



## ارزیابی استفاده از شاخص بهینه و MNDWI در بررسی تغییرات خط ساحلی شمال خلیج فارس (منطقه مورد مطالعه: دیر)

مریم رزمی<sup>۱</sup>، حسین محمد عسگری<sup>۲\*</sup>، علی دادالهی سهراب<sup>۳</sup>، سید محمدجعفر ناظم‌السادات<sup>۴</sup>، سید حسین خزاعی<sup>۵</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست دریا، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۳. دانشیار دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۴. استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
۵. مربی دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

### مشخصات مقاله

### چکیده

پیشینه مقاله:  
دریافت: ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۵  
پذیرش: ۹ بهمن ۱۳۹۵  
دسترسی اینترنتی: ۱۰ خرداد ۱۳۹۶

### واژه‌های کلیدی:

شاخص بهینه  
شاخص MNDWI  
تغییرات خط ساحلی  
سواحل بندر دیر

هدف از انجام این پژوهش ارزیابی استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در تشخیص تغییرات خطوط ساحلی و ارزیابی استفاده از شاخص بهینه و MNDWI در بررسی تغییرات خط ساحلی شهرستان دیر است. در این پژوهش از تصویر ماهواره لندست، سنجنده OLI، شاخص بهینه و MNDWI استفاده گردید. برای ارزیابی شاخص‌های تغییرات خط ساحلی در منطقه مورد مطالعه، ۸ نقطه در طول خط ساحلی شهرستان دیر با توجه به دسترسی به ساحل، در تاریخ ۲۴ آوریل ۲۰۱۵، هم‌زمان با گذر ماهواره لندست برداشت گردید. با شاخص OIF با انحراف معیار و ضریب همبستگی، میزان همبستگی بین باندها تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهد که با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه ساحلی است و تصاویر ماهواره‌ای شامل محیط آبی و خشکی می‌باشند، بیشترین مقدار OIF برای سنجنده OLI ترکیب RGB 156 است. الگوریتم MNDWI که ترکیبی از باندهای سبز و مادون قرمز میانی است، برای استخراج مرز بین زمین و آب استفاده گردید. میانگین فاصله خط مبنا با مرز استخراج شده از شاخص بهینه ۳۴۰ متر و میانگین فاصله خط مبنا تا مرز استخراج شده از شاخص MNDWI ۶۴/۲۸ متر به دست آمده است. نتایج نشان داد برای بررسی تغییرات خط ساحلی شهرستان دیر، دقت شاخص MNDWI از شاخص بهینه بیشتر است.

\*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: [hmasgari01@gmail.com](mailto:hmasgari01@gmail.com)

ماهواره‌ای را می‌توان هم به صورت رقومی و هم از طریق تفسیر چشمی تصاویر، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد در هر صورت، برای استفاده مطلوب از داده‌های چند طیفی، لازم است تا بهترین ترکیب بانندی که دارای بیشترین اطلاعات هستند، مشخص گردد (۵). همچنین شاخص MNDWI ترکیبی از باندهای سبز و مادون قرمز میانی است که برای استخراج مرز بین زمین و آب مناسب است. مطالعه تغییرات خط ساحلی و تغییرات ارتفاعی سطح آب که ناشی از عوامل انسانی و طبیعی و تأثیر متقابل آن‌ها است، در زمینه مدیریت نواحی ساحلی بسیار حائز اهمیت است (۱۶). از سال ۱۸۰۷ تا سال ۱۹۲۷، همه نقشه‌های تغییرات خط ساحلی از طریق برداشت زمینی تهیه شده است. طی سال‌های ۱۹۲۷ تا ۱۹۸۰، عکس‌های هوایی منبعی ویژه برای تهیه نقشه خط ساحلی به شمار می‌رفتند. زیاد بودن تعداد عکس‌های هوایی حتی در مقیاس منطقه‌ای، هزینه زیاد، زمان‌بر بودن جمع‌آوری، تصحیح، تحلیل، انتقال اطلاعات از عکس‌ها به نقشه و سیاه و سفید بودن این عکس‌ها، از جمله محدودیت‌های استفاده از عکس‌های هوایی به شمار می‌رود (۲۰). با ورود تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به عرصه، این پژوهش‌ها با دقت خیلی بالا، پوشش مکانی و زمانی زیاد، خروجی‌های دقیق و قابل فهم انجام می‌شوند.

