



مشاهده پدیده‌های اقیانوسی

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

الماس - یک SAR

نوشته :
A. Yu. Ivanov
مهندس مجید مختارانی : مترجم

اطلاعات را جمع‌آوری و ذخیره نموده و به ایستگاه زمینی ارسال نمائیم. الماس یک - SAR به دو روش علمی، با عرض ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر تصویربرداری می‌کند.

حداکثر زمان ممکن ظرفیت ذخیره‌سازی اطلاعات ۶۰ ثانیه و در حالت عادی و معمولی ۳۰ ثانیه می‌باشد که روی ثبات ضبط و ذخیره می‌شود و حداقل زمان بین دو اطلاعات گرفته شده ۳ دقیقه می‌باشد. مأموریت الماس یک - SAR در ۱۷ اکتبر سال ۱۹۹۲ به پایان رسید.

اگرچه ماهواره الماس یک - SAR اولین نوع آنها در مسائل اقیانوس‌شناسی نبود، اما برای این منظور بسیار مفید و با ارزش بود. آنها اطلاعاتی در زمینه ماهیت و چگونگی توده‌های یخی و حرکات آنها در دریا فراهم نمود و این تصاویر منبع اطلاعات مهمی جهت بررسی چگونگی وضعیت اقیانوسها مانند امواج سطحی و امواج زبرین، وضعیت توپوگرافی اعماق و بستر همچنین لکه‌های نفتی و موقعیت کشتی‌ها، همینطور رد و اثر عبور کشتی‌ها را بودند. این توانایی‌ها با دیگر توانایی‌های موجود در این سیستم دارای اهمیت کمتری است، مانند قدرت تفکیک بالای تصاویر SAR، پولاریزاسیون افقی و زاویه تصویربرداری متغیر. در تصاویر با قدرت تفکیک بالا، میتوان کشتی‌های کوچک، لکه‌های نفتی با وسعت کم و همچنین امواج با ارتفاع و برپوهای کم را در آنها بخوبی مشاهده نمود. زاویه دید و تصویر برداری متغیر در این سیستم برای بررسی اشعه‌های مختلف بازتاب شده از سطح اقیانوس که بصورت گوناگون می‌باشد قابل توجه و بررسی می‌باشد.

سیگنالهای بازتاب شده که در جهت افقی تجزیه می‌شوند، برای جابجائی‌های با پرود و طول موج کوتاه پاسخگو نبوده چرا که در خیلی مواقع وضعیت پدیده‌های اقیانوسی در تصویر از نظرها پنهان می‌ماند. تمام خصوصیات الماس یک - SAR با مشاهده و بررسی عمل متقابل در جریان

یکی از توانائی‌های باند S (سنجنده SAR) در ماهواره روسی الماس یک مشاهده پدیده‌های اقیانوسی در ضمن مأموریت آن ماهواره بین سالهای ۹۲-۱۹۹۱ و بعد از آن بود.

ماهواره الماس - یک SAR پدیده‌های اقیانوسی مختلف مانند امواج سطحی و میانی (زبرین) اقیانوسها - نمایش کف اقیانوسها، بالا آمدن سطح آب، توپوگرافی اعماق اقیانوسها، کشتی‌ها و اثر عبور آنها در آب، یخهای شناور در دریا - لکه‌های نفتی و پدیده‌های مختلف جوی را بسما نشان داد. مقاله حاضر نتایج بررسی نهائی مأموریت اقیانوس‌نگاری الماس یک و ارزیابی‌های اجرایی از آن برای مطالعه روی اقیانوسها و نمایش آنها می‌باشد. در این مقاله نمونه‌هایی از تصاویر تعبیر و تفسیر شده آمده است.

مقدمه

ماهواره روسی الماس یک در ۳۱ مارس سال ۱۹۹۱ پرتاب شد. سنجنده SAR توانست تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالائی از سطح اقیانوسها را فراهم نماید. این ماهواره و سنجنده در فرکانس ۳/۱ گیگا هرتس GHZ (باند S) با استفاده از پولاریزاسیون ارتفاعی^۱ (H.H) برای انتقال و بازتاب دقیق مورد استفاده قرار گرفت (مشخصات سنجنده SAR مستقر بر روی ماهواره الماس یک بطور خلاصه در صفحات بعد آمده است). زاویه تابش اشعه برخورد نموده به زمین در این سنجنده بین ۲۰ تا ۶۰ درجه نسبت به امتداد قائم بر زمین متغیر می‌باشد. سیگنالهای اشعه متفرق بازتاب شده از زمین که بصورت رومی می‌باشند، توسط سنجنده گرفته شده و بر روی یک ثبات ذخیره می‌شوند، سپس این اطلاعات از طریق یک ماهواره کمکی به ایستگاه زمینی واقع در حوالی منطقه مسکو انتقال داده می‌شوند. این روش به ما اجازه می‌دهد که از هر نقطه از کره زمین که بخواهیم



گلف استریم و بالا آمدن آب، بررسی نفت‌هایی که نشت کرده، نمایش منطقه‌ای که کشتی تحقیقاتی بنام میخائیل سوموف که در دریای یخی منجمد جنوبی منحرف گردید، همچنین تهیه نقشه با جزئیات زیاد و در زمان پایین بودن سطح آب (جذر) در اعماق کم کاربرد یافته بود.

این سنجنده می‌تواند بطور خیلی دقیق تغییرات در امواج هر منطقه دریائی شامل طول موج و مسیر آن را با دقت زیاد اندازه‌گیری کند، همچنین الماس یک و ERS-1 بطور مشترک در شمال اقیانوس اطلس مورد آزمایش قرار گرفتند که در آن توانائی‌های تصاویر بدست آمده از باند S سنجنده SAR برای امواج روی سطح اقیانوسها در ارتباط با کمترین نسبت $\frac{R}{V}$ مورد استفاده قرار گرفت (R - نشاندهنده فاصله بین آنتن سنجنده SAR تا سطح اقیانوس و V سرعت فضاپیما و سنجنده فضائی می‌باشد).

نتایج عملیات تصویربرداری فضائی روسیه بخصوص تصاویر راداری برای غربیها ناشناخته بود. سه سال بعد از اتمام مأموریت الماس یک آنها برای مدتی زیاد آن تصاویر را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و در مقاله حاضر بحث و بررسی زیادی درباره توانائی‌های الماس یک - SAR روشها و نتایج تعبیر و تفسیر تصاویر SAR از پدیده‌های مختلف اقیانوسی شده است از خصوصیات دیگر این مقاله همچنین بررسی توانائی باند S از سنجنده SAR است که در برنامه تحقیقاتی آینده اقیانوس شناسی این سنجنده قرار دارد، همچنین یکسری نتایج بدست آمده مقدماتی اقیانوس نگاری از آنالیز اطلاعات بدست آمده از ماهواره الماس یک بیان شده است.

امواج سطحی SURFACE - WAVES

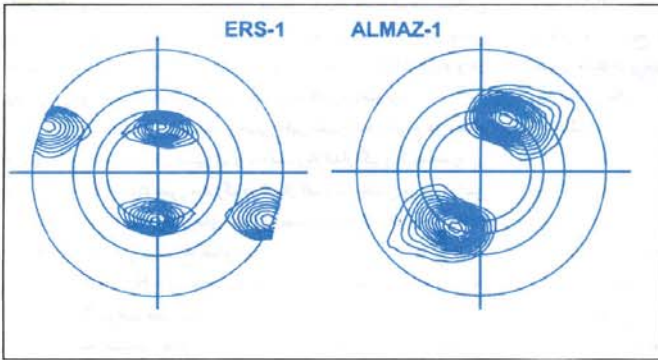
برای تصویربرداری از امواج اقیانوس، با استفاده از تصاویر سنجنده SAR که روی ماهواره الماس یک قرار دارد ابتدا آزمایش بطور مشترک و همزمان با یک ترکیب ویژه و خاص با ماهواره ERS-1 انجام گرفت تصاویر SAR بدست آمده بطور مستمر از روی یک منطقه واقع در شمال اقیانوس اطلس و در نزدیکی ایسلند گرفته می‌شد.

