانسبت بوضع‌انسان‌تعیین‌مینمایند، حس بینائی وضع او را نسبت باشیاء دور وبرمشخص میکند . هردوی این احساس در این موقع با یکدیگر تطابق می کنند وبصورت یك حس جهت یابی درمیآیند .

اما بمجرد اینکه وزن ناپدید شد ، دریافت کنندگان مکانیکی از انجام عمل جهت یابی خود بازمیمانند . اگرانسان بیحرکت باشد، این دریافت کنندگان ممکن است کاملا «ساکت» باشند وانسان برای جهت یابی باید تنها ازدید خود کمك بگیرد. اگرانسان حرکت کند دریافت کنندگان مکانیکی تحریك خواهند شد اما فقط تحت



شمای پروازموشك برای بررسی بیوزنی

تأثیرنیروهای اینرسی که بانسان وزنی خواهند داد که جهت و کمیت آن تغییرمیکند. درنتیجه علائمی که دریافت کنندگان بمغزمیفرستندمرتباً تغییرخواهد کرد،دراین‌صورت تصویری که دریافت کنندگان در مغزثبت میکنند با تصویرچشم هاتفاوت‌خواهد داشت.

تجربهٔ خلبانان هواپیما که پروازهای کورانجام میدهند نشان میدهد که انسان میتواند اطلاعات نادرستی را که بوسیلهٔ دریافت کنندگان مکانیکی دریافت مینماید نادیده بگیرد وخودرا تنها بوسیلهٔ ابزار ودستگاه هدایت کند ، این خصیصهٔ بسیار مهم

تنها ازطریق تمرین و آموزش طولانی بدست میآید . برخی از تحقیقات نشان میدهد که چنین‌ناهم‌آهنگی بین‌محسوسات وتأثرات که درشرایط عادی‌وزن معمولاهم‌آهنگی کامل دارند ممکن است اشکال شدید «دریا گرفتگی» (آشوب شدن دل)را پدید آورد . امکان دارد که فقدان وزن ، اقیانوس فضای کیهانی را برای فضا پیمایان بسیار «متلاطم» جلوه گرسازد ، زیرا ممکن است به شرورانه ترین حملات «فضا گرفتگی» دچار شوند. مثلا ممکن است فقدان وزن اختلالات جدی دراعمال دستگاه موسوم بـه دهلیزی در گوش درونی ایجاد کند واین دستگاهی است که دربرابرتغییرات وضع وجهت حرکت بدن انسان حساس است ودرتأمین تعادل بدن درحال سکون وحرکت نقش بسیارمهمی بازی میکند. رفته رفته مسئلهٔ بیوزنی مورد توجهٔ هواپیمائی‌هم قرارمیگیرد، هواپیمای جت مدرن که درارتفاعات زیاد پروازمیکند ، هنگام پائین‌آمدن تند ازارتفاعات زیاد، جائی که مقاومت هوا بسیار کم است میتوانند ۲۵ـ۳۰ ثـانیه بـرای خلبانـان شرایط بی‌وزنی‌ایجاد کنند . اما چنین‌پروازهائی برای‌اکثرخلبانان،احساس‌نامطبوع‌ترازپرشهای تأخیری باچترنجات ازارتفاعات زیادبوجود نیاورده‌اند .

برای ایجاد شرایط بیوزنی‌درمدت طولانی وبرای منظورهای تحقیقاتی بدستگاه های ویژه‌ای نیازاست . امروزآزمایشهائی دراین زمینه بااستفاده از معادن عمیق ذغال سنگ وآسانسورهاوغیره انجام‌میشود. دراین‌آزمایشها کسی که مورد بررسی‌قرارمیگیرد درجایگاه مخصوصی که سقوط آزاد میکند جای میگیرد . هنگام سقوط فشار خون و فعالیت قلب‌وغیره مطالعه میشود. پیشنهاد شده است که موشک‌های بلند پروازمخصوصی برای بررسی تأثیر بیوزنی درانسان بکار روند . بموجب یك چنین طرحی ، موشکی که طبق اصول موشك دررپروازمشروح درفصل ششم ساخته میشود باید ۲۱ تن وزن داشته باشد که ۱۷ تن‌آن سوخت است. جایگاه سرنشین که فقط یك نفردرآن جای‌میگیرد در بالای موشك قراردارد (مجموع بار مفید درحدود ۱۳۰۰ کیلوگرم خواهد بود) در مدت ۲/۵ دقیقه که موتورکارمیکند موشك بارتفاع ۷۰ کیلومتری خواهد رسید وسپس پس ازانجام پروازآزادی به‌ارتفاع ۲۳۰ کیلومتردرظرف کمی بیش ازشش دقیقه‌بارتفاع کل ۳۰۰ کیلومتری میرسد. پس ازآنکه موتورخاموش شد دستگاه مخصوصی‌جایگاه سرنشین‌را ازبقیهٔ موشك مجزا میسازد واین جایگاه‌درمدت ۶ـ۵ دقیقه بپروازآزادخود ادامه داده وسپس باچترنجات فرودخواهدآمد .

آثاربیوزنی موقعی‌کاملا مورد بررسی قرارخواهند گرفت که موشك‌های دورپرواز وبلندپروازباسرنشین ظاهرشوندوسپس‌موشکهای‌مداری‌یعنی‌اقمارمصنوعی زمین باسرنشین بفضا فرستاده شوند . درحال حاضر نمیتوان بطور یقین گفت که آیا ایجاد وزن مصنوعی درناوفضاپیما ضرورت داردیاآنکه تدابیرنیمه‌کاره مانندمتصل کردن تخت‌های مغناطیسی بکفش مسافران کفایت خواهد کرد. باحتمال زیاد وزن مصنوعی‌تنهادرناوهای فضاپیمائی ایجادخواهدشد که بین‌اقمارسیارات یعنی‌دربخش‌اصلی‌مسیرهای کیهانی‌رفت‌وآمدمیکنند.

۲۱

پرتوهای مرگبارومرمی‌های سرگردان

فضائی که ناوباید درآن پروازنماید بهیچوجه «تهی» نیست اگر چه در آن هوا نباشد . درواقع دراین فضاچیزهای اندکی وجود دارد بااین همه از حیث انرژی بسیار غنی است زیرا باپرتوهای نیرومندی ازهرقبیل اشباع شده است .

این تشعشعات درسلامت فضاپیمایان چه اثری خواهد داشت ؟ اگراین پرتوها زیان بخش باشندآیا دیواره‌های ناوهای فضاپیما سرنشینان خودرادربرابرآثاراین پرتوها حفاظت خواهد نمود ؟ مادام که پاسخ دقیق این پرسشها را ندانیم ، زمانیکه اطمینان حاصل نکنیم که پرتوهای نافذ درفضا برای سرنشینان ناوفضاپیما مرگبار ویاحتی زیان بخش نیستند مشکل بتوان به پروازفضائی دست‌زد . ما که درروی‌زمین زندگی‌می کنیم تصوردقیقی ازماهیت پرتوهائی که درفضا رسوخ نموده‌اند نداریم. بعلت خواص‌پالایشگر جوزمین ، ما درروی زمین میتوانیم تنها به انعکاسات ضعیف‌آن فعل وانفعالات نیرومند پی‌ببریم که درجوبالا، تحت تاثیر پرتوهائی که ازفضا بداخل آن رسوخ میکنند صورت می‌پذیرد . تنها جزء ناچیزی ازپرتوهای اصلی بسطح زمین میرسند. بااین وجوددانش توانسته است‌این رازطبیعت‌رابکمك دقیقترین ابزارها که بابالن‌های اکتشافی‌وموشکهای بلند پرواز که‌بارتفاعات زیاد فرستاده شده‌اند بگشاید . نتیجهٔاین‌کامیابی‌های علمی‌آنست که ماا کنون تصورمعینی ازطبیعت این پرتوها که درفضا پراکنده‌اند بدست آورده‌ایم . گرچه البته پرتوهای دیگری که هنوزنشناخته‌ایم ممکن است درآینده کشف گردند.

برخی ازپرتوها اثرزیان بخشی برارگانیسم انسان دارند واگربمقادیرزیاد جذب شوند حتی ممکن است مهلك‌باشند . بنابراین مسئله‌ایکه درآغازاین فصل طرح کردیم مسئلهٔ کم اهمیتی نیست . مسافران یك ناوفضا پیمابايد در برابر آثار زیان بخش انواع تشعشعات کیهانی محافظت شوند . پروازی که بازمانده‌های سرنشینان‌را که درراه‌بوسیلهٔ پرتوهای مرگبار کشته شده‌اند بمقصد برساند بدشواری میتوان گفت که موفقیت‌آمیز بوده است !

ازمیان‌پرتوهائی که درفضای‌پیرامون‌خورشید نفوذمیکنندوبرای‌آدمی‌خطرناکند تاکنون اینها شناخته شده‌اند : پرتوهای ماوراءِ بنفش خورشید ، اشعهٔ ایکس خورشید واشعهٔ گاما . پرتوهای خطرناك دیگر اشعهٔ کیهانی هستند که قبلا ازآنها سخن رفت دقیقتربگوییم‌این‌هادرحقیقت پرتونبوده، بلکه جریانی ازاجزاء باردار الکتریکی هستند که بوسیلهٔ منابعی که هنوزماهیت‌آن دقیقاً معلوم نیست منتشرمیشوند

خورشیدنیزاجزاءباردارالکتریکی‌میپراکند. همین‌هاهستند که (اوروراابورآلیس) یاانوارقطبی‌را بوجود میآورند .

تشعشعات‌ماوراء بنفش که بوسیلهٔجوتضعیف‌نشده‌باشدمیتواندپوست‌رابسختی‌بسوزاند. (آفتاب سوختگی معمولی که رویهمرفته برای انسان مفید است بوسیلهٔ پرتوهائی که درمنطقهٔ نزدیك‌ماوراءِ بنفش‌طیف قراردارند ایجاد میشود. پرتوهای‌ماوراءِ بنفش‌سخت‌تر که طول موج کوتاهتری دارند دیگربرای سلامتی زیان آورند . این پرتوها بوسیلهٔ ازن که تا ارتفاع ۶۰ کیلو متری درجوپراکنده است جلوگیری میشوند . پرتوهای منطقهٔ دورتر ماوراء بنفش طیف که‌آنها نیزبرای سلامتی‌زیان بخشند بوسیلهٔ اکسیژن، ازت و گازهای دیگرجوهوا متوقف میگردند. این پرتوها باکتریهارا درهوا میکشند. اگراین پرتوها بزمین میرسیدند زندگی در روی آن باحتمال غیرممکن میشد) . اما پوستهٔ ناوفضاپیما وشیشه های پنجرهٔ جایگاه مسافران ، فضا پیمایان را در برابر آثار زیان بخش این نوع تشعشع کاملا حفاظت خواهند کرد .

اشعهٔ ایکس واشعهٔ گاما بهمان‌شکل اشعهٔ سخت ماوراءِ بنفش ببدن‌آسیب‌میرساند وتنها تفاوت‌آنست که این پرتوها باعماق بدن‌آدمی رسوخ میکنند و ارگانهای داخلی را صدمه میزنند.آنها ملکول‌های اجسامی‌راکه یاخته‌های ارگانیسم‌را تشکیل میدهند ایونیزه میکنند وازاین راه‌آنهارا به اجزاءِ باردارالکتریکی تبدیل مینماید . نتیجه‌آن میشود که یاخته‌های نسج زنده درارگانیسم که درمعرض این تشعشع قرارگیرند نابود میشوند ویادراعمال‌آنها اختلالاتی پدید میآید . اگرمیزان پرتوهائی که جذب میشوند زیاد باشدآسیب جدی بارگانسیم وارد خواهد شد

بعلت تغییراتی درشماره وترکیب گویچه‌های سفید خون بیماریهای‌خطرناك‌خون پیدامیشود ، درکارمغزاستخوانها بی‌نظمی‌هائی رخ میدهد والخ . اما میتوانیم تصور کنیم که شدت اشعهٔ ایکس واشعهٔ گاما که بوسیلهٔ خورشید پراکنده میشوند کمتر از میزان خطرناك‌آن برای انسان است اگرچه هنوزهم دانش بشری اطلاعات جامعی دراین باره ندارد وموقعیکه اثرپوششی پوستهٔ ناو را بحساب‌آوریم میتوانیم به پنداریم که این نوع تشعشع هم خطربزرگی برای فضاپیمایان نخواهد داشت .

مسئله درمورد تشعشعات کیهانی پیچیده‌تراست . اجزائی که این‌پرتوهارا تشکیل

میدهند بسرعت سرسام آوری در حرکتند وانرژئی دارند که میلیونها باربیش از انرژی همهٔ اجزاء دیگرشناخته شده درعلوم است . این مطلب بویژه دربارهٔآن اجزاءِ سنگین که اخیراً کشف شده‌اند صادق است . این اجزاء قسمتی ازباصطلاح ترکیب اولیهٔاشعهٔ کیهانی هستند که اجزاء نور اساس‌آن را تشکیل میدهند و پروتونها یا هسته های اتم ئیدرژن نیزدرآن واردند . اجزاءِ سنگین ، هسته هـای بغرنجتری هستند که از هلیوم گرفته تا ایندیوم وحتی هسته‌های سنگین‌ترمیرسند : جرم‌آنها از چهار تاشصت برابر سنگین تر ازجرم پروتون است

اثراشعهٔ کیهانی برروی ارگانیسم انسان‌ازبسیاری جهات شبیه تشعشع‌رادیواکتیو است با این تفاوت که اجزاء اشعهٔ کیهانی انهدام بمراتب بیشتری در بدن انسان ایجاد میکنند . بعلاوه عمل «گلوله مانند» اجزاءِ اولیه سنگین برروی موج ارگانیسم بسبب سرعت شگرف این اجزاء میتواند بسیار خطرناك باشد . امـا تراکم نسبتاً خفیف اشعهٔ کیهانی این امیدواری‌را ایجاد میکند که خطرآن بطورکلی چندان زیاد نخواهد بود .

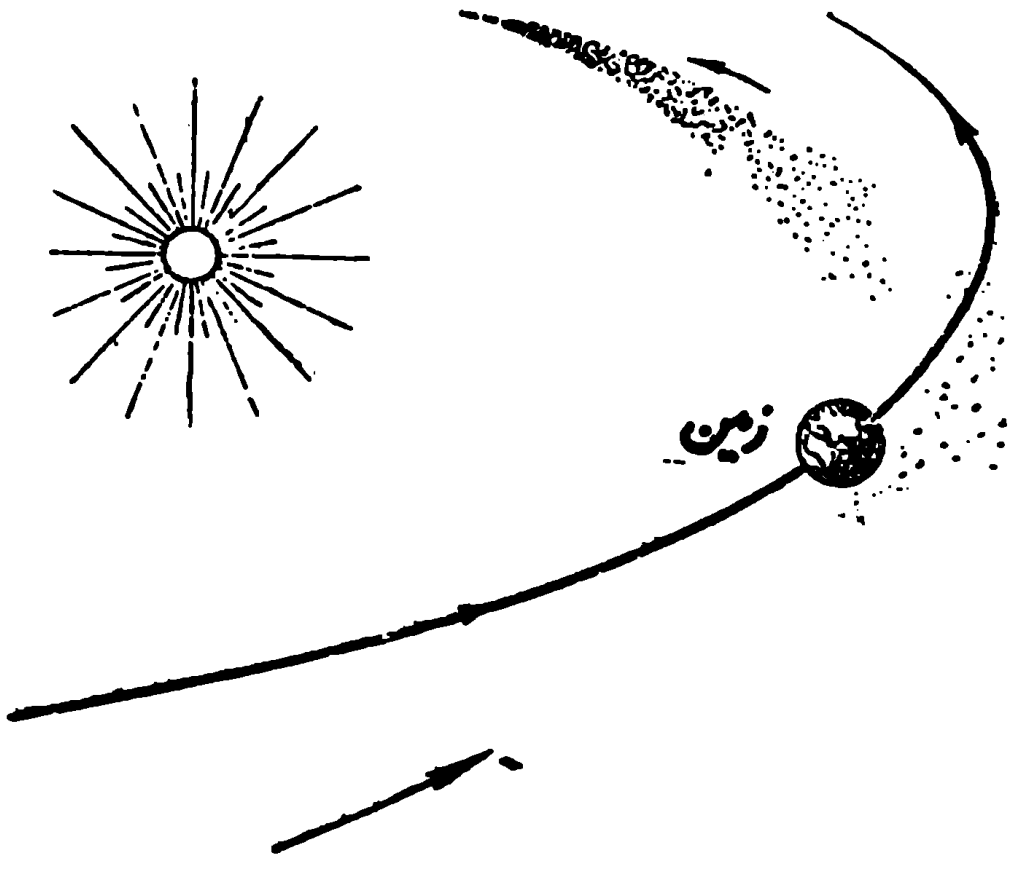
درزمان حاضراطلاعات معتبری دربارهٔآثاراجزاءِ کیهانی درسلامت انسان وبویژه دربارهٔ اجزاءِ سنگین که انرژی فوق‌العاده دارنددردست نیست . بااینهمه هم اکنون این مسائل در هواپیمائی مدرن همراه با مسئلهٔ افزایش «سقف» پرواز هواپیما های مـدرن پیش‌آمده‌اند

برای آزمایش آثار فیزیولوژیك اجزاءِ کیهانی پروازهای بارتفاعات‌زیادضرورت دارند واین پروازها را تنها بوسیلـهٔ موشك میتوان انجام داد . تاکنون آزمایشهائی با حشرات گوناگون مانند پروانه‌ها که در موشك‌های بلند پرواز جای داده شده‌اند بعمل آمده است . طوطی ، موش و حتی میمون به ایونوسفر پرواز داده شده وسرانجام سگی با اسپوتنیك دوم شوروی بفضافرستاده شده است . اما همهٔ اینها هنوزآغاز کار است .

در آینده باید پروازهای مشابهی‌با انواع حیوانات انجام شود و سرانجام انسان بچنین پرواز آزمایشی مبادرت ورزد .

ناو فضا پیمائی که با سرعت فراوان درفضا سیرنماید تنها با پرتوها و جریانات نامرئی‌اجزاء اولیهٔ اجسام برخورد نخواهد کرد . فضا با شلیك مستقیم توپخانهٔکالیبرهای مختلف بناو ما حمله‌ور خواهد شد و هر مرمی که بناو اصابت کند ممکن است برای آن مهلك باشد

این مرمی‌ها که ناو فضاپیما را با خطر انهدام تهدید میکنند چیستند ؟ این‌ها اجسام شهابی ، سنگهای آسمانی هستند که فضای پیرامون خورشید را در کلیهٔ جهات درمینوردند . این « مرمی‌های سرگردان » یکی از بزرگترین مخـاطرات پروازهای فضائی را تشکیل میدهند .



انبوهی ازشهاب‌ها

برخی از این اجسام شهابی ذرات غباری بیش نیستند . پاره‌ای قطعات عظیمی از اجرام سماویند ـ اجسام کوه‌پیکری هستند که با سرعت فراوان در فضا متحرکند و معمولا با اجسام کوچکتری احاطه شده‌اند . اجسام شهابی مجزائی وجود دارند که ممکن است مانند آستروئیدها ـ شبه سیاراتی‌باشند که قبلا دربارهٔ آن‌ها سخن گفتیم. و همچنین توده‌های انبوهی از این اجسام وجود دارند که در مدارهـای بیضوی بدور خورشید میچرخند و ظاهراً بقایای ستارگان دنباله دار هستند . منظومهٔ شمسی محل پیدایش اکثریت مطلق این اجسام شهابیست اما برخی‌ازآنها ممکن است جای‌دیگر ـ در جهانهای اختران دیگر پدید آمده باشند .

