

## تفکیک محیط‌های رسوبی ساحلی با استفاده از تلفیق روش‌های رقومی و چشمی: مطالعه موردی، سواحل استان خوزستان

سعید خدابخش<sup>۱\*</sup>، محمد رضا غریب رضا<sup>۲</sup> و رزیتا عسگری<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. کارشناس ارشد رسوب‌شناسی، بخش حفاظت سواحل، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، تهران

۳. کارشناس ارشد رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

تاریخ دریافت: ۸۶/۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱/۲۰

### چکیده

منطقه ساحلی استان خوزستان به وسعت ۱۳۵۹۸۳۲ هکتار شامل طیف وسیعی از محیط‌های رسوبی ساحلی مانند خور، دلتا و تالاب و محیط‌های خشکی رودخانه‌ای و مخروط افکنه است. در این پژوهش تصاویر ماهواره‌ای TM (۱۹۸۸) و ETM<sup>+</sup> (۲۰۰۰) به منظور شناسایی، تفکیک و پهنه‌بندی محیط‌های رسوبی سواحل آن مورد استفاده قرار گرفته است. روش تحقیق بر اساس تلفیق آنالیز چشمی و رقومی محیط‌های رسوبی ساحلی در محیط GIS بوده است. بر اساس مطالعات انجام شده بارزترین تفکیک محیط‌ها در تصاویر حاصل از ترکیب باندهای ۴۳۲ (TM) و ۴۳۱ (ETM<sup>+</sup>) ایجاد شده‌اند. نقشه‌های پهنه‌بندی نشانگر آن است که بیشترین وسعت منطقه (بیش از ۷۰ درصد) از رخساره‌های دلتایی، تالاب و پهنه‌های جزرومدی پوشیده شده است.

واژه‌های کلیدی: استان خوزستان، تصویر ماهواره‌ای، محیط‌های رسوبی ساحلی.

### مقدمه

رخساره‌های مختلف در حین مطالعات صحرایی به علاوه برداشت مختصات جغرافیایی جهت تعیین نقاط تعلیمی به منظور مطالعات RS در تفکیک محیط‌ها کمک شایانی می‌نماید.

استفاده از داده‌های GIS و RS در تفکیک محیط‌های رسوبی و شواهد ریخت‌شناسی سواحل در سال‌های اخیر به سرعت رو به گسترش است (عسگری گرمی، ۱۳۸۱؛ خسروی، ۱۳۸۲؛ لک، ۱۳۸۲؛ علوی، ۱۳۸۳ و غریب رضا و همکاران، ۱۳۸۴). سواحل استان خوزستان با وسعت ۱۳۵۹۸۳۲ هکتار شامل طیف وسیعی از محیط‌های رسوبی ساحلی همچون خور، دلتا و تالاب و محیط‌های خشکی رودخانه‌ای و مخروط افکنه است. اهمیت این منطقه ایجاب کرده است که محیط‌های رسوبی ساحلی آن جهت مطالعات تکمیلی زمین‌شناسی دریایی و استفاده کاربران در زمینه‌های مختلف ناوبری، صیادی، بازرگانی و نظامی از نتایج شناسایی و پهنه‌بندی گردند. لذا در این پژوهش از تلفیق روش‌های چشمی و رقومی به منظور پردازش تصاویرهای ماهواره‌ای جهت تفکیک محیط‌های رسوبی سواحل این منطقه استفاده شده است.

منطقه ساحلی به عرصه وسیعی از خشکی و دریا گفته می‌شود که در آن فرایندهای با منشأ خشکی و دریایی در تعامل می‌باشند. این منطقه از یک سو در اثر عملکرد پدیده‌های زمین‌شناسی و فرایندهای هیدرودینامیکی و اقلیمی و از سوی دیگر ساخت و سازهای بشری به شدت در حال تغییر می‌باشد. به دلیل پیچیدگی عوامل موثر، تنوع محیط رسوبی در این منطقه قابل توجه است. میزان تعامل مشارکت عوامل موثر در شکل‌گیری رخساره‌ها و واحدهای رسوبی این منطقه را می‌توان در قالب طبقه‌بندی سواحل بر اساس محیط‌های رسوبی ساحلی بیان کرد. الگوها و اهداف متنوعی برای این منظور وجود دارند. طبقه‌بندی سواحل می‌تواند با مطالعات صحرایی، پردازش داده‌های ماهواره‌ای و یا تلفیقی از دو روش صورت گیرد. داده‌های ماهواره‌ای با ویژگی‌های خاص خود مانند چندباندی بودن، در دسترس بودن و پوشش زمینی وسیع برای پدیده‌های بزرگ مقیاس بسیار مناسب است. از طرف دیگر با مطالعات صحرایی می‌توان محدوده محیط‌هایی که به دلیل وسعت کم در برخی داده‌های ماهواره‌ای قابل تفکیک نیستند را تشخیص داد. نمونه برداری از

\*نویسنده مرتبط

## روش مطالعه

این پژوهش با استفاده از پردازش داده‌های TM (۱۹۸۸) ماهواره لندست ۴ و  $ETM^+$  (۲۰۰۰) ماهواره لندست ۷، نقشه‌های موجود، بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و پیمایش‌های صحرائی صورت گرفته است. نقشه‌ها بر اساس تصاویر رنگی مرکب از ترکیب باندهای مختلف ایجاد شده‌اند تفکیک محیط‌های رسوبی بر روی نقشه‌های پلی‌گون بر مبنای تلفیق روش‌های رقومی و چشمی انجام گرفته است.

