

کاهش زمان سفرهای فضایی با موشک‌های هسته‌ای ناسا

پنجره تازه‌ای روبه آسمان

پرویزه‌شده با پلاسما تبدیل می‌شود. سپس این پلاسما وارد نازل موشک می‌شود و نیروی محرکه یا پیشران را تولید می‌کند. دکتر «استنلی بوروسکی»، مهندس مرکز تحقیقاتی جان گلن ناسا چگونگی استفاده از این سوخت برای سفرهای سرنشین‌دار فضایی را تشریح کرده است. به گفته وی، این فضاپیما که «کوپرنیک» نام دارد، از دو بخش فضایی‌مای باری و سرنشین‌دار تشکیل می‌شود که نیروی پیشران هرکدام از آنها، با بارشگر حرارت هسته‌ای تامین می‌شود. این فضاپیماها سه‌موتور دارند که هر کدام می‌تواند حدود ۲۵ هزار اسب‌بخار نیروی محرکه تولید کند. «بوروسکی» تخمین می‌زند که این فضاپیماها بتوانند فاصله ۶۴ میلیون کیلومتری زمین تا مریخ را طی صدروز طی کنند. این درحالی است که فضاپیما ی آزمایشگاه علمی مریخ که کاوشگر کنجکاوی ناسا را به مریخ برد، ۲۵۳ روز در راه بود. البته لازم به ذکر است ایده استفاده از موشک‌های هسته‌ای، طرح جدیدی نیست بلکه سابقه‌ای طولانی دارد. ناسا تحقیقات در مورد موشک‌های حرارتی هسته‌ای را در سال۱۹۵۹ به‌عنوان بخشی از برنامه موتور هسته‌ای برای کاربرد در فضاپیما موشکی (NERVA) آغاز کرد، اما این پروژه که به همکاری ناسا

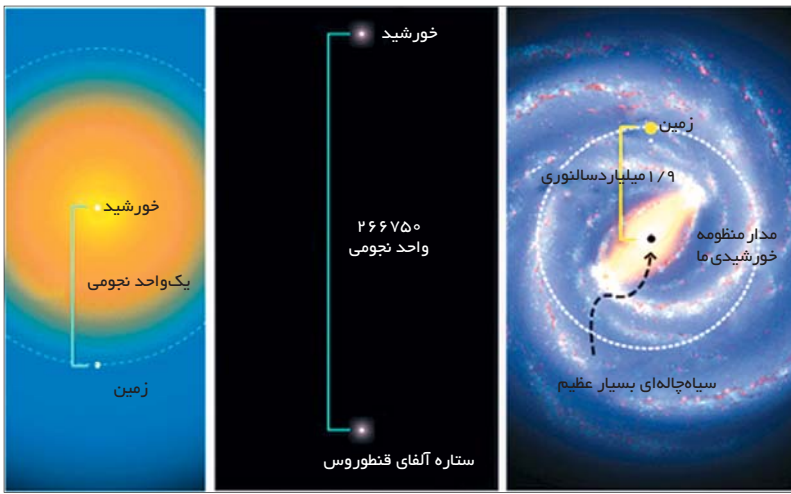
گروه علم: دانشمندان ناسا درحال طراحی و ساخت موشک‌هایی هستند که با انرژی هسته‌ای کار می‌کنند. آنها امیدوارند، بتوانند در سفرهای طولانی مانند اعزام فضانوردان به مریخ و کاوش در دیگر مناطق دوردست منظومه شمسی، از این فضاپیماهای تندرو استفاده کنند. این موشک‌ها که نیروی لازم برای سفر را به‌جای استفاده از سوخت‌های شیمیایی متداول، از همجوشی هسته‌ای تامین می‌کنند، سرعت‌شان به مراتب بیشتر از سرعت موشک‌های کنونی است و درنتیجه می‌توانند زمان سفرهای فضایی در منظومه شمسی را به‌طور چشمگیری کاهش دهند. مهندسان ناسا هم‌اکنون درحال برنامه‌ریزی برای طراحی و ساخت موشکی هستند که با نیروی محرکه حرارتی هسته‌ای کار می‌کند. قرار است از این موشک برای ماموریت سفر به ماه در سال ۲۰۳۳ استفاده کنند. یکی از مهم‌ترین مزیت‌های موشک‌های حرارت هسته‌ای این است که وزن‌شان حدود نصف وزن موشک‌های با سوخت شیمیایی است. براساس طرح این محققان، از انرژی حاصل از واکنش‌های هسته‌ای اورانیوم۲۳۵ برای حرارت‌دادن هیدروژن مایع در یک راکتور استفاده می‌شود. در این حالت هیدروژن مایع به گاز هیدروژن