برای اینکه تصاویر از یک منطقه گرفته شود، هیچ برنامه‌ای از قبل طراحی نشده بود بلکه چندروز قبل از انجام عملیات این تصمیم گرفته شد. ما بجای اندازه‌گیری شکل ظاهری امواج بطور مجازی و با استفاده از مدل ریاضی پیش‌بینی تبدیل درجه سوم امواج طیفی به نام (WAM) استفاده کردیم بطوریکه برای استفاده از این مدل ما از باد سطحی اقیانوس استفاده نمودیم که آن به نام آنالیز باد (تجزیه و تحلیل باد) نامیده می‌شد. این اطلاعات از ارتفاع ۱۰ متری بالای سطح اقیانوس که توسط مرکز اروپائی برای پیش‌بینی وضعیت و تغییرات میانگین هوا (ECMWF) در منطقه ردینگ انگلستان جمع‌آوری شده بود، مورد استفاده واقع گردید. ارتفاع مدار ماهواره‌های ERS-1 و الماس یک با هم تفاوت دارند بطوریکه ارتفاع متوسط آنها طی این مأموریت به ترتیب ۳۵۰ کیلومتر و ۷۸۵ کیلومتر از سطح دریا بود، حاصل این عملیات بهترین نتیجه تصویربرداری SAR از امواج اقیانوسها بود. درجه غیرخطی بودن در روش تصویربرداری SAR بستگی به نسبت $\frac{R}{V}$ دارد. برای الماس یک این نسبت تقریباً برابر ۶۰ ثانیه و

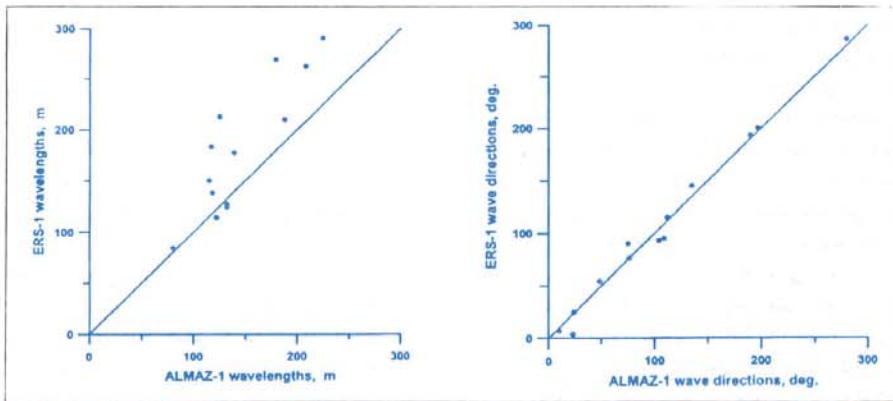
برای ERS-1 برابر ۱۳۰ ثانیه بود. نظر به اینکه مأموریت الماس یک بطور ناگهانی و در تاریخ ۱۷ اکتبر ۱۹۹۲ اتفاق افتاد ما فقط توانسته بودیم دو تا تصویر مشترک و مفید، مربوط به تاریخ ۶ و ۸ اکتبر تهیه نماییم. در این دو روز الماس یک در بالاترین مدار خود و ERS-1 در پایین‌ترین مدار خود قرار داشت.

تصاویر گرفته شده توسط ماهواره ERS-1 در ساعت‌های ۱۲/۴۹ و ۱۳/۱۸ و در وقت U.T.C^۱ (زمان مرجع جهانی) و تصاویر الماس یک در ساعت‌های ۱۱/۵۱ و ۱۲/۳۰ به وقت U.T.C تهیه گردیدند. اندازه و مقدار شباهت تصاویر طیفی الماس یک و ERS-1 که بدست آمده بودند با یکدیگر مقایسه گردید. در این مقایسه مقدار طول موج و مسیر طیف‌های اصلی اندازه‌گیری شده از دو ماهواره با یکدیگر مقایسه گردید که بسیار قابل اطمینان و رضایت‌بخش بود. علاوه بر آن مقایسه‌ای بین دو تصویر گرفته شده توسط این دو ماهواره که تقریباً با هم همزمان بودند انجام گرفت طیف تصویر بر روی ۶ مجموعه زوج عکسی که بطور همزمان تصویربرداری شده بودند، بررسی گردید. در کل فقط ۱۶ دسته موج در این ۶ آزمایش مورد شناسائی واقع گردید که ۱۳ تای آنها طیف‌هایی بود که در الماس یک و ERS-1 وجود داشت. بعلت کمیود داده‌ها و اطلاعات جهت تجزیه و تحلیل آنها فقط از اطلاعات دو ماهواره فوق استفاده گردید. اطلاعاتی که از مدل WAM بدست آمده بطور تقریبی کاربرد داشت، همچنین از اطلاعات مشابه روزهای دیگر برای روزهایی که اطلاعات قابل دسترسی نبود، استفاده گردید. به همین دلیل ما دو مرتبه از اطلاعات مشابه الماس یک استفاده کردیم (که توضیح آن در بخشهای جانبی آمده است). مقدار خرابی که در تصاویر SAR و از نظر پارامترهای طیفی وجود داشت به مراتب کمتر از خرابی‌های روی تصاویر ERS-1 (SAR) بود. ۱۳ نوع موج تقریباً تمام امواج منتشره از ماهواره درحال پرواز را در برمی‌گرفت (به لحاظ آزیموت و زاویه تابش) تحقیقات به عمل آمده، نشان داد که اطلاعات بدست آمده از ماهواره الماس یک - SAR بسیار مفید و رضایتبخش بود. اختلاف بین پارامترهای بدست آمده از دو تصویر SAR و طیف‌های تصویری تصاویر ERS-1 و الماس یک - SAR در نگاره 1a نشان داده شده‌اند.

دو ایر مشابه با قدرمطلقهای ثابت از موج K و با طول موجهای ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ متر را نشان می‌دهد. اختلاف طول موج و مسیر امواج موقعیکه امواج منتشره دارای آزیموت کم و با طول موج (۴ درجه آزیموت و ۲۶۲ متر طول موج) برای ERS-1 و (۲۳ درجه آزیموت و ۲۰۸ متر طول موج) برای الماس یک بود، را نشان داده است. هر دو این تصاویر موقعی کسب شدند که مدار ماهواره در حالت پایین بود و زاویه Φ ، زاویه بین آزیموت مسیر و اشعه‌های منتشره جهت تصویربرداری تقریباً ۱۷۲ درجه برای ERS-1 و ۱۷۷ درجه برای الماس یک بود. تجزیه و تحلیل و تحقیقات انجام گرفته بر روی تصاویر الماس یک شامل طول موج و مسیر اشعه‌های ارسالی و همچنین مقایسه نمودن آنها با اطلاعات بدست آمده از ERS-1 با استفاده از میانگین موقعیت آنها انجام گرفته است. مقایسه طول موج زاویه و مسیر اشعه‌ها از تصاویر طیفی ERS-1 با استفاده از میانگین



(نگاره ۱) - نمایش طیف
نهایی تصاویر ماهواره‌ای
ERS-1 و الماس یک SAR
که در تاریخ ۷ ژانویه ۱۹۹۲ و
در ساعت ۱۴/۲۱ بوقت
U.T.C (ERS-1) و در ساعت
۱۳/۵۲ بوقت U.T.C (الماس)
یک که از منطقه نیوفوندلند
گرفته شده است.



(نگاره ۱۳ و ۱۴) - مقایسه طول موجهای غالب (B) و مسیر امواج (C) استخراج شده از طیف‌های تصاویر ERS-1 و الماس یک - SAR
خطوط مستقیم نمایانگر $Y=X$ طول موجهای اندازه‌گیری شده ERS-1 به یک طرف به نسبت با اندازه‌گیری‌های الماس یک متمایل شده‌اند.

امواج انتشار یافته در محدوده موقعیت آزیموت و نسبت $\frac{R}{V}$ افزایش می‌یابد
همچنین در زمانی که این نسبت به حداکثر (حدوداً دو برابر) می‌رسد طیف
ماهواره ERS-1 که با آزیموت (۰ یا ۱۸۰ درجه) جدا شده بود با طیف
الماس یک مقایسه شدند و آنها تصاویری بودند که از امواج اقیانوس بوسیله
الماس یک - SAR در زمانیکه ارتفاع مدار ماهواره در پایین‌ترین وضع
ممکن قرار داشت. تصویربرداری شده بود حرکت ماهواره در مدار بصورت
خطی تر (غیرموجی) نسبت به ERS-1 بود اما تصاویر گرفته شده توسط
الماس یک - SAR دارای پارازیت بیشتری نسبت به ERS-1 بودند.

مقایسه بین طیف تصاویر الماس یک و ERS-1 از نوع SAR
مقایسه محکم و قاطعی از نسبت $\frac{R}{V}$ دید هندسی بر روی تصاویر تهیه شده
از امواج اقیانوسها را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده تأیید می‌کند که در
الماس یک - SAR می‌توان نسبت نفوذ امواج و اندازه‌گیری‌های دیگر بدست

موقعیت آنها انجام گرفته است مقایسه طول موج زاویه و مسیر اشعه‌ها از
تصاویر طیفی ERS-1 و الماس یک اندازه‌گیری شده در نگاهها ۱b و ۱c
نمایش داده شده است.

تحقیقات به عمل آمده بر روی طول موج تصاویر ERS-1 از نوع
SAR مقدار انحراف نسبت به الماس یک را نشان می‌دهد، گرچه میزان
انحراف برای مسیر امواج خیلی زیاد نمی‌باشد. بیشترین درصد اختلاف بین
دو روش ۵۲٪ و میانگین آن ۲۴٪ می‌باشد و زاویه انحراف مسیر امواج در
حالت ماکزیمم ۱۹ درجه و در حالت میانگین ± 6 درجه می‌باشد توزیع
اولیه امواج، این واقعیت را نشان می‌دهد که دسته اشعه‌هایی که با زاویه Φ
صفر و ۱۸۰ تأیید می‌شوند دارای نفوذ و قدرت بیشتری می‌باشند. قبلاً در
مراحل تئوری آزمایشگاهی تأیید شده است که ضریب اصلی و مهم که
مقدار امواج طیف‌های تصاویر SAR را تعیین می‌کند بستگی به مسیر



آمده از آنها مانند کشف و تشخیص طیف‌های تیز تصاویر SAR و ... را مشاهده نمود.