## نتایج

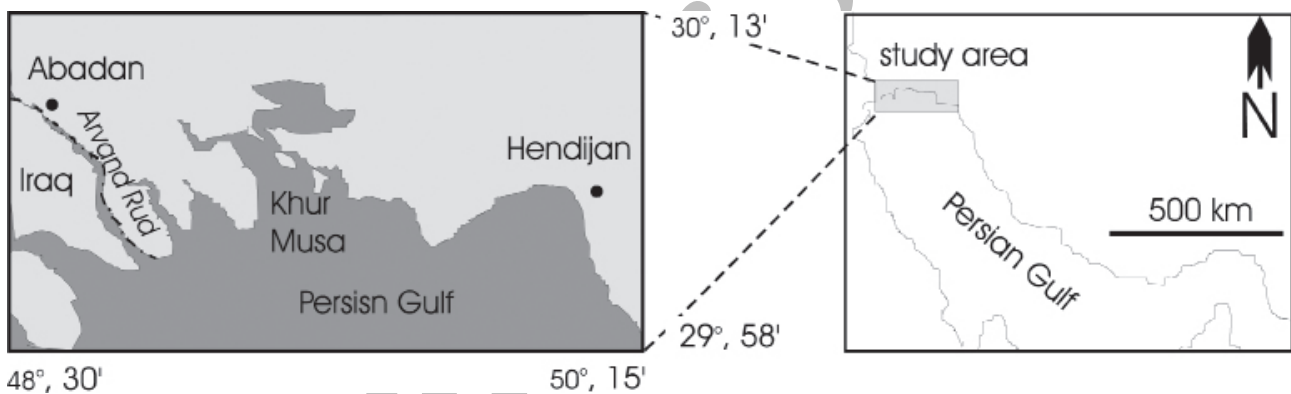
### ۱- قرائت و تبدیل داده‌های رقومی؛ قرائت اطلاعات

رقومی از طریق بازخوانی فایل راهنمای مربوط به ماهواره‌های لندست TM (۱۹۸۸) و  $ETM^+$  (۲۰۰۰) که به ترتیب دارای ۷ و ۸ باند طیفی می‌باشند صورت گرفته است. جداسازی اطلاعات رقومی با استفاده از نرم افزار Ilwis انجام گرفته است. هیچ‌گونه

## موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بین عرض‌های جغرافیایی  $29^{\circ}$  و  $30^{\circ}$  و  $13^{\circ}$  و  $15^{\circ}$  و  $58^{\circ}$  و  $50^{\circ}$  شرقی واقع شده است (شکل ۱). این منطقه بخشی از نواحی ساحلی استان خوزستان به گستره  $1359832$  هکتار را تشکیل می‌دهد. این ناحیه طیف وسیعی از محیط‌های دریایی (استوئر یا خور)، محیط‌های حد واسط (دلتا و تالاب) و محیط‌های خشکی (رودخانه و مخروط افکنه) را نشان می‌دهد.

بخش غربی سواحل منطقه در پلاتفرم عربی و بخش شرقی آن در منطقه زاگرس چین‌خورده واقع شده است (نبوی، ۱۳۵۵). بخش عمده سواحل این منطقه توسط آبرفت‌های عهد حاضر پوشیده شده است و رخنمون محدودی از سازندهای قدیمی تر مرکب از سازندهای ترشیری (آجاجاری، میشان و گچساران) در تاقدیس رگ سفید نمایان می‌باشد که وسعت آجاجاری در این بین بیشتر است. این سازندها در اثر عملکرد چند راندگی در شمال شهرستان هندیجان در شرق منطقه رخنمون یافته‌اند.



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعه

به دلیل نمایش غیر مطلوب عوارض استفاده نشده و به جای آنها تصاویر بی‌شمار دیگری به روش آزمون و خطا ایجاد گردیده‌اند که از بین آنها تصویرهای رنگی از ترکیب باندهای ۴۳۲ TM و باندهای ۴۳۱  $ETM^+$  انتخاب گردیدند.