سفرهای بین‌ستاره‌ای چقدر طول می‌کشد؟

حد کیهانی سرعت نور، ۳۰۰ هزار کیلومتریثرتانیه (به‌طور دقیق ۲۹۹۷۹۲۴۵۸ متربرثانیه) است. موشک‌های معمولی‌ای که امروزه دراختیار ماست، بسیار کندرو هستند و درنتیجه طول‌عمر هیچ‌کسی به تنهایی کفاف سفرهای بین‌ستاره‌ای را نمی‌دهد. بااین‌همه هیچ‌قانون فیزیکی، سفرهای بین‌ستاره‌ای را به لحاظ نظری غیرممکن نمی‌داند، حتی ممکن است رخنه‌هایی در قوانین فیزیک باشد که سفرهای سریع‌تر از نور را نیز ممکن کند.

مشکلات سفرهای بین‌ستاره‌ای

حتی فاصله نزدیک‌ترین ستاره به ما، ۲۶۶هزاربار بیشتر از فاصله ما تا خورشید است. نور که سریع‌ترین پدیده شناخته‌شده جهان است، فاصله خورشید تا زمین را در مدت هشت‌دقیقه طی می‌کند، اما نور با این همه سرعت، به چهارسال زمان نیاز دارد تا به نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید برسد. برای رسیدن به سیاه‌چاله‌ای که در مرکز کهکشان راه‌شیری ما قرار دارد، نور باید به‌مدت ۳۰هزارسال در راه باشد.



سفر به حتی نزدیک‌ترین ستاره، علاوه‌بر فاصله‌های بسیار زیاد، دشواری‌های بسیار دیگری نیز دارد:

– برای چنین سفرهایی به مقدار بسیار زیادی انرژی نیاز داریم؛ بسیار بیشتر از مقدار کل انرژی‌ای که زمین تولید می‌کند. فضای بین‌سیاره‌ای پر از گاز و غبار است که ممکن است موجب تخریب فضاپیماهای بسیار سریع شود. وقتی فضاپیمایی با سرعتی بسیار زیاد (که در مقایسه با سرعت نور قابل‌توجه است)، حرکت می‌کند، حتی برخورد ذرات بسیار کوچک نیز مهم و تاثیرگذار است.

– دشواری بعدی، مشکل طول زمان سفر است. یک موشک کند از موشکی که دیرتر پرتاب شده، اما سریع‌تر است، عقب می‌ماند. آیا درست و منطقی است با فضاپیمایی به ستاره قنطوروس آلفا برویم که سفرش ۱۰۰سال طول می‌کشد، درحالی‌که ممکن است بعدها فضاپیما ی سریع‌تری ابداع شود که همین سفر را طی ۱۰سال انجام دهد؟

چگونه در فضا سفر کنیم ؟ با موشک	سوخت (اکسیدگری)
شتاب یعنی افزایش سرعت حرکت. برای شتاب‌گرفتن در فضا باید نیرویی اعمال کرد. در فضا چیزی نیست که بتوان به آن نیرو وارد کرد، بنابراین فضاپیما با استفاده از موتور موشکی، خود را رو به جلو می‌راند. سوخت در وضعیت خلا فضا نمی‌سوزد، بنابراین هر فضاپیمایی باید اکسیدکننده‌ای (اکسیژن) با خود حمل کند. زمانی که سوخت و اکسیدکننده با هم مخلوط می‌شوند، نیروی پیشرانی در اثر انفجار تولید می‌شود که نیروی عمل را تولید می‌کند. فضاپیما هم در برابر این نیروی عمل، عکس‌العملی تولید می‌کند. به این نوع از موتورها، موشک با سوخت شیمیایی می‌گویند.	عکس‌العمل (شتاب) ← عمل