مقایسه بین دو تصویر الماس یک و ESR-1 بوسیله دو نفر بنام بیلی و تیلی انجام گرفته است. نتیجه آنکه، در بهترین حالت تصاویر SAR برای تهیه نقشه از امواج اقیانوسها باید نسبت $\frac{R}{V}$ پایین بوده و همبستگی زاویه انتشار طیف اشعه پاریک باشد. برآورد به عمل آمده از دو نوع تصویر الماس یک و ERS-1 این ایده را به ما می‌دهد که برای اندازه‌گیری امواج اقیانوسها بهتر است از تصاویر پولاریزه شده H.H. سنجنده SAR با قدرت تفکیک بالا و با نسبت $\frac{R}{V}$ بین ۳۵ تا ۶۰ ثانیه استفاده نمود، اما این تصاویر هم تمام اهداف مورد نیاز را همیشه برآورد نمی‌نمایند.

بررسی وضعیت‌های مختلف اقیانوس‌ها

OCEANIC FRONTS

یکی از قابلیت‌های تصاویر الماس یک - SAR مشاهده و بررسی اقیانوسها و اندازه‌گیری امواج مهم در آنها است. مشاهداتی از فرضیه‌های مخصوص امواج سطحی در جریانهای قوی موجود در اقیانوسها شرح و توضیح داده شده‌اند. تصاویر الماس یک - SAR از منطقه گلف استریم با استفاده از ۵ بار عبور ماهواره و دیگر اندازه‌گیری‌هایی که ماهواره‌های فرعی در آخر ماه اگوست و اوائل ماه سپتامبر سال ۱۹۹۱ جمع‌آوری شد، فراهم گردید. برای تعیین توانایی و قابلیت تصاویر الماس یک - SAR و برای تعیین و نمایش محدوده‌های متغیرناشی از جریانهای اقیانوسها مقداری پارازیت ضعیف خطی پیدا شد که در این تصاویر با توده‌های آب اقیانوس و در نزدیکی ضلع جنوبی گلف استریم تداخل پیدا کرده بودند.

اطلاعات دمای سطح آب اقیانوس براساس اندازه‌گیریهای بدست آمده و تصاویر NOAA-AVHRR نشان داد که دمای آب در مرکز گلف‌استریم ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد گرمتر از دمای آب در دریای سارگاسو بود. مؤسسه آکادمیک ورنادسکی (VERNADSKY) مقاطعی از منطقه گلف‌استریم را در ضمن تصویربرداری الماس یک بدست آورد، مقدار حرارت خطوط در جریانهای بسته در هر منطقه یکسان است ما تغییرات طیف تصاویر SAR را در حالتی که امواج بلند سطحی و در جهت عرض محدوده گلف استریم در جریان بود را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دادیم در مطالعه انجام یافته بوسیله GRODSKY فرضیه روش عبور امواج جهت تصاویر گرفته شده توسط الماس یک از منطقه گلف‌استریم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. تصویر SAR در نگاره ۲a پوششی از منطقه گلف‌استریم یک حرکت ناشی از ۲ جزء تشکیل دهنده امواج بلند را نشان می‌دهد در این زمان سرعت باد ۷ تا ۱۰ متر بر ثانیه و از طرف غرب در حال وزیدن بود.

امواج سطحی بوجود آمده در جریان گلف استریم ناشی از چندین ترکیب مشخص و در امتداد مسیر جریان آب قرار داشت طیف تصویر SAR از یک تصویر کامل تهیه شده استخراج گردید و امواج مختلف منطقه‌ای در حالت‌هایی که طول موجهای بلند و کوتاه درکناره جریان

گلف‌استریم وجود داشت آشکار و کشف گردید.

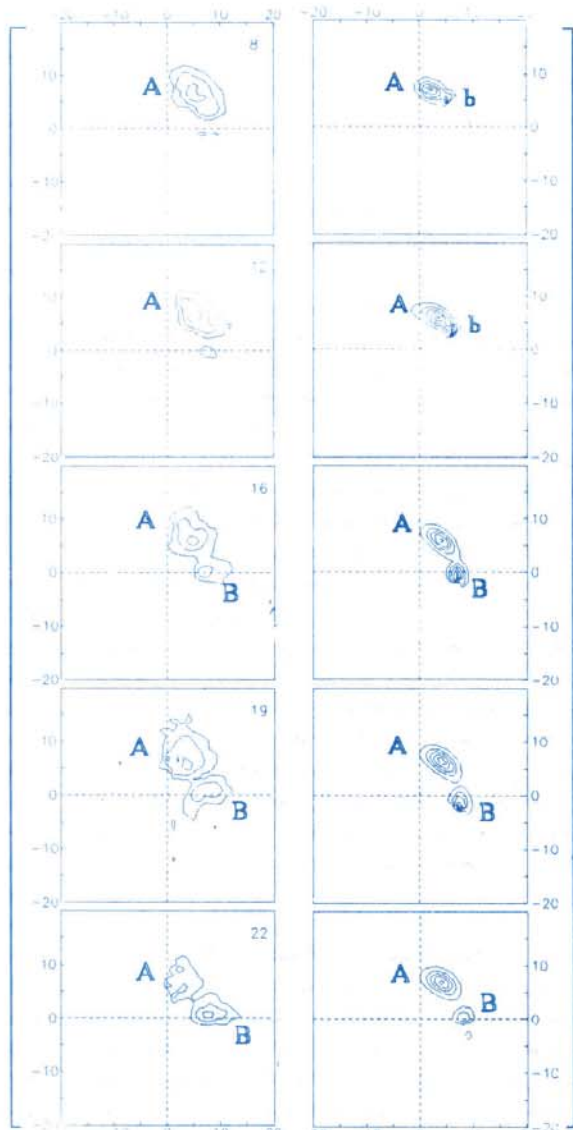
میانگین و متوسط طیف‌های محاسبه شده از یک تصویر SAR (۹×۹ کیلومتر) و با خطوط شبکه که در امتداد آزیموت می‌باشند در نگاره ۲b نمایش داده شده است.

تصویر SAR، ۲ دسته طیف موج تیز و بلند را در جریان شیب‌دار گلف‌استریم را نشان داد و فقط یک دسته موج کوتاه در قسمتی از گلف استریم مشاهده شد.

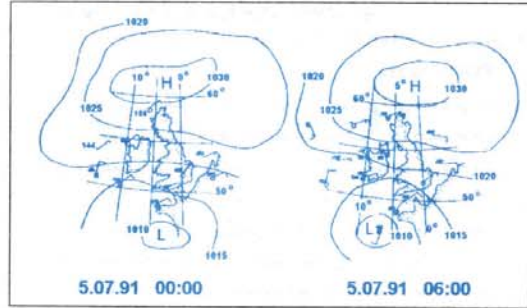
این تغییرات در تعیین جهت امواج ممکن است با استفاده از یک مفهوم و تصور کلی از بازتاب آنها با استفاده از یک جریان عادی و معمولی شرح داده شود. با استفاده از اندازه‌گیری‌های پیوسته و مدل مؤثر بر هم، موج بر جریان $\frac{WAVE}{CURRENT}$ - طیف‌های مشابه محاسبه شده و سپس با طیف‌های گرفته شده از تصویر SAR مقایسه گردید اطلاعات ورودی برای مدل از اندازه‌گیری‌های پیوسته از مقاطع عرضی جریان گلف‌استریم و دمای آن از اطلاعات ایستگاه NOAA بدست آمده بود بطوریکه نگاره ۲b در مقایسه‌ای که دارای نتایجی بسیار خوب بوده است نشان داده شده است. همبستگی با حل تعدادی از فرضیات در روش و مدل موجهای بوجود آمده و جریان‌های موجود در یک منطقه می‌توان بطور تقریبی حداقل و حداکثر جریانهای مورد استفاده را تنها با فرضیه‌های مخصوص از امواج منطقه مورد نظر تعیین نمود همچنین نتایج بدست آمده زیادی این نظریه را تأیید می‌کند در مناطقی از جریان گلف استریم که دارای امواج پیچیده هستند ممکن است با استفاده از یک مدل مبتنی میزان انعکاس امواج بروی تصویر و با استفاده از یک جریان عادی مجزا تعیین گردد. این بررسی نشان داد که تصاویر الماس یک - SAR بطور بسیار مؤثر برای مشاهده امواج سطحی همچنین بازتاب و تجزیه و تحلیل آنها مورد استفاده واقع می‌شود همچنین این تصاویر با قدرت تفکیک بالا ابزار بسیار مفیدی برای نمایش جریانهای روی اقیانوسها و شکل امواج از طریق مشاهده تداخل امواج و به نسبت موج $\left(\frac{Wave}{Current}\right)$ خواهد بود.

بالا آمدن سطح آب (UPWELLING)

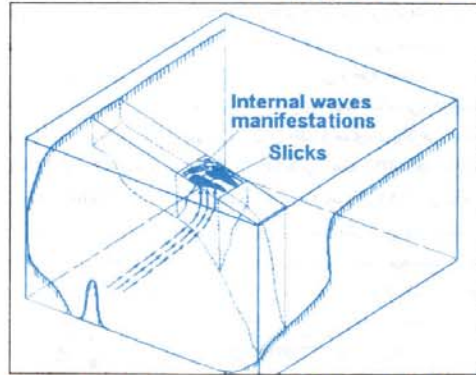
در این قسمت نتایجی که از مطالعه بروی تصاویر الماس یک - SAR جهت بالا آمدن سطح آب بدست آمده عنوان می‌گردد اگرچه میزان بالا آمدن سطح آب بروش اقیانوس‌نگاری انجام می‌گیرد اما این روشها برای تحقیق و بررسی‌های اولیه کاربرد اساسی دارد. در این تصاویر ما قادر هستیم که اطلاعات اضافی از این پدیده‌ها را فراهم نماییم. یک نمونه تصویر الماس یک SAR در نگاره ۲a نمایش داده شده است که از شمال اقیانوس اطلس تا جنوب غربی انگلستان و در تاریخ ۵ جولای ۱۹۹۱ در ساعت ۶/۴۲ بوقت U.T.C. گرفته شده است. مناطقی که دارای سطح صاف و صیقلی بوده و ما توانستیم از روی تصاویر SAR شناسایی کنیم تقریباً ۲۰٪ یک تصویر کامل را در برمی‌گرفت در این مناطق تفرق اشعه در بازتاب بسیار کم بود و تقریباً تمامی اشعه تأیید شده بازتاب شد.