احمدی و همکاران (۱) به پایش تغییرات خط ساحلی شهرستان دیر، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، سنجنده ETM، TM و ETM<sup>+</sup> سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۶ پرداختند. آن‌ها جهت بررسی و تعیین تغییرات مکانی خط ساحلی منطقه مورد مطالعه از ۵۰ نقطه با فاصله‌های برابر (۳۰۰۰ متر) استفاده کردند. تغییرات مکانی خط ساحلی در این ۵۰ نقطه به گونه‌ای است که محدوده مطالعاتی از سال ۱۹۸۷ به سال ۲۰۰۰ و از سال ۲۰۰۰ به ۲۰۰۶، شاهد پیشروی آب دریا به سمت خشکی و کاهش محدوده ساحلی در تمام نقاط مواجهه بوده است. قوش و همکاران (۱۶) به منظور پایش خطوط ساحلی جزیره هاتیا (Hatiya) در بنگلادش، از تکنیک سنجنش از راه دور و

محیط‌های ساحلی از حساس‌ترین سیستم‌های محیطی به شمار می‌روند (۱۱) این محیط‌ها دارای ویژگی‌های بسیار متفاوتی از دیگر نواحی زمین هستند، این نوارها از سده شانزدهم با آغاز انقلاب دریانوردی، آرام آرام به کانون و هسته سیستم نوین جهانی تبدیل شدند (۱۳). تا آغاز سال ۲۰۱۰ میلادی حدود ۵۵ درصد جمعیت جهان در ۱۰۰ کیلومتری ساحل زندگی می‌کردند (۶). مناطق ساحلی به دلیل دارا بودن اکوسیستم‌های حساس و مولد از اهمیت و ارزش بالایی برخوردارند (۸). سواحل در اکثر نقاط جهان به صورت نهشت‌های رسوبی ناشی از امواج و جریانات با نیمرخ‌های متفاوت در فصل مشترک آب و هوا و خشکی ایجاد می‌شوند و نقش حمایت‌کننده‌ای در قبال اراضی پشت ساحل ایفا می‌کنند (۱۰) مهم‌ترین پارامترهایی که در سواحل از اهمیت زیادی برخوردارند، شیب پس‌کرانه و پیش‌کرانه است (۷). همچنین مسائل جدیدی مانند تغییرات دوره‌ای آب و هوای کره زمین و در نتیجه تغییرات سطح آب دریا، حرکات آب دریا و نقش آن در بهره‌برداری ساحلی، نقل و انتقالات رسوب در امتداد خط ساحلی و پهنه ساحلی تحت تأثیر فرآیندهای فرسایش، جابجایی و تغییر مسیر رودخانه‌ها در سطح جلگه و نظایر آن، همه مسائلی هستند که مطالعات گسترده‌ای را در زمینه تغییرات دوره‌ای خطوط ساحلی توجیه می‌نمایند (۱۸ و ۱۹). بی‌توجهی به رفتار خط ساحلی و تغییرات آن در بعضی موارد موجب بروز مشکلاتی برای تأسیسات ساحلی می‌شود. با توجه به وجود سواحل طویل در ایران و افزایش فعالیت‌های عمرانی و مهندسی در نواحی ساحلی و موجود نبودن داده‌های کافی، عملی ساختن تحقیقات و بررسی‌ها در مورد خطوط ساحلی کشورمان امری ضروری به نظر می‌رسد (۲).

برای مطالعه خط ساحلی ابتدا باید خط ساحل را که مرز مشترک بین آب و زمین است تفکیک نمود. در این پژوهش برای تفکیک مرز بین آب و خشکی از شاخص بهینه و شاخص MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) استفاده گردید. داده‌های حاصل از سنجنده‌های

ساحلی شهرستان دیر است.