اجسام شهابی وجود دارند که با سرعت کمی نسبت بزمین در حرکت هستند و اجسامی نیز وجود دارند که سرعت نسبی‌آنها به ۲۰۰ کیلومتر در ثانیه میرسد . بیشتر شهابها از سنگند و بطور عمده از سیلیکاتها یعنی ترکیب اکسیژن و سیلیسیوم و تـا ۲۵ درصد از آهن تشکیل میشوند . بقیه، یعنی درحدود یکدهم شهابها آهنین‌هستند که از ۹۰ درصد آهن و۹ درصد نیکل تشکیل میگردند

در این اواخر فرضیه‌ای مطرح شده است که بموجب آن بخش قابل ملاحظهٔ همهٔ اجسام شهابی از یخ ، یعنی گازهای منجمدی از هرقبیل تشکیل یافته است .

زمانیکه ناو اقیانوس پیمای (تایتانیك) در مه غلیظی باکوه یخی‌برخورد نمود این فاجعه سراسر جهان را تکان داد . اما این برخورد درمقایسه با تلاقی احتمالی یك ناو فضاپیما با کوهی که با سرعت سرسام‌آوری درتاریکی فضا درحرکت است چه‌اندازه ناچیز بنظرمیرسد . پس ازچنین برخوردی حتی کوچکترین اثری از ناو فضاپیما بجا نخواهد ماند و چاره‌ای جز ثبت ناو مزبور درفهرست ناوهای«ناپدید شده » نخواهدبود.

البته همه می‌فهمیم که چرامسئلهٔ برخوردبین ناوفضاپیماواجسام شهابی‌باید مورد توجهٔ دقیق فضاپیمایان قراربگیرد زیرا این‌مسئله میتواندحتی اصل موضوع‌امکان‌پرواز فضائی را منتفی سازد ، این مسئله بطور عمده شامل دو موضوع جداگانه است . اولا دانستن این موضوع اهمیت دارد که احتمال برخورد یك نـاو فضا پیما با اجسام شهابی گوناگون یعنی اجسامی که دارای ابعاد ، ترکیب و سرعت پروازهای مختلف اند چه اندازه است ؟ ثانیاً بایدبدانیم درصورت چنین برخوردی چه اتفاقی خواهد افتاد ؟ ازاین قرار ، خطربرخورد ناوفضاپیما بایك جسم شهابی تاچه اندازه واقعی است ؟ اگر ازروی شماره براستی شگفتی‌آوراجسام شهابی که راه خودرا بداخل‌جوزمین میکشایند وتصویر جالب «تیرهای شهاب» را ایجاد میکنند ، قیاس بگیریم فضا سرشارازاین اجسام است .

درواقع ،آنطورهم که مشاهدات نشان داده‌اند، بیش ازدهها میلیون‌اجسام شهابی ازهرقبیل و بموجب برخی‌آمار دیگرحتی هزارها میلیون ازاین مرمی‌های سماوی که وزن مجموعشان بالغ بر۱۰ ـ ۲۰ تن‌است روزانه واردجوزمین میگردند. بنابراین‌اغلب می‌پندارند که شکافتن چنین «پردهٔ‌آتشی» عملا ناشدنی است .

اماچنین نتیجه گیری بدبنیانه‌ای دست کم قضاوت عجولانه‌ای خواهد بود .

اولا: تفاوت شگرفی بین‌زمین که‌قطری‌درحدود ۱۳۰۰۰ کیلومترومیدان جاذبهٔ نیرومندی دارد وناوفضا پیما که فقط چند ده متری طول داشته وهیچ میدان جاذبه‌ای ازآن خود ندارد موجود است

بعلاوه بیشتراجسام شهابی که بجوزمین راه می‌یابند چنان ازحیث ابعاد ناچیزند که برخوردشان‌باناوفضاپیما نمیتواند هیچگونه خطری‌دربرداشته باشد وبنابراین میشود ازآن چشم پوشید .

برای تعیین احتمال برخورد بین ناوفضاپیما ویك‌جسم شهابی بامحاسبات تئوریك باید غلظت این اجسام را درفضای پیرامون خورشید یعنی مجموع شمارهٔ این اجسام را که ازحجم مفروضی ازفضا درواحد زمان میگذرد ونیزجهت پرواز آنهارا بدانیم . تنها وسیلهٔ بدست‌آوردن پاسخ باین سئوالات امروزازطریق مشاهداتی است که درمورد اجسام شهابی که برروی زمین میافتند انجام‌میگیرد. تنها اجسام شهابی بسیارنادر وبزرگترین آنها بسطح زمین میرسند . ازجمله شهاب سیخوته‌آلین‌است که درسال ۱۹۴۷ سقوط کرد ونیز شهاب معروف تونگوس است که در سال ۱۹۰۸ در سیبری افتاد که تخیلات فراوان نویسندگان‌را برانگیخت و شهرت یافت که این یك ناوفضاپیمای اتمی بوده که ساکنان مریخ یازهره‌را بزمین میرسانده ومنفجرشده است . (میتوان پنداشت هردوی این شهابهای عظیم آستروئید های کوچکی بوده‌اند که طبیعتی مشابه شهابها دارنـد .) چنین شهابهائی چنان نادرند که نیازی بگفتگودربارهٔ‌آنها نیست .

اکثر اجسام شهابی بسطح زمین نمیرسند بلکه در قشرهای بالای جو میسوزند درحالیکه اثرنورانی درخشانی ازخود درآسمان بجا میگذارند که به «تیرشهاب» مشهور است . (معمولا شهاب‌ها درارتفاع ۱۶۰ تا ۱۰۰ کیلومتری زمین مشتعل شده در ارتفاع ۶۰ تا ٤۰ کیلو متری خاموش میشوند) . این اثر آتشین بما اجازه میدهد که شمارهٔ تقریبی شهابهارا که شب برروی زمین میافتند برآورد نمائیم. بدین ترتیب‌میتوانیم‌جمع کل شهاب‌را که دریك روزمیافتند گرچه بسیارتقریبی تعیین نمائیم .

اخیراً شیوهٔ بسیار با ارزشی برای ثبت سقوط اجسام شهابی بسیار کوچك که در تلسکوپ قابل‌رؤیت نیستند متداول شده است . بعلاوه ازاین شیوه میتوان در روز وشب بطوریکسان سود جست . این شیوه براساس استفاده از دستگاههای رادار استواراست .

انرژی حرکتی یك جسم شهابی که باسرعت شگرفی بداخل جوزمین‌راه مییابد ودرآن میسوزد . باانرژی حرارتی تبدیل میشود که قشرهوارا که در پیشاپیش شهاب در حرکت است میگدازد . این انرژی هم‌چنین بانرژی‌نور که‌وسیلهٔ دیدن شهاب‌میشود و نیزانرژئی که ملکولهای هوارا درمسیرشهاب ایونیزه میکند تبدیل میشود .

این اشکال مختلف انرژی‌تقریباً بطرز زیرتقسیم میشود: انرژی حرارتی صدبار بیش ازانرژی نوروایـن انرژی صدباربیشتر از انرژی ایونیزه کننده است . بعبارت دیگر تنها یـك درصد همهٔ انرژی حرکتی به نوروا ۰/. در صدآن انرژی‌یونیزه کننده میشود بقیهٔ انرژی مبدل بحرارت میشود . بااین وجود ستون هوای یونیزه شده که در اثرعبور شهاب درجوتشکیل میشود چند کیلومترطول دارد که برای ایستگاه رادارنه تنها علامت غیرقابل تردیدی ازعبورشهاب است بلکه وسیلهٔ تشخیص ابعاد تقریبی‌آنهم هست . یك پرتو رادیوئی که بآسمانها فرستاده میشود بااین ستون هوای الکتریکی شده برمیخورد ومانندآنکه بمانعی تلاقی کرده باشد برمیگردد .

شعاع منعکس‌شده درواحد گیرندهٔ رادار چون‌یك انعکاس رادیوئی گرفته‌میشود وازروی‌آن ارتفاع پروازشهاب وابعادآن تعیین میگردد .

بموجب آماریکه از مشاهدات بدست آمده مجموع شمارهٔ اجزاء شهابی که ناو فضاپیمارا باخطربرخورد تهدید میکنند میتواندبراین‌اساس معین‌شود که روزانه درحدود ۱۰۰ میلیون ازاین‌اجسام برروی زمین میافتند . در این رقم فقط اجزائی که بیش از یك میلیگرم وزن داشته باشند بحساب آمده‌اند . حتی یك جسم ناچیزی که بیش از ذرهٔ غباری نیست اگر سرعتی برابردهها کیلومتر درثانیه داشته باشد خطرمهلکی برای آدمی دارد زیرا همان اثری‌را در وی خواهد داشت که شلیك مستقیم یك طپانچه‌کالیبر بزرگ دارد. (یك نمونهٔ گویا ازخطرتصادم باسرعت زیاد اخیراً برای یك‌بمب افکن‌جت رخ داد . این هواپیما هنگام پرواز بایك مرغ کاکائی برخورد نمود . در اثر این تصادم

سوراخی دربال بمب افکن بابعاد ۱۵۰×۲۰۰ میلیمتر پدیدار گشت . حال تصور کنید که چگونه یك پرنده‌ای ، صفحهٔ فلزی بآن ضخامت‌را شکافته است !)

اگرغلظت کلی اجسام شهابی‌را بدانیم و اگرفرض نمائیم که تعداد ثابتی ازاین اجسام در کلیهٔ جهات درحرکتند می‌توانیم مدت زمانی را که بین دو تصادم متوالی بین ناوفضاپیما وجسم‌شهابی میگذرد معین نمائیم. چنین محاسبه‌ای نشان میدهد که‌برخورد بین ناوفضاپیما وجسم شهابی که قادربه شکافتن رویهٔ ناوباشد زودترازیکباردردهسال‌اتفاق نمیافتند . احتمال اصابت صاعقه بانسان درروی زمین بمراتب بیشتراست .

البته هیچ تردیدی نیست که درهرپروازی ناوبااجسام شهابی ذره بینی که قطری کمتراز ۰/۱ میلیمتردارند برخورد خواهد نمود وبرخوردهای متعددی هم از این نوع رخ خواهد داد . اما چنین برخورد هائی تنها رویهٔ ناو را خراش خواهد داد و شاید از جلای اولیهٔ آن بکاهد .

باید خاطرنشان کرد که اگرناوازدرون انبوهی از اجرام شهابی بگذرد احتمال برخورد بسیار زیادتر خواهد شد و بجای یك بر خورد خطرناك در هر دهسال چنین برخوردهائی ممکن است هرچند ماه یکباررخ دهند .

باین دلیل است که باید ازاین‌توده‌های اجرام شهابی احترازنمود. اگرچه‌برای نارهائی که سفری بماه انجام میدهند که بیش از صد ساعت طول نخواهد کشید، اینها خطرزیادی ندارند . سئوال مهم دیگری که بامسئلهٔ برخورد بین یك ناوفضاپیما و جسم شهابی بستگی دارد اینست : تا چه اندازه چنین برخوردی به ناوآسیب خواهد رساند ، زیرا صرفنظرازاینکه‌چه اندازه چنین برخوردهای‌احتمالی‌بین ناوواجرام شهابی‌بکفایت بزرگ کم اتفاق افتد ، همانطور که دربالا ازمحاسبات متکی به تئوری احتمالات دیدیم، این برخوردها بهرحال امکان پذیرند . سرنشینان ناو که باجسم شهابی برخورد نموده ازدانستن این موضوع ، کمی پیش ازنابودی ، که تصادم‌آنها یکی ازموارد نادربوده است تسلی چندانی نخواهند یافت !

باید حتی‌ازامکان تصادم‌نادرهم جلوگیری کرد بطوریکه سفرفضائی ازاین حیث نیزبحداکثرمصون وبی‌خطرباشد .

متأسفانه هنوزدانش ما اطلاعی دربارهٔ خرابی وارده بوسیلهٔ مرمیهائیکه بسرعت صدکیلومتردرثانیه وبیش از آن پرواز میکنند در اختیار ندارد . توپخانه با مرمیهائی سروکاردارد که سرعت‌آنها معمولا از۱/۵ کیلومتردرثانیه تجاوزنمیکند .

ماتنها میتوانیم حدس بزنیم که خرابی اساسی در اثر برخورد ناو فضاپیما باجسم شهابی ازتبخیرانفجاری شکل خود جسم شهابی وقسمتی از پوستهٔ ناوناشی خواهد شد . حتی درسرعتهای ٤ـ۵ کیلومتردرثانیه جسم جامدی بتدریج بصورت گازبشدت فشرده‌ای

درمیآید که درتلاقی باجسم دیگری منفجرمیشود. این شاید توضیح دهندهٔآن امرباشد که چرا درمحل افتادن‌شهاب تونگوس حتی کوچکترین اثری‌هم ازشهاب مزبورمشهود نگردیده است . این شهاب تماماً تبخیر شده است

برخی ازمحاسبات نشان میدهند که عمق رسوخ یك جسم شهابی در پوستهٔ ناو فضاپیما تقریباً متناسب با قطرآن جسم خواهد بود . در ضعیف ترین موارد ، موقعیکه پوستهٔ ناو ازفولاد وشهاب ازسنگ باشد این پوسته را بعمقی‌مساوی سه برابر قطر خود خواهد شکافت . درشدیدترین موارد ، موقعیکه پوستهٔ ناو از دورآلومینیوم وشهاب از آهن باشد شهاب مزبورممکن است بعمقی برابر۱۶ برابرقطرخود درپوسته رخنه کند . بنابراین اگرجنس پوسته‌را بدانیم میتوانیم ضخامت‌آن ، احتمال برخورد بین ناووجسم شهابی ونیزاحتمال شکافته شدن پوسته را درصورت چنین برخوردی محاسبه کنیم .

بر اساس محاسبات تقریبی میتوان انتظار داشت که پوستهٔ فولادین ناو که یك میلیمترضخامت داشته باشد درهرچندماه پروازیکبارشکافته شود . حاجت بتذکرنیست که هربرخوردی بفاجعه‌ای تبدیل نخواهد شد زیرا سوراخ‌را میتوان مسدود نمود . بعلاوه دیواره‌های جایگاه مسافران‌میتواند بشیوه‌ای که درمورد انبارهای‌سوخت هواپیما واخیراً درمورد لاستیك های هواپیما واتومبیل محافظت میشود عملی گردد . این شیوه عبارت ازآنست که‌قشری ازمادهٔ مخصوص که روی‌سطح‌داخلی‌دیواره‌ها کشیده شده‌سوراخ را مسدود خواهد کرد .

خطرسوراخ شدن پوستهٔ ناودرصورتیکه این پوسته با پردهٔ استحفاظی ویژهٔ ضد شهاب مجهزشده باشد بمقدارزیادی کاسته خواهد شد . چنین پردهٔ پوششی که ازورقهٔ دورآلومینیوم بکلفتی یك میلیمتروبشکل خود ناوساخته شده باشد وبین‌آن وروبهٔ ناو فضای خالی باندازهٔ ۲۰ـ۳۰ میلیمترباقی بماند احتمال سوراخ شدن پوستهٔ ناورا ازیك بار درهرچند ماه به یك بار دردهها‌سال تقلیل خواهد داد . زیرا اکثراجسام شهابی در برخورد بااین پرده بخارخواهند شد .

ازاین قرارخطر برخورد باجسم شهابی نباید مانعی در راه سفرفضائی باشد . با این وجود ناو فضاپیما بایدکاملا ازخطرحتی یك برخورد تصادفی که ممکن است سبب انهدام ناوشود نیزدرامان باشد . این درجه ازمصونیت میتواند بکمك‌یك واحد رادار که درناو نصب شود بدست آید .

یك پرتو رادیوئی که بوسیلهٔ این‌واحد فرستاده میشود مدام همهٔ فضای پیرامون ناورا درفاصلهٔ صدها هزار کیلومترخواهد «کاوید» . اگرپرتومزبور شهابی کشف نماید بلافاصله علامت خطری درپردهٔ مقابل ناخدای ناوروشن‌خواهد شد . (ضمناً باید دانست که درسطح کنونی تکامل تکنیك رادارتنها شهابهای خیلی‌بزرگ ، کوههای بین سیاره‌ای

میتواند باین طریق کشف شود . شهابهای معمولی وحتی‌نسبتاً بزرگ فقط درفاصلهٔ چند کیلومتری قابل تشخیص هستند که البته هیچگونه ارزشی نخواهد داشت.) دستگاهی که سرعت وجهت پروازاین همسایهٔ خطرناك ناو را معین میکند بوسیلهٔ ناخدا یا بطور خود کار بکار میافتد . دستگاه مزبور محاسبات لازم را انجام داده واگرخطربرخوردی باشد نشان میدهد که چه تغییراتی درمسیرناوباید انجام یابد . موتور ناو برای لحظه‌ای روشن خواهد شد واین کار برای احتراز از تصادم فاجعه آمیزی کفایت خواهد نمود شاید بجای روشن کردن موتورناو ممکن شود از «توپ» پرتوی استفاده شود . این توپ دستهٔ نیرومندی ازملکولهای باردار الکتریکی یا ایونهای جسمی راویا اشعهٔ موج کوتاه رادیوئی را بجنگ شهاب خواهد فرستاد . نیروی واکنشی این‌پرتوهاهم ناو وهم شهاب را قدری از مسیرخود منحرف خواهد ساخت و در نتیجه مسیرهای آنها که بیکدیگر نزدیك میشدند از هم دور خواهند شد . اگراین کار موفقیت آمیز باشد مسافران ناو فضاپیما منظرهٔ زود گذری ازشهاب خواهندديد که در حالیکه بانورافکن‌های‌نیرومند ناو منورشده ازبرابرپنجره‌های جایگاه مسافران باسرعت سرسام آوری خواهد گذشت واز خطروحشتناکی که همان لحظه ازآن جسته‌اند حکایت خواهد نمود .

بخش ششم

نگاهی بآینده

۲۲

سفرخیالی بماه

یك عصر گرم تابستان ، دراوائل تیرماه ... ۱۹ بود .

جنب وجوش زیادی درتالار کوچك سازمان سیاره شناسی برقراربود . این تالار وسالنهای مجاورآن چندین‌طبقهٔ فوقانی کاخ‌نجوم را اشغال‌نموده بود . پسران ودختران جوان که تالار را پر کرده بودند جلوی تصاویرونمودارهای رنگین که بدیوارها آویخته شده بود ، جمع‌میشدند ، دوروبردانشمندان را که هنوزدرتالاربودند میگرفتند وبشکل گروههای کوچك وپرهیجانی‌بدورهم گرد میآمدند . همه سرشارازتأثرات مجلسی‌بودند که اکنون بپایان رسیده بود و میل نداشتند بزودی پراکنده شوند . در این مجلس انجمنی ازمنجمین جوان که درجنب سازمان سیاره شناسی تشکیل شده بود گزارشی از فعالیت‌های‌خودرا درسال گذشته تحصیلی‌ارائه داد. اعضاء این انجمن که ازدانش‌آموزان کلاسهای بالای دبیرستان تشکیل شده بود برای‌اولین بارنبود که برای‌بررسی کارسالانهٔ خود ، سالی که انباشته‌ازفعالیت‌های جالب بود جمع میشدند . واین مجلس‌مراسم وداع با شاگردان ارشد که اینك انجمن‌دبیرستان را ترك می گفتند بعمل میآمد.