نگاره ۲B - طیف تصویر الماس یک - SAR بدست آمده از تصویر SAR در امتداد مسیر آزیموتی (نگاره سمت چپ) و طیف بدست آمده از مدل (نگاره سمت راست). A: اشعه ارسال شده و B: مجموعه امواج بازتاب شده می‌باشند.
 نگاره ۲A - مجموعه تصاویر الماس یک - SAR از منطقه گلف استریم
 (تاریخ تصویربرداری ۲۸ اگوست ۱۹۹۱ ساعت ۱۶/۱۲ بوقت U.T.C)



نگاره ۳B- تجزیه و تحلیل نقشه‌های هواشناسی در ساعت ۶/۰۰ بوقت U.T.C در ۵ جولای ۱۹۹۱.



نگاره ۳C- طرح نموداری که تولید یک موج میانی را در اثر بالا آمدن سطح آب نشان می‌دهد. (بعد از آزمایش اسیمرونوف)

نگاره ۳A- تصویر الماس یک - SAR امواج میانی در سطح اقیانوس و سطح صیقلی بزرگ را که با بالا آمدن سطح آب همزمان شده است را نشان می‌دهد.

راجع به نحوه تولید امواج میان ناشی از بالا آمدن سطح آب ارائه گردید. امواج میانی دارای جذر و مد، غالباً بین دیگر نمونه‌های امواج میانی هستند و معمولاً به سمت و جهت لایه‌های کناری ساحل و یا در حالتی که تغییرات عمق زیاد و بسیار مشخص است قرار دارند بوضوح در تصاویر SAR قابل رؤیت می‌باشند اما نمونه‌های دیگر همیشه قابل دیدن نمی‌باشند.

با استفاده از تصاویر الماس یک - SAR پدیده‌های دیگری مانند تولیدمثل جانوران - تولید نیرو با استفاده از قدرت و نیروی جو همچنین بالا آمدن سطح آب برای ما قابل تحقیق و بررسی بود در نگاره ۳C روش و مکانیزم نحوه تولید امواج میانی را طی طرحی نشان می‌دهد.

به عبارتی ارتباط بین تغییر جهت اشعه راداری ارتفاع پائین در مناطقی که سطح آب بالا آمده را می‌توان به لایه‌های جوی ثابت روی آبهای سرد که ممکن است در تغییرات و اختلالات جوی و نتایج آن که در کم کردن فشار مؤثر بوده‌اند ارتباط داده شوند.

بالا بودن فعالیت‌های زیست محیطی و حاصلخیزی در مناطقی که

نگاره ۳D تصویر وضعیت منطقه را که در ۵ جولای ۱۹۹۱ و در ساعت ۶/۰۰ و ۰۰ بوقت U.T.C گرفته شده است را نشان می‌دهد. از نیمه‌های شب تا صبح باد با سرعت ۱۰ تا ۱۲ متر بر ثانیه و از جهت شمال شرق در حال وزیدن بود و سرعت باد بطرف صبح به میزان قابل توجهی رو به افزایش گذاشت و این کمک می‌کرد به اینکه آبهای کف کرده کنار ساحل بوسیله آب لایه‌های زیرین که گرمتر می‌باشند جایجا شده و تدریجاً گرمتر شوند. آب در مناطق سطوح بالاتر معمولاً از سطح زیرین سردترین می‌باشد همچنین در نواحی اطراف و کناره آب (نزدیکی سواحل) دارای منابع تغذیه بیشتری است و مشخص شده که حجم زیادی از مواد و موجودات زنده در این نقاط وجود دارند که برای فعالیت آنها مساعد است. از مزایای جالب توجه دیگر این تصاویر نمایان شدن تعداد زیادی امواج داخلی و میانی می‌باشد که در آنها بخوبی دیده می‌شود این امواج در طرف طبقات شیبدار فلات قاره و در عمق ۲۰۰ تا ۳۰۰ متری اقیانوس تولید شده و قرار دارند. اولین بار توسط آی. وی. اسیمرونوف (بخش ارتباطات محرمانه) نظریه‌ای

جریانهای ساحلی و توپوگرافی اعماق آب

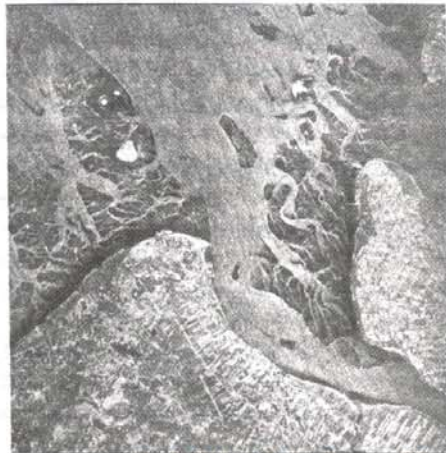
COASTAL PROCESSES AND UNDERWATER TOPOGRAPHY

بررسی و تحقیقات به عمل آمده در دهه‌های اخیر نشان می‌دهد که تصاویر راداری بدست آمده از صخره‌های زیر آب برای کسب اطلاعات عملی، وضعیت جریان آنها، فرسودگی و ته‌نشینی مواد و بررسی کلی از شکل اعماق آنها مناسب می‌باشد، مورد تأیید همگان است که اولین سری مشاهدات بدست آمده از توپوگرافی اعماق دریاها و اقیانوسها در اواخر سال ۱۹۶۰ و با استفاده از روش «روزنه حقیقی راداری» (RAR) بوسیله شخصی بنام LOOR مورد استفاده و اجرا قرار گرفت. در صورتیکه تئوری و فرضیه اولیه آن در مورد چگونگی روش تصویربرداری، بعد از آن توضیح و شرح داده شد. اگرچه تصاویر SAR وضعیت توپوگرافی اعماق را نمایش می‌دهد و آنها بارها و بطور مکرر مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته‌اند اما در بعضی زمینه‌های دیگر استفاده از این تصاویر نیاز به بررسی بیشتری داشته و هنوز بطور کامل تشریح و تفسیر نشده‌اند. با این وجود تصاویر بدست آمده از الماس یک - SAR توانایی بسیار خوبی جهت شناسایی، همچنین تهیه نقشه از اعماق در سواحل و جریانهای جذر و مدی، توپوگرافی اعماق را دارد. نگاره ۴A تصویر الماس یک - SAR از منطقه (Elbe estuary) در منطقه German Bight می‌باشد که در ۲۹ جولای ۱۹۹۱ در ساعت ۶:۳۱ بوقت U.T.C. و در زمانی که آب در حالت جذر کامل و با کمترین حرکت آب از محل Watt که متأثر از جذر و مد می‌باشد تهیه شد. در این تصاویر خالی و پر شدن مدخل و دهانه رودخانه‌ها به دریا که ناشی از جذر

سطح آب متغیر است در لایه‌های سطحی و شکل صاف و سطح صیقلی آنها قابل مشاهده می‌باشند. تصاویر SAR بخوبی این گونه مناطق را نشان می‌دهد، علاوه بر این زمانی که باد با سرعت کم می‌وزد این دو اثر نقش مهمی در شناسایی اشعه‌های بازتاب شده بطور همزمان بازی می‌کنند.

در حال حاضر آزمایشات انجام شده خیلی دقیق نبوده و اینکه چه پدیده‌هایی آنها را هدایت می‌کند و همچنین علت پراکنده بودن علائم بازتاب شده را نتوانستیم تشخیص دهیم. در تحقیقات به عمل آمده مقدار دسته اشعه‌های بازتاب شده در مناطقی که ارتفاع آب تغییر میکند بین ۲ تا ۵ دسی‌بل برآورد شده است. کیفیت تعیین امواج سطحی روی آب در مناطقی که سطح آب متغیر می‌باشد هر کدام در اثر افزایش غلظت مواد فعال روی سطح و یا در اثر لایه‌های ثابت جوی روی مناطقی که آب سرد وجود دارد پاتین می‌آید. میزان پراکندگی امواج کوتاه در محدوده‌ای که با آب احاطه شده تا اندازه‌ای بیشتر می‌باشند. بدلیل آنکه متلاطم بودن سطح زیرین آب باعث بالا آمدن سطح آب و تا حدودی در ارتباط با افزایش غلظت و کشش سطحی آب و کاهش دمای سطح ارتباط دارند. آخرین عاملی که ممکن است اثر قابل توجهی داشته باشد بررسی میزان کاهش قدرت اشعه راداری در زمانیکه به لایه‌های مختلف آب با دماهای مختلف برخورد می‌کند می‌باشد.

بطور کلی بالا آمدن سطح آب باعث کم شدن مقدار تفرق اشعه در مناطق وسیعی می‌گردد و این واقعیت را نشان می‌دهد که در تجزیه و تحلیل تصاویر SAR پدیده‌های زیادی مؤثر می‌باشند که این بررسی‌ها در آینده انجام خواهد شد.