تطابق هندسی این تصویرها به روش ریاضی با استفاده از نقاط کنترل زمینی انجام گرفت (شکل ۲). برای این کار ۱۵ نقطه زمینی با پراکنش مطلوب در سطح منطقه انتخاب شده‌اند. این نقاط شامل بخش‌هایی از رودخانه زهره و مسیره‌هایی از جاده اهواز-آبادان می‌باشند. برای بالا بردن دقت زمین مرجع‌سازی، نقاطی از نقشه‌های توپوگرافیکی انتخاب و با نقاط معادل در نقشه‌ها تطبیق داده شده‌اند. مختصات نقاط مرجع در سیستم متریک (UTM) وارد منوی مربوطه در نرم افزار Ilwis گردید. در این مرحله کوشش شد که با حداقل RMS (جذر میانگین مربعات

خطای هندسی و رادیومتری در نتایج مشاهده نشده است. جهت تشخیص خطای پراکنش اتمسفری مقدار درجه روشنایی<sup>۱</sup> آب در باند ۷ در نقاط مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. مقدار عددی صفر برای این پارامتر (به جز در مصب رودها) در حد طبیعی مشاهده شد.

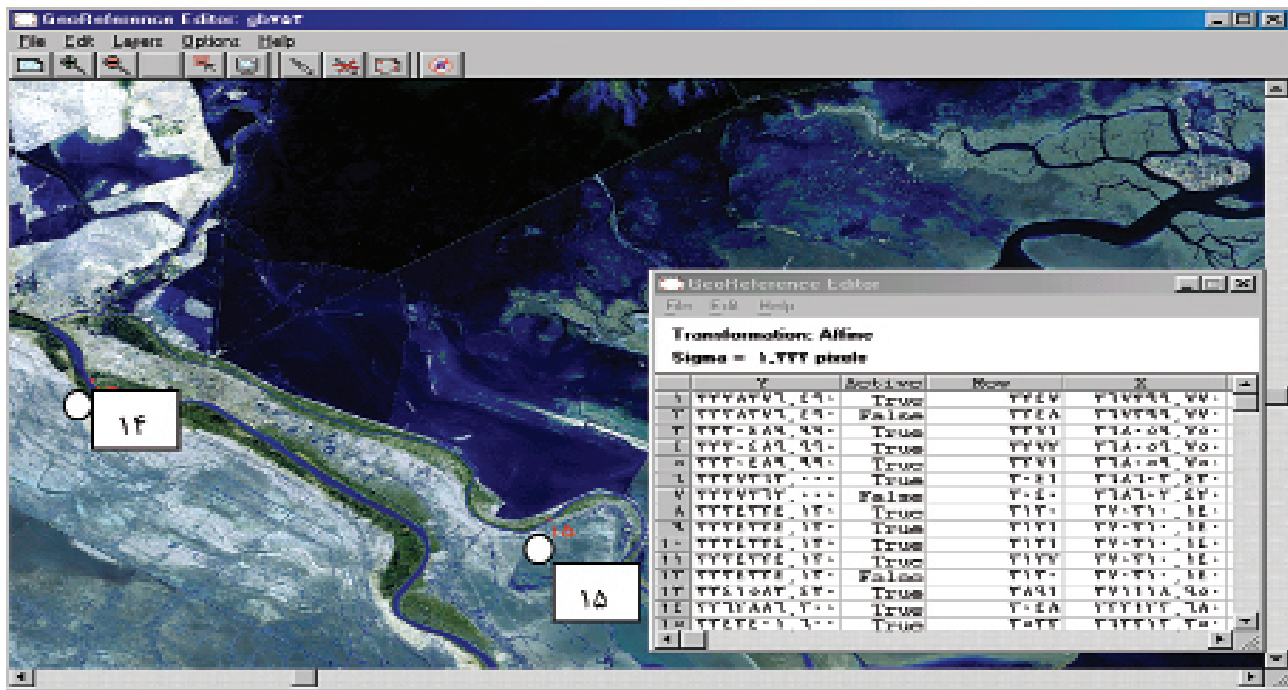
### ۲- ایجاد و پردازش تصاویر رنگی مرکب؛ از جمله

پردازش‌های طیفی انجام شده در این مرحله، ترکیب باندهای طیفی مختلف جهت ایجاد تصویرهای رنگی مرکب<sup>۲</sup> می‌باشد. تصویرهای مورد نظر با استفاده از شاخص  $OIF^3$  از ترکیب با گره‌هایی که کمترین همبستگی در ترکیب سه تایی را دارا می‌باشند ایجاد شده‌اند. از این رو برای ایجاد تصاویر TM ترکیب باندهای ۱-۵-۷ و برای تصاویر  $ETM^+$  ترکیب باندهای ۱-۳-۵ مورد استفاده قرار گرفته است. با این وجود در این مطالعه تصاویر ایجاد شده با این روش

