



مجموعه‌های ماهواره‌های کوچک

آزمایشگاه تحقیقات فضایی

www.spacerl.com

امروزه، توسعه تکنولوژی، انجام تحقیقات علمی و کاربردهای متنوع فضایی با استفاده از مجموعه‌های ماهواره‌ای، مورد توجه تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران برنامه‌های فضایی قرار گرفته است (۱). تاثیر مجموعه‌های ماهواره‌ای بر روی هریک از زمینه‌های مذکور، هنوز به صورت قطعی تأیید نشده است. به منظور ارزیابی و صحت‌سنجی چگونگی اثرگذاری استفاده از مجموعه‌های ماهواره‌ای، می‌توان از نتایج اجرای طرح‌های عملی با اهداف محدود و مشخصی استفاده نمود. چنین طرح‌هایی را بهتر است در قالب اتحادیه‌ها، کنسرسیوم‌ها و یا جوامع بین‌المللی فضایی تعریف کرده و به انجام رساند. از جمله مواردی که به نظر می‌رسد برای تعریف، طرح مجموعه ماهواره‌ای، بایستی به آن‌ها توجه نمود، عبارتند از: (۲)

- ۱- طراحی دقیق مجموعه ماهواره‌ای (از ماهواره‌های کوچک) برای انجام مأموریتی دقیقاً تعریف شده.
 - ۲- مشخص کردن دقیق تجهیزات و چگونگی انجام اندازه‌گیری‌ها در راستای مأموریت.
 - ۳- محاسبه نرخ اطلاعات ارسالی مجموعه و چگونگی دریافت و تحلیل آن‌ها.
 - ۴- تعیین سازمان‌های فضایی (کشور‌های) که علاقمند به شراکت در طرح هستند.
 - ۵- انتخاب سازمان محور، که مسئولیت پرتاب و کنترل مجموعه را بر عهده خواهد داشت.
 - ۶- طراحی ساختار سازمانی اجرایی و مدیریتی طرح که بایستی هماهنگی توسعه و عملکرد مجموعه را در طول عمر آن بر عهده داشته باشد.
- بررسی تجربیات مشابه به انجام رسیده قبلی در زمینه طراحی، ساخت و توسعه مجموعه‌های ماهواره‌ای با استفاده از ماهواره‌های کوچک، می‌تواند در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی‌های آینده فضایی یک کشور بسیار مؤثر و مفید باشد، در همین راستا، در ادامه به چند تجربه موفق از این دست، اشاره می‌گردد:

۱- مجموعه ماهواره‌ای بین‌المللی با کاربرد آموزش و تحقیقات (INSPIRE¹) (شکل ۱)



شکل ۱: مجموعه ماهواره‌ای بین‌المللی با کاربرد آموزش و تحقیقات

طرح مجموعه ماهواره ای (INSPIRE) توسط کنسرسیومی از دانشگاه‌های کشورهای مختلف، با هدف توسعه مأموریت‌های فضایی محور در سال ۲۰۱۵ شروع گردید. هدف اصلی دانشگاه‌های عضو از تعریف این مأموریت، توسعه برنامه‌های آموزش و زیرساخت‌های پژوهشی مرتبط با علوم فضایی بود. اولین ماهواره از این مجموعه توسط دانشگاه‌های عضو در سال ۲۰۱۷ مورد حمایت مالی قرار گرفته و در حال حاضر در مرحله انجام تست‌های محیطی برای پرتاب در سال جاری میلادی است.

INSPIRE در حال حاضر شش مأموریت حمایت شده دیگر در دست اجرا دارد و هدف آن شکل دادن به یک مجموعه ماهواره‌ای با کاربرد مشاهدات هواشناسی کره زمین، می‌باشد. دستاوردهای این طرح توسط دانشگاه‌ها و مراکز علمی تحقیقاتی عضو از طریق دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرند.

¹ INTERNATIONAL SATELLITE PROGRAM IN RESEARCH AND EDUCATION

این طرح با هدف پرتاب ۵۰ ماهواره مکعبی (CubeSat) در مدارهایی با ارتفاع کوتاه (۳۵۰-۹۰ کیلومتر)، تعریف شده و به اجرا در آمده است (شکل، ۲)



شکل ۲: تصویر ۳ ماهواره مکعبی از مجموعه QB50 که از دریچه ایستگاه فضایی بین‌المللی، به فضا پرتاب شده‌اند (۴).

