



# مطالعات ژئومورفولوژیکی با استفاده از داده‌های IRS

نویسنده: P Periakali<sup>(۱)</sup>

مترجمین:

دکتر مهران مقصودی

استاد یار دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران

حمید بیدی

دانشجوی کارشناسی ارشد - دانشگاه تهران

## مقدمه

هند دارای پهنه ساحلی وسیعی است که در حدود ۷۵۰۰ کیلومتر طول دارد و ذخیره ساحلی عظیمی از کانی‌های ماسه‌ای مانند ایلیمینیت، روتیل، لئوکوکسن، زیرکن، مونازیت، سیلیمانت و گارنت در آن دیده می‌شود. هدف این مطالعه تهیه نقشه لند فرمهای ساحلی با استفاده از داده‌های سنجش از دور چند طیفی است تا بتوان با استفاده از آن، نواحی مناسب برای پیمایش زمینی به منظور اکتشاف کانی‌های آبرفتی را مشخص نمود. بطور کلی مواد سطح زمین حاصل تأثیر متقابل سه متغیر مختلف هستند: ۱- ماهیت سنگهای زیر سطحی، ۲- حرکات درونی زمین که تحت عنوان رژیم تکتونیک بیان می‌شود، ۳- فرایندهای بیرونی فعال، که عمدتاً توسط فاکتور اقلیم کنترل می‌شود.

بنابراین، یک بررسی دقیق ژئومورفولوژیکی برای پی بردن به چگونگی تشکیل کانی‌های آبرفتی در همه مقیاسها ضروری به نظر می‌رسد. (Rajamanickam / Sutherland 1985 و دیگران 1997)

نواحی ساحلی برای اکتشاف کانی‌های آبرفتی ناشی از آبرفتهای ساحلی خصوصیات ویژه‌ای دارند.

هند دارای پهنه وسیع ساحلی در حدود ۷۵۰۰ کیلومتر است و ذخیره ساحلی عظیمی از کانی‌های شنی همانند ایلیمینیت، روتیل، لئوکوکسن، زیرکن، مونازیت، سیلیمانیت و گارنت در طول این سواحل وجود دارد. عمده این رسوبات به استثنای چند ذخیره‌گاه آبرفتی درون خشکی و ماسه‌ها، عمدتاً در نوار ساحلی شبه قاره هند قرار گرفته‌اند. خط ساحلی تامیل نادو (Tamil Nadu) در حدود ۹۷۵ کیلومتر است که ۹۱۵ کیلومتر آن در ساحل شرقی و ۶۰ کیلومتر بقیه در ساحل غربی هند قرار دارد. پیمایش‌های تفصیلی (۶۰ کیلومتر) و مقدماتی (۵۱۹ کیلومتر) در ۵۷۹ کیلومتر از طول ساحل انجام شد. با این وجود ۳۹۶ کیلومتر هنوز باید پیمایش شود. بررسی‌ها بر روی رسوبات حاوی کانی‌های سنگین تپه‌ها و سواحل

شنی با نمونه‌گیری شبکه بسته (Close Grid) در ۵۰۸ کیلومتر از طول ساحل، غلظت بالای کانی‌های سنگین را از سطح تا عمق چند متری نشان می‌دهد. (Mohan and Rajamanickam, ۲۰۰۰)

## اهداف مطالعه

مطالعه حاضر در ۶۰ کیلومتر نوار ساحلی از کوالام (Kovalam) تا دهانه رودخانه پالار (Palar) در امتداد ساحل جنوبی چنای (Chennai) انجام شد. هدف این مطالعه تهیه نقشه لند فرمهای ساحلی با استفاده از داده‌های سنجش از دور است تا مناطق مناسب برای پیمایش زمینی جهت اکتشاف کانی‌های آبرفتی مشخص گردد.

برای رسیدن به هدف مطالعه، اهداف مرحله‌ای زیر انتخاب شدند:

- تهیه نقشه اشکال ژئومورفولوژیکی از داده‌های سنجش از دور چندطیفی در تلفیق با اطلاعات بدست آمده از نقشه‌های توپوگرافیک مبنایی هند و انطباق آن با واقعیات زمینی
- تعیین نقاط مناسب نمونه برداری جهت جمع‌آوری نمونه‌های غنی از کانی‌های سنگین به کمک نقشه‌های ژئومورفولوژیکی
- جمع‌آوری نمونه از مکان‌های مناسب جهت آنالیزهای ژئوشیمیایی و رسوب‌شناسی با استفاده از الگوی شبکه‌ای

## مطالعات ژئومورفولوژیکی

ابتداء بر اساس خصوصیات تن تصویر IRS LISS-III طبقه بندی ژئومورفولوژیکی ساحل در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ انجام شد و سپس جزئیات آن به نقشه مبنای بدست آمده از نقشه‌های توپوگرافیک SOI و عمق سنجی کنار ساحل حاصل از چارت‌های NH منتقل گردید.