1. Digital Number: DN  
2. Composite Color Map  
3. Optimum Index Factor  
4. Geo reference

نزدیک‌ترین همسایه<sup>۱</sup> حذف گردیدند. با این عمل جهت جغرافیایی تصاویر TM اصلاح گردید (تصویر<sup>+</sup>ETM به صورت استاندارد در جهت شمال قرار گرفت). بارز سازی مکانی<sup>۲</sup> تصاویرها (بوردیک، ۱۳۷۸؛ جهانی و مسگری، ۱۳۸۰؛ خسروی، ۱۳۸۲ و علوی، ۱۳۸۳) توسط فیلترهای بالا گذر و پایین گذر<sup>۳</sup> و روش نسبت‌گیری (باند ۵ بر ۷، باند ۴ بر ۲ و باند ۳ بر ۱) انجام گرفت که هیچ یک کمکی در بهبود جداسازی عوارض نکرد. در مورد دقت نقشه‌های تهیه شده می‌توان اظهار داشت با توجه به قدرت تفکیک ۳۰ متر تصاویر ماهواره لندست می‌توان خطای ذاتی ۳۰ متری

(خطا) و یا به تعبیری انحراف استاندارد نزدیک به صفر برای مختصات، نقشه‌های تهیه شده زمین مرجع‌سازی گردند. نقشه‌های تهیه شده در این پژوهش با حداقل خطا ( $RMS < 1$ ) زمین مرجع‌سازی شده‌اند. از طرف دیگر خطاهای کارشناسی نیز با پیمایش‌های میدانی به حداقل رسیده است. پس از محاسبه معادله انتخابی و حذف نقاطی که موجب بروز خطای بالاتری می‌گشتند، مقدار انحراف معیار معادل ۱/۳۳ پیکسل محاسبه گردید. پس از این مرحله اعوجاجات هندسی تصاویر ناشی از تغییر موقعیت مکانی پیکسل‌ها و درجه روشنایی آنها با نمونه برداری مجدد به روش



شکل ۲- نمایش نحوه تطابق هندسی دو نقطه مرجع در حاشیه جنوبی اروند رود (شماره‌های ۱۴ و ۱۵) در محیط نرم افزار ایلویس

(شکل ۴). پس از تفکیک محیط‌های رسوبی و رفع خطاها در نقشه خطی ایجاد شده محیط‌های رسوبی به صورت نقاط کددار به نقشه اضافه گشته و نقشه پلی گونی منطقه پس از ارزش‌گذاری محدوده‌های ترسیم شده تهیه شده است (عسگری، ۱۳۸۱). با درج داده‌های هر محیط رسوبی در نرم افزار Ilwis مساحت هر واحد محاسبه گردید (جدول ۱). بررسی‌های انجام شده بیانگر آنست که نزدیک به ۶۰ درصد نوار ساحلی منطقه را سواحل اولیه تشکیل می‌دهند، که قسمت اعظم آن از دلتاها تشکیل شده است. نقشه‌های محیط رسوبی تهیه شده نشان‌دهنده آنست که استوئر (خور)، پهنه‌های نمکی، پهنه‌های گلی و پهنه‌های جزر و مدی مهمترین بخش از سواحل ثانویه در منطقه می‌باشند. پهنه‌های نمکی و شوره‌زارها عمدتاً در اطراف خورها که مصب جریان‌های جزر و مدی می‌باشند گسترش یافته‌اند.

در ترسیم عوارض منطقه مورد مطالعه منظور داشت. **۳- استخراج اطلاعات:** تهیه اطلاعات مورد نیاز جهت تفکیک محیط‌های رسوبی براساس تصاویرهای پردازش شده و اطلاعات صحرائی صورت گرفته است. تفکیک و طبقه‌بندی بخش‌های مختلف تصویری به دو روش چشمی و رقومی (نظارت شده و نظارت نشده<sup>۴</sup> انجام می‌پذیرد. طبقه‌بندی رقومی منطقه مطالعه به روش حداقل فاصله<sup>۵</sup> و حداکثر احتمال<sup>۶</sup> (Sabins, 1997 و طباطبایی، ۱۳۷۸) با تفکیک هفت محدوده (پهنه طغیانی، پهنه نمکی، پهنه ساحلی، سبخا، پهنه جزر و مدی، دلتا و آب دریا) انجام گرفته است (شکل ۳). تفکیک سایر محیط‌ها توسط کاربر با توجه به مشاهدات صحرائی و سایر اطلاعات جانبی از طریق تلفیق روش‌های رقومی و چشمی انجام شده است (عسگری گرمی و همکاران؛ ۱۳۸۱)