اما اجتماع امروز با مجالس سابق تفاوت داشت این‌سال مصادف با پانزدهمین سال گرد نخستین پرواز انسان بماه بود و همه جا کامیابی های فضاپیمائی را در مبارزه بخاطرتسخیرفضا جشن میگرفتند . با گذشت سالها دیگرجائی در منظومهٔ شمسی که فرستادگان زمین بآن قدم ننهاده‌باشند وجود نداشت . درمجلسی که اینك پایان یافته بود مدیرسازمان سیاره شناسی تصمیم فرهنگستان علوم را باطلاع حاضران رساند . در این تصمیم گفته شده بود که بافتخار سالگرد نخستین پرواز انسان بماه ، درسال جاری وهرسال ده نفرازاعضاء انجمن منجمین جوان که شاگردان برجستهٔ دبیرستانها هم‌باشند سفری بماه انجام خواهند داد. همین خبربود که چنان هیجانی درحاضران ایجاد کرد. همه بدانش‌آموزان خوشبخت تبریك میگفتند و هر کس باین فکر بود که آیا درسال آینده خواهد توانست حق شرکت درچنین گردشی را بدست آورد ؟

اما ازهمه خوشحال‌تر کسانی بودند که نامشان درفهرست ده نفر برگزیده دیده

میشد چه چیزهای شگفت انگیزی خواهند دیـد ! چه چیزهای فراوانی خواهند آموخت ! منجمین جوان از هم اکنون غرق دراندیشهٔ پرواز آینده بودند همه فکر میکردند که کاش آنروز شگفت انگیز پرواز همین حالا بود اما هنوز یکهفته دیگر صبروانتظار درپیش داشتند . اما ازطرفی میدانستند که همین‌هفته هم پرازحوادث‌جالب خواهد بود . بسیاری‌ازابزارها ودستگاههای دقیق‌باید فراهم وآماده شوند زیرا بازدید کنندگان درنظرداشتند چه درهنگام پرواز وچه در روی ماه مشاهدات متعددی انجام دهند وسپس دربارهٔ آن گزارشی بانجمن‌خودتقدیم کنند یك باردیگرباید کتب مربوط بماه وناوهای فضا پیما و پرواز با این ناوها را بخوانند . جوانان نمیخواستند در برابر دیدگان کارکنان ناو تازه کاروبی‌اطلاع جلوه کنند وچه بسیار کارهای دیگر که‌باید قبل از روز موعود ، روز پرواز که بابی‌صبری انتظارش را میکشیدند انجام دهند

قرارشد که پس فردا درسازمان سیاره شناسی اجتماع‌نمایند وازآنجا برای‌بازدید فرودگاه کیهانی شهرخود بروند .

دو روز بعد ، گروه ستاره‌شناسان‌جوان با یك هلیکوپتر بزرگ بطرف فرودگاه کیهانی حرکت کردند . این فرودگاه در سی کیلومتری شهر بود و محل فرود آمدن هلیکوپترز روی بام مسطح یکی ازعمارات عمدهٔ فرودگاه قرارداشت بعد از اینکه از هلیکوپتر پیاده شدند با مهندسی که مأمور راهنمائی آنان بود آشنا شدند . سپس همه بلب بام ، که با نرده‌های زیبائی حفاظت میشد ، گرد آمدند . در برابر دیدگانشان منظره فرودگاه کیهانی گسترده شد مهندس راهنما در بـارهٔ طرز کار آن بجوانان توضیحاتی داد . این یکی ازبزرگترین فرودگاههای کیهانی بود و تا آنوقت دهها ناو فضا پیما ازآن باعماق‌فضا پرواز کرده بودند. ساختمانها و تأسیسات گوناگون درسراسر محوطهٔ وسیع آن پراکنده بودند وهمهٔ آنها بوسیلهٔ جاده‌های بتونی‌با هم ارتباط داشتند. چمن‌های سرسبز زیبا وباغچه‌های گل وفواره‌های آب دراینجا و آنجا میان ساختمانها بچشم میخوردند. تمام قسمت عقبی‌میدان را فرودگاه‌هواپیما اشغال‌نموده بود. هواپیماهای جت از انواع گوناگون مدام بپرواز درآمده یا فرود میآمدند . مسافران‌این‌هواپیماها کسانی بودند که از سراسر کشور باین فرودگاه رفت وآمد میکردند . برخی از اینان عازم سفر فضائی بودند . دیگران‌قصد پرواز بارتفاعات زیاد بمنظورهای‌تحقیقاتی‌داشتند. بالاخره عده‌ای هم از کارکنان فرودگاه بودند که بامور آن رسیدگی میکردند در طرف چپ ساختمانهای دراز ونورانی تعمیرگاهها قرارداشت که در تنها قادر به تعمیر و تجهیز ناوهای فضاپیما بـودند بلکه از روی نقشه‌های دفتر طراحی « شرکت ساختمان بین سیارات » ناوهای جدید بسازند . محل شرکت درعمارت پنج طبقه‌ای بـود که در کناری ، پهلوی درختان که دور تا.دور منطقهٔ فرودگاه را احاطه کرده‌بودند جای‌داشت.

درطرف‌دست راست، پنهان درمیان باغهای‌سبزوخرم ، خانه‌های سفید ودرخشانی قرار داشتند که متعلق بکارمندان فرودگاه بود ، وکمی دورتر ازآنها رصدخانه‌ای دیده میشد که درآن دانشمندان شبانه‌روز به بررسی «تشکیلات» خورشیدی که بآنها سپرده شده بود اشتغال داشتند . درمجاورت رصدخانه جوانان دستگاه‌های مخصوص واحدهای نیرومند رادار را مشاهده میکردند . آنجا ایستگاه رادیو بود که ارتباطات راذیوئی مداومی با اجتماعات ماه و سایر سیارات و نیز با سرنشینان ناوهای فضاپیما وکارکنان ایستگاههای بین سیارات برقرار میکرد .

اما آنچه بیشتر از همه موردتوجه قرار گرفت برجهای عظیمی به‌بلندی‌آسمان خراش ها بود ازمیان شبکه‌های فلزی این‌برجها بازدیدکنندگان نمای جالب‌ناوهای فضاپیما را میدیدند . این برجها را بر روی پایه‌های بتونی که درمقابل عمارت اصلی و در فواصل چندین ده‌متر از یکدیگر جای داشتند ، قرار داده بودند .

در قسمت‌عقب محوطه ، نزدیك فرودگاه هواپیما ، در یك گوشهٔ نسبتاً دورافتاده دوسه برج ازهمین‌قبیل ولی کوچکتر بچشم میخورد. راهنما توضیح داد که این‌برجهای کوچکتر برای منظورهای بررسی و آزمایش ناوهای فضاپیما بکار میروند ،درحالیکه در برجهای اصلی ناوها را برای پرواز فضائی آماده میسازند . مهندس افزود که زیر فرودگاه کیهانی ، درعمق چندین ده‌متر ، انبارهای عظیم جای دارند که محتوی‌سوخت موتورهای فشفشه‌ای ناوها هستند .

یکی از دانش‌آموزان نتوانست خودداری کند ، تقاضا کرد بآنها اجازه داده‌شود ناوها را از نزدیك ببینند . دیگران هم بلافاصله باو پیوستند و تقاضای او را تکرار کردند .

مهندس گفت : من بی صبری شما را درك میکنم ، حالا خواهیم رفت و آنها را تماشا خواهیم کرد . اما بیائید دربارهٔ یك موضوع توافق کنیم بچیزی دست نخواهیم زد وگرنه بلافاصله عذر همهٔ ما را خواهند خواست

آسانسوری هم گروه را بسرعت به سرسرای عمارت اصلی‌رساند درآنجا نقشه‌ای که با موزائیك رنگین ، روی صفحهٔ مرمر ، ساخته شده بود نقاطی را نشان میداد که ناوهای فضاپیمائیکه از این فرودگاه برخاسته بودند بدان رسیده بودند

خطوط بسیاری که از یك نقطه منشعب میشدند از کامیابی های فضاپیمائی در سالهای پس از انجام نخستین پرواز حکایت میکردند .

اما بیائید زودتر بسراغ ناوها برویم

آیا نیاری بگفتن دارد که بازدیدکنندگان پیشنهاد مهندس راهنما را برای دیدن ناوی که پنج روز دیگر قرار بود آنها را بماه برساند با شور وشوق پذیرفتند؟

ناو در یکی از برجها قرارگرفته بود و برای سفر آماده میشد . آسانسورهـا مدام از برج بالا و پائین میرفتند و انواع و اقسام بارها را جابجا میکردند . کسانی مدام‌ابراز و تجهیزات میآوردند . از پائین ناو تا بلندترین نقطهٔ آن که سربآسمان میکشید ، در ارتفاعات‌مختلف‌کارگرانی ، تك‌تك یادرگروههای دونفری وسه نفری روی‌آسانسورهای سکوئی‌ایستاده وروی بدنه ناوکارمیکردند. صدای متهٔ های‌الکتریکی، جرقه‌های صاعقه مانند جوش‌کاران ، و تق تق چکش‌های بادی که شبیه صدای مسلسل بود همه‌جاشنیده و دیده میشد

ناو بطور قائم در داخل برج قرار گرفته بود و بر روی پایـهٔ بتونی خود تکیه داشت . این ناو براستی چیز قشنگی بود و به خط سریع‌السیر و مستقیم زمین و مـاه تعلق داشت . این ناو که بطور قابل ملاحظه‌ای بزرگتر از ناوهای مجاور بود ،ناوهائی که فقط تا ایستگاه بین سیارات پرواز میکردند ، آنـاً قلوب مسافران جوان خود را جلب کرد .

در آن موقع نخستین ناوهای آزمایشی باموتورهای جت اتمی مسیرزمین ـ ماه را پیموده بودند اما هنوز سرویس منظم مسافربری انجام نداده بودند . ناوی که قرار بود ستاره شناسان، جوان، با آن سفر کنند دارای موتور های جت بود که سوخت هـای معمولی شیمیائی کار میکردند .

بازدیدکنندگان بفاصلهٔ کمی از برج ناو « خودشان » توقف کردنـد نخستین رقمی که مهندس راهنما بزبان آورد شنوندگان را غرق در حیرت نمود ، با تعجب و شادی بیکدیگر نگریستند ناو در آغاز حرکت ۹۴۰ تن وزن خواهد داشت ! این رقم بمراتب بیش از سنگین‌ترین هواپیما ها و در حدود وزن چهار لکوموتیو نیرومند راه‌آهن‌بود . مهندس توضیح داد که نخستین ناوهائی کـه بماه فرستاده شوند از این هم سنگین‌تر بودند زیرا می‌باید بازگشت مسافران را بزمین تأمین کند و نمی توانستند هیچ کجا در بین راه سوخت گیری نمایند ناوهائی کـه اینك در ایستگاههـای بین سیارات سوخت گیری میکردند ، از جمله آنهائی که در برجهای مجاورقرار داشتند ، نصف این وزن را داشتند .

مهندس افزود : « بهرحال ، خودشما میتوانید قضاوت کنید که پرواز بماه‌برای پدران ما چقدر دشوار بوده است، در روزگار آنان ، یعنی درآغاز نیمهٔ دوم قرن‌حاضر، سوخت‌هائی که در تکنیك جت بکار میرفتند نصف قدرت سوختهای امروز را نداشتند یعنی ناوی مانند این میباید درآغاز حرکت بجای ۹۴۰ تن صدها هزار تن وزن‌داشته باشد . و این امر ضمناً توضیح دهندهٔ آنست که چرا آرزوی آنها برای پرواز فضائی چنان مدت طولانی دست یافتنی نبود . ارتفاع این ناو بیش از ۵۰ متر وبیشترین‌قطر آن شش متر است همانطور که می‌بینید شکل آن شبیه سیگار غول پیکریست که در

قسمت جلو مجهز به بالهای مثلثی است . درآغاز حرکت ۸۱٤ تن از ۹٤۰ تن وزن کل، وزن سوخت است واین نسبت بیش‌از۸٦ درصد است . وکمتراز۱٤ درصد یعنی فقط ۱۲٦تن وزن خود ناو، تجهیزات ومسافران آنست . اماآیا این بدان معنی است که موقعی که ناوبا انبارهای خالی سوخت درماه فرودآمد۱۲٦تن وزن خواهد داشت؟

مهندس نگاهی انتظارآمیزبشنوندگان جوان خود افکند .

چند نفراز دانش آموزان یکی پس‌از دیگری پاسخ دادند « نه‌خیر، این یك ناو چند مرحله‌ایست ؟ »

ـ بسیارخوب ، بسیار خوب ، می‌بینم که شما فضاپیمای واقعی هستید وجای‌انکار نیست بله ، در واقع ناوی که باآن سفرخواهید کرد یك ناوچند مرحله ایست . باین جهت موقعیکه درماه ازآن پیاده خواهید شدآنرا نخواهید شناخت . هیکل محقرتری خواهد داشت تنها قسمت جلوئی ناو بماه خواهد رسید . البته ، ناراحت نشوید ، شما هم درآن خواهید بود ! این یك ناو سه مرحله‌ایست ، قسمت پائینی که بزرگترین قسمت ناواست ، مرحلهٔ اول است . وزن‌آن صدتن است و٦۵۸تن سوخت حمل خواهد کرد. بنابراین وزن کلش ۷۸۵تن خواهد بود. مرحلهٔ بعدی ، مرحلهٔ دوم $\frac{۱}{۵}$سنگینی مرحلهٔ اول را خواهد داشت . وزن‌آن ۲۰تن وبا۱۱۳تن سوختش۱۲۳تن وزن‌خواهد داشت بالاخره بمرحلهٔ‌آخرمرحله سوم میرسیم که مجهزببال است و جایگاه مسافران هم درآن قراردارد . وزن این قسمت فقط چهارتن است وبامسافران وتجهیزات وذخائر خوراك وغیره ، یعنی بار مفیدآن شش تن وزن دارد . این مرحله حامل ۱٦تن سوخت بوده وبنابراین وزن کل‌آن ۲۲تن خواهدبود موقعی که ناودرماه فرودآید ، اگرهمهٔ سوخت مصرف شده باشد ، کمترازشش تن وزن خواهد داشت ، یا اگر کمی سوخت در انبارهایش مانده باشد قدری بیش از این وزن خواهد داشت . (دقیقتر گفته باشیم این وزنیست که در زمین میداشت در ماه یك ششم این وزن را خواهد داشت) این جواب پرسش من است بنابراین میبینید که وزن ناودرآغازحرکت تافرود آمدن از۹٤۰تن به شش‌تن تقلیل خواهدیافت. آنقدر «لاغر» خواهد شد تا به $\frac{۱}{۱۵۷}$ وزن اولیهٔ خودبرسد. شگفت آورنیست که دانشمندان فضا پیمائی میباید فصل نوینی بدانش مکانیك ـ تئوری حرکت اجسام باجرم متغیر را افزودند ، بدون این نظریه محاسبهٔ پرواز ناو فضا پیما نشدنی بود .

ذخیرهٔ مورد احتیاج سوخت بامحاسبهٔ بسیار دقیقی و البته طبق فرمول موشك معین میشود . شما خودتان‌میتوانید پیش‌ازحرکت‌آن را محاسبه کنید تا اطمینان‌حاصل نمائید که ناوشما برای سراسرسفرطولانی‌اش سوخت کافی دارد

موقع محاسبه باید بخاطرداشته باشید که در انبارهای ناوسوخت کاملاً جدیدی

ریخته شده است که قادر است مقادیر هنگفتی حرارت تولید نماید . ازن مایع کار اکسید کننده را انجام میدهدومادهٔ سوختنی یکی‌ازهیدروبرها،یعنی‌ترکیب بروهیدرژن است . سرعت جت محصولات گازی احتراق این سوخت بیش از چهار کیلومتر در ثانیه است ذخیرهٔ سوخت این ناو براین مبنا حساب شده که انرژی حاصله از احتراق این سوخت به‌ناوسرعتی برابر۱۵/۶ کیلومتردرثانیه خواهد بخشید. مشروط براینکه نیروی جاذبه و مقاومت هوا موجود نباشد . »

یکی ازجوانان پرسید «موتورهای ناو چه کششی‌تولید میکنند ؟ »

راهنمای‌آنها جواب داد: «بسیارخوب، اگرمایل باشیدمیتوانیم دربارهٔ موتورهای ناوهم گفتگو کنیم کشش موتورهای ناورا نمیتوان بطوردلخواه معین نمود واین کشش بطورعمده به شتاب آغاز حرکت ناو بستگی خواهد داشت هراندازه شتاب درآغاز حرکت بیشترباشد کشش موتورهم باید زیادترباشد . آغاز حرکتی باشتاب زیاد ازنقطه نظرمصرف سوخت ترجیح دارد اما نخستین‌ملاحظه دراین زمینه سلامت مسافران است. بخت باشما یاری کرده زیرا این ناو برای اضافه بارهائی درحدود سه محاسبه شده است وحال‌آنکه سایرناوها بااضافه بارهای چهارپرواز میکنند و مسافران آن ناراحت ترند .

اما اگر اضافه بارهای اینرسی برابر سه باشند این بآن معنی خواهد بود که شتاب ناو درحین پرواز که بوسیلهٔ موتورایجاد میشود سه برابرشتاب جاذبهٔ زمین خواهد بود واین شتاب رامیدانیم که درحدود ۱۰ متردرثانیه برای‌هرثانیه سقوط است . بعبارت دیگر کشش موتور سرعت ناورا درهرثانیه ۳۰متردرثانیه افزایش خواهد داد . بنابراین هریك ازشما که در روی ناوباشید مادام که موتورکار میکند سه برابر وزن فعلی خود وزن خواهید داشت پیشنهاد میکنم پیش ازپروازخود را بکشید تا اینکه « رکورد » وزن خود را در روی ناو بدانید اما این بآن معنی نیزخواهد بود که وزن کل ناو در آغازحرکت سه برابرخواهد شد ، بجای ۹۴۰تن۲۸۲۰تن وزن خواهد داشت . واین همان اندازه کشش‌است که موتورهای مرحلهٔ اول می‌باید دربرخاستن ناوتولید نمایند ، اگرمقاومت هوا وجود نمیداشت

مرحلهٔ اول ناو دارای هفت موتور فشفشه‌ای با سوخت مایع است که هریك میتواند کشش حداکثری برابر۴۵۰ تن تولیدنماید این رقم عظیمی‌است وبرابر کشش ۲۰ موتوردیزل‌نیرومند میباشد . موقعیکه همهٔ این‌موتورها درآغازحرکت بکارمیافتند وحداکثر کشش خود را تولید میکنند ، درهرثانیه ۷ر۵تن سوخت مصرف مینمایند یا بیش از یك تن بوسیلهٔ هر موتور . توربین‌هائی که تلمبه‌های رساننده سوخت را باطاق احتراق میگردانند بیش‌از ۲۵۰۰۰ اسب بخار قدرت تولید میکنند این برابرقدرت مرکزبرق شهرهای بزرگ است

بتدریج که سوخت‌بمصرف میرسد ازوزن کل ناو کاسته میشود . پابپای‌آن کشش

موتورها هم باید کاهش پذیرد تاآنکه اضافه بارهمیشه مقدارثابتی برابرسه باقی بماند دستگاه خود کار مخصوصی وجود دارد کـه از کشش موتورها میکاهد . این دستگاه با ابزاری کـه شتاب را اندازه میگیرد و شتاب سنج نامیده میشود مربوط است و بمجرد افزایش شتاب ازمقدارسوخت که بموتورها میرسد میکاهد. درنتیجه ازفشارداخل اطاقهای احتراق کاسته شده کشش موتورکاهش می‌پذیرد . هنگامیکه موتورهای مرحلهٔ اول بکار خود پایان می‌بخشند ، یعنی وقتیکه همهٔ ٦۸٥تن سوخت خود راسوزاندند وزن کل ناو به ۲٥٥تن تقلیل یافته و کشش موتورها تقریباً به ۸۰۰تن میرسد .