بیرون زدگی‌های کوچک سنگی در ساحل کوالام (E ۱۶ و N ۸۰ و ۱۲ و ۴۵) مانع پیش روی آب دریا در پیش آمدگی کوالام می‌شود.

سنگی شامل گرانیتهای گرافیکی، گارنت پیروپ با رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز و لابرادوریت مشاهده می‌شود. کرانه شمالی مصب رودخانه پالار همچون یک شبکه فلس مانند است که گاهاً به شکل معبر ماسه‌ای به دریا ختم می‌شود. اخیراً از جاده به سمت ساحل، مزارع پرورش میگو ایجاد شده‌اند که زیبایی طبیعی خط ساحلی را از بین برده‌اند. کانی‌های سنگین زیر در دو بخش باریک ساحل تشخیص داده شدند: ۱- آمینیت ۲- مگنتیت ۳- روتیل ۴- گارنت ۵- هیپرستن ۶- دیوسپید ۷- هورنبلند ۸- بیوتیت

### نمونه برداری‌های تفصیلی زمینی

نمونه‌ها با حفر پروفیل در یک الگوی شبکه‌ای جمع آوری شدند، هر پروفیل نیز به چندین ایستگاه تقسیم شدند. فاصله بین هر ایستگاه با ایستگاه مجاور در حدود ۱۰ فوت تعیین گردید.

در هر فاصله هر ۵ ایستگاه، مختصات موقعیت ایستگاه و شماره نمونه با استفاده از GPS دستی یادداشت و همچنین نمونه‌های رسوب جمع آوری گردید. فواصل برای جمع آوری نمونه رسوب در جاهایی که مرز پروفیل کمتر از فواصل ۵ ایستگاه بود تغییر می‌کرد تعداد پروفیل‌های انتخاب شده بستگی به عرض ماسه در جلوی ساحل داشت، در حالیکه تعداد ایستگاه به طول منطقه‌ای که کانی سنگین در آن قرار داشت و ابسته بود. نمونه‌های رسوب با وزن حداقل ۵۰۰ گرم از سطح تا عمق ۵ سانتی متر جمع آوری شدند.

نمونه‌های جمع آوری شده در پوشش پلاستیکی ضخیم به ابعاد ۳۰×۲۰ ریخته شدند و با استفاده از کش بسته شدند. به طور مشابه، پیمایش‌های ژئوفیزیکی در یک الگوی شبکه‌ای انجام شد و قرائت‌ها در هر ایستگاه ثبت و جدول بندی شدند. برای پیمایش مغناطیسی، مغناطیس سنج تعادلی پروتون استفاده شد. زیر محیط‌های ساحلی که نمونه‌ها از آنجا جمع آوری شدند عبارتند از: منطقه پیش ساحلی، ساحل خلفی، ناحیه ساحلی کم شیب و تپه‌های ماسه‌ای نزدیک ساحل.

### نتایج و بحث

به طور کلی خط ساحلی با فرسایش فعال در ممالاپورام (Mamallapuram) و پودوپاتینام (pudhupattinam) در نزدیکی سادورانگاپاتینام (Sadurangapattinam) مشخص می‌گردد. خلیج‌ها در دو منطقه به نامهای کوالام و ممالاپورام وجود دارند. عرض ساحل در سادورانگاپاتینام کم است اما در کوالام عرض بیشتری دارد. بر اساس نقشه ژئومورفولوژیک تهیه شده از داده‌های ماهواره بصورت FCC (ترکیب رنگی کاذب) و انطباق با واقعیت زمینی، اشکال ژئومورفولوژیک پایدار در ناحیه مورد مطالعه مشخص شدند که عبارتند از:

### ساحل

این عارضه به جز پیش آمدگی‌ها در همه طول ناحیه مورد مطالعه از

بیرون زدگی‌های کوچک سنگی شامل چارنوکیته گارنت دار / گنیس گرانیته با بافت گرانیته درشت تا متوسط دانه می‌باشد. امتداد این رخنمون‌ها E-W می‌باشد در حالیکه فولیاسیون (Foliations) تقریباً عمود بر جهت امتداد است.