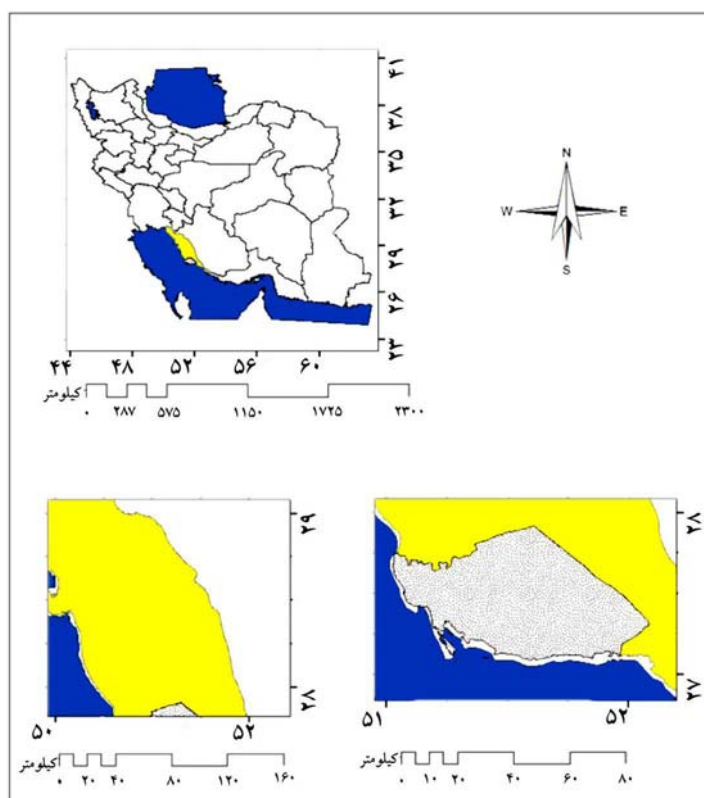
## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

خلیج فارس مانند دالانی است که بین  $24^{\circ} 30'$  عرض شمالی و  $48^{\circ} 50'$  طول شرقی واقع شده است (۹). حدود آن از شمال و شمال شرقی به سواحل ایران، از شرق به خلیج عمان، از جنوب و غرب به شبه‌جزیره عربستان محدود است. در استان بوشهر از لحاظ ساختاری ۲ نوع اصلی ساحل مشاهده می‌شود؛ سواحل از نوع نرم (ماسه‌ای و گلی ماسه‌ای)، سواحل با بستر سخت (صخره‌ای) (۳). استان بوشهر بیش از ۶۰۰ کیلومتر خط ساحلی دارد. شهرستان دیر یکی از ۹ شهرستان استان بوشهر است و در محدوده مختصات جغرافیایی  $47^{\circ} 49'$  تا  $51^{\circ} 50'$  طول شرقی و  $27^{\circ} 50'$  تا  $28^{\circ} 20'$  عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و شاخص نرمال شده MNDWI، بر روی تصاویر ماهواره لندست سنجنده TM و ETM، سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که فرسایش شدید در بخش‌های شمالی و غربی جزیره از طریق رسوب‌گذاری ایجاد شده‌اند. نیا و همکاران (۲۱) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM و ETM<sup>+</sup> سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ و روش آستانه هیستوگرام و نسبت باندها تغییرات خط ساحلی منطقه پارس جنوبی را محاسبه کردند. تغییرات در منطقه پارس جنوبی دائمی است، باین‌حال خط ساحلی به طور قابل توجهی از سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۰۵ تغییر یافته است که این تغییرات به عنوان یک نتیجه از توسعه پارس جنوبی به حساب می‌آید.