دراین‌موقع مرحلهٔ اول بطورخودکارجدا شده بکمك چترنجات بزرگ ومخصوصی برروی زمین فرود میآید این مرحله بازهم میتواند در بسیاری از ناوها مورد استفاده قراربگیرد موتورهای مرحلهٔ دوم بطور خود کار روشن میشوند . زمان فاصل بین کار موتورهای این دومرحله باید حداقل باشد زیرا سبب ازدست رفتن سرعت میگردد . این فاصله نباید ازچند دهم ثانیه تجاوز کند اما درناو شما حتی چنین فاصله زمانی کوتاهی هم وجود ندارد . طراحان ابتکار بسیار زیرکانه‌ای برای احترازازآن بکاربرده‌اند . اگر خسته نشده باشید دربارهٔآن برای شما توضیح خواهم داد .

ازهمه سویك صدا گفته شد خواهش میکنیم بفرمائید !

ـ بسیارخوب، پس گوش‌بدهید . دیواره‌های‌ناوی که شما می‌بینید اصلادیواره‌های آن نیستند . انبارهای سوخت حلقوی روی جدارهای خارجی آن نصف شده‌اند و این جدارآنهاست که شما می‌بینید . نگاهی‌بآن سوبکنید . آن انبارسوخت هنوزسوارنشده وشما جدار واقعی ناو را میتوانید از اینجا مشاهده کنید . وقتیکه همهٔ سوخت موجود دراین انبارها بمصرف برسد واین سوخت چنانکه میدانید در نوبت اول بمصرف خواهد رسید ، انبارها ازناو جدا شده و بخارج پرتاب خواهند شد . این اندیشهٔ بدور افکندن انبارهای خالی‌ازهواپیمائی بعاریت گرفته شده است ازاین‌قراروقتیکه انبارهای مرحلهٔ اول بخارج پرتاب میشوندآنها دهانه‌های خروجی موتورهای مرحلهٔ دوم را میگشایند . این دهانه‌ها دورا دورمحیط خارجی جدارناو نصب گردیده‌اند . این کار امکان میدهد که موتورهای مرحلهٔدوم راحتی‌پیش‌ازجداشدن‌مرحلهٔ اول روشن کنیم وباین‌ترتیب فاصله‌ای درکارموتورها ایجاد نمیشود . آیا مطلب روشن شد ؟

جوانان که کاملا مسحور شده بودند همه باهم گفتند: بسیار فکر عالیست . لابد درمرحلهٔ دوم هم همین‌کار تکرار میشود ؟

ـ خیر، درست است که مرحلهٔ دوم هم انبارهائی دارد که میتوانند بدورافکنده شوند ، اما موتور مرحلهٔآخر، مرحلهٔ سوم ناو درمرکز، درامتداد محورناو قرار گرفته واین موتوربجای‌آنکه درعقب ناوباشد درجلوی‌آنست . طرح آن باین‌شکل ازآن جهت

است که این موتور فقط برای ترمز کردن درموقع فرودآمدن درماه روشن شود .

ازآنجا که مجموع وزن ناو پس از جدا شدن مرحلهٔ اول فقط ۱۵۵ تن است حداکثر کشش موتور های مرحلهٔ دوم در حدود ۵۰۰ تن خواهد بود زیرا باید بازهم سه برابروزن ناوباشد . سپس بتدریج که تمام ۱۳تن سوخت ذخیره شده در این مرحله بمصرف رسید، کشش به ۱۳۰تن تقلیل‌مییابد . مرحلهٔ دوم هم دارای هفت موتوراست، که هریك ازآنها کشش‌حداکثری برابر۷۰تن دارد . فقط‌یك چنین‌موتوری روی‌مرحلهٔ سوم ناونصب شده واین موتورباشمابماه خواهد رسید . کمترین کشش این موتور وقتیکه درماه فرود خواهدآمد فقط چند تن خواهد بود .

حال این سؤال پیش میآید موتورهای ناو رویهمرفته عملاچه مدت کارمیکنند ؟

کمی بیش از۸ دقیقه . ازاین ۸ دقیقه در حدود شش دقیقهٔ آن مربوط به‌آغاز حرکت است . دربقیهٔ مدت (ومیدانید که پروازشما بماه کمی‌بیش‌ازسه روز طول‌خواهد کشید) ـ موتورها خاموش خواهند بود . چه نیروهائی در این مدت ناو را تحت تأثیر خود قرارمیدهند ؟ فقط نیروهای جاذبهٔ ناوبوسیلهٔ زمین ، ماه وخورشید جذب خواهد شد ابتداءِ جاذبه بسوی زمین بیش ازهمه محسوس خواهد شد ، بطوریکه‌آزادانه بروی آن خواهد افتاد ، مانند سیبی که ازدرخت میافتد. اما درحالیکه سیب عملا بروی‌زمین میافتد ناوشما البته این‌کاررا نخواهد کردزیرا با سرعت سرسام‌آوری که بدست‌آورده از زمین دورخواهد شد . جاذبهٔ زمین تنها درسرعت ناواثرخواهد کرد وپیوسته ازآن‌کاسته خواهد شد . موقعیکه ناوآن اندازه بماه نزدیك شود که جاذبهٔ بسوی‌آن قویترازجاذبهٔ بسوی زمین شود دیگربطرف زمین نخواهد افتاد ، بلکه بطرف ماه سقوط خواهد کرد وسرعتش باردیگرافزایش خواهد یافت. ازاین قرارمشاهده میکنید که درتمام این‌مدت شما بحال سقوط خواهید بود اول‌بطرف زمین بعد بسوی ماه . بار دیگرجوانان یکصدا پرسیدند : یعنی ماهیچ وزنی نخواهیم داشت ؟

ـ کاملا صحیح‌است . وزن شماناپدید خواهد شد وبرای‌آشنا شدن بااین‌احساس بیوزنی واحتراز ازانواع اشتباهاتی که ممکن است درلحظات اولیهٔ سقوط آزاد مرتکب شوید شما نیز مانند همهٔ فضاپیمایان ، روی دستگاه مخصوصی که ما در این فرودگاه کیهانی داریم به تمرین بپردازید .آیا ایرادی باین‌کاردارید ؟

این سئوال آشکارا زائد بود .

دانش آموزان ، مدت درازی همراه مهندس راهنما همهٔ محوطهٔ فرودگاه را زیر و رو کردند ، ازبرجها بالا رفتند ، بقسمت‌های داخلی ناوها سرزدند ، رصد خانه‌را بازدید نمودند ، حتی بکار خانه و دفتر طراحی شرکت ساختمانی بین سیارات هم سرکشی کردند .

دیگر هوا تاریك شده بود . بازدیدکنندگان جوان خسته ، اما شاد و سرافراز

ازآنچه‌آموخته بودند سوارهلیکوپترخود شدند . نورافکن‌های نیرومند سراسر محوطهٔ فرودگاه کیهانی ومحل فرودآمدن هواپیماهارا روشن میکردند . چراغ‌های قرمزخطر دربالای برجها میدرخشیدند . موقعیکه هلیکوپترتقریباً بیصدا برخاست آنها دریائی از نوررا درمقابل خود دیدند . این روشنائی شهرشان بود

جوانان عجله داشتند که هرچه زودتربخانه‌های خود برسند و از روز بعد تمرین خودرا برای پروازشروع کنند ، زیرا دیگرچیزی بروزحرکت باقی نمانده بود .

روزهای باقیمانده بادوندگی مربوط بچیزهای بی‌شماری که میباید انجام میشد بسرعت برق گذشت وسرانجام روزموعود فرارسید .

ساعت حرکت ناوبرای سه بعد ازظهر معین شده بود . اما ستاره شناسان جوان مدتها پیش ازوقت مقرردرآنجا حاضربودند . خویشان، همشاگردان ، ودوستانشان که باآنها درانجمن ستاره شناسی‌کارمیکردند مسافران‌را احاطه کرده بودند . پس از آنکه صبورانه وبرای‌صدمین باربانواع واقسام پندهاوتوصیه‌هاوتقاضاها وابرازاحساسات‌مشایعت‌کنندگان گوش دادند ازمسافران جوان خواسته‌شد که جای خودرا درناواشغال نمایند.

واینهم ناوفضاپیما ! اکنون برج فقط ازیك طرف بناواتصال داشت . نیمهٔ دیگر برج ، (اکنون معلوم شده بود که برج از دو قسمت تشکیل شده است) از روی ریل مخصوص بکنار کشیده شده بود . آسانسوری بسرعت مسافران را بسکوئی که درارتفاع بسیارزیادی قرارداشت رساند وازآنجا ازپلکانی بالارفتند ووارد دری درجایگاه مسافران شدند.کارکنان‌ناو، ناخدا، خلبان‌دوم، افسرناوبررادیوومهماندار که همهٔ آنهاقبلاباجواانن آشناشده بودند اینك‌درجای خود قرار گرفته بودند درناومحکم بسته شد وکاملاغیر قابل نفوذ گردید . برج را بکناری کشیدند واینك ناوتنهاومغرورانه سربآسمان کشیده بود .

فشفشهٔ سبزی بآسمان فرستاده شد وهوای اطراف آناً باغرش مهیب موتور های ناو پرشد . برای لحظه‌ای موتورها کم کشش بکارخود ادامه دادند . این آخرین بازرسی بود وسپس غرش‌آنها غیرقابل تحمل گشت . مشعلهای‌آتشینی از دهانهٔ موتور ها بخارج میجهیدند . ناولرزید وسپس‌آهسته مثل اینکه بی‌میل باشد ازتکیه گاههای خود کنده شد وبسوی بالا باسرعت تندتروتندتری اوج گرفت، درحالیکه دنبالهٔ دراز ودود مانندی ازخود در آسمان بجا میگذاشت برای چند لحظه خط نقره فامی‌را میشد در آسمان تشخیص داد وسپس‌آنهم ناپدید شد . سفربخیر

حالا بجایگاههای ناوبر گردیم وببینیم‌کاروبارفضاپیمایان ازچه قراراست . موقعی که درناو کیپ بسته شد کودکان دریافتند که درجایگاههای خود محبوس شده‌اند. آنها باید سه روزتمام‌را که سفرشان‌بماه طول‌خواهد کشید وهمین مدت‌را درباز گشت دراینجا بسربرند هریك درجای خود قرار گرفتند. اینها صندلی‌های «خواب» بودند . ده‌تخت خواب ، بتعداد مسافران درجایگاه جای‌داشت.این جاها کنارپنجره ودرطول دیواره‌های

جایگاه قرار داشتند ویکی بالای دیگری جای گرفته بودند و بمحل خواب ناویان که بالای یکدیگرمعلق استشباهت داشت. اما دراین مورد ۵ تختخواب یکیبالایدیگری مانند یك خوابگاه ، پنج طبقهای گذاشته شده بودند بکمك نردبانهای طنابی مسافران بجایگاه خود بالارفتند وبرروی آنها دراز کشیدند (برخی حتی درصدد شوخی برآمدند: نیامده باید خوابید ! سفر خوشی خواهد گذشت !) اماهیبت موقع آنهارا وادار بسکوت کرد همه میدانستند درآغازحرکت باید بروی پشت دراز کشید تاازفشاراضافهبارهای اینرسیکاسته شود

تصادفاً تختخوابها بسیارعالی بودند : فنری وبسیارنرم ! همهٔ جوانان بروی پشت خوابیدهسرهای خودرابطرف دیوارقراردارند جائی کهیك ردیفقائم لامپهایالکتریکی نصبشده بود. پایآنها متوجهٔ دیوارمقابل جایگاه بود که باقالی کلفتی پوشیده شده بود وازوسطآن یك نوارفلزی سیاه رنگی میگذشت . درسقف جایگاه دری وجود داشت که بعداً معلوم شد بجایگاهکار کنان ناوبازمیشده است .

سکوت برقراربود هیچکسمیلحرف زدننداشت. بنظرمیرسید که همه بچیزی گوش میدهند وباهیجان زیاد منتظرچیزی هستند سپسآن چیز فرارسید !

این غرش موتورهابود که ازپشت دیوارهای جایگاه خفه و کنگ شنیده میشد لحظهای گذشت ونیروی توانائی جوانانرا به تخت خوابهای خود چسباند . دراینموقع بهیچوجه نمیتوانستند ازجای خود تکان بخورند . حتی نفس کشیدن هم برایشان دشوار شده بود . دراین وقت مسافران دریافتند که ناو بپرواز در آمده است . کودکان متوجهٔ ساعتی شدند که عقربهٔ دقیقه شماربزرگی داشت ودرسقف بالای در جایگاه کار کنان ناو نصب شده بود . سه دقیقه گذشت . این بدان معنی بود که مرحلهٔ اول ناو ، انبارهای خالی سوخت وموتورهایش هم اکنونبطرف زمین رهسپاراست وباچترنجات فرودمیآید. آنهاجدا شدنمرحلهٔ اولوروشن شدن موتورهای مرحله دوم راحتی احساس همنکردند.

عقربهٔ دستگاه دیگری که در سقف جایگاه پهلوی ساعت قرار داشت مدام دور دایرهای میگشت. این دستگاه ارتفاع بالای زمینرانشان میداد. اکنون ۲۰۰ کیلومتر از زمین پریده بودند بجای آسمان عادی برنگآبی روشن ، سپهری کهآنها ازپنجره های خود میدیدند برنگ بنفش خیلی تیره ، تقریباًآبی سیاه رنگ بود که با روشنائی تیره وغیرعادی هزاران اخترپرشده بود . ودراینآسمان بسیارغیرعادی مسافران منظرهٔ بسیارغیرعادیتری اززمین دیدند . آنها اول حتی نتوانستندآنرا بازشناسند زیرابازمین مألوفآنها که چنان خوب میشناختندش هیچ شباهتی نداشت . منظرهٔ زمین که اینك دربرابردیدگانآنها گشوده میشد غیرازآن چیزی بود که ازفرازهلیکوپتردیده بودند .

آنها ازخودمیپرسیدند: «ازفراز کدامجاهامیگذریم ؟ حتینمیتوانیم کوچکترین نشانهآشنائی پیدا کنیم، بهرحالباید جائی درخاورباشد زیرا ناو بسوی خاور میپرد تا از

سرعت وضعی زمین بگرد محورش سود ببرید» .آسمان پیوسته تاریکتروتاریکترمیشد واختران بیشتری در آن هویدامیگردیدنددرعین حال پرتوهای خیره کنندهٔ خورشیدازپنجره های مقابل بداخل ناوراه میافتند. درجایگاههای ناوشب وروز درآن واحدحکمفرمابود.

پنج دقیقه، سپس پنج دقیقه‌ونیم گذشت. بزودی موتورها ازکاربازخواهندایستاد، و ناو مرحلهٔ دوم ، مرحلهٔ وسطی خودرا ترك خواهد نمود . اکنون دیگر آن احساس سنگینی که مسافران‌را بجای خود میخکوب کرده بود ناپدید شد . اگرچه همه آنها منتظراین لحظه بودند لیکن ناگهان و بی‌خبر فرا رسید غرش موتورها خاموش شد و رختخواب گوئی اززیرآنها پائین میافتاد خودآنهاهم احساس کردند که دارند میافتند و در پرتگاه گود و پایان ناپذیری سقوط میکنند . مضطربانه بلبه‌های تختخواب خود چسبیدند وباتشویش منتظرماندند درحالیکه یقین‌داشتند بزودی‌بچیزی برخواهندخورد، وآنوقت دیگرپایان همه چیزخواهد بود !...

تنها کمی بعد بود که جوانان بیادآوردند که هنگام تمرین‌درفرودگاه هم همین احساس بآنهادست میداد. همهٔ‌آنها ازتختخوابهای خودبیرون جستند اما ... دروضع‌های بسیارخنده‌آوری درهوا معلق ماندند . اوضاع عجیب و غریبی که پیش‌آمده بود آنها را ناراحت کرد ، ازهمهٔ اینها گذشته‌آویزان شدن درهوا ودمبدم خوردن سروبدن بجاهای نامناسب وندانستن اینکه بالا کدام و پائین کدامست خیلی خوش آیند نیست جوانها بهم میگفتند: «ماداریم سقوط میکنیم اماروببالا !» همهٔ این‌اوضاع احساس‌شگفت‌آوری پدیدآورده بود . حتی قدری احساس بهم خوردگی دل ، مانند دریاگرفتگی کردند .

مهماندارناو ، دم دری که درسقف بود پیداشد . حالا دیگر چیزها چنان درهم وبرهم شده بود که معلوم نبود سقف و کف کدامست. ورود مهماندارنظم وآرامشی‌ایجاد کرد . اوپیش ازهرچیزتوضیح داد که ازاین پس کف جایگاه کجا وسقف‌آن کدامست‌و نیز جهت بالا و پائین را هم معین نمود . او بکمك جوانان تختخوابها را بسرعت مبدل بصندلیهای راحتی نمود وآنها راکنارپنجره پشت سرهم مانند صندلی‌اتوبوس چید وبین دو ردیف صندلی را هروی گذاشت حالا دیواری کـه در آن ردیف لامپهای الکتریکی نصب شده‌بود سقف جایگاه وآن دیگری که مفروش بود ونوارفلزی ازوسطش‌میگذشت کف محل شد . اتفاقاً رازاین نوارفلزی هم بزودی کشف شد . برای‌آنکه مسافران در اثریك حرکت نسجیده ببالا نپرند بهمهٔ آنها تخت‌های مغناطیسی مخصوصی دادند کـه بکفش‌های‌خود متصل کنند . این‌تخت‌ها به نوارفلزی میچسبید وبرای کندن پا اززمین کوششی لازم بود حالا که دوباره کفی زیرپای خود داشتند و برای پیمودن‌آن لازم نبود بادستهای خود بآن بچسبند احساس‌آسایش کردند .