قطعات کوچک بازیک در سراسر رخنمون‌ها مشاهده می‌شود. این مسئله ثابت می‌کند که سنگها تحت تأثیر درجات مختلف دگرگونی بوده است. پوسته شدن ناشی از هوازدگی کره وار توده‌های سنگی روی سطوح بیرون زدگی‌ها مشاهده می‌شود.

یک پیش آمدگی کم عمق از یک خلیج تنها در شمال ستیغ‌های سنگی دیده می‌شود. قسمت جنوب شرقی بیرون زدگی‌ها، نوارهای متناوب فلسیک و مافیک با ضخامت ۵ سانتی متر را به تصویر می‌کشد.

رخ‌های سنگی و صفحات لغزشی در طول قطعات غنی از بیوتیت مشاهده می‌گردد. پیمایشی در امتداد سال خلیج (Fisherman's Cove) تا شمال بیرون زدگی‌های سنگی کوالام انجام شد. در قسمت میانی خلیج، رخنمون‌های سنگی هوازده در منطقه کنار ساحل دیده می‌شود که ناشی از عمل سایش امواج می‌باشد.

آن سوی ناحیه ساحلی کم شیب (برم) چارنوکیته‌های اسیدی به چشم می‌خورد. در پادگان‌هایی که توسط موج بریده شده (Wave Cut Terrace)، لایه‌های شنی بصورت نوارهای حاوی کانی‌های سنگین تشکیل شده‌اند. به طرف مصب نهر موتوکادا (Muttukkadu) در سراسر طول حاشیه ساحل تجمع کانی‌های سنگین پدید آمده است.

جنوب بیرون زدگی‌های سنگی کوالام در مختصات ۷° و ۵۵° ۴۵' ۱۲ شمالی و ۳° ۱۵' ۸۰ شرقی غلظت نسبتاً بالایی از کانی‌های سنگین در ۵۰۰ متر از طول نوار ساحلی یافت می‌شود.

در غار ببر (Tiger's Cave) رخنمون گرانیته صورتی رنگ با بافت درشت دانه مشاهده می‌شود که دارای فولیاسیون با هر دو طبیعت اسیدی و بازیک می‌باشد.

در شرق غار، به تناوب، الگوهای موج‌دار کانی‌های سبک‌تر و سنگین‌تر ناشی از باد در مجاور تلماسه‌های ساحلی مشاهده می‌شود. علاوه بر این به سمت خشکی، ساحل عریض‌تر شده که توأم با نوارهای متناوب نازک و روشن از کانی‌های سنگین است.

در معبد ساحلی ماها بالیپورام (Mahabalipuram) به سمت جنوب خلیج، غلظت کانی‌های سنگین در سطح نسبتاً کم است.

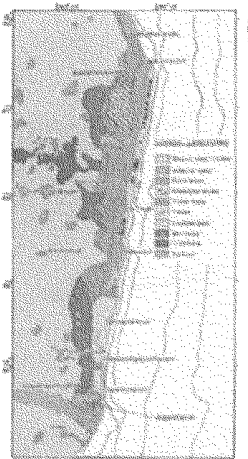
شرایط بهینه برای وجود آبرفت‌های ساحلی غنی از کانی‌های سنگین این است که هیچ فرسایش و انباشتی در طبیعت صورت نگیرد. چنین شرایطی در سواحل پایدار غالب است و این از ویژگیهای رخساره ساحلی باز، سواحل ماسه‌ای، پرتگاهها و سواحل مرتفع است. بیشتر از ۱۰ متر به طرف جنوب، قطعات کوچکی از کانی‌های سنگین پیدا شدند.

در ناحیه ساحلی کم شیب، نوارهای متناوبی از کانی‌های سبک‌تر و سنگین‌تر وجود دارد که با افزایش عمق، عرض نوارهای کانیهای سنگین نیز افزایش می‌یابد. حدوداً در ۷۰ متری جنوب معبد ساحلی، بیرون زدگی‌های

می‌شوند. در FCC (ترکیب رنگی کاذب) با تن سبز مایل به آبی دیده می‌شوند.

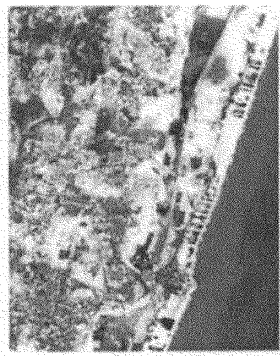
### سطوح جزر و مدی

این عوارض در اطراف کانال باکینگهام گسترده شده‌اند و در FCC (ترکیب رنگی کاذب) با تن روشن ظاهر می‌شوند.