طرح QB50 توسط اتحادیه اروپا و از طریق طرح گرنت FP7 مورد حمایت قرار گرفت. ماهواره‌های مکعبی این مجموعه توسط ۴۰ دانشگاه و پژوهشگاه در سراسر جهان طراحی و ساخته شدند. سازندگان فقط مسئولیت ساخت پلتفرم را بر عهده داشتند و تجهیزات بار محموله را از بین سه نمونه زیر می‌توانستند انتخاب کنند:

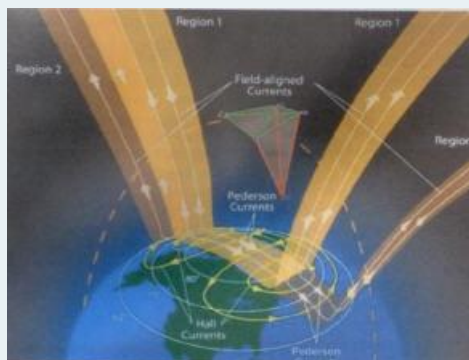
- 1-Langmuir probe
- 2-Ion and neutral mass spectrometer
- 3-Oxygen Sensor

تجهیزات بارمحموله انتخابی توسط مسئول طرح تحویل سازنده‌گان شده است. سازنده مسئولیت پیاده سازی اطلاعات دریافتی از ماهواره بعد از قرارگیری آن در مدار عملیاتی خود را برای ۶۰ روز بر عهده داشت و می‌توانست از پلتفرم‌های 2U یا 3U برای ساخت پلتفرم محموله ماهواره مکعبی استفاده نماید.

۳۶ ماهواره از این مجموعه در سال ۲۰۱۷ به فضا پرتاب شدند. نتایج بدست آمده از این پروژه نشان دهنده موفقیت بسیار خوب آن بود. گرچه فقط ۱۶ ماهواره از مجموع ماهواره‌های پرتاب شده موفق به ارسال اطلاعات به ایستگاه‌های زمینی شدند. یک ماهواره از این مجموعه (Inflatesail) دو ماه تمام به ارسال اطلاعات پرداخت، بقیه ماهواره‌ها اندازه‌گیری‌های با ارزشی در لایه‌های مختلف اتمسفر که قبل از این مورد هدف برنامه‌های فضایی نبودند، به انجام رساندند و نهایتاً طرح عمده اهداف آموزش و پژوهش خود را پوشش داد. آخرین ماهواره این مجموعه در سال ۲۰۱۸ به جو زمین وارد شده و به کار خود پایان داد. طرح QB50 نمونه خوبی از همکاری‌های بین دانشگاهی جهت توسعه علوم و فن آوری‌های فضایی است که در آن شبکه‌ای از ۲۳ کشور دنیا فعالیت داشتند.

۳- طرح MUSE^۲

در این طرح، مجموعه‌ای از ۵ ماهواره مکعبی (کیوبست) در پروازی هماهنگ با یکدیگر، تحقیقاتی در ارتباط با محیط فضایی به انجام می‌رسانند (شکل ۳)



شکل ۳: طرح MUSE، خطوط میدان مورد مطالعه و مجموعه ماهواره‌های مکعبی

² Mutiscale currents density and magnetic field structure Explorer

طرح مجموعه ماهواره‌ای MUSE، با هدف اندازه‌گیری ساختار چندسطحی میدان مغناطیسی و تراکم جریان سطحی در قطبین کره زمین پیشنهاد شده است. مجموعه شامل یک کیوب مادر و چهار کیوب دختر می‌باشد. هریک از ماهواره‌ها مجهز به مغناطیس سنج AMR و یک بوم بازشونده می‌باشند. با استفاده از پرواز دسته جمعی و تکنولوژی بکار گرفته شده در مغناطیس‌سنج‌ها، این مجموعه قابلیت اندازه‌گیری منحصر بفرد، میدان مغناطیسی زمین از ۱ تا ۱۰۰ کیلومتر و جریان‌های زیرسطحی زمین را دارا خواهد بود.

مثال‌های فوق‌الذکر از نمونه‌های «مجموعه‌های ماهواره‌ای با استفاده از ماهواره‌های کوچک» بوده که نتایج عملی آن‌ها در دسترس و قابل بررسی و ارزیابی می‌باشند. به منظور اجرای بهینه طرح‌های مجموعه ماهواره‌ای آینده کشور به نظر می‌رسد مطالعه دقیق ابعاد علمی، تکنولوژیکی، اجرایی و مالی این پروژه‌ها و آشنایی با چالش‌های آن‌ها یک الزام برای مجموعه‌های سیاست‌گذار و تصمیم‌گیر در زمینه صنایع فضایی کشور می‌باشد.

مراجع

1. Daniel N. Baker (and others), An International constellation of small space craft, space research today T NU.208, August 2020.
2. R.M Millanet al. Advances in space Research 64(2019), 1466-1517.
3. www.QB50.ev
4. The QB50 Consortium, Von Karman Institute