فناوری موشک: می‌توان فناوری موشک‌ها را بهتر کرد	سوخت (اکسیدگری)
بازدهی موشک‌های شیمیایی از جمله کمترین بازدهی‌هاست و به همین دلیل برای سفر به ستارگان مناسب نیست. انواع دیگر موشک‌ها عبارت‌اند از: موشک‌های هسته‌ای : این موشک‌ها هم بر اساس حرارت‌دادن سوخت‌ها با راکتور هسته‌ای برای تولید نیروی پیشران کار می‌کنند و هم براساس انفجار بمب‌های هسته‌ای مینیاتوری تا فضاپیما را در مسیرش، رو به جلو براند. موتور یونی : موتورهای یونی با استفاده از یون‌هایی که به روش الکتریکی شتابدار شده‌اند، کار می‌کنند. این یون‌ها (که در حقیقت ذرات اتمی باردار هستند)، نیروی پیشران را فراهم می‌کنند. مقدار شتاب در این روش کم است، اما می‌توان به مدت طولانی از این روش استفاده کرد تا در نهایت سرعت فضاپیما بسیار زیاد شود. موتور پلاسما : طرز کار موتور پلاسما مانند موتور یونی است، فقط با این تفاوت که در اینجا، پلاسما نیروی پیشران را فراهم می‌کند.	عکس‌العمل (شتاب) ← عمل

مشکل اصلی، سوخت است	سوخت (اکسیدگری)
ارسال جسمی به اندازه شاتل فضایی به ستاره آلفای قنطوروس به مقدار بسیار زیادی انرژی نیاز دارد. به فرض آنکه این سفر ۹۰۰سال طول بکشد، حتی باوجود استفاده از موشک همجوشی هسته‌ای با بازدهی زیاد، به هزار تاکنر بسیار بزرگ پر از سوخت نیاز داریم. حتی بهترین موتور معمولی که ساختش امکان‌پذیر باشد، یعنی موشک ضدماده به ۱۰ واکن قطار پر از سوخت احتیاج دارد تا بتواند سفرش را آغاز کند. (و به همین مقدار سوخت احتیاج دارد تا در مقصد از سرعتش کم کند و بتواند متوقف شود).	عکس‌العمل (شتاب) ← عمل

علم

و کمیسرین انرژی اتمی آمریکا انجام می‌شد، در سال ۱۹۷۳ به‌طور رسمی پایان یافت. در آن زمان، مهندسان چندین موشک طراحی کرده بودند که پیشرفته‌ترین آنها موتور «Pewee» نام داشت که البته از هیچ‌کدام از این موتورها برای پرواز استفاده نکردند. اکنون به‌نظر می‌رسد ناسا امیدوار است بتواند آن برنامه ملغی‌شده را یک‌بار دیگر به جریان بیندازد و نسل جدیدی از موشک‌ها را طراحی کند که برای انتقال فضانوردان و تجهیزات لازم برای سفرهای فضایی طولانی‌مدت مناسب باشد. از آنجایی که وزن موشک‌های هسته‌ای، نصف موشک‌های با سوخت شیمیایی است، بار بیشتری را می‌توان با این فضاپیماها حمل کرد و سرعت آنها نیز بیشتر خواهد بود. بر اساس برنامه‌های دکتر «بوروسکی»، با انجام یک ماموریت به مریخ در سال ۲۰۳۳، می‌توان دو فضاپیما ی باری را به این سیاره سرخ فرستاد تا تجهیزات مداری و سطحی لازم را پیش از ورود فضانوردان، در مریخ مستقر کند. به گفته دانشمندان، ناسا می‌تواند از همجوشی هسته‌ای برای تامین نیروی ماموریت‌های آینده به مقصد سیاره «مشتری» و قمر آن به نام «اروپا» و همچنین سیاره «نپتون» و کمریند «کوبی‌پر» استفاده کند.

بادبان نوری: لازم نیست سوختی را از زمین با خود همراه ببرید

پرتوهای نور، فشاری هم وارد می‌کنند. اگر شما بادبان سبکی داشته باشید که اندازه‌اش به‌قدر کافی بزرگ باشد، مقدار فشار پرتوهای نور خورشید آنقدر هست که می‌تواند شما را در فضا روبه‌جلو حرکت دهد. مهم‌ترین مزیت این‌نوع فضاپیماها این است که لازم نیست سوختی را برای این‌سفر همراه خود ببرد چرا که نیروی پیشران این بادبان را یک‌ایستگاه لیزری ازراه‌دور فراهم می‌کند که در نزدیکی زمین مستقر است. نقطه‌ضعف این سیستم این است که بادبان باید بسیاربزرگ و تقریباً هم‌اندازه ابالت تگزاس باشد. زمان سفر هم بسیارطولانی است و چندقرن طول می‌کشد. علاوه بر این، پرتوهای لیزر در فضای بین‌ستاره‌ای پراکنده می‌شوند و در نتیجه از توان آن کم می‌شود.