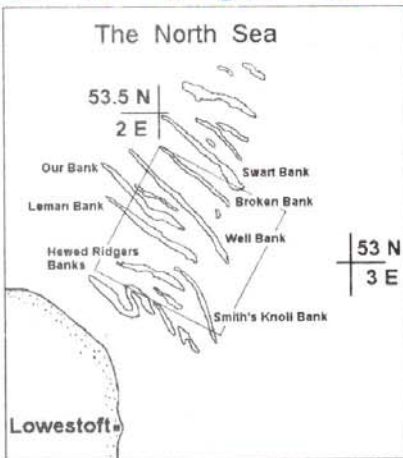
نگاره ۴A - تصویر الماس یک - SAR یک منطقه صاف جذر و مدی در نزدیکی ELBE-MOUTH واقع در GERMAN-BIGHT و در حالتیکه یک ساعت قبل از جذر کامل می‌باشد نشان می‌دهد (۲۹ ژوئن ۱۹۹۱ میلادی سال ۶/۳۱ بوقت U.T.C)

نگاره ۴B: نقشه زمین‌شناسی از منطقه ساحلی ELBE استخراج شده از تصاویر SAR را نشان می‌دهد.

در تصاویر وجود دارند ناشی از عمل متقابل بین تغییرات آنها در سطح زیرین دریا، امواج سطحی با پریود کوتاه و جریانهای جذر و مدی می باشد اما باید توجه داشت این تئوری و مدلها قادر نیستند که تمام مکانیزم تصویرهای مذکور را در تمام جزئیات بخوبی پاسخ دهد. به نظر می رسد استفاده از باندهای S و L تصاویر راداری برای بررسی این مقاصد مناسب هستند زیرا این امکان وجود دارد که توپوگرافی اعماق در وسعت زیاد در این گونه تصاویر مشاهده گردند. بطور خلاصه اینکه تصاویر الماس یک -



نگاره 5A: تصویر الماس یک - SAR که در آن توده های بزرگ شن و ماسه ای از منطقه ای واقع در دریای شمال را نشان می دهد.



نگاره 5B نقشه خلاصه شده از توپوگرافی اعماق در نزدیکی ساحل انگلستان و موقعیت تصویر SAR را نشان می دهد.

و مد بوده و با دوره و پریود معین انجام می پذیرد بطور آشکار مشخص و این اجازه را به ما می دهد که ساختمان زمین و بستر آب، جریانهای حرکتی آب و تغییرات لایه های زمین را بررسی نمائیم. تغییرات دینامیکی در منطقه ناشی از جریانهای قوی جذر و مد بودند تحت فرسایش های ناشی از حرکت دینامیکی، نشست و رسوب و دوباره پخش شدن آنها معمولاً املاح واقع در بستر دریا تغییر یافته مناطق کم عمق و جزائر معمولاً جباهایشان تغییر می یابد. عمق کانالها و رودهایی که جذر و مد در آنها اثر می گذارد تغییر می کند و در موقعیت که جذر کامل صورت گرفته کلیه شبکه کانالهای بزرگ و حتی خیلی کوچک هم در تصویر بوضوح دیده می شوند. در تصاویر با قدرت تفکیک بالاتر شکل فرسایش و تغییرات در ساحل با جزئیات خیلی بیشتر قابل رؤیت می باشند، چنانچه تمام این اطلاعات در تصویر گرفته شده با ماهواره الماس یک - SAR از منطقه German Bight قابل مشاهده می باشد. شبکه های اصلی و فرعی کانالها و رودخانه ها معمولاً بر اثر جذر و مد و نفوذ در رودخانه ها شکل می گیرند که اثر آنها بطور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است. موقعیت و جنس زمین در کانالهایی که در جذر و مد بوجود می آیند بطور جداگانه مورد تعبیر و تفسیر قرار گرفته اند که در نگاره ۴b در مناطق B,A نشان داده شده است.

از مقایسه و بررسی تصاویر SAR به این نتیجه می رسیم که تهیه نقشه از اعماق دریاها با جزئیات و دقت زیاد و بدست آوردن اطلاعات جانبی دیگر تا حال حاضر فقط از این سنجنده قابل تهیه بوده و دیگر سنجنده های موجود قادر به تهیه چنین تصاویری نمی باشند. بطور مثال: تصویر شش برابر بزرگ شده از شبکه کانالهای فرعی در تصاویر SAR در مقایسه با تصویر چهار برابر شده از همان منطقه از تصاویر سنجنده های دیگر با وضوح بسیار خوب قابل تشخیص و مقایسه بوده همچنین تهیه نقشه از توپوگرافی اعماق آب با استفاده از تصاویر الماس یک - SAR قابل انجام می باشد.

در نگاره 5A تصویر SAR مربوط به قسمتی از جنوب غربی دریای شمال می باشد که در آن شکل کلی اعماق (توده های شن) در بستر دریا و شکل شیب در سواحل را که امواج ماسه ای نامیده می شوند را با جزئیات زیادی نشان می دهد. این تصویر در ۲۱ جولای سال ۱۹۹۱ و در ساعت ۱۵/۳۹ بوقت U.T.C و ۲ ساعت بعد از حداقل جذر از ساحل انگلستان تهیه شد. شدت جریان جذر و مدی در زمان تصویربرداری از ۱/۲ تا ۱/۹ K.T.S. متغیر و جهت آن به سمت شمال غربی بود سرعت باد بین ۷ تا ۱۰ متر بر ثانیه و در جهت شرقی در حال وزش بود در تصویر روشنایی سکویهای حفاری گاز (نقاط روشن کوچک روی تصویر) و مسیر آنها دیده می شوند.

در زیر آب و در سمت شمال شرقی از سواحل توده های شنی و ماسه ای که در عمق ۲۰ تا ۳۰ متری قرار دارند در محل پوشیده شده اند و فاصله آنها از یکدیگر بین ۵ تا ۱۰ کیلومتر است.

در تصویر 5A و نقشه های 5B توده های شنی و ماسه ای و نام آنها را می توان مشاهده کرد. براساس یک تئوری عنوان شده توده های شنی که



نگاره ۶C و ۶B و ۶A: لکه نفتی رها شده در دریای نروژ که توسط DOSE-9 بروی ماهواره الماس یک که تصویر ۶A در ۲۲ اگوست تصویر ۶B در ۲۳ اگوست و تصویر ۶C در ۲۷ اگوست ۱۹۹۱ تهیه شده است.

دارد رانشان می‌دهد. سرعت باد در لحظه تصویربرداری بین ۵ تا ۸ متر بر ثانیه و در جهت شمال غربی جریان داشت. همچنین ارتفاع امواج ۲/۸ متر و پر بود آن‌ها در هر ۱۱ ثانیه یکبار گزارش شده بود. تصویر بعدی که سنجنده SAR گرفت مربوط به تاریخ ۲۳ اگوست و در ساعت ۱۰/۲۵ بوقت U.T.C می‌شد که در نگاره ۶B آمده است. تصویر بعدی الماس در تاریخ ۲۵ اگوست تهیه شد، بطور همزمان ماهواره ERS-1 در ساعت‌های ۱۰/۳۴ و ۱۰/۴۸ بوقت U.T.C و از منطقه‌ای که نفت نشت نموده بود تصویر تهیه شد. در آن زمان سرعت باد ۵ تا ۶ متر بر ثانیه ثبت گردید بر روی تصویر ERS-1 اثر لکه نفتی بسیار خوب قابل مشاهده بود در صورتیکه در تصویر الماس یک - SAR اثر بسیار ضعیفی مشاهده گردید که دلیل ضعیف بودن آن احتمالاً به هندسه تصویربرداری و نحوه زاویه تابش اشعه آبی برمی‌گردد. اما تصویر الماس یک - SAR که از منطقه دوم نشت نفتی در تاریخ ۲۷ اگوست ۱۹۹۱ و در ساعت ۱۵/۲۹ بوقت U.T.C گرفته شد (نگاره ۶C).

بازتاب محل نشت نفت را بخوبی نشان می‌دهد و آن می‌توانست متأثر از وجود بادهای دو روزه با طول موج بلند و با سرعت بین ۱۰ تا ۱۲ متر بر ثانیه باشد. بدین ترتیب تصویربرداری الماس یک - SAR به بهترین وجه ممکن، شناسایی جزئیات مناطقی که نفت نشت نموده همچنین ابعاد، آن، ساختمان و حرکت مناطق مذکور را فراهم ساخته است با اطلاعات تکمیلی این مسئله ثابت شد که بهترین زاویه تابش دسته اشعه برای این نوع تصویربرداری باید بین ۳۰ تا ۴۰ درجه باشد بررسی به عمل آمده از طیف تصاویر SAR و تغییرات طیفی آنها بر حسب صیقلی بودن، مناطق پوشیده از نفت یا منطقه غیرنفتی رابخوبی نشان می‌دهد، همچنین اطلاعات بدست آمده نشان می‌دهد که قدرت تفکیک بالای این تصاویر برای یافتن محل نشت نفت بسیار مناسب می‌باشد. زمانیکه باد با سرعت ۳ تا ۶ متر بر ثانیه در حال وزیدن بود طی مشاهدات بعمل آمده در وسعتی به ابعاد ۱۵/۵۰×۰/۱۵ کیلومتر نفت نشت نموده که بسادگی در تصویر قابل مشاهده بود این حالت وضعیت مناسبی جهت بررسی تصاویر همچنین ترکیبات موج که بوسیله نفت و عمل متقابل نفت و موج بر هم می‌شدند بود. برخلاف تصاویر پلاریزه شده V.V. سنجنده SAR تصاویر الماس یک اجازه شناسایی مناطقی را که نفت نشت نموده در زمانی که سرعت باد خیلی کم و یا خیلی زیاد باشد را هم به ما می‌دهد، همچنین نتایج بدست آمده نشان

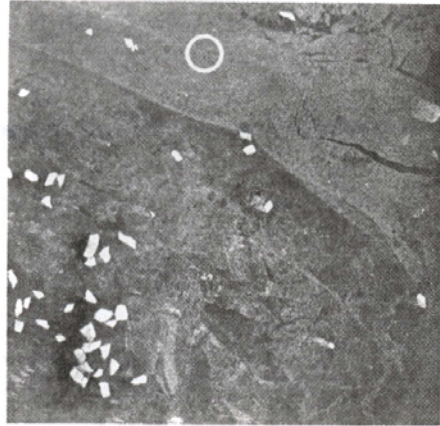
SAR می‌توانند نقشه‌هایی با دقت زیاد از مناطق با جذر و مد و توپوگرافی اعماق را برای ما فراهم نمایند.

