

تهیه نقشه توپوگرافی سطح دریا (Sea Surface Topography) ماهواره (Jason-2)

گردآوری و ترجمه:

مشاور فنی، سازمان نقشه برداری کشور

مهندس محمد سرپولکی

sarpoulaki@ncc.org.ir

می گردید و امروزه توسط ماهواره های که برای این منظور طراحی و در مدار قرار گرفته اند، انجام می پذیرد. این ماهواره ها با استفاده از تجهیزات پیشرفته و دقیق، فاصله ماهواره تا سطح آب و همچنین مسیر حرکت ماهواره را با دقتی در حد چند سانتی متر اندازه گیری کرده و از این طریق نسبت به تهیه نقشه توپوگرافی اقیانوس ها اقدام می کند. مؤسسه فضایی فرانسه و ناسا به صورت مشترک از سال ۱۹۹۲ اقدام به پرتاب ماهواره هایی به منظور تهیه نقشه توپوگرافی سطح اقیانوس ها کرده اند. ماهواره Jason-2 از این سری ماهواره ها در ۳۱ خرداد سال جاری از پایگاه فضایی و ندربرگ در کالیفرنیا ایالات متحده آمریکا به فضا پرتاب شد. این ماهواره حجم عظیمی از داده ها را به منظور پیش بینی وضعیت آب و هوا و اقیانوس ها به زمین ارسال می کند. دریافت امواج ارسالی از ماهواره پس از پرتاب و قرار گرفتن آن در مدار، حکایت از موفقیت پرتاب این ماهواره دارد (شکل ۲).

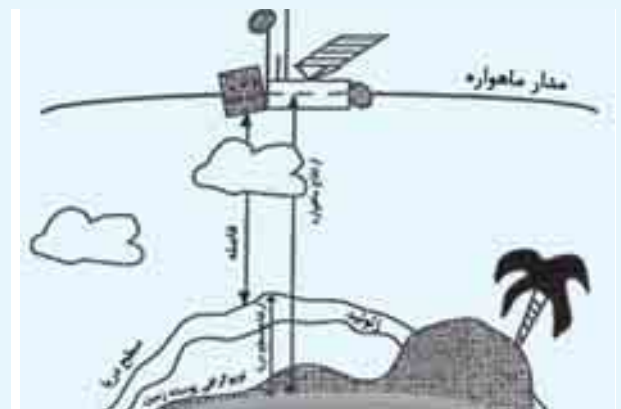
این ماهواره با عمر حداقل ۵ سال طراحی شده و در ادامه

ارتفاع سطح دریاها و یا توپوگرافی اقیانوس ها میانگین فاصله بین سطح واقعی دریاها و ژئوئید می باشد. این اختلاف در اثر جریانات دریایی اقیانوس ها به وجود می آید. جریانات دریایی در نتیجه باد و انتقال حرارت در اقیانوس ها به وجود می آیند. با دانستن توپوگرافی سطح اقیانوس ها می توان به اطلاعات مربوط به سرعت و جهت جریان های دریایی و میزان انرژی خورشیدی جذب شده توسط اقیانوس ها به عنوان یکی از شاخص های اصلی تغییرات آب و هوایی دسترسی پیدا نمود. امروزه ترکیب اطلاعات جریانات و حرارت اقیانوس ها برای شناخت بهتر اقیانوس ها و نقش آنها در تغییرات جهانی آب و هوا ضروری می باشد. نقشه توپوگرافی اقیانوس ها علاوه بر موارد فوق برای مطالعه پدیده جزر و مد، ژئودزی، ژئودینامیک و مطالعه امواج مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۱).

نقشه توپوگرافی سطح دریاها در گذشته بر اساس اطلاعات حرارت و شوری آب ها که توسط کشتی ها جمع آوری می شد تهیه



شکل ۲. نمایی از ماهواره Jason-2



شکل ۱. تهیه نقشه توپوگرافی سطح دریاها

(Sea Surface Topography)

تجهیزات ماهواره جدید را تنظیم کنند. پس از اتمام تنظیم تجهیزات، مدار ماهواره Jason-1 به نحوی که مسیر زمینی آن در بین مسیرهای قبلی قرار گیرد تغییر داده خواهد شد. مأموریت این ماهواره دانش بشر در خصوص جزر و مد در مناطق ساحلی، آب‌های کم عمق، اقیانوس‌ها و در نهایت جریان‌ها و چرخش‌های اقیانوسی را افزایش می‌دهد. مؤسسه فضایی فرانسه مسئولیت ساخت ماهواره و ناسا مسئولیت پرتاب ماهواره را بر عهده داشته و مؤسسه فضایی فرانسه و ناسا به صورت مشترک تجهیزات ماهواره را تهیه کرده‌اند.