رجمت بوسارد: جمع آوری سوخت در مسیر حرکت

رجمت بوسارد که طرحش را «اربرت بوسارد» فیزیکدان، در دهه ۱۹۶۰ ارائه کرد، از گاز هیدروژن به عنوان سوخت استفاده می‌کند که در فضا هم وجود دارد. میدان مغناطیسی، گاز هیدروژن را به درون موتور موشکی همجوشی هسته‌ای می‌فرستد و در نتیجه دیگر نیاز نیست فضاپیما سوختی را از زمین با خود حمل کند. البته لازم به ذکر است که پژوهش‌های بعدی نشان داد احتمالاً چنین فضاپیمایی در عمل کارایی ندارد زیرا نیروی پسا که این فضاپیما در سفر در گاز با آن مواجه می‌شود، از نیروی پیشران آن بیشتر است.

قابق کندرو: به‌آرامی، پیش به‌سوی ستارگان	سوخت (اکسیدگری)
اگر زمان مساله مهمی نباشد و به اندازه کافی وقت داشته باشیم، هر فضاپیمایی می‌تواند راه ستارگان را در پیش گیرد و پس از صدها هزارسال به مقصد برسد. یک‌سیارک که درونش را خالی کرده‌اند، می‌تواند زیستگاه بسیارمناسبی برای چندنسل از فضانوردان باشد. (البته این مشکل هم هست که ممکن است پس از چندنسل، فرزندان فراموش کنند درون یک فضاپیما هستند).	عکس‌العمل (شتاب) ← عمل

این امکان هم وجود دارد که فضاپیمایی بذهای حیات مانند یک‌سلول منفرد یا جنین منجمدشده‌ای را با خود حمل کند تا درنهایت در مقصد، تلقیح شود یا رشدش را شروع کند. فضاپیما ی اینزمان، سه‌میلیون‌تن هیدروژن منجمد را با خود حمل می‌کند تا سوخت موشک، همجوشی هسته‌اش را تامین کند. شاید این‌نوع فضاپیماها بتوانند آنقدر شتاب بگیرند و سرعتشان زیاد شود که به چنددرصد سرعت نور برسند.



کرم‌چاله: میانبری در فضا

اگر کرم‌چاله واقعاً وجود داشته باشد، امکان سفرهایی سریع‌تر از نور و بازگشت به گذشته (با دست‌کم سفر به زمانی که کرم‌چاله پدید آمده است)، را فراهم می‌کند. کرم‌چاله تولی است که دودانه‌ها می‌توان با استفاده از انرژی منفی این دانه‌ها را باز نگه‌داشت. شخصی که از میان این دودانه‌ها سفر می‌کند، پیش از آنکه نور به بیرون تونل برسد، به مقصدش می‌رسد.

بهره‌برداری از انرژی سیاه‌چاله‌ها	سوخت (اکسیدگری)
در سال۲۰۰۹ «لوییس کربن» و «شاوون وست‌مورلند» در مقاله‌ای این‌ حدس را بررسی کردند که شاید سیاه‌چاله‌های مصنوعی، نسبت به ضدماده، منبع انرژی بهتری برای فضاپیماهای آینده باشند. تولید سیاه‌چاله‌های کوچک (نسبت به تولید مقدار زیادی ضدماده برای استفاده در موتور نابودی ضدماده) به انرژی کمتری نیاز دارد. سیاه‌چاله، تابش هاوکینگ از خود گسیل می‌کند که می‌توان آن را متمرکز کرد و از آن برای تامین نیروی پیشران استفاده کرد. زمانی که فناوری ساخت و تولید سیاه‌چاله در دسترس قرار گیرد، خود سیاه‌چاله‌ها آنقدر انرژی تولید می‌کنند که برای ساخت سیاه‌چاله‌های دیگر کافی است و در نتیجه انرژی بیشتری تولید می‌شود.	عکس‌العمل (شتاب) ← عمل