درجایگاه کارکنان که درقسمت جلوی ناوبود اینك روبروی آنها قرارگرفت مانند پیش عقربه های ساعت بالای در بحرکت خـود ادامه میدادند و ارتفاع سنج نیز

فاصله‌ای‌را که در پرواز از زمین می‌پیمودند نشان میداد .آنها هم اکنون به ارتفاع سه هزار کیلومتری رسیده‌بودند وناوباسرعت ۳۵ هزار کیلومتردرساعت سینهٔفضارامیشکافت. ازپنجره زمین عزیزودوردست خودرا ، جائی که خویشاوندان و دوستان خویش‌را درآن بجا گذاشته بودند ، میدیدند . زمین بسیارزیبا بنظرمیرسید ودر حالیکه باپرده‌های ابر پوشیده شده بود گاه وبیگاه میشدخطوط دورقاره‌هارا که مه‌آلود ومبهم بود تشخیص‌داد. قرص تاریك و کوچکی از پشت لبهٔ زمین شروع ببالا آمدن کرد . این ماه بود . هنوز دوردست ودست نیافتنی بنظرمیرسید . امادیگرفقط کمی صبرلازم بود، چیزی نخواهد گذشت که ماه‌را اززدیك خواهند دید . کم کم به احساس عجیب وراستش‌را بخواهید نامطبوع بیوزنی عادت کردند . تمرینی که کرده بودند بسیاربدردشان خورد . مهماندار بکمك آن عده که حالشان بدترازدیگران بود رسید. اوقرص‌های خوش‌طعم وخوش‌بوئی بآنها داد که لااقل موقتاً آرامشان کرد .

زندگی درشرایط بیوزنی بهر حال جالب است چیزی نمیافتد ، نمی‌شکند و اگربخواهید میتوانید حتی روی سوزن بخواب روید !

هوای داخل جایگاه تازه وپاك ومحیط گرم ومطبوع بود، نسیم ملایمی‌ازپنجره های باد زن‌بداخل میوزید. تصوراینکه بیرون جدارهای نازك‌ناوسرمای ابدی وسکوت فضای بی‌هوا حکمفرماست دشواربود .

موقع نهاررسید . طرزپذیرائی بسیارعجیب بود هریك ازمسافران سهم خودرا دربشقاب‌های ویژهٔ فضائی دریافت نمود. درمورد مایعات‌مختلف میبایست خیلی‌بااحتیاط رفتار کنند این مایعات بصورت گویچه هائی منعقد میشدند که در همه جای جایگاه شروع بغلطیدن میکردند . برخوردی بایك گویچهٔ داغ کاکائولطفی نداشت . همهٔ این گویچه‌ها رفتاری بس خودسرانه داشتند. بلعیدشان‌آسان نبود اما براحتی روی صورت آدم می‌غلطیدند وآن‌را باقشرنازکی ازمایع میپوشاندند. اما بزودی مسافران براوضاع مسلط شدند وچنانکه انتظارهم میرفت بااشتهای‌کامل خوراك خودرا خوردند . آنهاسوپ وکاکائوی خودرابوسیلهٔ نی‌هائی‌شبیه‌آنچه باآن‌شربت‌وبستنی‌میخوردند ازبشقابهامکیدند.

پس از نهار افسر ناوبر و رادیو بملاقات جوانها آمد . معلوم شدآدم سرزنده و حرافی است ، وباوجود جوانی خود تجارب فراوانی در سفر فضائی بدست‌آورده است . رکوردپروازش هم اکنون‌بچند صدمیلیون کیلومترمیرسیدوآرزوداشت بزودی«میلیاردر» شود . خلبانان زمینی دیگرمدتها از رشك ورزیدن بهمکاران فضائی خود دست برداشته بودند زیرا میدانستند که ازاین حیث خودرا بپای‌آنها رساندن غیرممکن است .

پس ازمعرفی خود بمسافران جوان ، افسررادیوآخرین پیامهای رادیوئی‌را که‌از زمین رسیده بود بآنها اطلاع داد . جوانان چنان اورا بباد سئوال گرفتند که پاسخ دادن بهمهٔ آنهاکارساده‌ای نبود. تاآنجا که ممکن بود میکوشید بانمونه‌های عملی بآنها جواب

دهد . مثلا موقعی که ازاوسؤال کردندآیا کبریت در جایگاه روشن خواهد شد یـنه او فوراً یکی‌را روشن کرد وهمه قانع شدند که خیلی هم خوب میسوزد. اماموقعی که‌یکی از جوانها گفت «ولی ماشنیده بودیم که ...» افسر چشمکی زد و گفت «یك دقیقه تأمل کنید» وبرای لحظه‌ای ازاطاق خارج شد . وقتی بر گشت کبریت دیگری روشن کرد . کبریت مشتعل شد وسپس شعلهٔآن بسرعت بصورت یك گوی کوچك جمع شدوخاموش گردید . بار دیگر افسر ازاطاق خارج شد واین دفعه که آمد باز کبریت بحالت عادی میسوخت . جواب این معما چه بود ؟

کسی گفت « شما دستگاه تهویه هوارا خاموش کردید !»

افسرجواب‌داد:«کاملا صحیح است. درشرایط بیوزنی اگرتهویهٔ مصنوعی‌مخصوصی درکار نباشد شعله «خفه» میشود . ضمناً اگر دستگاه برای مدت بیشتری خاموش باشد خود شما هم خفه میشوند .»

در روز دوم پروازشان یك ایستگاه بین سیاره‌ای دیدند. این مجموعه‌ای ازانواع ساختمانهای عجیب بود که درمدارخود ، درارتفاعی بیش ازصد هزار کیلومتر بدور زمین میچرخیدند بدون‌آنکه ترتیب ووضع خودرا نسبت بیکدیگرتغییردهند . از دور مانند دسته‌ای پرندگان شگفت انگیز بنظر میرسیدند . جوانان که خودرا بـه پنجره هـای جایگاه چسبانده بودند درسکوت محض به این «جزائرسواحل زمین» که مخلوق اراده ونبوغ انسان بود مینگریستند . این جزائردرحالیکه در پرتوخورشید میدرخشیدند از مقابل‌آنها گذشتند . همه دربارهٔ کسانیکه درروی این اقمارمصنوعی زندگی میکردند ، مردان وزنانی که‌کارلازم ومهمی انجام میدادند می‌اندیشیدند .

افسررادیو بآنها توضیح داد که چه اندازه‌کاراین ایستگاههای بین سیارات برای دانش و ارتباطات بین سیارات اهمیت دارد و گفت که اقمارمشابهی اکنون دور ماه هم میگردند اماآنهارا دراین سفرنخواهید دید .

وقت درناوبسرعت و(اگرآن احساس‌نامطبوع بی‌وزنی‌را نمیداشتند) بخوشی‌کامل میگذشت زیرا سرشارازتأثرات جالب بود . روز دوم پروازفرارسید . این یك روز غیر عادی بود. ناخدای ناوبجوانان اجازه داد (وبرای اینکارقبلا اززمین کسب تکلیف کرده بود) که گردشی‌بخارج ناودرفضای‌بیرونی انجام دهند هیجان فوق‌العاده‌ای که این‌خبر بوجودآوردنصف روزادامه داشت. جوانهاتك تك‌درحالیکه‌باخلبان ذوم‌ناوهمراهی‌میشدند بخارج ناومیرفتند . بقیه به تجهیز وآماده کردن جوان خوشبختی که نوبتش فرارسیده بود مشغول‌میشدند.این تدارکات می‌بایدبسیاردقیق وباحوصله انجام‌میشدزیرا کوچکترین غفلتی عواقب وخیم وجدی درپی‌داشت . جوان بهیجان‌آمده درداخل لباس‌فضائی جسیم خود ، که همگی قبلا باآن‌آشنا شده‌بودند قرارمیگرفت. وقتیکه همه چیزآماده‌میشد اجازه خروج ازناوصادرمیگشت .

هر دو« گردش کننده» خدا حافظی میکردند و ازدرجایگاه وارد «حـوضچه»ای می‌شدند که پس ازبسته شدن درکاملا غیرقابل نفوذ ومجزا میگشت . در بسته میشد و هوای داخل «حوضچه» باتلمبه تخلیه میشد زیرا ازدست دادن آن حیف بود . ازآن‌پس دربیرونی‌بازمیشد . سیاحان‌اکنون بیرون‌ناوبودند. مسافران‌دیگرازپنجره‌های‌ناومراقب آنان‌بودند وبادیدن حرکات ناشیانهٔ این «شناگران» فضائی‌شادمانه میخندیدندزیراآنان باسرعت عجیبی همراه باناو ، که گوئی بابندهای نامرئی بآن بسته شده‌اند درفضا پرواز میکردند، ازنظر آنها ناو بیحرکت وساکن‌بود. بالاخره روزآخرپروازسررسید. جوانها بانتظار دیدن ماه ازشوق وشادی درپوست خود نمیگنجیدند . آنها نمی‌توانستند خودرا از کنار پنجره‌ها بکنند وازاینجا قرص ماه‌را که پیوسته بزرگترمیشد در حالی که نیمی ازآن بانور خورشید روشن ونیم دیگردرسایه بود تماشامیکردند . جهانی عجیب‌ومرموز دربرابر آنها گشوده میشد

ماه پیوسته جلوتر وجلوتر میآمد . آنها دیگرازنقطهٔ خنثی ، نقطه‌ای که درآن جذب شدن ناوبسوی زمین وماه یکسان است گذشته بودند حالا دیگرناوبسوی زمین نمیافتاد بلکه بطرف ماه که کمترازچهل هزار کیلومتربا آن فاصله‌داشت سقوط میکرد.

تصادفاً مسافران ناودروضعی قرارنداشتند که بتوانند این تغییررا احساس کنند برای‌آنها این مطلب که بکدام طرف سقوط میکنند علی‌السویه بود . اما ناخدای ناو دراین باره احساس دیگری داشت . زیرا این‌امربرای او کمال اهمیت را داشت .سرعت ناو که بتدریج‌ازآن‌کاسته میشد ودرنقطهٔ خنثی بحداقل، کمی کمترازیك کیلومتردرثانیه، رسید اکنون باردیگرتحت تأثیرجاذبه ماه شروع به افزایش نمود .

ماه سرسختانه وبی‌امان نزدیك میشد بالاخره دستورداده شد که باردیگرمانند حرکت اززمین برروی تختخوابها بخوابند اما جهت تختخوابها را معکوس نمودند . باردیگرجایگاه مبدل به خوابگاه پنج طبقه‌ای شد بااین تفاوت که آنکس که سابقاً در بالا بودحالا خودرا درزیر یافت . فقط هزار کیلومتر بماه مانده‌است ، ۵۰۰ کیلومتر... یك پرتو رادیو کیلو متر های باقیمانده را بدقت می سنجید درست مانند یك دستگاه عمق‌سنج صوتی که عمق دریارااندازه میگیرد . سرعت ناودراین موقع تقریباً۳ کیلومتر درثانیه بود . حالا دیگرلازم بود که ترمزناوشروع شود و الا در موقع فرود آمدن خرد میشد فقط ۱۵۰ کیلومترازسطح ماه دوربودند نورافکنهای نیرومندی‌درماه روشن‌شده بود که محل فرود آمدن را درقسمت تاریك ماه یعنی جائی که خورشید هنوز روشنش نساخته بود نورانی میساخت این نقطه درمرز بین روشنائی و تاریکی که قرص ماه را تقسیم نموده بود قرارداشت . ناخدای ناوموتورهارا روشن کرد و بار دیگرهمان نیروئی که مسافران‌درحرکت اززمین احساس‌نموده بودندآنهارا بتخت‌خوابهای خود میخکوب کرد جریانی از گازهای گداخته ازدهانهٔ موتور خارج شده بطرف ماه سرازیر شد ،

سرعت جریان این گازها چهار کیلومتردرثانیه بیش ازسرعت ناوبود . بنظر میرسید که کشش واکنشی موتورمانند دست توانائی بجلوناوفشارمی‌آورد وازسرعت سقوط میکاهد. ازسرعت ناوپیوسته‌کاسته میشد چند کیلومترآخررا بآهستگی بماه نزدیك شد. کشش موتور کمی بیش‌ازوزن ناوبود که اکنون‌بعلت نیروی جاذبه کمترماه ، $\frac{۱}{٦}$ وزن خود درزمین ، وزن داشت . سرانجام‌آخرین مترها وسانتیمترهای راه پیموده شد ناوبنرمی سطح ماه رالمس نمود و برروی شاسی ضد ضربهٔ خود نشست . این شاسی به چهار«پای» فولادی شباهت داشت که درانتهای‌آنها صفحات گردی نصب‌شده بود. شاسی‌مزبور درست مانند چرخهای هواپیما قابل جمع شدن بود فقط درموقع فرود آمدن « پاهای » آنرا بیرون میدادند. عملاهیچ ضربه‌ای‌احساس نشد ودرواقع «بماه نشستن» به بهترین وجهی انجام پذیرفت . سراسر عمل فرود آمدن درحدود ۱/٥ دقیقه طول کشید . ازلحظه‌ای که اززمین برخاسته بودند کمی بیش ازسه روز گذشته بود .

آرزوی‌جوانان بحقیقت پیوست ! آنها درروی ماه بودند ! تماشا کردن فرودگاه ازپنجره که درآن کسانی بالباسهای فضائی باین سو وآنسومیرفتند، دیدن ساختمان‌های عجیب و غریب که درفاصلهٔ دورتری قرارداشتند و دکلهای ایستگاه رادیو بسیار جالب وهیجان انگیزبود

با آنکه شب بود محیط ماه روشن بود . زمین که قرصی برنگ سفید مایل به آبی و چهار بار بزرگتر از قرص ماه بنظر میرسید در آسمان معلق بود و سطح‌ماه‌را کاملا روشن میساخت نور زمین ۸۰ بار روشن تر از نور ماه برای ساکنان زمین بود ، از نور زمین بآسانی میشد کتاب خواند . پس از مدت کوتاهی توقف مسافران جوان یکی پس از دیگری درحالیکه ملبس به لباسهای فضائی بودند از ناو پیاده شدند و به قصد زیست گاه‌های ساکنان ماه براه افتادند .

محل اقامت آنها که در نزدیکی فرودگاه قرار داشت (اجتماعات دیگری هم در نقاط دورتربود) در زیر سطح خاك جا داشت و تنها گنبدهای گردشان از محل‌آنها خبر میداد . همهٔ مسافران وارد یکی ازمهمانخانه‌ها شدند که زیر سطح ماه‌قرارداشت و برای پذیرائی از مهمانان تازه وارد آماده شده بود . ورود آنها ازطریق « حوضچه» های دودره‌ای صورت گرفت که مسافران بانظیر آن در ناو فضاپیما آشنا شده بودند ، پس از شادباشها بمسافران غذا دادند ، و سپس آنها را برختخواب فرستادند زیرا قرار بود صبح روز بعد ، هرچه زودتر بیدار شوند . روز بسیار جالبی در انتظار آنان بود .

۲۳

درروی ماه

مسافران جوان صبح زود از خواب بیدار شدند . میدانیم که شب و روزماه هر
ک دو هفته طول میکشد ، اما دراین روز بخصوص ، صبح ماه باصبح زمین‌منطبق‌بود.
وز اوائل صبح در ماه بود ولی به برآمدن خورشید چیزی نمانده بود . خورشید را
اینجا دو هفته کسی ندیده بود . این‌نخستین پیش‌آمد شگفت‌آور برای‌ستاره‌شناسان
وان بود که در بارهٔ آن در زمین اشاره‌ای شنیده بودند اما دربین راه هرچه دراین
ه فکر کردندنتوانستند موضوع راحدس بزنند . ورودآنها بماه از پیش چنان‌محاسبه
ه بود که بتوانند طلوع خورشید را در ماه مشاهده کنند . این منظره‌ای بسیارزیبا و
نانکه دیدیم اتفاق نادری درماه است . از سوی دیگربرآمدن خورشید درماه‌برخلاف
کی دو دقیقه‌ای که در زمین طول میکشد یکساعت تمام بطول میانجامد .

نیمساعتی نگذشته بود که جوانان ، همراه راهنمای خود که برای تمام مدت
متشان در ماه براهنمائیشان تعیین شده بود براه افتادند . ملبس به‌لباس‌های فضائی ،
کی پس از دیگری بمحلی که قرار بود طلوع خورشید را از آنجا تماشا کنندرهسپار
ند . هنوز هیچ اثری که دلالت بر برآمدن خورشید نماید وجود نداشت .درآسمان
چگونه تغییر رنگی که معمولا درزمین مقدمهٔ طلوع خورشید است نمودار نبودزیرا
ماه جوی که انگیزهٔ این تغییر رنگهاست وجود ندارد .

تنها خیل بیکران اختران بدون هیچ « چشمکی » با نور فسردهٔ خود درآسمان
درخشیدند و آن را با نور تیرهٔ خود پر میکردند ، قرص زمین ، مانند شب پیش‌در
سمان آویزان بود و بنظر میرسید که در نقطه‌ای ثابت است میدانیم که زمین در
سمان ماه مانند ماه در آسمان زمین حرکت نمیکند بنابراین از فراز ماه زمین نه
میآید و نه فرو می‌نشیند . این خصیصهٔ چشم‌انداز ماه کمك بزرگی بساکنان آن
د زیرا از روی موقعیت زمین در آسمان بآسانی میتوانستند در سطح ماه جهت یابی
نند . گم کردن راه در ماه کار دشواریست ، زیرا زمین را از هر نقطه‌ای از سطح
ه ، یا دقیقتر گفته باشیم از هر نقطهٔ سطحی که دائم متوجه زمین است میتوان دید.

اما آنچه مربوط به پشت ماه است وضع بکلی تفاوت میکند . فرودگاه درنزدیکی لبهٔ قرص ماه که از زمین دیده میشود قرار داشت یعنی در (دریای رگبارها) ، نزدیك قلهٔ معروف مجرد (پیتون) واقع شده بود ، بنـا براین زمین در ارتفاع کمی از افق مشاهده میشد .

اگر بـازدیدکنندگان مـا در مجاورت قطب ماه بودند زمین را در روی خط افق میدیدند .

و چه بیشمار بودند ستارگانی که در آسمان میدرخشیدند ! اینجا در روی‌زمین با چشم غیر مسلح میتوان در حدود سه هزار اختر دید ولی در آنجا ، در مـاه بنظر میرسید که پرده‌ای از برابر چشم‌ها بکنار رفته بود . تصادفاً وضع‌ستارگان روشن‌وآشنا بهیچوجه تغییری نکرده بود ، زیرا ۳۸۴ر۰۰۰ کیلو متری که زمین را از ماه جدا میکند درمقایسه با فواصل حیرت‌آورستارگان تا زمین چه ارزشی‌دارد ! اینهاافکاری بود که در ذهن دانش‌آموزان در حالی که با بی صبری بانتظار رسیدن خورشید بودند می گذشت .

ناگهان ، قله‌های کوههای بلند در زمینهٔ تیرهٔ آسمان بـا نور خیره کننده‌ای شروع بدرخشیدن کردند و مثل آن بود که بانورافکن‌های نیرومندی روشن‌شده‌باشند. تنها همین قله‌ها میدرخشیدند . خط فاصل بین تاریکی و روشنائی بطرز عجیبی نمایان و برجسته بود شما در هیچ جای زمین چنین تصویری نخواهد دید زیرا نور در جلو پراکنده میشود این لحظه‌ای از زیبائی فوق‌العاده بود !