1. Nearest Neighbor
2. Enhancement
3. High-pass/Low-pass filters

4. Supervised/Unsupervised classification
5. Minimum classification
6. Maximum likelihood classification

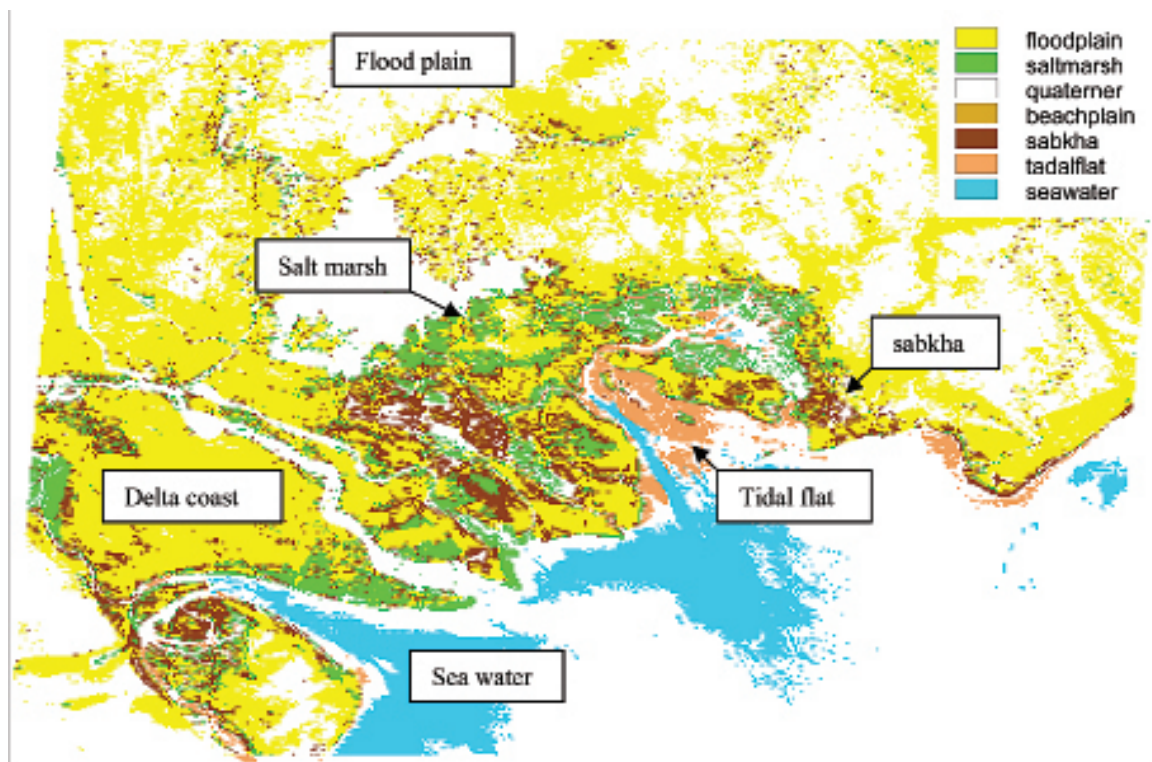
ختم می‌شود. دامنه جزرومدی در این خور و سواحل استان خوزستان دارای بالاترین میزان دامنه جزرومد در کشور هستند به طوریکه حداکثر و متوسط آن به ترتیب در خور موسی ۵/۸ و ۳/۴۱ متر و در دلتای هندیجان ۲/۷ و ۱/۶۷ متر می‌باشد (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۸۱). سرعت جریان‌های جزرومدی در درون خور موسی به ۳ متر بر ثانیه می‌رسد که در محیط دریایی مقابل آن تا دلتای هندیجان به حداکثر ۰/۷ متر در ثانیه در طی مد و ۰/۶۵ متر بر ثانیه در شرایط جزر کاهش می‌یابد. به جز مواقع سیلابی رودخانه‌های کارون، جراحی و زهره، در دیگر فصول و ایام سال این جریان‌های جزرومدی هستند که فرآیندهای فرسایش، انتقال رسوب و رسوب‌گذاری را برعهده دارند. سواحل شرقی دلتای هندیجان علاوه بر جریان‌های جزرومدی در اثر جریان‌های کرانه‌ای حاصل از تفرق امواج از دماغه دلتا دارای ساحلی کشیده به طول ۴۸ کیلومتر در راستای شمال شرق- جنوب غرب شده‌اند. علی‌رغم نقش تعیین‌کننده جریان‌های جزرومدی و کرانه‌ای در توزیع رسوبات، این جریان‌های رودخانه‌ای هستند که نقش تعیین‌کننده‌ای را در ذخیره رسوبی و شکل‌گیری رخساره‌های محیط‌های رسوبی ساحلی ایفا می‌کنند (غریب رضا و همکاران، ۱۳۸۴).

۴- فرایندهای موثر در شکل‌گیری ساحل منطقه؛ ویژگی‌های ریخت‌شناسی کنونی ساحل منطقه مورد مطالعه پس از آخرین بالا آمدن سطح آب دریا در هولوسن شکل گرفته است (Lambech, 1996). شکل‌گیری این منطقه عمدتاً تحت تاثیر جریان‌های جزر و مدی و فرایندهای رودخانه‌ای صورت گرفته است (علوی، ۱۳۸۳). رودخانه‌های مهم منطقه، اروند رود، زهره و جراحی می‌باشند که در اثر عملکرد آن‌ها دو دلتا به ترتیب در غرب و شرق منطقه پدید آمده‌اند. بخش‌هایی از دشت‌های سیلابی این رودخانه‌ها به دلیل اقلیم گرم و خشک منطقه تبدیل به شورزار گشته است. دلتای اروند رود جزو دلتاهای رودخانه غالب و کشیده (پای پرنده‌ای) محسوب می‌گردد که در اثر آورد رسوبات رودخانه‌ای و توزیع غالب آنها توسط رودخانه کارون و شاخه‌های آن، اروند و بهمن‌شیر تشکیل یافته است. دلتای زهره در شرق منطقه مورد مطالعه که از نظر اندازه کوچکتر از دلتای اروندرود است، عمدتاً توسط فرآیندهای رودخانه‌ای و سپس امواج پدید آمده است (عسگری کرمی، ۱۳۸۰).