فرداهای دور

دشواری‌های سفرهای ستاره‌ای

اسیر قوانین فیزیک

بابک فرهادی

یکی از مهم‌ترین دشواری‌های اکتشاف‌های فضایی، فاصله بسیار زیاد اجرام از یکدیگر است. درنتیجه سفرهای فضایی نیازمند زمان‌های بسیار طولانی است. حتی اگر سریع‌ترین فضاپیما ی ساخت بشر را به فضا بفرستیم، هزاران‌سال طول می‌کشد تا به نزدیک‌ترین ستاره (پس از خورشید) برسد. به همین دلیل اگر در این‌فکر هستیم در مدتی کمتر از صدسال به این ستاره سفر کنیم، باید از فضاپیماهایی استفاده کنیم که سرعت‌شان دست‌کم ۷۵برابر سرعت فضاپیماهای کنونی است. برای درک دشواری‌های سفرهای فضایی باید در ابتدا فاصله‌های بسیار زیاد اجرام فضایی را درک کنیم. فاصله نزدیک‌ترین ستاره به ما ۲۶۶ هزار برابر فاصله ما تا خورشید است. نور که سریع‌ترین پدیده شناخته‌شده طبیعت است، فاصله خورشید تا زمین را در مدت هشت‌دقیقه طی می‌کند، اما برای سفر از نزدیک‌ترین ستاره تا زمین باید بیش از چهارسال در راه باشد.

برای درک بهتر این‌فاصله می‌توان مثال دیگری را مطرح کرد. گلوله تفنگ‌های معمولی با سرعت ۱۲۰۰کیلومتر برساعت حرکت می‌کند. برای اینکه چنین گلوله‌ای به نزدیک‌ترین ستاره برسد، باید چهارمیلیون‌سال در راه باشد. سریع‌ترین فضاپیما ی تاکنون بشر ساخته است، کاوشگر «وویجر۱» نام دارد. این فضاپیما هم دست‌کم باید ۷۵هزارسال در راه باشد تا به مقصد برسد. موشک‌هایی که امروزه بشر برای انجام سفرهای فضایی استفاده می‌کند، از سوخت‌های شیمیایی استفاده می‌کنند که برای انجام سفرهای بین‌ستاره‌ای بسیار کندرو محسوب می‌شوند. برای آنکه بتوانیم چنین سفرهایی را در فاصله‌های زمانی معقول و منطقی انجام دهیم، باید آنقدر به فضاپیما یمان شتاب دهیم که سرعت‌ش به پنج‌میلیون‌کیلومتر در ساعت برسد. موشک‌هایی که از فرآیندهایی مانند همجوشی یا شکافت هسته‌ای با ضدماده استفاده می‌کنند، شاید برای چنین سفرهایی مناسب‌تر باشد. اما متأسفانه بشر تاکنون نتوانسته است چنین فضاپیماهایی را بسازد و استفاده از آنها تاکنون در حد طرح و ایده باقی مانده است. هرچه مقصدهای دوردست‌تری برای سفرهای فضایی انتخاب می‌شود، فراهم‌کردن مقدمات کار هم دشوارتر می‌شود و درنتیجه، دانشمندان راه‌حلهایی بدیع‌تر را برای حل چنین مشکلاتی مطرح می‌کنند. اصلی‌ترین محدودیت سفرهای فضا یی، محدودیت سرعت است. به گفته دانشمندان سرعت نور (۳۰۰هزارکیلومتر در ثانیه) بالاترین حد سرعت در طبیعت است و هیچ پدیده مادی‌ای نمی‌تواند با سرعتی فراتر از آن حرکت کند. با این‌همه، دانشمندان بر این باورند که شاید بتوان به‌گونه‌ای فضا را درهم پیچید و تغییر شکل داد که بتوان با سرعتی بیشتر از سرعت نور حرکت کرد؛ بدون آنکه قوانین پایه فیزیک نقض شود.

اما لزوم ساخت فضاپیماهای تندرو، در سفر به منظومه‌های ستاره‌ای دیگر (که غیرضروری و غیرممکن به نظر می‌رسد)، منحصر نمی‌شود. حتی برای اعزام فضانوردان به درون مرزهای منظومه شمسی خود نیز باید تحولی در ساختار فضاپیماهای خود ایجاد کنیم. با فناوری امروزی سفر رفت‌وبرگشتی به مریخ حدود ۵۰۰روز طول می‌کشد. بدیهی است قرارگرفتن طولانی‌مدت در فضا و تحمل شرایط ناگوار آن، کار را برای فضانوردان دشوار می‌کند. از طرف دیگر اقامت طولانی‌مدت در فضا به معنی نیاز بیشتر به آب، هوا و غذاست. در این حالت یا باید مقدار بیشتری آذوقه با خود داشت‌که به معنی فضاپیما ی بزرگ‌تر و سنگین‌تر است یا باید برای انجام هر ماموریت سرنشین‌دار، چندماموریت پشتیبانی و تدارکاتی انجام داد که صدالبته هزینه‌های طرح‌های فضایی را چندبرابر می‌کند.