همکاری دو سازمان فضایی فرانسه و ناسا می‌باشد که از سال ۱۹۹۲ با پرتاب ماهواره Poseidon/TOPEX آغاز و در سال ۲۰۰۱ با پرتاب ماهواره Jason-1 ادامه یافته است.

این ماهواره ۵ دستگاه اصلی به همراه دارد (شکل ۳)



شکل ۳. تجهیزات موجود در ماهواره Jason-2

۱. مشخصات فنی ماهواره‌ها

مشخصات فنی ماهواره‌های Jason-1، Jason-2 و TOPEX/Poseidon به شرح جدول ۱ می‌باشد:

| TOPEX/Poseidon | Jason-1 | Jason-2 | تفاوت‌ها |
|--|---|---|-----------------------|
| دستگاه ۱۱۱ | دستگاه ۱۱۱ | دستگاه ۱۱۱ | تفاوت در اندازه و وزن |
| ۳۳ ژوئن ۱۹۹۲ | ۳۳ ژوئن ۱۹۹۲ | ۳۳ ژوئن ۱۹۹۲ | تفاوت در تاریخ پرتاب |
| ۱۱۱ کیلوگرم | ۱۱۱ کیلوگرم | ۱۱۱ کیلوگرم | تفاوت در وزن |
| Dual-Frequency KuC-band NASA Radar Altimeter (SRA) Three-Frequency TOPEX Microwave Radiometer (TMR) Laser Ranging/Retractor Array (LRA) Dual-Frequency Doppler tracking system receiver (DORIS) | Dual-Frequency KuC-band NASA Radar Altimeter (SRA) Three-Frequency TOPEX Microwave Radiometer (TMR) Laser Ranging/Retractor Array (LRA) Dual-Frequency Doppler tracking system receiver (DORIS) GPS Global Positioning System | Poseidon-2 altimeter Advanced Microwave Radiometer (AMR) Laser Retroreflector Array (LRA) Dual-Frequency Doppler tracking system receiver (DORIS) GPS Global Positioning System | تفاوت در تجهیزات |
| Single Frequency Ku-band Solid State ALTimeter (SSALT) Global Positioning System Demonstration Receiver (GPSDR) | | Environment Characterization and Measurement-2 (Carmen-2) Time Transfer by Laser Link (TLL2) Light Particle Telescope (LPT) | تفاوت در تجهیزات |
| ۲۲ ژوئن ۲۰۰۱ | ۲۲ ژوئن ۲۰۰۱ | ۲۲ ژوئن ۲۰۰۱ | تفاوت در تاریخ پرتاب |

جدول ۱ - ۱

۲. تجهیزات اصلی ماهواره

تجهیزات اصلی موجود در ماهواره‌ها از زمان آغاز پرتاب در سال ۱۹۹۲ عمدتاً، شامل ارتفاع‌سنج راداری، گیرنده دوریس (DORIS) و آینه‌های منعکس‌کننده سیستم تعیین فاصله لیزری بوده که به مرور زمان با تغییرات فن‌آوری از نظر کیفیت بهبود پیدا

این ماهواره در ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ کیلومتری پایین‌تر از ماهواره قبلی در مدار قرار گرفته و موتورهای این ماهواره به تدریج آن را به ارتفاع ۱۳۳۶ کیلومتر از ماهواره قبلی می‌رسانند تا با یک تأخیر ۶۰ ثانیه‌ای به دنبال ماهواره قبلی در مدار حرکت کنند. این دو ماهواره به مدت شش ماه به صورت هم‌زمان فعالیت می‌نمایند تا دانشمندان بتوانند

همچنین مطالعات ژئوفیزیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. این وسیله دو فرکانسه می‌تواند میزان الکترون‌های اتمسفر را نیز تعیین نموده و به عنوان مکمل دستگاه ارتفاع سنج عمل کند (شکل ۴).