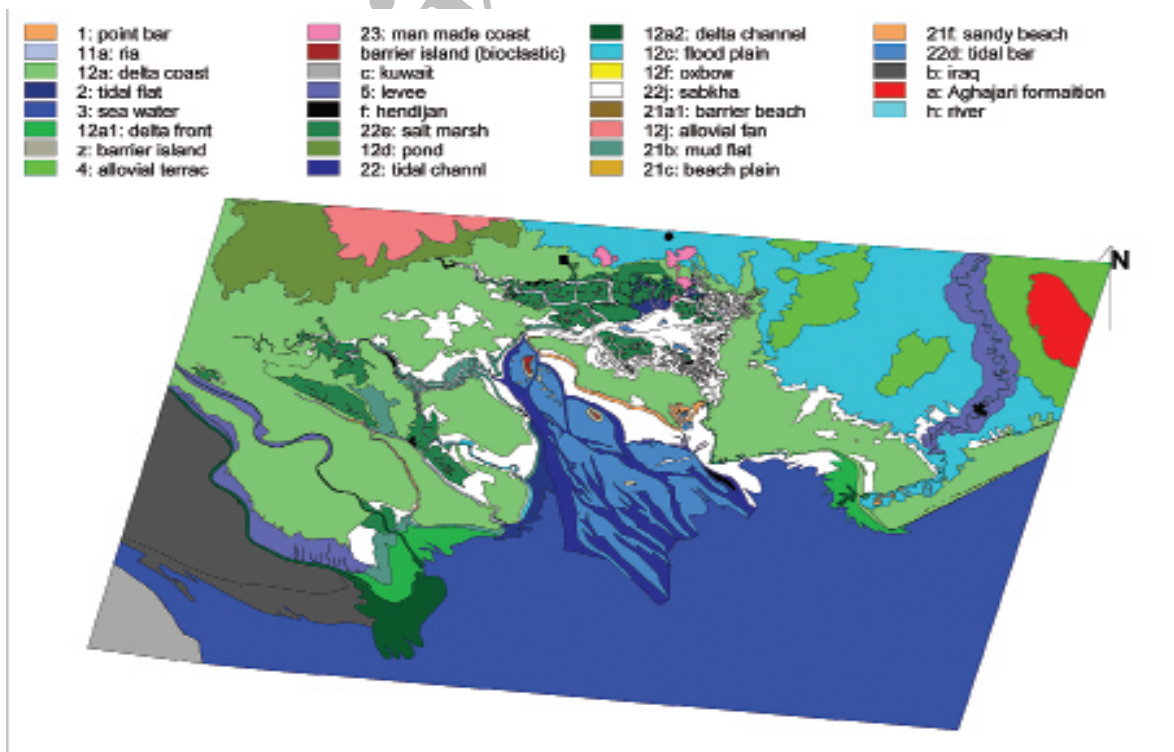
خور موسی از انواع خورهای قیفی شکل<sup>۱</sup> به طول حدود ۶۰ کیلومتر از مجاورت دریا شروع شده و به تالاب شادگان

جدول ۱- مقایسه وسعت و درصد پوشش محیط‌های رسوبی سواحل منطقه مورد مطالعه

سواحل اولیه (حاصل از فرسایش خشکی)	وسعت (Km <sup>۲</sup> )	درصد پوشش
تراس و مخروط آبرفتی	۷۹۶/۵	۱۰/۲۹
رودخانه و دشت آبرفتی	۱۷۳/۱	۲/۲۴
دلتا	۳۵۹۲/۵	۴۶/۴۳
دره‌های رودخانه‌ای مغروق (خوریا استوئر)	۴/۹	۰/۰۶
جمع	۴۵۶۷/۰	۶۰/۰۰
سواحل ثانویه (حاصل از فرایندهای دریایی)	وسعت (Km <sup>۲</sup> )	درصد پوشش
پهنه جزر و مدی و گلی، کانال جزر و مدی	۵۲۳/۰	۶/۷۶
زبان و پشته ماسه‌ای	۳۶/۴	۰/۰۴۷
سبخا و شورزار	.....	.....
مرداب - تالاب	۱۴۸۹/۶	۱۹/۲۵
جمع	۲۰۸۹/۳	۲۷/۰۰
سایر مناطق	وسعت (Km <sup>۲</sup> )	درصد پوشش
بلندی‌ها و ارتفاعات	۱۰۱۱/۲	۱۳/۰۷
شهرها و سواحل ساخت بشر	۸۹/۹	۱/۲۸
جزایر منفرد	۱۱/۷	۰/۱۵
جمع	۱۱۱۲/۸	۱۴/۰۰



شکل ۳- تفکیک محیط‌های ساحلی منطقه با روش‌های رقومی



شکل ۴- نقشه تفکیک و طبقه‌بندی محیط‌های ساحلی منطقه مطالعه، (تفکیک با تلفیق روش‌های رقومی و چشمی صورت گرفته است).