فانوس خیال

برخی از جذاب‌ترین طرح‌های اکتشاف فضا

بادبانی روبه خورشید

فاطمه کاظمی

«کنستانتین تسیلکوفسکی» روسی را به عنوان پدر علوم موشکی می‌شناسند. وی اولین کسی بود که اصول راکت‌های پیشران مایع را در کتابی با عنوان «تحقیق و بررسی پیرامون فضای بین‌سیاره‌ای با استفاده از وسایل عکس‌العملی»، در سال ۱۸۹۶ مطرح کرد. سال‌ها بعد و برپایه همین تئوری‌ها، «اربرت گودارد» آمریکایی، در ۱۶مارس ۱۹۲۶، برای اولین‌بار یک راکت سوخت مایع را آزمایش کرد که توانست طی ۵/۲ثانیه پرواز، حدود ۱۲متر از زمین بلند شود. موشک «وی‌۲» (که ارتش آلمان در جنگ جهانی دوم از آن بسیار استفاده کرد)، اولین نمونه عملیاتی و کاربردی یک راکت پیشران مایع به عنوان موتور یک موشک بود. سوخت این راکت ساده، الکل و ماده اکسیدکننده آن، اکسیژن مایع بود. آغاز عصر فضا را می‌توان ثمره پیشرفت بشر در طراحی و ساخت راکت‌های سوخت مایع دانست. اولین پرتابگرهای قدرتمند تاریخ مانند «ساترن-۵» آمریکایی و «انرگیا-۵» روسی، با استفاده از سامانه راکتی پیشران مایع کار می‌کردند. در این سامانه‌ها، معمولاً از کروژن یا هیدروژن به عنوان سوخت و از اکسیژن مایع به عنوان اکسیدکننده استفاده می‌شد. بشر تاکنون از انواع موشک‌های با سوخت شیمیایی استفاده کرده است، اما واقعیت این است که بشر درنهایت فاصله‌های فضایی آنقدر زیاد است که اگر تحولی در سیستم‌های پیشران خود ایجاد نکند، سفر به دوردست‌های منظومه شمسی برای او بسیار دشوار و سفر به فراتر از این مرز نیز غیرممکن خواهد بود. به همین دلیل ایده‌های دیگری را بررسی کرده که البته تاکنون پاسخی چشمگیر یا انقلابی حاصل نشده است. در ادامه برخی از مهم‌ترین طرح‌های جدید را با هم بررسی می‌کنیم.

بادبان خورشیدی



بادبان‌های خورشیدی، موثر و ارزان‌قیمت برای سفر بین اجرام منظومه خورشیدی و درنهایت، میان‌ستاره‌ای فراهم می‌کند. ایده کلی این طرح، استفاده از ساختارهای باریک و پهن بازشونده‌ای است که با پرتاب‌دادن پرتوهای نور، انرژی حرکت فضاپیما را تامین می‌کند. این ایده بسیار شبیه وزش باد درون بادبان کشتی‌های قدیمی است. شاید فکر کنید فشار پرتوهای نور برای به‌حرکت‌درآوردن فضاپیما بیش‌ازحد کم است، اما اگر فضاپیما بسیار سبک باشد، این نیروی اندک، می‌تواند شتاب قابل‌ملاحظه‌ای به آن بدهد، اما مزیت مهم استفاده از بادبان‌های خورشیدی جدا از رایگان‌بودن انرژی پیشران، زمان نامحدود شتاب‌گیری است. موشک‌های شیمیایی سوخت‌کمی در اختیار دارند و هرچند شتاب آنها بسیار زیاد است، اما سوخت‌شان در زمان اندکی تمام می‌شود و در نتیجه شتاب‌شان متوقف می‌شود و دیگر نمی‌توانند بر سرعت خود بیفزایند. در مقابل، بادبان‌های خورشیدی هرچند شتاب کمی دارد، اما چون فضاپیما همیشه و در هر فاصله‌ای از خورشید در معرض تابش پرتوهای پرنرژی این‌ستاره است، می‌تواند آرام‌آرام به سرعت خود بیفزاید و در بازه زمانی معقولی (از چندماه تا چندسال)، به سرعت‌های بسیارزادی برسد. یکی از مهم‌ترین طرح‌های بادبان خورشیدی، «Sunjammer» نام داشت که مساحت آن ۱۲۰۰مترمربع بود و از فوتون‌های خورشید برای رانش فضاپیما به جلو استفاده می‌کرد. در ابتدا قرار بود این فضاپیما در سال۲۰۱۴ و سپس ۲۰۱۵ پرتاب شود، اما درنهایت این‌طرح لغو شد. البته ناسا پیش از این و در نوامبر ۲۰۱۰ فضاپیما ی «NanoSail-D» را با طول بادبان ۹/۱۳مترمربع به فضا پرتاب کرده بود.