OIL SPILLS

انتشار مواد نفتی در دریا

در بررسی و ارزیابی توانایی‌های تصاویر راداری برای یافتن محل نشت مواد نفتی و اثر گسترش آنها در دریا اخیراً روی امواج کوتاه یکسری آزمایش با استفاده از باندهای C, X و L مربوط به SAR و از روی SIR-B و SIR C, X مورد بررسی قرار گرفته است. اطلاعات بدست آمده شامل اطلاعاتی که از باند S سنجنده SAR تصاویر ماهواره‌ای روسی الماس یک بدست آمده نمی‌باشند بلکه برای تأمین آن ما از تجزیه و تحلیل تصاویر SAR بدست آمده از سال ۱۹۹۱ که جهت آزمایش و بررسی نشت نفت داشتیم استفاده نمودیم (Dose-۹۱). این آزمایش در دریای نروژ و در ۱۰۰ کیلومتری غرب ساحل دریای فوق در اطراف منطقه HALTENBANKEN صورت گرفت سه تا سطح صاف و صیقلی ناشی از نشت نفت بوسیله کشتی اکتشافات نروژ در تاریخهای ۲۱ الی ۲۴ اگوست ۱۹۹۱ و در ساعت ۱۸ بوقت U.T.C ایجاد گردید، همچنین اطلاعات مربوط به وضعیت دریا و اوضاع هوا در نزدیکی محل آزمایش جمع‌آوری گردید. از تاریخ ۲۲ تا ۲۹ اگوست ماهواره الماس یک - SAR با زاویه‌های مختلف و در وضعیت‌های مختلف جوی یک یا دو بار تصویربرداری نمود. ماهواره ERS-1 در تاریخهای ۲۲، ۲۴، ۲۵ اگوست ۱۹۹۱ بطور همزمان با ماهواره الماس از منطقه مذکور تصویربرداری نمود. نتیجه آزمایش‌ها و مقایسه‌های به عمل آمده در مقاله‌ای جداگانه شرح داده شده است. در این جا ما فقط بحث و بررسی بر روی اطلاعات جمع‌آوری شده در ضمن آزمایش انجام شده توسط الماس یک - SAR نموده‌ایم. نگاره ۶A تصویری مربوط به روز ۲۲ اگوست ۹۱ که توسط الماس یک SAR و در ساعت ۱۶/۴۶ بوقت U.T.C و تقریباً یک روز بعد از نشت نفت گرفته شده است را نشان می‌دهد. نقطه سیاه یک سطح و صاف و صیقلی است که بوسیله لایه‌های نفتی پوشیده شده است.

نسبت کاهش قدرت دسته اشعه بازتاب شده ۳ دسی‌بل بود. تصاویری که ۶ ساعت زودتر و بوسیله ماهواره‌های ERS-1 و الماس یک گرفته شد یک نشانه و اثر ضعیفی را که مقدار لایه چربی نفت روی آب قرار



تصویر ۷ب و ۷ا: نمایش توده‌های یخی از منطقه ساحلی قطب جنوب بوسیله الماس یک تهیه شده تصویر ۷ا مربوط به ۲۴ جولای ۱۹۹۱ و در ساعت ۲/۴۲ بوقت U.T.C و تصویر ۷ب مربوط به ۴ سپتامبر ۱۹۹۱ و در ساعت ۱۶/۳۵ بوقت U.T.C می‌باشد.

تهیه نقشه‌های عملیاتی توده‌های یخی که با استفاده از تصاویر الماس یک SAR و در زمستان سال ۱۹۹۱ در قطب جنوب و هنگامیکه مسیر کشتی میخائیل سوموف روسی بوسیله یک قطعه یخ بسیار بزرگ واقع در ایستگاه قطب جنوب به نام MOLODEZHNYAYA مسدود شده بود، تهیه گردید. از تاریخ ۲۴ جولای تا ۴ سپتامبر ۱۹۹۱ در همان موقع که راه کشتی مسدود شده بود در وضعیت شبهای قطبی و در تمام وضعیتهای آب و هوایی ماهواره الماس یک - SAR مشغول تصویربرداری بود تصاویر جمع‌آوری شده توسط SAR تشخیص توانائی زیاد و ارائه راه‌حل واحدی را برای ما ممکن ساخت، همچنین در ضمن آزمایش‌ها این نتیجه بدست آمد که سنجنده SAR توانائی آن را دارد که پارامترهای مهم از یخهای پوشیده شده در دریاها مثل میزان تحرک آنها، موقعیت توده‌های یخی، اندازه توده‌های یخی شناور، سرعت انحراف توده‌های یخی و مسیر آنها همچنین شکل یخهای پوشیده را نشان دهد، تصویر پولاریزه شده H.H تصاویر SAR با زوایای ارتفاعی تابش زیاد بهترین روش برای تشخیص بین آب و توده‌های یخی در زمانیکه آب کمترین حرکت (ناشی از باد) را دارد فراهم ساخت.

یکسری از تصاویر SAR که به صورت پی‌دهی گرفته شده‌اند جهت برآورد میزان حرکت یخها همچنین میزان ضخامت آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بر روی آنها آزمایشات متعددی صورت پذیرفته که در نگاره‌های ۷ا و ۷ب نشان داده شده است.

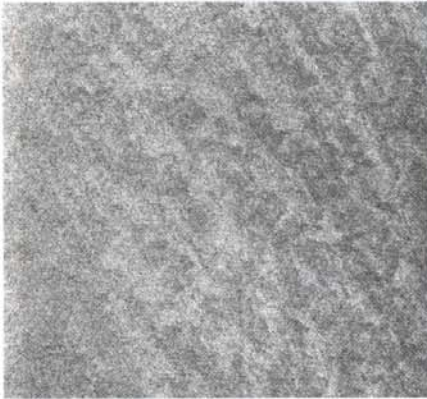
یک نمونه توده‌های یخی که به گل نشسته وبدون حرکت می‌باشند، دارای شفافیت و روشنایی زیادی بوده در ضمن دو عکس متوالی دیده می‌شوند. همچنین در دایره داخل نگاره ۷ا کشتی میخائیل سوموف قابل

می‌دهد که وقتی سرعت باد در بالاترین حد می‌باشد قابلیت کشف نشفت در تصاویر مختلف SAR یکسان نمی‌باشد.

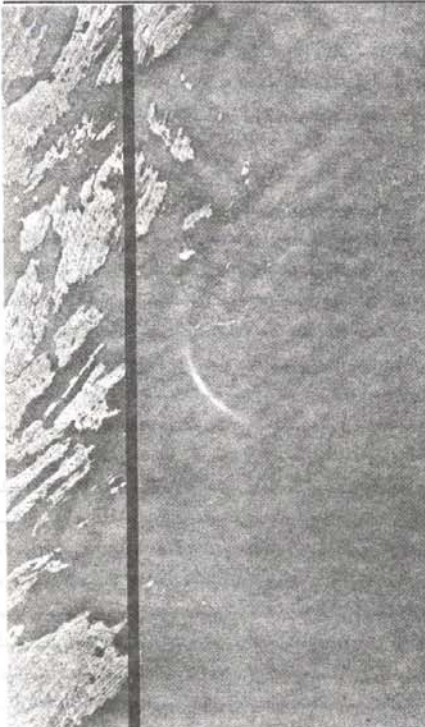
یخ دریا SEA ICE

تصاویر الماس یک - SAR کمک زیادی به ما می‌کند تا نقشه موقعیت توده‌های یخی موجود در دریاها را تهیه نماییم. این تصاویر، نقشه جزئیاتی از نمونه‌های مختلف یخ و نمایش ساختمان آنها همچنین بزرگ و کوچک شدن و حرکت آنها را نمایش می‌دهد. تعیین نمونه‌های مختلف یخ مثل یکساله یا چندساله بودن، غرق شدن، بالا آمدن ناگهانی آن در دریا و محل و موقعیت آنها از دیگر توانائی این تصاویر می‌باشد.