نوری عوارض به صورت خودکار توسط نرم‌افزار صورت می‌گیرد. در صورتی که برخی رخساره‌ها با ویژگی‌های متفاوت رسوبی ممکن است بازتاب یکسانی در تصاویر داشته باشند و یک رخساره در نظر گرفته شوند.

تفکیک محدوده‌ها در روش‌های چشمی با اطلاعات اولیه حاصل از شناسایی صحرائی به سادگی انجام می‌شوند. در صورتی که در روش‌های رقومی این کار با تعریف نقاط تعلیمی و سپس تفکیک خودکار توسط نرم‌افزار انجام می‌پذیرد که نیاز به صرف زمان بیشتری دارد. لذا پس از تفکیک اولیه با روش RS، قضاوت کارشناسی در حذف و اضافه نمودن محدوده‌های متناسب با برداشت‌های صحرائی انجام شده است. به این ترتیب با استفاده توأم از روش‌های رقومی و چشمی و نیز استفاده از هر دو تصویر TM و ETM<sup>+</sup>، اهداف تحقیق که روش سریع و مطمئن در شناسایی و پهنه‌بندی محیط‌های رسوبی ساحلی است، حاصل گشته است.

تفکیک پلی‌گون‌های متفرقه<sup>۱</sup> در تصاویرها که موجب افزایش حجم فایل نیز می‌گردند مستلزم صرف زمان زیادی می‌باشد، در صورتی که این گونه پلی‌گون‌ها در تفکیک کارشناسانه (چشمی) در نظر گرفته نمی‌شوند.

پس از تفکیک واحدهای رسوبی منطقه مورد مطالعه مشخص شده است که نزدیک به ۶۰ درصد نوار سواحلی منطقه را سواحل اولیه (دلتا، پهنه‌های طغیانی رودخانه و تراس آبرفتی) تشکیل می‌دهند. در مقابل، استوئر (خور)، پهنه‌های نمکی، پهنه‌های گلی و پهنه‌های جزر و مدی مهمترین بخش سواحل ثانویه در منطقه را تشکیل می‌دهد.

## منابع

- بوردیک، ه. ۱۳۷۸. تصویر سازی رقومی، تئوری‌ها و کاربرد. ترجمه اسلامی راد، ع. و ناظمی، س.م. سازمان نقشه‌برداری کشور، ۳۱۷.
- جهانی، ع. و مسگری، س. ۱۳۸۰. GIS به زبان ساده. انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، ۱۲۳.
- مسگری گرمی، ر.، غریب رضا، م.ع.، خدابخش، س. و کرمی خانیکی، ع. ۱۳۸۱. طبقه‌بندی سواحل استان خوزستان به روش شپارد. مجموعه مقالات بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین، ۲۳۵-۲۳۶.
- غریب رضا، م. ر. ۱۳۸۴. فرسایش و رسوب‌گذاری در خور بندر ریگ استان بوشهر. مجله علوم پایه دانشگاه بوعلی سینا، ۲(۱)، ۲۳-۳۶.
- غریب رضا، م. ر.، کرمی خانیکی، ع. و آق تومان، پ. ۱۳۸۴. بررسی اثر عملیات بازیافت اراضی دلتایی بر فرآیندهای هیدرودینامیک و رسوب، مطالعه موردی دلتای

بیشتر جریان‌های دریایی منطقه ناشی از جزر و مد می‌باشند. جهت جریان مد در روند غربی- شمال غربی و جهت جریان جزر در خلاف این جهت می‌باشد (سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۸۱). جریان‌های غیر جزر و مدی (ناشی از باد) که در راستای شرق به غرب جریان دارند (علیچانی، ۱۳۷۶) عمدتاً در شکل‌گیری مناطق شرقی محدوده مطالعاتی موثر می‌باشند (خدابخش و همکاران، ۱۳۸۳). از سوی دیگر عملکرد جریان‌های جزرومدی موجب تشکیل خورهای وسیعی گشته است (علوی، ۱۳۸۳) که درون و یا بین آنها محیط‌هایی مانند کانال‌های جزر و مدی با پهنه‌های جزر و مدی و مرداب‌های شور دیده می‌شوند. بیشترین بخش پهنه‌های جزر و مدی در منطقه را رسوبات گلی تشکیل می‌دهد.

## بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تفکیک و طبقه‌بندی محیط‌های سواحل استان خوزستان انجام شده است. بررسی‌های انجام شده بیانگر آنست که روش چشمی در کنار روش رقومی نقش بسیار مهمی در پردازش و استخراج اطلاعات ایفا می‌نماید. علت این موضوع تفکیک دقیق‌تر واحدها با توجه به مشاهدات صحرائی و تفسیر کارشناسی کاربر می‌باشد. نتایج حاصله از این پژوهش حاکی از آنست که گاهی روش‌های رقومی علیرغم سرعت انجام مراحل تفکیک و طبقه‌بندی محیط‌ها، پرخطا می‌باشند. در چنین مواردی گاهی زمان صرف شده برای رفع خطاهای ایجاد شده بیش از زمان لازم برای تفسیر چشمی و کارشناسانه است و در بیشتر موارد اعمال تفسیر چشمی در تصاویر نهایی اجتناب ناپذیر است. به عنوان مثال علیرغم این که عرصه‌هایی چون پهنه‌های جزر و مدی، سبخا و تپه‌های ماسه‌ای توسط روش‌های رقومی قابل تفکیک بودند، لیکن در این پژوهش مرز دقیق آنها با بازنگری کارشناسانه کاربر انجام گرفته است. همچنین در روش رقومی، مناطقی از تصویر در بیش از یک رده قرار می‌گرفتند و یا تفکیک عرصه‌های دریا از عرصه‌هایی از آبگیرهای درون خشکی با این روش امکان پذیر نبود. به نظر می‌رسد تفکیک روش‌های رقومی معمولاً برای مناطقی کارایی دارد که تعداد رده‌ها محدود باشد. محدودیت روش طبقه‌بندی بکار گرفته شده در این پژوهش (با استفاده از روش نمونه‌برداری) ناشی از تشابه درجه روشنایی محیط‌های مختلف در تصاویرها می‌باشد که نیاز به تفکیک چشمی توسط کاربر را اجتناب ناپذیر می‌سازد. در نتیجه، دلایل کاربرد روش ترکیبی (استفاده توأم از روش‌های چشمی و رقومی) در این پژوهش را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

تفکیک محدوده‌ها در روش‌های رقومی بر اساس بازتاب

کریمی خانیکی، ع.، ۱۳۸۱. طبقه‌بندی سواحل استان خوزستان به روش شپارد. مجموعه مقالات بیست و یکمین گرد همایی علوم زمین، ۶-۲۳۵.

- علیجانی، ب.، ۱۳۷۶. آب و هوای ایران (رشته جغرافیا)، دانشگاه پیام نور.

- علوی، س.ن.، ۱۳۸۳. آشکارسازی تغییرات ژئومورفولوژیکی و کاربردی اراضی خورموسی (بندر امام خمینی ماه شهر) با استفاده از GIS و RS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، ۱۷۳.

- لک، ر.، ۱۳۸۲. بررسی زمین شناسی دریایی و تغییرات زون ساحلی و نزدیک به ساحل در بخش جنوب شرق و شرق دریای خزر با کمک داده‌های ماهواره‌ای تکراری. چکیده مقالات بیست و دومین گرد همایی علوم زمین، ۴۷۲-۴۷۳.

- نبوی، م.ح.، ۱۳۵۵. دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

-Lambech, k., 1996. Shoreline Reconstructions the Persian Gulf since the Last Glacial Maximum. Elsevier Ltd.

-Sabins, F., 1997. Remote Sensing Principles and Interpretation. Butterworth-Heinemann.

-Shepard, F. P., 1977. Coastal Classification and Morphology. Internet site :www.usace.army

رودخانه زهره. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، بخش تحقیقات حفاظت سواحل، گزارش ۲۰۰/۸۴.

- خدابخش، س.، عسگری، ر.، غریب رضا، م. ر.، کریمی خانیکی، ع. و رفیعی، ب.، ۱۳۸۳. شناسایی مناطق فرسایش‌پذیر و رسوب‌گذاری استان خوزستان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای. مجله علوم پایه دانشگاه بوعلی سینا، ۲۹-۳۹.

- خسروی، ش.، ۱۳۸۲. آشکارسازی تغییرات محیط‌های ساحلی شمال شرق خلیج فارس (هندیجان) با استفاده از روش منطق فازی و تکنیک‌های GIS و RS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۸.

- سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۸۱. جداول پیش‌بینی جزر و مد بنادر و جزایر کشور، مدیریت آب‌نگاری و نقشه‌برداری مناطق ساحلی، ۱۳۸۰-۱۳۸۱.

- طباطبایی، س. م. ر.، ۱۳۷۸. بررسی روند تغییرات بیابان‌زدایی در استان خوزستان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

- عسگری کریمی، ر.، ۱۳۸۱. طبقه‌بندی سواحل استان خوزستان از نظر فرسایش و رسوب‌گذاری با داده‌های GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا، ۱۶۳.

- عسگری کریمی، ر.، غریب رضا، م. ع.، خدابخش، س. و