پیشران هسته‌ای

واکنش‌های هسته‌ای مقدار زیادی انرژی تولید می‌کنند، پژوهشگران در حال یافتن راه‌های گوناگون برای مهارکردن این انرژی و به‌کار گرفتن آن در سامانه پیشران فضاپیماها هستند. از فضاپیما ی هسته‌ای می‌توان برای انجام ماموریت‌های سریع‌السریر سرنشین‌دار به مقصد مریخ استفاده کرد. این فضاپیماها می‌توانند زمان مسافرت‌های فضایی را بسیار کاهش دهند. با کاهش زمان سفر، مدت قرارگرفتن در معرض پرتوهای خطرناک و مانند در شرایط ناگوار بی‌وزنی کمتر می‌شود و به سرنشینان کمتر آسیب می‌رسد. همچنین موشک‌های هسته‌ای می‌توانند مدت طولانی‌تری نسبت به موشک‌های شیمیایی (که سوخت خود را خیلی زود مصرف می‌کنند) کار کنند. این ویژگی‌ها، به بشر امکان می‌دهد سفرهای فضایی دورتر را در زمانی کوتاه‌تر به انجام برساند. افزون بر آن، در برخی از طرح‌های پیشران هسته‌ای، از هیدروژن به‌عنوان سوخت استفاده می‌شود، به همین دلیل این موشک‌ها می‌توانند در هنگام سفر فضایی، سوخت‌گیری کنند. هیدروژن در فضا و در اتمسفر بسیاری از سیارات وجود دارد، پس هرفضاپیما یی که سامانه پیشران هسته‌ای از این‌نوع داشته باشد، می‌تواند به سوی اتمسفر سیارات حرکت کند.

پیشران‌های ماده-ضدماده

دانشمندان ضدماده یا پادماده را تصویر آینه‌ای ماده معمولی توصیف می‌کنند. به بیان دیگر ضدماده، ماده‌ای است که بار الکتریکی اجزای سازنده آن خلاف با الکتریکی ماده معمولی است. هنگامی که ماده و ضدماده با هم برخورد می‌کنند، همدیگر را نابود می‌کنند. این‌ذرات پس از برخورد، به‌کل نابود می‌شوند و درعوض، هم‌از آن انرژی تولید می‌شود. شاید به نظر برسد برخورد ماده و ضدماده منبعی بسیارخوب و ارزان برای انرژی باشد، اما متأسفانه این‌گونه نیست. ضدماده به‌طور طبیعی در دسترس نیست و تاکنون دانشمندان توانسته‌اند مقدار کمی ضدماده را در آزمایشگاه تولید کنند. در نظر داشته باشید که نگهداری ضدماده نیز معضلی است، چون به محض برخورد با ماده معمولی از بین می‌رود، پس نمی‌توان آن را در ظرفی ساخته‌شده از ماده معمولی نگهداری کرد. با این همه دانشمندان براین باورند در صورتی‌که بشر بتواند به فناوری تولید و به‌کارگیری انرژی ضدماده دست یابد، کار سفرهای فضایی دوردست آسان‌تر می‌شود. دانشمندان بر این باورند که انرژی تولیدشده به این روش، بسیار بیشتر از انرژی‌های تولیدشده به روش‌های رایج کنونی است و می‌تواند نیروی پیشران بسیار زیادی فراهم کند.