اینهم خورشید ! ولی بهیچوجه مانندگوی سرخ رنگی که ما هنگام طلوع در روی زمین می‌بینیم نبود بلکه اختری عظیم ، خیره کننده و آتشین بنظر میرسید کـه تاج آن از پیش بالا میآمد و این فواره‌ها و آتش‌فشانهائی از نور بود که دورادور آنرا فرا گرفته بود باری رنك‌هاآنچنان بود که فراموش شدنی نیست ! با اینهمه درفاصلهٔ کمی از خورشید آسمان همان رنك‌سیاه مخملی خود راکه سرشار از نورتیره‌وکدری بود حفظ کرده بود و اختران هم مانند پیش بدرخشش خود ادامه میدادند . پرتوهای مورب خورشید همه چیز را در اطراف روشن ساختند و جوانان با تعجب باطراف خود نگریستند . جهان پیرامون خود را شگفت‌آور ، افسرده و بی‌جان یافتند .

(دریای رگبارها) که در آن قرار داشتند مانند سایر (دریا) های ماه ابداً دریا نبود .

حتی یك قطره باران هم هرگز روی آن نمی بارید . همین مطلب را دربـارهٔ (باطلاق غوکان) هم که ناو در نزدیکی آن فرود آمده بود میتوان گفت . این اصلا باطلاق نبود و هیچگونه غوکی هم هرگز بخود ندیده بود . این نام ها فقط ناشی از

اشتباهاتی است که نخستین منجمین از جمله گالیله که فکر میکرد مناطق تاریك ماه را آب فراگرفته ، مرتکب شده‌اند ، در واقع « دریاها » صحراهای سنگی عظیم و لخت‌هستند درحالیکه نقاط روشن‌تر سطح ماه ازصخره‌های شنی ورسی‌تشکیل یافته‌اند.

قشری از غبار سطح ماه را می‌پوشاند که ناشی از عمل آتشفشانی و انفجارهائیست که در موقع سقوط شهاب‌ها اتفاق میافتد . هیچ کجا کوچکترین سطحی که کاملا صاف و هموار باشد دیده نمی‌شود . همه جا دهانه‌های آتشفشان بابعاد مختلف بچشم میخورد . برخی از آنها قطری بیش از صد کیلو داشتند . تمام اراضی اطراف با ترکها و شکافهای عمیق که با انبوه قطعات سنگ پوشیده شده بود شیاریافته وتقریباً غیرقابل عبورشده‌بود. رنگ خاك بطور عمده قهوه‌ای تیره مایل بخاکستری بود گرچه برخی از دهانه های آتشفشان سطح روشن‌تری داشت ومانند سنگ پا متخلخل بنظرمیرسید . این شباهت را گودی‌ها وچاله‌های کوچك که دربسیاری از صخره‌ها دیده میشد بیشترمیکرد .

سلسلهٔ کوهها با قله‌ها و پهلوهای تیزخود بطور برجسته‌ای نمایان بودند . هیچ اثری‌ازسطوح وبرجستگیهای گرد وساییده که دراثرآب وباد درسطح زمین‌چنین‌فراوانند دیده نمیشد

فقدان جو قابلیت دیدار ماه را بسیار عالی‌میسازد ، اثری از ابرهای مه‌آلود در فواصل دور که ازمختصات زمین‌است بچشم نمیخورد . همه‌چیزدر روی‌ماه بنحونامطبوعی زننده وخشن است . گذشتن ازروشنائی بتاریکی‌بتندی وبلافاصله انجام میگیرد وتاریك وروشن که چنان درزمین مطبوع است مطلقاً وجود ندارد اگرسطوح روشن در نزدیکی وجود نداشته باشند ، ابداً چیزی را در سایه نمیتوان دید . جوانان کوهها را با وضوح تمام وبا همهٔ جزئیات بچشم دیدند ، گرچه آنطور که بعداً معلوم شد که‌آنها درفاصلهٔ ٦٠ کیلومتری قرار داشته اند .

اما در عوض این کوهها بنظرآنان چندان بلند نیامدند و حال آنکه در حقیقت مانند بلندترین جبال روی زمین ۷ کیلومتر ارتفاع داشتند . این اشتباه ناشی از انحناء زیاد سطح ماه است که قطرآن درحدود ربع قطرزمین است . کسی که درماه ازشما دور میشود بزودی در پشت افق ناپدید میشود . در فاصلهٔ پنج کیلو متری دیگر او را نمی‌توان دید

بازدید کنندگان موقعیکه در زمین بودند مطالب زیادی درین باره شنیده بودند که وزن در ماه بعلت جرم کوچك آن $\frac{۱}{٦}$ وزن در روی زمین است ودر نتیجه انسان میتواند ازصخره‌ای بارتفاع ۲۰ متربپائین بپرد وازفراز گودالی‌بهمان عرض بی‌خطربجهد. برخی ازمسافران جوان بسیار بی‌تاب بودند که این کار را آزمایش کنند تا بعداً بتوانند مغرورانه ازتجارب خود درماه برای دوستان خاکیشان تعریف کنند . اما لباسهای‌فضائی

سنگین شان باهمهٔ ملحقات وزوائدشان متأسفانه وزنشان را کمی کمتراززمین نموده بود واین‌لباسهای جسیم جوانان تندپا را به «پیران» موقروجا افتاده تبدیل کرده بود که‌تنها میتوانستند با سرعت بسیار کسالت آوری حرکت کنند . دیگر فرصتی برای عملیات محیرالعقول باقی نمانده بود ! روزهای اقامتشان درماه چنان تند گذشت که خودشان‌هم نفهمیدند . این روزها واقعاً باچیزهای‌جالب ودیدنی‌اشباع شده بود . جوانان بمشاهدات نجومی پرداختند که در زمین ناشدنی است . آنها عکس‌هائی از تاج خورشید گرفتند ، یك « کسوف‌کامل » خورشید ترتیب دادند وتنها کاری که برای این منظور انجام دادند پوشاندن قرص خورشید با یك دایرهٔ مقوائی بود . چه اندازه از این عکسهای نایاب خورشید که پس ازبازگشت نمیخواستند باعضاء انجمن ستاره شناسان جوان نشان دهند بخود میبالیدند !

آنها قصد داشتند از گردشهائی که بنقاط «معروف» ودیدنی ماه انجام داده بودند ویك زمان دربارهٔ آنها مباحثات پرشوری میان ستاره شناسان در گرفته بود برای دوستان خود تعریف کنند. این معماها فقط پس‌از فرودآمدن انسان برروی ماه حل شد . یکی ازنخستین جاهائی که دیدند دهانهٔ آتشفشان (پلاتو) بود که چندان فاصله‌ای با محل فرودآمدنشان نداشت

آنها میخواستند بدانند که چرا زنگ‌وته این‌دهانه موقع‌افتادن پرتوهای‌خورشید برروی‌آن تیره ترمیشود . این دهانه ازآن جهت هم مورد توجه آنان بود که برخی از ستاره شناسان درسال ۱۹٤۸ اعلام کرده بودند که یك روشنائی درخشان برنگ زردمایل بقهوه‌ای درنزدیکی‌آن مشاهده شده که بنظرآنان اثرشهاب عظیمی نظیر شهاب تنگوس بوده است . حالا جوانها مایل بودند ازدرستی این‌فرضیه اطمینان حاصل کنند .

آنها هم‌چنین دهانهٔ آتشفشان (آریستارکوس) راکه قطرش بیش از٤٥ کیلومتر وعمق آن ۱٫٥ کیلومتر است ، دیدن کردند . در مرکز این دهانه قله‌ای وجود دارد که روشن‌ترین نقطهٔ سطح ماه ازروی زمین است . این قله حتی درپرتو نوری که زمین برماه می‌تابد ، نیزدرخشندگی‌خاصی دارد . جوانان به کیفیت صخره‌ای که انوارخورشید را چنین بخوبی منعکس میسازد پی‌بردند . هم چنین شناختن‌آن‌خطوط تیره شعاعی که ازقلهٔ مرکزی باطراف دهانه پراکنده میشوند جالب توجه بود .

مسافران سری به دهانهٔ آتش فشان (تئوفیلوس) زدند این یك دهانهٔ آتشفشان معمولیست که دورآن حلقه‌ای ازکوهها و در وسط آن قله‌ای قرار دارد . هم چنین از دهانهٔ (کوپرنیك) که بافتخار ستاره شناس بزرگ لهستانی نامیده شده دیدن نمودند . درسر راه خود به (تئوفیلوس) از فراز مرکز قرص ماه که از زمین دیده میشود پرواز کردند . آنها ازدیدن منظرهٔ یکی ازبلندترین جبال ماه ، کوههای (لایب نیتس) که

تقریباً درقطب جنوب آن قرار دارد و ارتفاع آن از سطح متوسط ماه قریب ۹ کیلومتر است لذت فراوان‌بردند . درآنجا نزدیك قطب جنوب‌آنها یکی‌از بزرگترین دهانه‌های آتشفشان ماه را موسوم به (کلاویوس) دیدند که قطرآن بیش از ۲۰۰ کیلومتراست . این یکی‌از گودترین آنها هم هست وعمق‌آن تقریباً به۸ کیلومترمیرسد . آنها ازوسط (آلپ) که درنوع‌خود درماه منحصربفرد است بازدید نمودند . این دره با کوههای‌بلندی از (دریای رگبار) جدا میشود . این دره که درفراخ ترین جای خود ۱۰ کیلومتریهنا و بیش از۱۲۰ کیلومترطول دارد ، هموراست وشبیه بریدگی عظیمی است کـه درسلسلهٔ کوه‌ها ایجاد شده‌باشد . طرزپیدایش‌آن هنوزبطور رضایت بخشی‌توضیح داده نشده‌است. ستاره شناسان جوان یکی دیگرازجاهای دیدنی ماه موسوم به (دیوار راست) را بازدید کردند این دیوار در (دریای ابرها) جای دارد . این دیوارقائم که ارتفاعش ۶۰۰ متر است مسافران رابه بهت وحیرت فروبرد . چه چیزآن راچنین راست وچنین بلندساخته است ؟ ممکن است که دریکی از«زلزله»های ماه پیدا شده باشد ؟

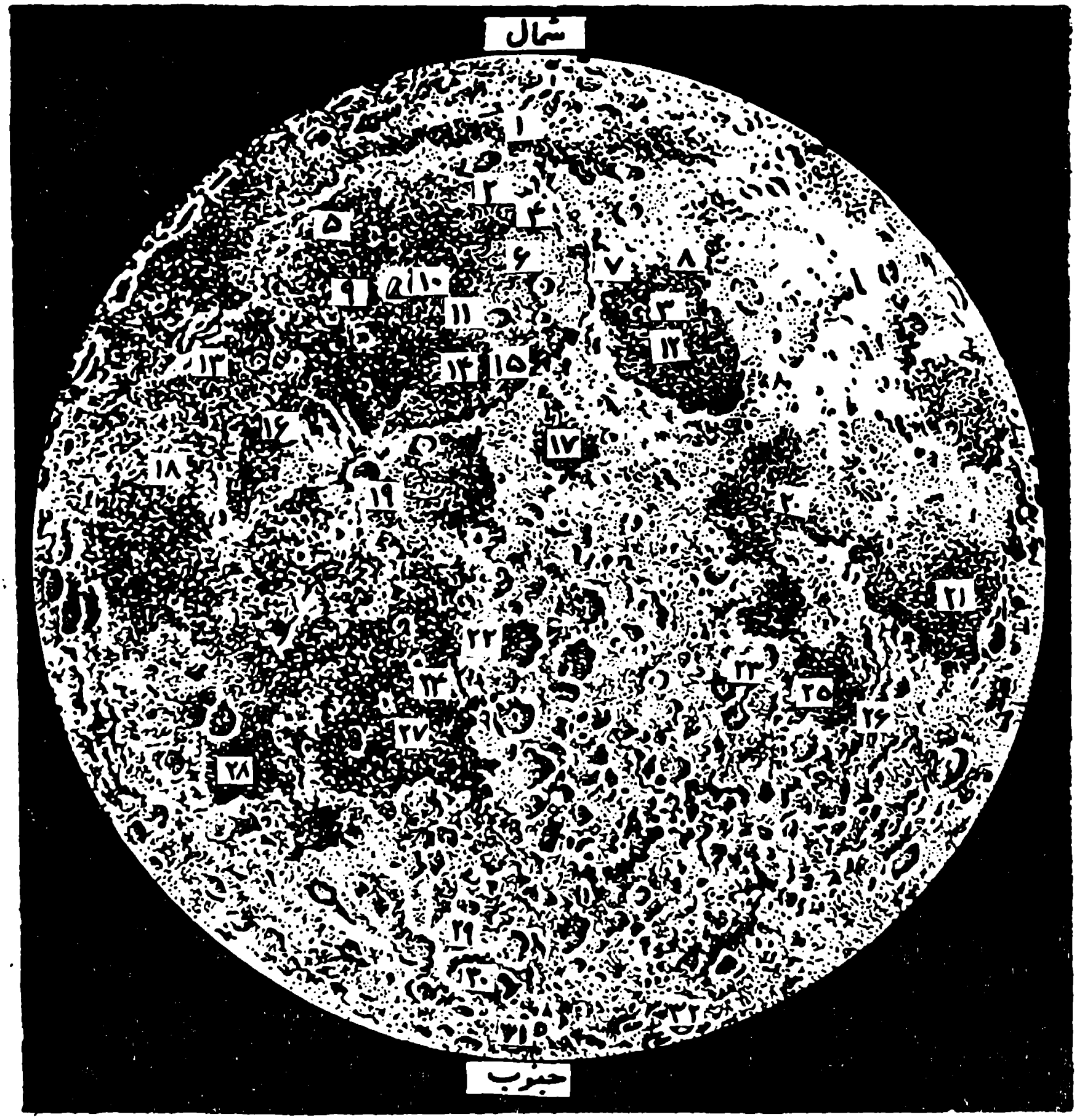
پس ازپرواز ازفراز (قفقاز) ماه جوانان (دریای آرامش) را با دهانهٔ آتش فشان اسرارآمیزش موسوم به (لینه) دیدن نمودند . این دهانه بطرز مرموزی ازبرابردیدگان منجمینی که از زمین رصدش میکردند ناپدید شد . این دهانه در قرن گذشته با وضوح دیده میشد واینك باشکال مشهود است . جوانان می‌بایست پی میبردند که برسراین‌دهانهٔ مرموز چه‌آمده است ؟

آنها بداخل دهانهٔ (تیکو) که مانند بسیاری ازچیزهای ماه پراز اسرار است راه یافتند . این دهانه در جنوبی‌ترین لبهٔ قرص ماه و مرکزیك دستهٔ نیرومند از « خطوط شعاعی» برروی سطح ماه است اینها خطوطی برنگ روشن هستند کـه از دهانهٔ مزبور منشعب شده وسراسر قرص ماه را میپوشانند . هیچ چیز«حریف» این خطوط نیست ، نه کوهها ونه گودالها

این خطوط مرموزچیستند ؟ آثارانفجارهای‌آتش‌فشانیند یا پس‌ازسقوط شهابهای غول‌آسا بجا مانده‌اند ؟ یا بخارهای تقطیرشده‌ای هستند که شکافها را که با دهانهٔ یکجا بوجود آمده‌اند پر کرده‌اند ؟ جوانان ستاره‌شناس پس‌ازبازگشت دربارهٔ همهٔ این‌پرسشها بدوستان خود توضیح‌کافی خواهند داد .

برای سیر و سیاحت خود درماه بازدیدکنندگان ناو فشفشه‌ای خاصی در اختیار داشتند . از فرازناو وهنگام پیاده شدن ازآن ، آنها ازهر چیزی کـه بنظرشان جالب میآمد و یا خیال میکردنـد برای دوستانشان در زمین مورد توجه خواهد بود عـکس برمیداشتند زیرا میبایست در بارهٔ هرآنچه کـه درماه دیده بودند برای دوستان خود تعریف کنند

توجه این دانش‌آموزان را بخصوص ساختمانهائی جلب‌نمود که درسالهای پس‌از اولین سفرانسان بماه ایجادشده بود آنها ازمؤسسات « زیرماهی » کـه درآن سوخت موتورهای فشفشه‌ای ناوهای فضاپیما تهیه میشد بازدید کردند این کارخانه‌ها نـه تنها ناو هائی را که در ماه فرود میآمدند با سوخت مورد نیاز کاملا تأمین میکردند بلکـه



آنچه مسافران جوان درماه دیدند

۱ ــ دریای سرما
۲ ــ دهانهٔ افلاطون
۳ ــ دهانهٔ لینه
٤ ــ آلپ
٥ ــ خلیج‌رنگین‌کمانها
٦ ــ باطلاق غوکان
۷ ــ قفقاز
۸ ــ دریای رؤیاها
۹ ــ دریای رگبارها
۱۰ ــ محل فرودآمدن ناو
۱۱ ــ دهانهٔ ارشمیدس
۱۲ ــ دریای‌آرامش
۱۳ ــ دهانهٔ‌اریستارکوس
۱٤ ــ باطلاق پوسیدگی
۱٥ ــ آپنیه
۱٦ کارپات
۱۷ ــ دریای بخارها
۱۸ ــ اقیانوس طوفانها
۱۹ ــ دهانهٔ‌کوپرنیك
۲۰ ــ دریای‌آسایش
۲۱ ــ دریای فراوانی
۲۲ ــ دهانهٔ بطلمیوس
۲۳ ــ دهانهٔ تئوفیلوس
۲٤ ــ دیوارراست
۲٥ ــ دریای شهد
۲٦ ــ پیرنه
۲۷ ــ دریای ابرها
۲۸ ــ دریای‌رطوبت
۲۹ ــ دهانهٔ تیخو
۳۰ ــ دهانهٔ‌کلاویوس
۳۱ ــ دهانهٔ نیوتن
۳۲ ــ کوههای‌لایب‌نیتز

بایستگاههای بین‌سیارات ، باقمارمصنوعی زمین وماه هم‌سوخت میرساندند . تانکرهای سوخت بوسیلهٔ منجنیق غول‌پیکرالکترومغناطیسی به این‌ایستگاه‌ها فرستاده میشدند .

بازدید کنندگان هم‌چنین ازمرکزعظیم تولید برق ازانرژی خورشید که همهٔ مؤسسات وخانه‌های مسکونی ماه نشینان رابابرق وحرارت تأمین میکرد دیدن کردند. آنها به مرکزهدایت چندین‌کارخانهٔ برق اتمی کـه درفاصلهٔ ۱۵۰ کیلومتری‌آن مرکز قرارداشت سری زدند وبداخل‌معادنی که ازآن فلزات‌مواد معدنی‌بسیارپرارزش و کمیاب استخراج میشد رفتند شب‌ها جوانان درباشگاههای «زیرماهی» به تماشای برنامه‌های تلویزیون زمین میپرداختند . یکی ازاین برنامه‌ها مخصوص‌آنان ترتیب داده شده بود. آنها خویشان و دوستان خود را دیدند هم چنین با کارکنان سابقه دار که چندین سال درماه بسربرده و فقط ایام مرخصی خود را در زمین میگذراندند مفصلا صحبت کردند جوانان بیش ازهرچیزازاین صحبتها لذت بردند زیرا بسیاری چیزها که هم جالب وهم مسحور کننده بود دربارهٔ کوشش قهرمانانهٔ این پیش‌آهنگان تسخیرماه‌آموختند .