تصاویر پولاریزه شده H.H بهترین نوع پولاریزاسیون جهت تشخیص بین آب و یخ، تعیین نمونه‌های مختلف یخ و موقعیت دور و اطراف آنها در حالت‌های مختلف در دریای آزاد می‌باشد و دارای قابلیت بیشتری نسبت به تصاویر پولاریزه شده V.V سنجنده SAR می‌باشد. حساسیت تصاویر SAR نسبت به سختی سطح آب و قدرت تفکیک زیاد آنها اجازه تعیین بهتر ساختمان و ترکیبات شکل‌های مختلف یخ در دریا را به ما می‌دهد همچنین مناطق آبی داخل یخها، توده‌های یخی، محل کشتی‌ها در مناطق پوشیده شده از یخ و انکسار آنها، در حال حاضر بهترین راه شناخته شده که در طبقه‌بندی یخها و در بررسی‌های تحقیقاتی متمرکز که تاکنون صورت پذیرفته، استفاده از اطلاعات بدست آمده از تصاویر پولاریزه شده SAR نک فرکانسه می‌باشد و ما را در جهت تفسیر نمونه‌های مختلف یخ‌ها در دریا راهنمایی می‌کند. با این حال ممکن است ارزیابی توانائی‌های باند S از تصاویر الماس یک - SAR برای این مقاصد مفید واقع شود.

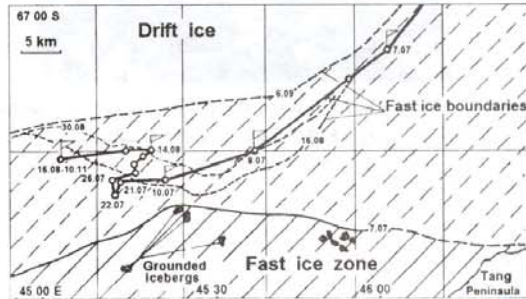


نگاره ۸۸: نمایش امواج جاذبه جوی بر روی تصویر الماس یک - SAR



نگاره ۸۹: نمایش توده جوی بر روی تصویر الماس یک - SAR

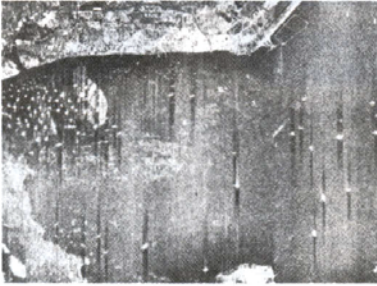
رویت است. تصاویر متوالی برای تعقیب میزان جابجایی توده‌های یخی شناور همچنین محدوده یخهایی که با سرعت زیاد حرکت نموده و میزان انحراف آنها در دریا تهیه گردید. نمونه‌ای از میزان انحرافات بوجود آمده در یخها در نگاره ۷۰ نمایش داده شده است. این تصاویر نه تنها نقشه و چگونگی پارامتر نمونه‌های مختلف یخ دریاها را نشان می‌دهد همچنین برای کشف و نمایان ساختن کشتی‌ها، کشتی‌های یخ شکن در دریاها پوشیده از یخ کاربرد دارند. حداقل اندازه‌ها از نظر عرض و قطر یخهای شناور ۳۰ متر باید باشند تا انکسار آنها در تصاویر الماس یک - SAR قابل شناسایی و تجزیه و تحلیل باشد همچنین نتایجی که از این تصاویر دارای قدرت تفکیک بالا و پولاریزه شده H.H بدست آمد در ضمن آزمایشات بررسی‌ها بسیار قابل استفاده بودند.



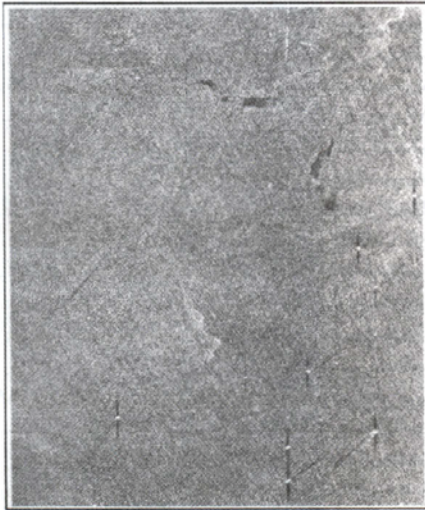
نگاره ۷۰: نمایش انحراف کشتی میخانیل سوموف نزدیک سواحل قطب جنوب که در ۷ جولای تا ۱۰ سپتامبر ۱۹۹۱ تهیه شده است.

پدیده‌های جوی ATMOSPHERIC PHENOMENA

جو یک لایه شفاف برای سیگنالهای سنجنده SAR می‌باشد بنابراین اثر و رده‌بندی‌های جوی را روی سطح دریا در این تصاویر می‌توان مشاهده کرد. در تصاویر الماس یک - SAR از روی وضع ظاهری اقیانوسها و دریاها می‌توان به پدیده‌های مختلف جوی پی‌برد این چنین پدیده‌ها در تصاویر ماهواره ERS-1 از نوع SAR قابل رویت می‌باشند. بدلیل اینکه تصاویر بازتاب شده از باند C بر روی سنجنده SAR شدیداً با تغییرات ناشی از شدت باد سطحی مرتبط است. پدیده‌هایی که بوسیله الماس یک SAR شناسایی شده‌اند، شامل امواج جاذبه جوی یا نوارهای دوره‌ای و بریودیک در روی سطح دریاها مهمترین پدیده از این نوع بودند که در وهله اول روی تصاویر SAR دیده شدند. در ابتدا امواج جاذبه جو در تصویری از دریای بارانتس و آنجائی که از باند X، تصاویر راداری تهیه شد و توسط ماهواره کاسموس ۱۵۰۰ گرفته شده بود مشاهده گردید و اخیراً توسط ماهواره ERS-1 تهیه گردیده است. در اولین مرحله امواج جاذبه جوی از روی اثر آنها امواج ناشی از حرکت کشتی‌ها در دریا شناخته و تشخیص داده شد، در مرحله بعد تصویر بدست آمده با وارونگی دمای جو ناشی از عبور یک جبهه باد گرم ترکیب شده بود.



نگاره ۹A: نمایش کشتی‌ها با ابعاد مختلف نزدیک ساحل سنگاپور
برروی تصویر الماس یک - SAR



نگاره ۹B: نمایش کشتی‌ها و رد و اثر آنها و لکه‌های نفتی برروی
تصاویر الماس یک - SAR

این اثرات در مواقعی که دریا متلاطم است از هر زاویه و مسیر بخوبی دیده می‌شوند. ما توانستیم کشتی‌های کوچک را در حالتی که باد سرعت شدید و یا متوسط می‌وزید بخوبی در تصویر مشخص نماییم. حداکثر طول اثر و رد کشتی‌ها در دریا تا ۴۰ کیلومتر قابل مشاهده بود کشتی‌ها در حال حرکت به علت وجود پدیده داپلر از راستای اثر و رد خط سیرشان به مقداری از مسیر خود جابجا شده بودند.

خطهای سیاه و تاریکی در امتداد مسیر حرکت کشتی و نزدیک آنها وجود دارد که ناشی از پردازش اطلاعات تصاویر الماس یک - SAR و در این تصویر می‌باشد. نوارهای باریک سیاه کمک زیادی در جهت شناسایی کشتی‌های کوچک ماهیگیری به‌مامی‌کند. انجام بررسی‌های گوناگون جهت

تصویر الماس یک - SAR که در نگاره ۸a نمایش داده شده است امواج جزایه جو را که از منطقه جنوب ایسلند به نام NOVAYA-ZEMLYA در ساعت ۲۰/۳۵ بوقت U.T.C و در تاریخ ۱۰ جولای ۱۹۹۱ گرفته شد. در نگاره ۸b یک نمونه از تصویر الماس که شامل توده‌های جوی بوده و از سواحل کالیفرنیا و در تاریخ ۳۱ جولای ۱۹۹۱ و در ساعت ۸/۳۴ بوقت U.T.C گرفته شده است را نشان می‌دهد. بعد از اینکه چند شکل گوناگون جوی در تصاویر SAR نمایان شد آنها در مقیاس‌های کوچکی تهیه گردیدند به سرعت این پدیده‌ها تغییر می‌کردند لذا برای دیدن مجدد این پدیده‌ها و منعکس نمودن بر روی یک سنجنده زمان زیادی نیاز بود بعضی از خصوصیات این پدیده‌ها در تصاویر SAR قابل دسترسی هستند اما در خیلی حالتها جهت تجزیه و تحلیل محقق باید اطلاعات و اندازه‌گیری‌های مربوط به هواشناسی را جمع‌آوری نماید متأسفانه در بررسی تصاویر الماس یک - SAR فقط بهره‌گیری از کمیت اطلاعات مورد نظر بوده است. اخیراً نتایج بسیار خوبی با استفاده همزمان از تصاویر پولاریزه شده H.H و V.V از ماهواره روسی SLAR در باند KU برای تعیین اشکال مختلف جوی و در یک محدوده وسیع از وضعیتهای مختلف آب و هوایی بدست آمده است.

با بررسی‌های به‌عمل‌آمده مشخص می‌شود که تصاویر الماس یک - SAR قابلیت کمی برای تعیین وضعیت‌های جوی روی سطح دریا که باید در تصویر نشان‌دهنده می‌شد دارد. فقط در وضعیت‌های خاص و طبق نظریه‌های غیرقطعی هندسی می‌توانند تصویربرداری شوند. با این حال تصاویر الماس یک - SAR ما را در جهت شناسایی یک پدیده یا مقیاس کوچک در یک اقیانوس جو مانند نوارهای LANGMUIR بهره‌مند می‌کند.