تصویر ترکیب رنگی کاذب IRS LISS-III  
ساحل ماهابالیپورام و اطراف آن.

نقشه ژئومورفولوژی تهیه شده با استفاده از تصویر رنگی کاذب IRS LISS-III و تفسیر بصری.



### خلیج دهانه‌ای

تنها خلیج دهانه‌ای موجود در این ناحیه خلیج دهانه‌ای پالار ایجاد شده در مصب رودخانه پالار است. در FCC (ترکیب رنگی کاذب) به شکل یک الگوی فلس مانند دیده می‌شود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به این تحقیق مشخص گردید که قدرت تفکیک مکانی بالا LISS-III ماهواره IRS در تفکیک لندفرمهای ساحلی مفید تر است. معتبر سازی جزئیات بدست آمده از تصویر FCC (ترکیب رنگی کاذب) برای تفکیک نواحی ساحلی دارای پتانسیل برای پیمایش زمینی وسیع بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی خیلی مفید می‌باشد.

### پی‌نوشت

1) Gis Development, April 2005, Vol 9, Issue 4

کوالام تا مصب رودخانه Palar تداوم دارد. که در تصاویر FCC (ترکیب رنگی کاذب) این عارضه بصورت شکلی باریک با الگوی خطی، تن سفید و بافت ریز دیده می‌شود.

### تپه‌های ماسه‌ای

چندین تپه ماسه‌ای تثبیت شده توسط گیاه در ساحل وجود دارد. تعداد زیادی تپه با ابعاد مختلف بین جنوب کوالام و مامالاپورام دیده می‌شود. تعداد نسبتاً کمی تپه در سایر نواحی مورد مطالعه وجود دارد. به سمت ساحل، جاده ECR از میان تپه‌ها عبور می‌کند. در FCC (ترکیب رنگی کاذب) تپه‌های تثبیت شده توسط گیاه با الگوی مربع / مستطیل و تن تیره‌تر مشخص می‌گردد.

### سطح ساحلی کم شیب

تقریباً در سراسر ناحیه مورد مطالعه وجود دارد. با این وجود سطح ساحلی کم شیب به وضوح در مامالاپورام (نزدیک معبد ساحلی مامالاپورام) دیده می‌شود.

### بیرون زدگی‌های سنگی

این عوارض در کوالام، غار ببر و مامالاپورام وجود دارند. در کوالام، این عوارض در ناحیه جلو ساحل که عمل موجها غالب است دیده می‌شوند. بنابراین شدیداً در معرض تخریبند و در عین حال به سمت خشکی نیز گسترش می‌یابند. در غار ببرها و مامالاپورام، از ساحل به سمت خشکی شکل اینسلب‌برگ به خود می‌گیرند و در مکانهایی که این عوارض از سنگهای نفوذی بازیگ تشکیل شده‌اند دچار هوازدگی و تخریب می‌شوند. معابد یکپارچه سنگی زیبا از این رخنمون‌ها شکل می‌گیرند. در FCC (ترکیب رنگی کاذب)، اینسلب‌برگهای درون خشکی با بافت درشت و تغییر تن تیره با لندفرمهای مجاور به هم ظاهر می‌شوند.

### آبهای برگشتی

سه ورودی (نهر) بصورت پیش آمدگی در آب دریا در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. اولی پیش آمدگی موتوکادو است که در شمال کوالام قرار دارد، دومین مورد در شمال کالپاکام (Kalpakkam) واقع است. سومی در جنوب سادورانگا پاتینام قرار گرفته که دارای طول قابل ملاحظه به سمت خشکی است. کانال باکینگهام (Buckingham) موازی با ساحل در ناحیه مورد مطالعه، با حرکات جزر و مدی آب دریا ایجاد شده است. در FCC (ترکیب رنگی کاذب)، آنها با تن آبی و بافت مختلف ظاهر می‌شوند.

### تالاب‌های ساحلی

این تالاب‌ها از شرق کانال باکینگهام شروع می‌شوند. در واقع این تالاب یک زمین پست با سطوح جزر و مدی در شرق است که تالاب‌ها را از کانال باکینگهام جدا می‌کند. در شرق این عوارض دشت سرها (پدیمنت) دیده