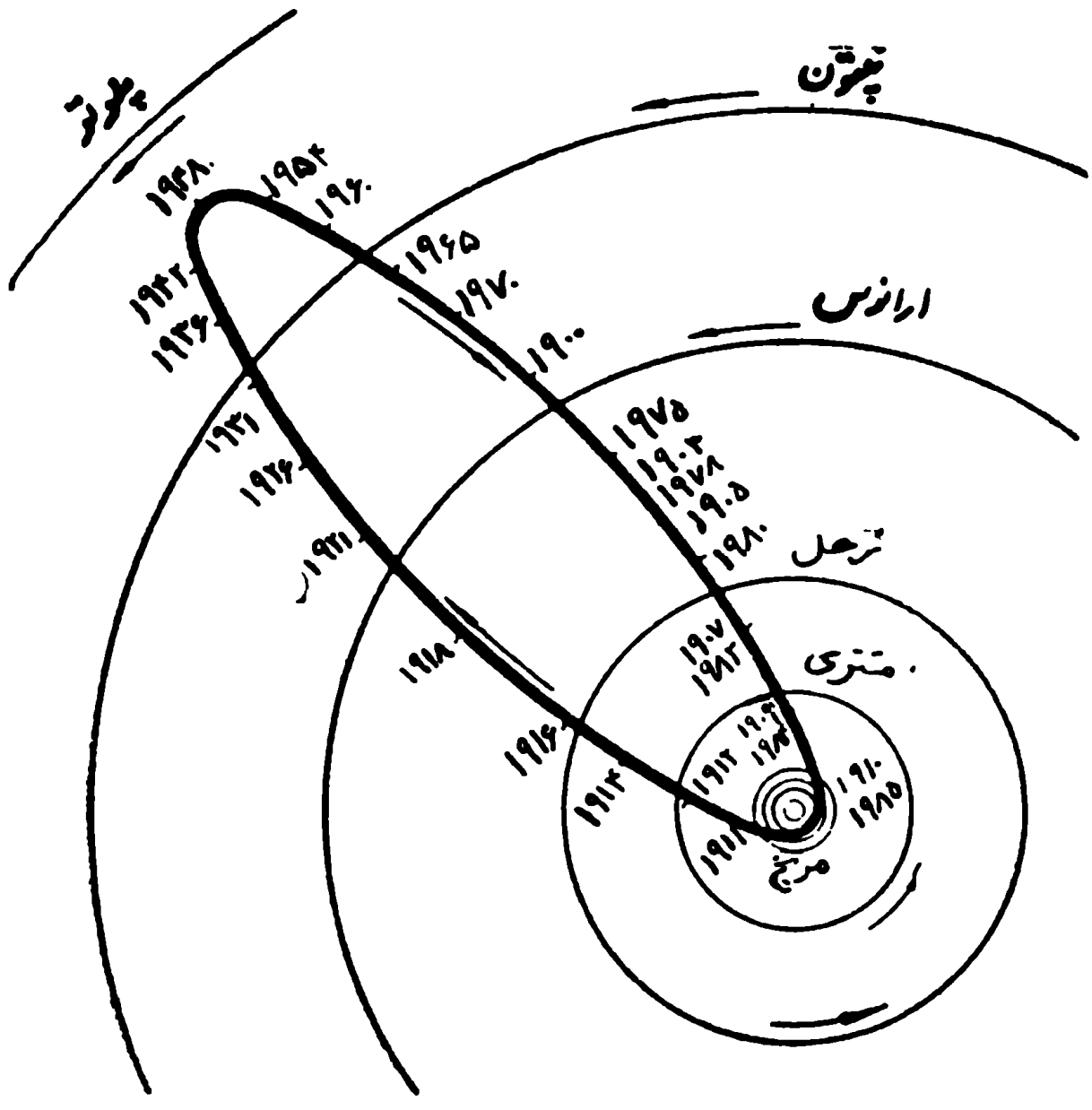
موقعی که درماه بودند جوانان آگهی یافتند که مژدهٔ بزرگ دیگری در انتظار آنهاست . این خلبان ناو بود کـه این مژده را بآنان داد هنگام عزیمت از ماه آنها بدورآن خواهند چرخید ودرنتیجه قسمت پشت ماه راکه‌تنها پس‌ازآنکه ناوهای‌فضاپیما موفق بدور زدن‌آن شده‌اند قابل رؤیت شده است خواهند دید هزاران‌سال مردم روی زمین‌فقط یك طرف قرص ماه یا کمی بیش‌ازنصف، درحدود $\frac{۳}{۵}$ سطح کل‌ماه رامیدیدند (سطح ماه که اززمین دیده میشود درحدود $\frac{۱}{۶}$ مساحت خشکی های زمین است) از این جهت است که در مؤسسات سیاره شناسی یکطرف گوئی کـه نشان دهندهٔ ماه است همیشه سفید میباشد . مردم نمیدانستند که این قسمت ماه چگونـه است این بدان سبب بود که دوران وصفی ماه بدورمحورخود تحت تأثیرنیروهای جذرومد کـه ناشی از نیروی جاذبهٔ زمین است بتدریج کند شده است . زمانی‌این دوران تندتربوده اما حالادر همان‌مدتی که یك دورکامل بدور زمین میچرخد، یك دورهم بگرد محورخود میگردد. درنتیجه همیشه فقط یك روی ماه بطرف زمین‌است . ماه ازاین‌حالت تعادل‌خود منحرف میشود وبما امکان میدهـد کمی «پشت‌ماه» را تماشا کنیم همین نیروهای جذرومد ماه را از صورت یك گوی بشکل گلابی غول پیکردر آورده ویك برآمدگی درآن تشکیل داده‌اند که تقریباً یك کیلومتر ارتفاع دارد وهمیشه متوجه زمین است

حالا جوانان امکان یافتند روی دیگرماه را به بینند وازآن عکس بـردارند تا بدوستان خود نشان دهند. شك نیست که جوانان خوشبختی‌بودند ! اما این همه‌داستان نیست ،آنجا درزمینهٔ‌آسمان سیاه ماه، مهمان کمیابی‌را درسواحل زمین ، یعنی‌یك ستارهٔ دنباله‌دار ، یك«ستارهٔ پشمالو» را دیدند . این‌ستارهٔ دنباله دار(هالی) بود که بدورخورشید دریك مدار کشیدهٔ بیضی شکل حرکت میکند و هرسه ربع قرن یکبار یك دور کامل

بدورآن میگردد . (دقیقتر گفته باشیم هر۷۶ سال یکبار) . ستارگان دنباله دار گرچه بسیارفراوانند شایداسرارآمیزترین اجرام سماوی منظومهٔ شمسی باشند (درقرن هفدهم یوهانس کپلر گفته بود : «درفضای سماوی همان‌اندازه ستارهٔ دنباله داروجود دارد که در اقیانوس ماهی») بیشتر ستارگان دنباله دار درمدارهائی دور خورشید میگردند که عملا یك سهمی است .

این ستارگان دنباله‌دار هرچندین ده هزارسال وحتی صد هزارسال یکباربسوی خورشید بازمیگردند .

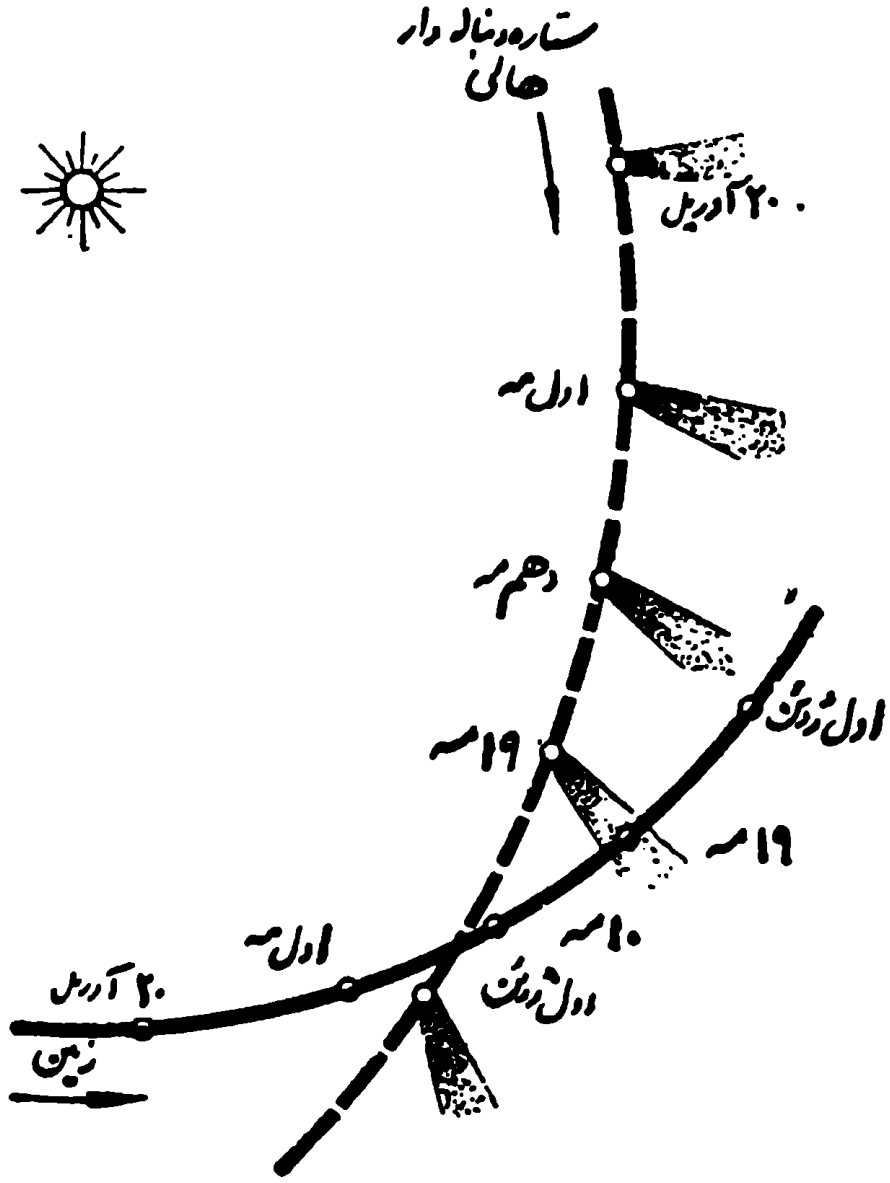
برحسب‌آخرین فرضیه‌ها این ستارگان دنباله دار از«تودهٔ ابر» غول‌آسائی‌مشتق میشوند که ازقطعات یخ ترکیب یافته. این قطعات یخ عبارت از گازهای منجمدشده‌ای هستند که در درون‌آنها اجسام جامدی وجود دارند این قطعات یخ باسرعت نسبتاً کم ودرفواصل عظیمی‌ازخورشید بدورآن میچرخند. قطرعرضی این «ابرستارگان دنباله‌دار» دوهزاربار‌بیش ازقطرمنظومهٔ شمسی است . اینست‌آن «سدی» که ناوهای اخترنوردبرای خروج ازمنظومهٔ شمسی باید ازپیش پابردارند . برخی ازاین قطعات منجمد موقعی که بخورشید نزدیکترشوند مبدل به ستارگان دنباله‌دارمیشوند



مسیرستارهٔ دنباله دار«هالی»درمنظومهٔ شمسی

ستاره دنباله دار (هالی) شاید از همهٔ ستارگان دنباله دار دیگری که چندین بازگشتشان بخورشیدمورد بررسی قرارگرفته جالب توجه‌تر باشد . این ستارهٔ دنباله‌دار بسیارتابناك است وحال آنکه ستارگان دنباله دار دیگری ازاین نوع کم نورند . مدت

دوران آن بدورخورشید بیشتر ازهرستارهٔ دنباله‌دارمشابهی است. این ستاره نه تنهادرجهت مخالف دوران‌سیارات بدورخورشیدبلکه درجهت مخالف‌همهٔ ستارگان دنباله‌دار شناختهٔ دیگرنیزحرکت میکند . ازاین نقطه نظراین تنها مورد استثناء است .



درتاریخ ۱۹ مه ۱۹۱۰ زمین ازتوی دنبالهٔ ستارهٔ «هالی» گذشت

این ستارهٔ دنباله دار بنام ستاره شناسی که معاصرنیوتن بود نـامیده شده است . درسال ۱۸۶۲ پس ازیکی ازبازدیدهای جاری این ستارهٔ دنباله‌دار ، هالی ستاره شناس بازگشت آن‌را برای ۳۵ سال دیگرپیش بینی کرد . این نخستین پیش بینی ازاین نوع بود . بازگشت‌های مکررستارهٔ دنباله دار هالی‌را میتوان درمدت دوهزارسال درکتابهای خطی قدیم یافت آخرین باری که نزدیك خورشید پیدایش شد درسال ۱۹۱۰ بود . در۱۹ مه ۱۹۱۰ این ستارهٔ دنباله دار از میان خورشید و زمین درفاصلهٔ ۲۴ میلیون کیلومتری زمین گذشت بنحویکه باحتمال زیاد زمین «دم» آن‌را که بیش از این فاصله ودرحدود ۳۰ میلیون کیلومتراست شکافته است .

و اینك ستارهٔ دنباله دارمجدداً بازگشته بود (ستارهٔ دنباله دار هالی باید درسال ۱۹۸۶ بازگردد)

سرانجام روزبازگشتشان بزمین رسید ! می‌باید خودرا آماده میکردند. خورشید دیگردرست بالای افق‌بود. شب درازماه باسرمای‌سخت وبی‌امان خود داشت فرامیرسید. مسافران ما که درهیجان این همه‌کارهای «ماهی» کاملا ناو خودرا ازیادبرده بودند ازباز شناختن آن عاجزماندند . مانند موقع ورود هنوزهم ناودرحالیکه قسمت جلوش متوجهٔ

پائین بود برروی چهار «پایش» ایستاده بود . اما انبارسوخت اضافی و عظیمی برروی‌آن قرارداده بودند . این‌انبار که وزن خودش سه تن بود حاوی ۳۶ تن سوخت بود. بعلاوه دوانبارسوخت کروی شکل درانتهای بالهای ناوکار گذاشته بودند . هریك از آنها فقط ۲۵۰ کیلووزن داشت وحاوی ۳ر۲۵ تن سوخت بود . ازاین قرار ناو اکنون ۶۸ تن وزن داشت (یعنی این وزن آن در زمین بود . در ماه فقط کمی بیش از ۱۱ تن وزن داشت) وازاین مقدار۵ر۵۸ تن وزن سوخت بود

افسر ناوبر ورادیو که جوانان دوستی وی را حتی درروی ماه هم فراموش نکرده بودندتوضیح داد که چرا ناودرآغازحرکت ازماه وزن کمتری ازموقع برخاستن اززمین داشت . سرعت گریز ازماه تنها $2\frac{1}{3}$ کیلو متردرثانیه است واز این روعجیب نیست که ماه از مدتها پیش جو خودرا از دست داده باشد زیرا ملکول های گاز سرعت بیشتری داشتند وماه‌را برای همیشه ترك کردند . بعلاوه موقع فرودآمدن درزمین ترمزبوسیلهٔ موتور فقط نیمی ازسرعت ناورا خواهد کاست وبقیهٔ سرعت بوسیلهٔ مقاومت هوا هنگام عبورازجو گرفته خواهد شد. اینجاست که بالها خدمت‌بزرگی انجام‌خواهند داد.بکمك آنها ناوخواهد توانست مدت مدیدی بدور زمین بسرد ودرضمن آن سرعت باقیمانده و اضافی گرفته خواهد شد .

خلبان گفت: «رویهمرفته ذخیرهٔ سوخت سفربازگشت‌طوری‌محاسبه شده که‌اگر نیروی جاذبه ومقاومت هوارا درنظرنگیریم برای دادن سرعت ۹/۲ کیلومتر درثانیه به ناوکافی باشد واین فقط ۶۰ درصد سرعت آغازحرکت اززمین است تلفات سرعت ناو دربرخاستن ازماه (نظیرترمز کردن‌ناودرهنگام نشستن برروی‌آن) که درمقایسه باتلفات مربوط به‌آغازحرکت اززمین کمتراست و همچنین وزن کمتر انبارهای سوخت اضافی امکان میدهد که ازذخیرهٔکلی سوخت بکاهیم.»

پس از وداع گرمی با دوستان ماه نشین خود و گرفتن نامه هائی از آنها برای ساکنان زمین مسافران‌جوان سوارناوشدند وضع جایگاهها عیناً همانطوربود که‌هنگام فرودآمدن. خوابگاه پنج طبقه سرجای خود بود وبازمحل‌کار کنان ناودرپائین مسافران وساعت درروی کف جایگاه قرارداشت .

درهارا محکم بستند، موتورآزمایش شد وفشفشهٔ سبزرنگی بهوارفت ... ناوپس ازلرزش مختصری ازماه برخاست

کشش موتور که میدانیم ۷۰ تن بود ومیتوانست به ناو که ۶۸ تن وزن داشت دربرخاستن ازماه شتابی بدهد که تقریباً مساوی شتاب زمین یعنی ده متر در ثانیه برای هر ثانیه پرواز است . این مقدار شتاب شش برابر شتاب جاذبهٔ ماه است بنابراین در صعود قائم ناوسرعت‌آن درهرثانیه اوج گرفتن کمی بیش از۸ متردرثانیه افزایش‌مییابد

دراین لحظه وزن مسافران عملا برابروزن زمینی آنهاست واضافه بارمساوی یك است . اما به تناسب مصرف شدن‌سوخت وسبك شدن وزن ناوشتاب افزایش مییابد زیرا کشش موتورثابت است . درپایان مدت‌آغازحرکت که سرعت ناوبه سه کیلومتردرثانیه میرسد وتمام سوخت در انبارهای کمکی مصرف میشود ناوفقط ۳۲ تن وزن خواهد داشت . و اضافه بارمساوی ۲ خواهد بود

وبااینکه این مقدار کمترازاضافه باربرخاستن اززمین بود بهمهٔ مسافران دستور داده شد که مانند پیش برروی تختخوابهای خود درازبکشند .

موتورمیخروشید . همه چیزدراین سفرجالب‌بود ! درداخل ناوازپشت دیواره‌های جایگاه صدای این غرش باصدای گرفته وخفه‌ای بگوش میرسید . اماساکنان اجتماع ماه بهیچوجه چیزی نمی‌شنیدند ناوبنظرآنهاکاملا بی‌صدا میپرید ، زیرا درفضای تهی‌از هوا صوت منتقل نمیشود

ناوفقط کمی ازبالای سطح ماه بلند شده بود که ناخدای‌آن چرخش تندی بآن داد. برای این‌کاراومحورموتوررا کمی نسبت به محور ناو منحرف کرد ، موتوربشکلی ساخته شده بود که مانند موتورهای موشك های دورپروازمیتوانست بگردد . سپس ناوسرعت خودرا افزایش داد ودرارتفاع نسبتاً کمی ازسطح ماه بپروازخود ادامه داد . پروازباین شکل مناسب‌تربود زیرا تلفات سرعت ناشی از جاذبه دراین حالت پرواز افقی از میان میرفت وضمناً مسافران بهترمیتوانستند بمشاهدات خود ادامه دهند .