کشتی‌ها و اثر حرکت آنها در دریا

SHIPS AND SHIP'S WAKES

کشتی‌ها و اثر حرکت آنها در دریا اغلب در تصاویر الماس یک - SAR دیده می‌شوند. کشتی‌ها معمولاً در تصاویر SAR به صورت محل‌های روشن و نقاط کوچک در روی سطح خاکستری دریا دیده می‌شوند. برخلاف ERS-1 ماهواره الماس یک - SAR می‌تواند کشتی‌های کوچکتر از ۱۵ تا ۲۰ متر در بادی با سرعت ۱۰ تا ۱۵ متر بر ثانیه زمانیکه قدرت تفکیک تصویر بالا بوده و با کمترین حساسیت نسبت به فشار ناشی از باد را نشان بدهد. بطور مثال تصویر ۹a یک دسته از کشتی‌ها با طول حدوداً ۱۰ متر تا ۲۰۰ متر را در بندر سنگاپور نشان می‌دهد. امواج متلاطم و تیره‌رنگ ناشی از حرکت کشتی‌ها به دفعات متوالی مشاهده شد که نمونه‌هایی از آنها در نگاره ۹b و در تصاویر الماس یک - SAR قابل رؤیت می‌باشد. اثر و رد ناشی از حرکت کشتی‌ها (کلونین کلاسیک) فقط در وضعیت‌هایی که کشتی‌ها بصورت تکی بود مشاهده شد. رد ناشی از حرکت کشتی‌ها در حالتی که دریا طوفانی و تاریک است گاهی اوقات با یک یا دو خط روشن همراه می‌شوند و در موقعیکه هوا ساکت و آرام بود این خطوط بصورت بسیار ضعیف مشاهده می‌گردید.

زیاد R-MOORE تهیه شد، پدیده‌ای استثنایی بود. نتایج بزرگی از سنجنده‌های آلتیمتری (ارتفاعی) که روی ماهواره‌های SEASAT و GEOS و TOPEX-POSPIDON قرار گرفته بدست آمده است. این نتایج ارتباط کامل و مستقیمی با متغیرهایی با مقیاس و وسعت بزرگ از جریانهای اقیانوسی جهان و سطح متوسط اقیانوس (M.O.D.O.L) دارد. بطور همزمان مهمترین این پدیده‌ها با متغیرهای کوچک در سطح اقیانوس به مانند جذر و مد، لرزش زمین، امواج میانی اقیانوس و توپوگرافی منطقه ترکیب می‌شد آلتیمتری راداری نمیتواند این مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها را انجام دهند. نبودن سنسورها مورد نیاز این معنی را نمی‌دهد که اندازه‌گیری‌های راداری هنوز کاملاً غیرقابل استفاده می‌باشد. در این خصوص مامشغول تحقیقات و کوششهای تئوریک و آزمایشگاهی هستیم. کوششهای برای استفاده از اطلاعات الماس یک - SAR جهت دوباره سازی سرعت جریان در یک منطقه و برای یک محل کوچک از اقیانوس به عمل آمد که بسیار مفید بود. در این آزمایشات دقت اندازه‌گیری‌ها به حد مورد انتظار می‌رسید، نهایتاً اینکه نتایج بدست آمده نشان میدهد که وجود سنجنده SAR همیشه مناسب برای هر اندازه‌گیری نمی‌باشند و آنها نمی‌توانند اطلاعات مورد انتظار را بطور کامل فراهم نمایند.

بدین ترتیب یک مسئله کلی برای اقیانوس‌شناسی اجرائی، توسعه تصاویر راداری که قادر به اندازه‌گیری متغیرهایی با وسعت کوچک از سطح اقیانوس و جریانهای سطحی است می‌باشد علاوه ضرورت دارد که پیکسل به پیکسل بطور پوششی از اطلاعات بدست آمده امواج باد، سرعت باد سطحی و دمای سطح تهیه گردد.

یک خاصیت پدینامیکی از دخالت عوامل جوی در این مناطق به ما نشان می‌دهد که آنها بطور مستقل و همزمان مورد اندازه‌گیری واقع شده‌اند. مشکل اندازه‌گیری متغیرهای کوچک در سطح اقیانوسها بر روی زمینهای از امواج باد می‌تواند با استفاده از ترکیب متغیر و واقعی از روشهای اندازه‌گیری فاز و آلتیمتری (ارتفاع‌سنجی) مورد بهره‌برداری بهتری واقع شوند. برای بررسی بهتر سطح تراز اقیانوسها با پارامترهای مورد نیاز به نظر می‌رسد ۳ روش راداری به شرح ذیل مناسب باشد.

- ۱- تداخل امواج تابیده شده از کنار و بصورت مورب
 - ۲- تداخل امواج دو فرکانسه تابیده شده از کنار و بصورت مورب
 - ۳- اندازه‌گیری فاز ساکن (شبه مستقل)
- این روشها بخوبی شناخته شده می‌باشد با این موجود با توجه به مشکلات موجود تاکنون کاربرد عملی خیلی زیادی نداشته‌اند. □

پاورقی:

۱) در سنجنده‌های اداری، اشعه‌های بازتاب شده با توجه به زاویه تابش به چند صورت روی سنسورها ثبت می‌گردند مانند H.H یا V.V و ... که هر کدام از این روشها نسبت به عوارض حساسیت مخصوصی بخود را دارند.

2) (UNIVERSAL-TIME-COORDINATED)U.T.C

زمان مرجع جهانی که در محاسبات نجومی و ماهواره‌ای کاربرد دارد.

کشتی‌ها نشان می‌دهد که قابلهای با طول ۱۰ تا ۱۵ متر را می‌توان در این تصاویر در صورتیکه حداقل سرعت باد بین ۱۰ تا ۱۵ متر بر ثانیه و حتی در زمانی که باد آرام و با سرعت ۳ تا ۴ متر بر ثانیه بود را بوضوح مشاهده نمود.

نتایج پایانی

نتایج بدست آمده از تصاویر الماس یک - SAR این نظریه را تأیید می‌کند که تصویربرداری با این روش ابزار باارزشی برای مشاهده و نمایش حرکت آب اقیانوسها در ابعاد مختلف و با قدرت تفکیک بالا می‌باشد.

این سنجنده از پدیده‌های موجود در اقیانوسها و دریاها تصاویر مستند و مستدل به ما می‌دهد این سنجنده وسیله بسیار قابل اعتمادی برای تصویربرداری از سطح اقیانوسها و امواج میانی آنها، موقعیت‌یابی و نمایش توپوگرافی اعماق، نمایش عوارض ساحلی، آلودگی سطحی و توده‌های یخی در دریاها و اقیانوسها و ... می‌باشد. این مطلب را باید در نظر داشت که حیطة عملکرد این سنجنده مستقل از وضعیت آب و هوایی منطقه مورد تصویربرداری می‌باشد، همچنین در مقابل فشار ناشی از باد کمترین حساسیت را دارند. نتایج بدست آمده از این نظریه را قوت زیادی می‌بخشد که سنجنده بعدی الماس یک بنام B به باند های P, S, X از نوع SAR و باند X از سنجنده SLR مجهز شده و در سطح جهانی احتیاجات جامعه دریائی و کسانى را که با دریا سروکار دارند را فراهم خواهد نمود، اما از جهت دیگر سنجنده‌های فعال در حاضر مثل SAR (سری OKEAN COSMOS ۱۵۰۰۰) و الماس یک - ERS 1 - ERS 2 - JERI 1 و ماهواره‌های راداری RADARSAT دستگاهها و وسائل اندازه‌گیری‌ای نیستند که قادر باشند در یک منطقه با امواج کوتاه شدید و یا بخشی از اشعه راداری برخورد نموده به تعدادی از پدیده‌هایی که در بین سطح اقیانوسها و جو رخ داده مشاهده نمایند. بنابراین شناسائی، تعبیر و تفسیر یک تصویر در SAR در این مواقع در حالانی مشکوک و تا حدی غیرواقعی می‌باشد برحسب ضرورت اگر اندازه‌گیری‌های انجام یافته نمایش چنین پدیده‌های ظاهری اقیانوسها مانند سطح آنها، جریانات و امواج آنها (لرزه‌شناسی - جذرومد - امواج میانی) و خیلی دیگر از پدیده‌هایی که با جو و اقیانوس مثل امواج باد - جریانهای انحرافی اغتشاشات جوی و غیره ... ترکیب شده‌اند به مهارت فنی و قدرت سنجنده تصویربرداری بستگی دارد. تمام پدیده‌های روی تصاویر با تغییرات بسیار کمی نسبت به واقعیت موجود بر سطح اقیانوس و جریانهای سطحی آن هماهنگ بودند قدرت تفکیک حدود یک کیلومتر، وسعت اثر ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر زمان دوباره تصویربرداری از یک منطقه بین یک ساعت تا روزها برای بررسی و درک کردن این چنین تغییرات ظاهری از سطح اقیانوسها و جریانهای مربوطه آنها لازم و ضروری بوده است. روشهای قابل دسترس تصویر برداری کنونی برای اندازه‌گیری باد سطحی و دمای سطح اقیانوسها با ویژگی خاص خود کمبودهای آنها را تا حدی کامل نموده است. تصاویر راداری مخصوص اندازه‌گیری سطح تراز اقیانوسها، جریانات و سرعت حرکت دایره‌وار امواج وجود ندارد ظهور وسیله سنجنش بادهای سطحی اقیانوسها که با جدید