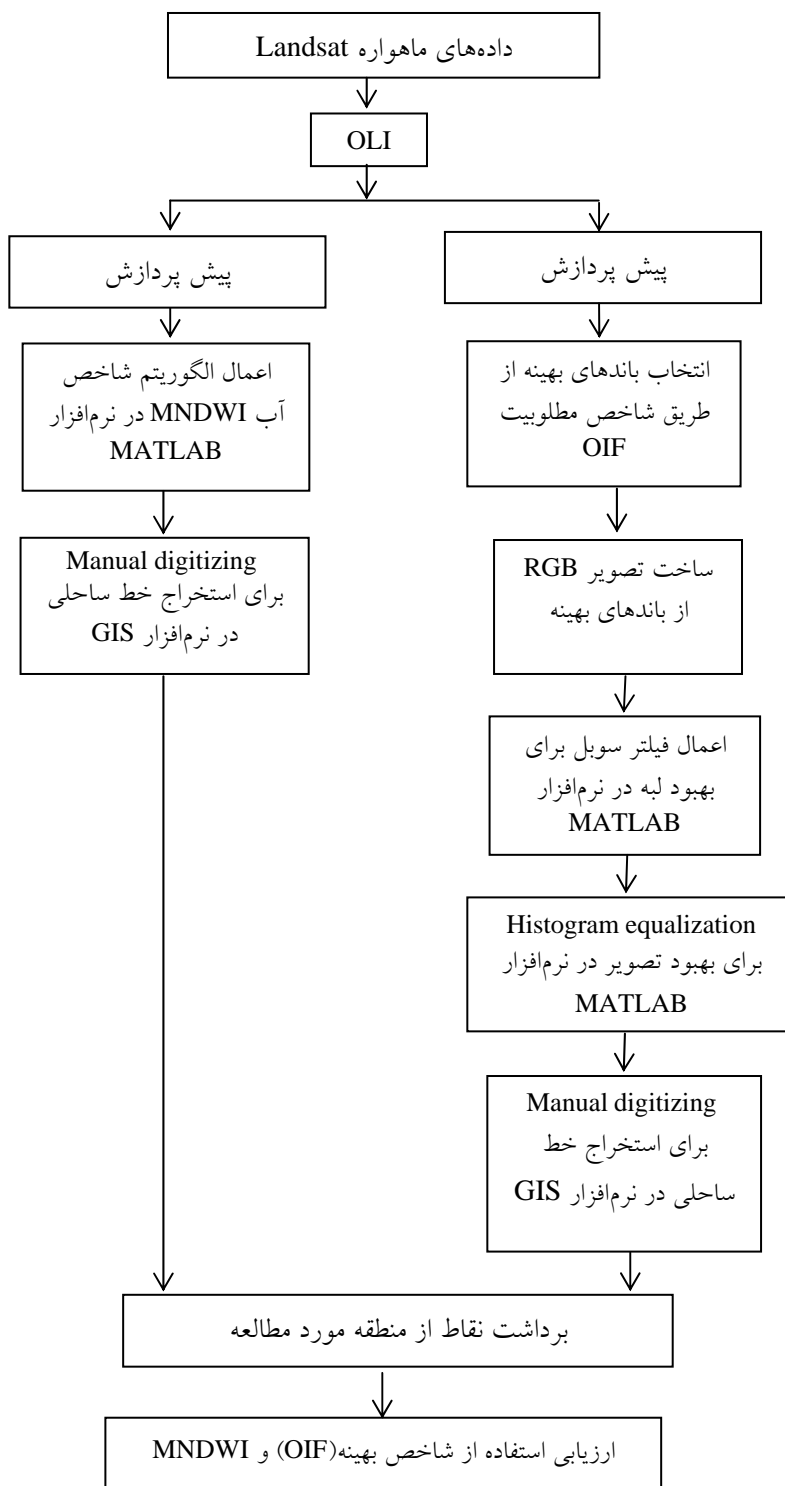
هدف از انجام این پژوهش ارزیابی استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در تشخیص تغییرات خطوط ساحلی و ارزیابی استفاده از شاخص بهینه و MNDWI در بررسی تغییرات خط



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

دارد و سواحل این منطقه ماسه‌ای با شیب کم است. شکل ۲ مراحل انجام روش کار را نشان می‌دهد.

این شهرستان در منطقه جلگه‌ای ساحلی قرار گرفته و ادامه رشته‌کوه‌های زاگرس در شمال شرقی شهرستان دیر قرار دارد (۱). شهرستان دیر خط ساحلی طولی با خلیج فارس



شکل ۲. فلوجارت استخراج خطوط ساحلی از تصاویر ماهواره‌ای

## تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده

در این پژوهش از تصویر ماهواره لندست سنجنده OLI سال ۲۰۱۵ میلادی استفاده گردید. تصاویر ماهواره‌ای با دقت متوسط ۳۰ متر، دقت مکانی کافی برای نمایش کلی خطوط ساحلی پویا را فراهم می‌کنند (۲۲). سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی نقش مهمی جهت کسب داده‌های فضایی به لحاظ اقتصادی بازی می‌کنند (۱۲) تصاویر ماهواره‌ای جهت تفسیر، ساده و به آسانی قابل حصول هستند، بعلاوه، جذب طول موج مادون قرمز توسط آب و قابلیت بازتاب قوی آن توسط پوشش گیاهی و خاک، این تصاویر را به ترکیب ایده‌آلی جهت تهیه نقشه توزیع فضایی زمین و آب تبدیل کرده است. این مشخصه‌های آب، پوشش گیاهی و خاک امکان استفاده از تصاویری را که حاوی باندهای مرئی و مادون قرمز بوده جهت تهیه نقشه خط ساحلی فراهم می‌سازد (۱۵).