شکل ۴. گیرنده Doris مستقر در ماهواره و ایستگاه زمینی دوریس

Doris یک سیستم فرانسوی تعیین موقعیت ماهواره‌ها می‌باشد که توسط مؤسسه فضایی این کشور اداره می‌شود. از این سیستم علاوه بر ماهواره‌های Jason در ماهواره‌های Spot و ERS نیز استفاده می‌شود. سیستم Doris شامل سه بخش تجهیزات نصب شده در ماهواره، ایستگاه‌های زمینی شبکه جهانی و مرکز کنترل و پردازش می‌باشد. این سیستم امکان تعیین موقعیت مداری ماهواره‌ها با دقتی در حدود یک تا دو سانتی‌متر را دارد (شکل ۵).



شکل ۵. شبکه جهانی ایستگاه‌های زمینی Doris و ارتباط آنها با ماهواره‌ها

تجهیزات نصب شده در ماهواره شامل آنتن، گیرنده و اسپلاتور می‌باشد. شبکه جهانی ایستگاه‌های زمینی شامل ۶۰ ایستگاه می‌باشد که در سراسر زمین گسترده شده‌است و امکان پوشش نسبتاً کامل مسیر ماهواره‌ها را فراهم آورده‌است. این ایستگاه‌های زمینی تنها نیاز به برق دارند و بعضاً در مناطق دور افتاده قرار داده شده‌اند (قله اورست). این ایستگاه‌ها صرفاً به صورت پیوسته امواج رادیویی با فرکانس ۲/۰۳۶۲۵ گیگاهرتز و ۴۰/۷۲۵ مگاهرتز را ارسال می‌کنند که فرکانس دوم برای محاسبه تأخیر یونسفریک مورد استفاده قرار می‌کنند. این امواج توسط

نموده‌اند. بعضاً نیز مشاهده می‌شود که تجهیزات آزمایشی موجود در یک ماهواره در ماهواره بعدی به عنوان تجهیزات اصلی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که به عنوان نمونه می‌توان به گیرنده GPS اشاره نمود. تجهیزات موجود در ماهواره Jason-2 عبارتند از:

۱. ارتفاع سنج Poseidon-3 altimeter

ارتفاع سنج راداری اصلی‌ترین وسیله ماهواره بوده که مدل‌های اولیه آن بر روی ماهواره قبلی نیز نصب بوده و فاصله ماهواره تا سطح دریا، ارتفاع امواج و سرعت باد را اندازه‌گیری می‌کند. این وسیله از طریق ارسال دو موج در فرکانس‌های ۱۳/۶ و ۵/۳ گیگاهرتز فاصله بین ماهواره تا سطح زمین را با دقتی در حدود ۴/۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌کند. الکترون‌های آزاد موجود در جو موجب تأخیر در برگشت امواج و کاهش دقت اندازه‌گیری‌های این دستگاه می‌شوند. از آنجایی که این تأخیر با فرکانس امواج ارتباط مستقیم دارد اختلاف اندازه‌گیری‌های به وجود آمده در نتیجه استفاده از دو فرکانس، میزان الکترون‌های موجود در جو را مشخص می‌نماید. استفاده همزمان از این دستگاه و گیرنده Doris دقت اندازه‌گیری‌ها در مناطق خشکی، پهنه‌های آبی موجود در خشکی‌ها و یخ‌ها را افزایش می‌دهد.

۲. رادیومتر مایکروویو پیشرفته

(AMR) Advanced Microwave Radiometer

رادیومتر مایکروویو پیشرفته از طریق ارسال سه فرکانس جداگانه (۱۸، ۲۱ و ۳۷ گیگاهرتز) میزان تأخیر امواج ارتفاع سنج ناشی از بخار و آب موجود در جو را تعیین می‌نماید. داده‌های حاصل از این دستگاه برای مطالعه پدیده‌های جوی دیگر، خصوصاً باران نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. اندازه‌گیری دقیق میزان بخار آب نیاز به حذف تأثیر سطح دریا و تأثیر ابرها دارد و برای این منظور در این دستگاه از سه فرکانس استفاده می‌شود. فرکانس ۲۱ گیگاهرتز برای اندازه‌گیری میزان تشعشع بخار آب، ۱۸ گیگاهرتز برای تصحیح تأثیر سطح اقیانوس و ۳۷ گیگاهرتز برای تصحیح تأثیر ابرهای غیر باران‌زا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳. گیرنده Doris