جوانان از این فرصت مجددی که برای مطالعهٔ سطح مـاه بدست آورده بودند خوشحال شدند . آنها ابتدا ازفرازنقاط‌آشنا پروازمیکردند . کوهها ، «دریاها» ودهانه های آتشفشان را بخوبی تشخیص میدادند اما به تناسب اینکه به قطب ماه نزدیك تر میشدند زمین درافق پائین‌ترمیرفت، لحظه‌ای گذشت وزمین پشت ماه کاملا ناپدیدشد. بالاخره جوانان‌آن روی ماه‌را که هرگز کسی اززمین ندیده است دیدند. چشم‌اندازی که دربرابرآنها گشوده شد منظرهٔ عادی ماه ، فقط پرچین وشکن تر وناهموارتر بود .

سطح ماه فوق‌العاده آهسته تغییر می‌پذیرد، بطوریکه دانشمندان هرگزتاکنون نتوانسته‌اند تغییرات معتبری را درآن‌به ثبوت‌برسانند (بموجب برخی‌مشاهدات‌انفرادی، بعضی از دهانه های آتش‌فشان کوچك ماه مانند دهانهٔ (لینه) در (دریای آرامش) برای مدتی ناپدید شد و اخیراً بار دیگرظاهرشده است . آیا این بدان معنی است که این دهانه‌ها با دودی ناشی از آتش‌فشانی پوشیده شده یا با مواد مذاب که سپس درماه فرو رفته پرشده بودند ؟ شاید چنین باشد . اما این مشاهدات هنوز کاملاً معتبر وقابل اعتماد نیستند) البته نمیتوانیم بگوئیم که هیچ تغییری درماه رخ نمیدهد ، سطح آن مدام در معرض بمباران شهاب‌ها ، اثر پرتوهای کیهانی و جریانات الکترونی قرار دارد

که از فضای بیرون بسوی آن یورش میآورند . بعلاوه نیروی جاذبهٔ زمین در ماه مؤثر است . تغییر درجهٔ حرارت موقعی که شب بروز وبرعکس تغییر مییابد سبب ورقه ورقه شدن صخرهها میگردد. اما بسبب فقدان جو و رطوبت فعل وانفعالهائی که سبب‌تغییری در مشخصات سطح ماه میگردند بمراتب آهسته‌تر و کندتر اززمین صورت می‌پذیرند .

فعالترین این فعل و انفعالها از رگبار شهاب ها و تغییر درجهٔ حرارت ناشی میگردد . موقعیکه نیمروز به نیمه شب تغییر مییابد درجهٔ حرارت درسطح ماه بیش از ۲۵۰ درجه سانتیگراد پائین میآید یعنی گرمائی در حدود ۱۰۰ و۱۲۰ درجه بالای صفر به سرمای خشك کننده‌ای که به ۱۵۰-۱۶۰ درجه زیرصفرمیرسد تبدیل میشود (تغییرات درجه حرارت درنواحی مجاور قطب ها بمراتب کمتر از مناطق استوائی ماه است . علیرغم فقدان جو وضع اقلیمی نقاط مختلف ماه بهرحال متفاوتست . باین‌جهت است که پایگاه اقامت برروی‌ماه باید درنواحی‌قطبی انتخاب شود .) این‌فعل و انفعالها بسیار بطئی و تدریجی انجام میگردند واثرآن‌درروی ماه تنها درظرف میلیونهاسال‌قابل تشخیص است

تغییرات نسبتاًتند درجهٔ حرارت در مواقع کسوف‌اثر شدیدتری دارند.هنگامیکه زمین سر راه پرتوهای خورشید که بروی ماه میتابند قرار میگیرد درجه حرارت سطح ماه ، آنطور که اندازه گیریها نشان میدهند در حدود ۱۵۰ درجه در عرض یکساعت تغییر میکند یعنی‌از ۷۰ درجه بالای‌صفربه ۸۰ درجه زیرصفر میرسد) اما این کسوف تنها درآن روی ماه که متوجهٔ زمین‌است اتفاق میافتد . روی دیگرماه از این تغییرات تند درجه حرارت آزاد است ودرنتیجه تجزیهٔ صخرههای ماه به اقشار درپشت‌آن با تأنی بیشتری انجام میگیرد و از این‌رو سطح آن ناهموارتر است

جوانان که غرق مشاهدات خودبودند متوجه نشدند که کی موتور ناوخاموش‌شد و ناو پرواز آزاد خود را بدور ماه آغاز نمود تا بعداً بسوی زمین رهسپارشود. مسافران جوان حتی یك لحظه‌هم از کنار پنجره‌ها جدا نمی‌شدند ، زیرا چشم‌انداز آنان بسیار زیبا وغیرعادی بود . دوهلال نازك ـ هلال نزدیکتر ازآن‌ماه وهلال دورتر که کوچکتر بوداز آن‌زمین- درپرتوهای‌خورشیدمیدرخشیدند.ستارهٔ دنباله‌دار (هالی)نورخیره کننده‌ای داشت و «دم» ژولیده و پف کردهٔ آن سراسر نیمی ازآسمان سیاه مخملی‌را گرفته بود . زهره دربالای سرستارهٔ دنباله‌دارچون گوهر گرانبهائی‌پرتوفشان بود ! دقایقی که هرگز فراموش نخواهند شد ! دو روز بعد در جایگاه ناو که مانند خانه برای جوانان مأنوس شده بود ، بسرعت گذشت . اینك جوانان چشمان خود را بزمین ، که پیوسته‌بزرگتر میشد ، دوخته بودند . آنها خطوط آشنای دور قاره‌ها را باز شناختند . از انعکاس نور خورشید درآبهای اقیانوس لذت بردند و سعی کردند حدس‌بزنند شهرآنها در کدام نقطهٔ

سطح زمین قرار دارد . موقعیکه وقت فرودآمدن درزمین فرا رسید ناخدای ناو تصمیم گرفت که قسمت‌جلو ناورا بسوی‌آن بر گرداند. این‌کار برای ترمز کردن بوسیلهٔموتور که دردماغهٔ جلو ناو نصب شده بود ونیزبرای سریدن در جو زمین ضرورت داشت . ناو می‌باید با حد اقل‌مقاومت ممکن‌برخورد نماید و الا عمل ترمزبسرعت زیادانجام گرفته ناو چنان گداخته میشد که آتش میگرفت و در آنصورت بسرنوشت تیرهای شهاب دچار میشد

صدای چرخ طیار کوچکی که بوسیلهٔ موتور الکتریکی شروع بگردیدن نمود بلند شد ودراین موقع ناوشروع بچرخیدن درجهت مخالف نمود . زمین وستارگان از برابرآنها گذشتند . تنها این موضوع بآنها خبرداد که ناودارد میچرخد . حالا دیگر ناودرحالیکه دماغهٔآن درجلوقرارداشت سینهٔ فضا را میشکافت وبه پیش میرفت وبرای برخورد خطرناك باجوزمین‌آماده بود .

انبارسوخت بزرگی که‌درماه برروی ناونصب‌شده بود دیگرموردنیازنبود وبخارج پرتاب شد این انبار که باسرعت عظیم کیهانی وارد جوشد درآن مشتعل گردید .

عقربکی که کیلومترهای باقیمانده را تاسطح زمین نشان میداد بسرعت حرکت میکرد . فقط ۲۰۰۰ کیلومترباقیمانده بود . سپس ۱۵۰۰ کیلومتر ... یك ماه مصنوعی بی‌سرنشین که مدام درمداردوساعتهٔ خود بدورزمین میگشت بسرعت برق از برابر آنها گذشت . این ماه که درارتفاع ۱۶۶۹ کیلومتری زمین بود و هردو ساعت یکبار بدور زمین میگشت ، ازظاهرش معلوم بود که برای انتقال برنامه‌های تلویزیونی بکارمیرود.

سرعت ناودراین هنگام بیش‌از ۱۰ کیلومتردرثانیه یا ۳۶۰۰۰ کیلومتردرساعت بود . برای فرودآمدن بیخطرونرم سرعت ناومیباید باترمزبوسیلهٔ موتور گرفته شود .

ناخدای ناوموتوررا روشن کرد و بار دیگربرای سه دقیقه اضافه بارهای اینرسی بدن مسافران‌را به تشك‌های فنردارتختخوابها فشرد . سرعت ناوبه ۵ کیلومتر در ثانیه تنزل یافت . درمدتی کمترازچهل ثانیه پس ازآغازترمز کردن انبارهای سوخت که‌روی بالها جای داشت واینك تهی وبی‌فایده بود بدور افکنده شدند .

ناوازارتفاع چند صد کیلومتری خود شروع به سریدن روبپائین کرد. می‌بایست چند دور دورزمین میگشت تاسرعتش بسرعت پروازهواپیماهای جت میرسید وسپس از آنهم کمترمیشد . البته ناوبسوی خورشید، بطرف خاورمیپرید ، یعنی درجهتی که‌زمین بدورمحورخود حرکت وضعی دارد . دراین صورت دوران زمین به کاستن سرعت نسبی ناو(نسبت بزمین) درمدت کوتاهتری ، کمك میکند

سرانجام شهرهم نمایان شد ! کمی درکنار قراردارد . ناو بطرف همان فرودگاه میپرد که همین چندی پیش بقصد سفر دور دست خود از آن برخاسته بود . فرودگاه

هواپیمائی اززیرآنها گذشت، ناخدای ناوفرمان ناورا بحرکت درآورد ودماغهٔ ناومتوجهٔ زمین شد . موتوری روشن شد وآنچه ازسرعت ناومانده بود از آن گرفت . ناو بنرمی برروی «شاسی پایه دار» خود که قبلا بیرون داده شده بود نشست

شادباشها ، فریادهای شادی ، همهمه ودوندگی باین سوآنسو... زمین !

☆☆☆

خواهید گفت : «اینکه رؤیا وخواب و خیالی بیش نیست !» درست است . این یك رؤیا بود والبته فعلا خواب وخیالی بیش نیست ! اماچه بسیارازاین رؤیاهای دلیرانه که تاکنون ببرکت کارایجادگرآدمیان و کامیابی‌های دانش به حقیقی ترین واقعیات مبدل شده است !

مایقین قطعی داریم که زمانی خواهد رسید ـ و آنهم دورنیست ـ که حتی این رؤیا که ازهمهٔ رویاهای انسان جسورانه‌تر است بحقیقت خواهد پیوست

ماایمان راسخ‌داریم که پس ازسالها، شاید دهها‌سال، ناوهای فضاپیما باسرنشینان خودبسوی‌جهان‌های‌دوردست، جهانهائیکه‌چنان مسحور کننده‌اند بپروازدرخواهندآمد.

خوانندهٔ عزیز ! اجازه بدهیدآرزو کنم که شرکت درچنین پروازی نصیب شما هم بشود !

مجموعهٔ دنیای علوم

کتابهای این مجموعه محتوی آخرین تحقیقات وفرضیه‌ها و کشفیات علمی است که با زبان ساده وقابل‌فهم نگاشته شده وهم مبتدیان علوم می‌توانند ازآنها استفاده برند وهم اهل فن نکات تازه وتفکرانگیزدرآنها خواهند یافت .

ازاین مجموعهٔ نفیس وخواندنی کتابهای زیرتاکنون منتشر شده است :

یك ، دو ، سه

بینهایت

از ژرژگاموف ـ ترجمهٔ احمد بیرشك

۳۵۲ صفحه ـ ۱۲۷ تصویر

۸ لوحهٔ تصویرخارج از متن

یکی دیگرازآثارعلمی‌جالب وخواندنی ژرژگاموف نویسندهٔ معاصراست که‌بتمام زبان‌های زندهٔ دنیا ترجمه شده واینشتاین دربارهٔ چنین گفته است

«کتابی راکه برای‌عامه نوشته‌ایدبسیارشورانگیزوپرمغزیافتم وبسیارچیزها ازآن آموختم . درهرفصل از کتاب شما که‌براستی کتاب عموم‌فهم‌بمعنی واقعی‌کلمه است‌مطالب ابتکاری فراوان دیده میشود »

دراین کتاب با بیانی ساده وشیرین‌از اعداد ، فضا ، زمان ، جهان چهاربعدی ، عالم صغیر، خرد کردن اتم ، کیمیاگری‌جدید ودهها مطالب دیگرسخن رفته وخواننده پس‌ازمطالعهٔ آن درك صحیحی ازاعداد وخواص آن پیدا میکند

نویسنده ضمن تشریح مطالب علمی بزبان ساده کلیهٔ داستانهای ملل مختلف مانند داستان شصت وچهارخانهٔ شطرنج و نظائرآن را نقل میکند .

این کتاب برای کسانی که مختصری ذوق ریاضی دارند بی اندازه سودمند و آموزنده است

پیدایش و مرگ خورشید

تألیف ژرژگاموف ـ ترجمهٔ احمد آرام

۲۲۶ صفحه ـ ۶۰ تصویر

۱۶ لوحهٔ تصویرخارج ازمتن

نزدیك ۱۰۰ صفحه ازاین کتاب بانرژی اتمی‌وتاریخ مراحل مختلف‌آن اختصاص دارد ، و از آن پس باتکیهٔ باطلاعاتی که خواننده بدست آورده منبع پیدایش انرژی خورشید را که همان‌تجزیه وتحلیل‌اتم دراین نیرفلکی است شرح میدهند درفصل‌های ۷و۸ ازانواع گوناگون ستارگان آسمان و رنگهای سفید وزرد وسرخ آن‌ها که هریك نمایندهٔ مرحله‌یی ازتکامل آنها است بحث میکند ، واز احتضار خورشیدهای آسمانی سخن می‌راند . فصل دهم بـه تشکیل ثوابت و سیارات و فرضیه‌های مختلفی که دراین خصوص شده اختصاص دارد وبا کهکشان‌ها و جهانهای جزیره‌یی (فصل یازدهم) وتولد و گسترش جهان (فصل دوازدهم) کتاب پایان میپذیرد وخواننده بـا لذت فراوانی که از بدست‌آوردن اطلاعات بسیارتازه پیدا کرده کتاب را تمام میکند .

سر گذشت زمین

تألیف ژرژگاموف ـ ترجمهٔ دکترمحمود بهزاد

۲۳۰ صفحه ـ ۶۲ تصویر

۲۷ تصویر خارج ازمتن

ژرژ گاموف دربیان «سر گذشت زمین» روشی اختیار کرده است که بی شباهت به روش نگارش ترجمهٔ احوال‌آدمی نیست .

تاریخ تولد زمین دراین سر گذشت نموده شده است، دوران اولیهٔ کودکی،سوانح بزرگ دوران بلوغ ، بدنیا آمدن نوزاد وبالاخره تغییراتی که درسالهای متمادی صورت گرفته خاطرنشان شده وفصل «سرانجام» نیزبا اهمیت و توجه کافی طراحی شده است مهارت فوق‌العادهٔ دکتر گاموف دراین‌است که دربارهٔ علم بنحوی مینگارد که درعین‌حال که اهل فن را راضی نگهمیدارد ، جلب نظرعامه را نیز میکند .

سر گذشت زمین‌پژوهشی‌دربارهٔ علم است که هر کس‌با انبساط‌خاطردرآن‌شرکت میکند . **والدمار کمپفرت** (Waldemar Kaempffert) در «نیویورك تایمز» راجع به این کتاب می‌نویسد : «نوشته‌ای است‌با روح وجالب وساده ومعتبرازآنچه که تاکنون دربارهٔ زمین دانسته وخلاصه شده است کتاب اوباید بدست کسانی برسد که علم را بصورتی خواندنی وموثق ودرعین حال بهجت آور خواستارند . »

ازجهانهای دور

تألیف برونو بورگل

ترجمهٔ مهندس کاظم انصاری

۵۲۶ صفحهٔ ـ ۲۲۵ تصویر

۱۶ تصویر خارج از متن

چهارمین کتاب مجموعهٔ « دنیای علوم » یعنی « ازجهانهای دور » در حقیقت مقدمهٔ کتاب « سفر به جهان‌های دور دست » است که اکنون در دست شماست . این کتاب که نیمی از عمر برونو بورگل منجم شهیر آلمانی صرف تهیه وتدوین آن شده و ترجمه و طبع آن به زبان فارسی بیش از چهار سال وقت برده است یك اثر بزرگ علمی و درعین حال یك شاهکار ادبی‌است که اسراربیشمار عالم افلاك وماوراء جو را بالحنی‌دلنشین برشما فاش میکند .

برونو بورگل درتألیف شاهکار خود شیوه‌ای بکاربرده که‌خاص‌خود اوست‌و کسی را یارای تقلید از او نیست . ولی جهانهائی را که‌روزی باید به آنها سفر کرد در طی یك زمان پر جاذبه و خیال انگیز به خواننده می‌شناساند ، چنانکه‌خواننده احساس نمی کند که آخرین‌تحقیقات‌علمی را دربارهٔ ماه وخورشید و کهکشان‌ها می‌خواند ، بلکه می‌پندارد که یك داستان تاریخی بسیار دلکش وشاعرانه‌را مطالعه میکند .

این کتاب عظیم که درطی ده سال گذشته بیش‌ازچهار باردرآلمان تجدید چاپ شده وامروز درشمار کتابهائی است که در هرخانوادهٔ آلمانی یافت میشود ، شایستگی آن دارد که در ایران نیز مورد استفادهٔ همهٔافراد باسواد قرار گیرد

داروینیسم

تألیف دکتر محمود بهزاد

۲۷۷ صفحه

کتاب «داروینیسم» که به عنوان ششمین کتـاب «مجموعهٔ دنیای علوم» انتخاب شده تنها کتاب این مجموعه است که نویسندهٔ آن ایرانی است و از زبان دیگری ترجمه نشده است. این انتخـاب سرسری انجام نگرفته و خواننده پس از مطالعهٔ «داروینیسم» به ناشر حق‌خواهدداد که درست وشایسته انتخاب کرده است.

کتاب آقای دکتر محمود بهزاد که اصول نظریات داروین با ساده‌ترین بیان ممکن در آن تشریح و حلاجی شده است، در طی چند سال گذشته چنان مورد اقبال عـامهٔ مردم و علاقمندان علوم قرار گرفته که چهار بار تجدید چاپ شده و اکنون برای پنجمین بار با وسعت وعمق بیشتر منتشر میگردد. بنابرین، این کتاب درحقیقت پرفروش‌ترین کتاب علمی فارسی (سوای کتب درسی) ویکی ازده کتاب پرفروش پانزده‌سال گذشته بوده‌است.

مؤلف دربارهٔ کتاب خود مینویسد «این کتاب به قصد ایضاح نظریهٔ یکی ار برگزیده‌ترین و مؤثرترین علمای نـامی جهان نگارش یافته‌است. امری که مرا به نوشتن این کتاب برانگیخت شایعهٔ دور از حقیقی است که از نظریات داروین درذهن علوم جایگزین شده وآنان را نسبت به‌این مردنامی در گمان بدافکنده است.»

مؤلف درکار توضیح و تشریح داروینیسم موفقیت تام و تمام یافته وتوانسته است درطی چاپهای مکرر کتاب خود شوق وعلاقه به داروینیسم‌را در دل گروه کثیری برانگیزد وآنانرا متقاعد کند که‌نظریهٔ داروین‌فلسفه‌ای مستقل وخاص است که با مطالعهٔ مستمر آن نیازمندند.

T·I·N