## شاخص‌های بررسی تغییرات خط ساحلی

شاخص بهینه انتخاب باندهای بهینه از طریق شاخص مطلوبیت OIF جهت یافتن تغییرات خط ساحلی ابتدا باندهایی که کمترین همبستگی را با یکدیگر دارند برای بهتر نشان دادن مرز بین خشکی و دریا مشخص گردید. برای تعیین ترکیبات ۳ باندی با کمترین همبستگی، از رابطه ۱ استفاده شد.

$$\binom{n}{3} = \frac{n!}{3!(n-3)!} \quad [1]$$

سپس، فاکتور OIF که از رابطه ۲ بدست می‌آید، برای ترکیب ۳ باندی تعیین شده که کمترین همبستگی با یکدیگر دارند، اعمال گردید.

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 Abs(r_j)} \quad [2]$$

در این رابطه؛  $S_k$  انحراف معیار باند  $k$  ام،  $r_j$  مقدار ضریب همبستگی بین هر دو باند است. رابطه ۳ برای سه باند، جهت بدست آوردن تصویر رنگی استفاده شد.

$$OIF = \frac{Std(b_i) + Std(b_j) + Std(b_k)}{|\text{cor}(b_i, b_j)| + |\text{cor}(b_j, b_k)| + |\text{cor}(b_i, b_k)|} \quad [3]$$

در این رابطه هرچه مقدار شاخص OIF بیشتر باشد، اطلاعات بیشتری در ترکیب به دست آمده از آن ۳ باند در اختیار ما قرار می‌گیرد و مرز خشکی و دریا بهتر نشان داده می‌شوند.

## تشخیص لبه با استفاده از عملگر غیرخطی سوبل در

مرحله بعد جهت بهبود کیفیت لبه ساحلی از فیلتر کردن استفاده گردید. فرکانس مکانی (Spatial frequency)، میزان تغییر در مقدار پیکسل در واحد فاصله است. پارامتر فرکانس مکانی یکی از ویژگی‌های تصاویر رقمی محسوب می‌شود. در تصویر اگر تغییر مقادیر پیکسل‌ها کم باشد، تصویر دارای فرکانس پایین و اگر تغییر مقادیر پیکسل‌ها زیاد باشد، تصویر دارای فرکانس بالا است. پس از این‌که ترکیب باندی مناسب برای تفکیک مرز آب و خشکی که کمترین همبستگی با یکدیگر دارند مشخص شد، از فیلتر بالاگذر سوبل برای بهتر نشان دادن مرز بین خشکی و آب استفاده گردید (رابطه ۴).

$$\text{sobel}_{\text{out}} = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad [4]$$

$$X = (BV_3 + 2BV_6 + BV_9) - (BV_1 + 2BV_4 + BV_7)$$

$$Y = (BV_1 + 2BV_2 + BV_3) - (BV_7 + 2BV_8 + BV_9)$$

با استفاده از نرم‌افزار MATLAB®2013 طبق رابطه ۵ فیلتر بالاگذر Sobel با نقاب ۳×۳ بر روی تصاویر اعمال گردید.

```
clc
clear
i = imread('Band.TIF');
m = imread('Band.TIF');
n = imread('Band.TIF');
RGB = cat(3, i, m, n);
figure, imshow(RGB, [ ]);
sobel = fspecial('sobel');
filter = imfilter(RGB, sobel);
figure, imshow(filter, [ ]);
```

عملکرد این فیلتر به گونه‌ای است که در همسایگی ۳×۳ در اطراف هر پیکسل این نقاب در مقادیر درجه خاکستری پیکسل‌های تصویر ضرب شده و مقادیر بدست آمده با یکدیگر جمع و در نهایت مقدار جدید برای پیکسل مربوطه بدست

مفید باشد. باند مادون قرمز میانی ( $1/70 - 1/60 \mu m$ ) مغایرت قوی بین ویژگی‌های زمین و آب با توجه به درجه بالایی از جذب توسط آب و بازتاب قوی توسط زمین را در این محدوده نشان می‌دهد؛ بنابراین، الگوریتم MNDWI که ترکیبی از باندهای سبز (Green) و مادون قرمز میانی (Mid-infrared) است، برای تبعیض بین زمین و آب ایده‌آل است و از رابطه ۶ محاسبه می‌شود (۱۶).

$$MNDWI = (Green - Mir)/(Green + Mir) \quad [6]$$

#### استخراج خطوط ساحلی بعد از اعمال شاخص‌های

تفکیک آب از خشکی، رقومی کردن خطوط ساحلی در نرم‌افزار ArcGIS<sup>®</sup> 10.2 بصورت دستی و با دقت بالا انجام گرفت.