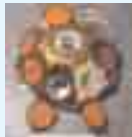
Doppler Orbitography and Radiopositioning

Integrated by Satellite (DORIS)

این گیرنده به منظور تعیین دقیق موقعیت و مدار ماهواره و

زمان از گیرنده GPS برای تعیین موقعیت ماهواره استفاده نشده بود به عنوان تجهیزات آزمایشی از گیرنده GPSDR (Global Positioning System Demonstration receiver) استفاده می کرد.

۵. آرایه منعکس کننده لیزری (Laser Retroreflector Array) (LRA) (شکل ۷)



شکل ۷. آرایه منعکس کننده لیزری (Laser Retroreflector Array) (LRA)

این دستگاه غیرفعال مجموعه ای از آینه های منعکس کننده می باشد که امکان ردگیری ماهواره توسط ۴۰ ایستگاه زمینی شبکه تعیین فاصله ماهواره ها با لیزر (SLR) با دقت سانتی متر را فراهم می آورد. این بخش از تجهیزات عیناً مشابه تجهیزات نصب شده بر روی ماهواره Jason-1 می باشد. شبکه تعیین فاصله ماهواره ها با استفاده از لیزر Satellite Laser Ranging (SLR) با استفاده از اندازه گیری های لیزری فاصله ماهواره ها تا ایستگاه های زمینی را با دقتی در حد میلی متر تعیین می کنند. ایستگاه های زمینی این شبکه با ارسال پالس های کوتاه نور به سمت منشورهای نصب شده بر روی ماهواره ها و اندازه گیری زمان رفت و برگشت پالس ها، فاصله ماهواره ها تا ایستگاه های زمینی این شبکه را با دقتی در حد میلی متر تعیین می نمایند. این شبکه اندازه گیری فاصله ایستگاه های زمینی تا ماهواره ها و همچنین ماه را به منظور پشتیبانی فعالیت های ژئودتیک و ژئوفیزیک و نگهداری شبکه مختصات جهانی International Terrestrial Reference Frame (ITRF) را انجام می دهد. خدمات این شبکه جهانی شامل تعیین پارامترهای توجیه کره زمین (حرکت قطب ها و اندازه گیری طول مدت روز)، مختصات و سرعت حرکت ماهواره ها، تغییرات مختصات مرکز ثقل زمین، ضرایب ثابت و متغیر میدان ثقل زمین، پارامترهای مداری ماهواره ها با دقت سانتی متر، ثابت های فیزیکی و پارامترهای دورانی ماه می باشد.

این شبکه شامل بخش های متعددی از قبیل، ایستگاه های ردگیری، مرکز عملیات، مراکز جهانی و منطقه ای، مراکز محاسباتی و گروه های کاری می باشد.

ماهواره های که از روی ایستگاه عبور می نمایند دریافت می شوند و تعیین موقعیت مدار ماهواره بر اساس پدیده داپلر و اختلاف فرکانس دریافت شده در ماهواره تعیین می گردد. اسپلاتور مورد استفاده در ایستگاه های زمینی عیناً مشابه اسپلاتور مورد استفاده در ماهواره می باشد لذا امواج ارسالی از ایستگاه زمینی و ماهواره می بایست عیناً مشابه یکدیگر بوده و اختلاف موجود در امواج صرفاً ناشی از پدیده داپلر می باشد. از سیستم دوریس علاوه بر تعیین موقعیت ماهواره در تعیین موقعیت ایستگاه های زمینی بادقتی اندکی کمتر از تعیین موقعیت GPS نیز می توان استفاده نمود.

اختلاف فرکانس های اندازه گیری شده در حافظه گیرنده ماهواره ذخیره شده در گذر از روی هر کدام از مراکز زمینی برای این مراکز ارسال می شود و مراکز زمینی نیز در فواصل زمینی مشخص این اطلاعات را به مرکز دوریس در شهر تولز فرانسه ارسال می کنند. این داده ها پس از کنترل پردازش شده و مدار ماهواره تعیین می شود.

۴. گیرنده GPS

در ماهواره Jason-2 از دو دستگاه گیرنده GPS ۱۶ کاناله (یک دستگاه به عنوان ذخیره) برای تعیین موقعیت ماهواره استفاده می شود. استفاده از گیرنده GPS به بهبود مدل های میدان ثقل نیز کمک می کند. با استفاده از این گیرنده ها و پردازش های بعدی امکان تعیین موقعیت ماهواره با دقت ۳ سانتی متر و تعیین دقیق زمان با دقت ۵۰ نانو ثانیه فراهم می شود. داده های گیرنده GPS به صورت تلفیقی با گیرنده Doris مورد استفاده قرار می گیرند (شکل ۶).



شکل ۶. گیرنده های GPS مستقر در ماهواره

ماهواره Jason-1 از دو دستگاه گیرنده GPS ۱۲ کاناله TRSR استفاده می نماید. ماهواره TOPEX/Poseidon با توجه به اینکه تا آن

این وسیله برای مطالعه تشعشع در محیط ماهواره توسط ژاپنی ها ساخته شده و علاوه بر مأموریت اصلی خود انتظار می رود که از آن برای بهبود کارایی گیرنده دوریس استفاده شود.

۴. منابع

۱. آزمایشگاه پیش رانش جت

(Jet Propulsion Laboratory)

www.sealevel.jpl.nasa.gov/technology/instrument-lra.html

۲. موسسه ناسا

www.nasa.gov/mission_pages/ostm/multimedia/gallery/gallery-index.htm

۳. خدمات دوریس

www.cls.fr/html/doris/welcome_en.html

۴. خدمات جهانی تعیین فاصله ماهواره ها

(International Laser Ranging Service)

www.ilrs.gsfc.nasa.gov

۳. تجهیزات آزمایشی

تجهیزات آزمایشی موجود در ماهواره Jason-2 شامل سه دستگاه جدید می باشد که در ماهواره های قبلی وجود نداشتند. این دستگاه ها عبارتند از:

۱. تجهیزات مدل سازی محیطی

Environment Characterization and Modelisation-2

(Carmen-2)

این دستگاه به منظور مطالعه تأثیر تشعشعات محیطی بر تجهیزات مـردن ماهواره توسط سازمان فضایی فرانسه تهیه شده است.

۲. انتقال زمان توسط ارتباط لیزری

(T2L2) Time Transfer by Laser Link

این دستگاه از ارتباط لیزری برای مقایسه و همزمان سازی بسیار دقیق ساعت های زمینی مورد استفاده قرار می گیرد و توسط سازمان فضایی فرانسه تهیه شده است.

۳. تلسکوپ نوری (LPT) Light Particle Telescope

برگ درخواست اشتراک نشریه علمی و فنی نقشه برداری



امور مشترکین نشریه نقشه برداری

به بیوست قبض شماره _____ به مبلغ _____ ریال بابت اشتراک نشریه علمی و فنی نقشه برداری ارسال می گردد.

لطفاً اینجانب / شرکت _____ را جزء مشترکین نشریه نقشه برداری محسوب و تعداد _____ نسخه از هر شماره را به آدرس زیر ارسال نمایید:

نشانی: _____

کدپستی: _____ تلفن: _____

محل امضاء

مقتضای محترم: لطفاً برای اشتراک نشریه علمی و فنی نقشه برداری در تهران و شهرستانها مبلغ مورد نظر را به حساب شماره ۹۰۰۰۳ بانک ملی ایران شعبه سازمان نقشه برداری کشور، کد ۲۰۷ (فایل پرداخت در کتب شعب بانک ملی) واریز نموده و اصل رسید بانکی را به همراه برگذشت تکمیل شده به نشانی زیر ارسال نمایید:

تهران، میدان آزادی، خیابان معسراج سازمان نقشه برداری کشور، صندوق پستی ۱۳۱۸۵-۱۶۸۴ دفتر نشریه نقشه برداری

تلفن دفتر نشریه: ۶۶۰۷۱۱۲۴

تلفن سازمان: ۶۶۰۷۱۰۰۱۰۹

(داخلی دفتر نشریه: ۲۳۵)

دورنگار: ۶۶۰۷۱۰۰۰

(همچنین حداقل مبلغ اشتراک برای ارسال ۱۳ نسخه نشریه ۶۰۰۰ ریال است.)