#### برداشت نقاط به منظور ارزیابی شاخص بهینه و شاخص

MNDWI ۸ نقطه در طول خط ساحلی منطقه، در تاریخ ۲۴ آوریل ۲۰۱۵، همزمان با گذر ماهواره لندست، از بالاترین قسمت جزر و مدی با استفاده از دستگاه GPS - Garmin eTrex Vista CX برداشت گردید. پراکنندگی نقاط برداشت شده بر اساس سهولت دسترسی به ساحل در طول خط ساحلی شهرستان دیر است. موقعیت جغرافیایی نقاط برداشت شده در شکل ۳ و جدول ۱ نشان داده شده است.

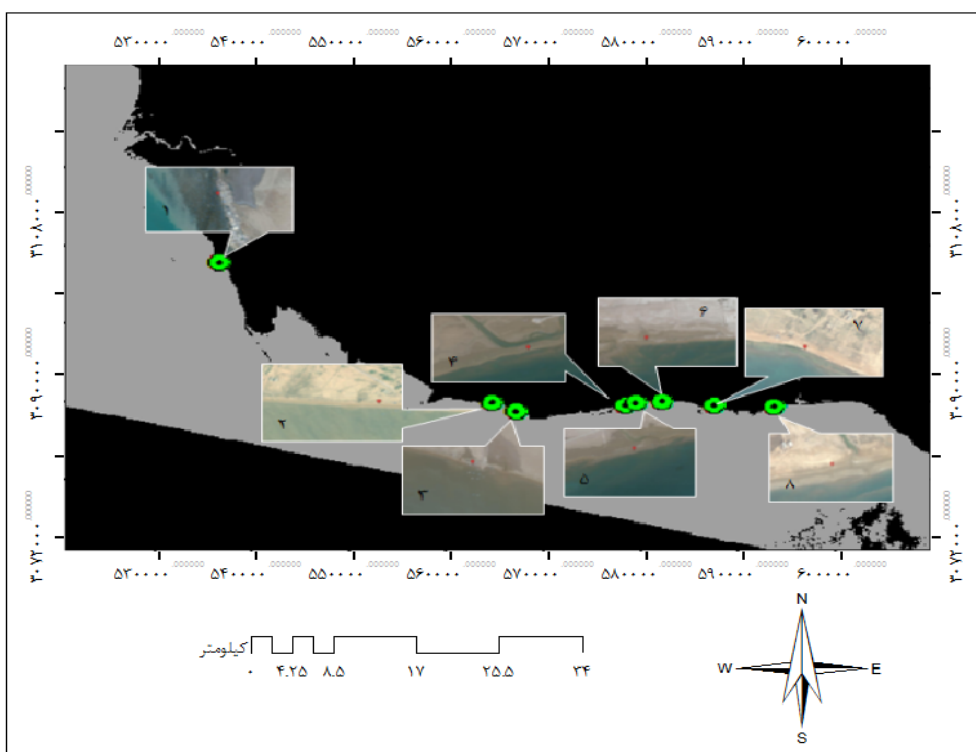
می‌آید. سپس با ضرب آن در  $\frac{1}{8}$  (جهت بدست آوردن مقدار صحیح مشتق) آن‌ها با هم ترکیب می‌شوند. برای به دست آوردن مقدار بعدی گرادیان این نقاب‌ها به محل پیکسل بعدی جابجا می‌شوند و روال قبل تکرار می‌شود. پس از اجرای روال فوق برای تمام نقاط تصویر، یک تصویر گرادیان با همان ابعاد تصویر اولیه به دست می‌آید (۱۷).

Histogram equalization برای بهبود تصویر در نرم‌افزار

MATLAB به منظور افزایش وضوح کامل لبه مرز ساحلی، عملیات یکسان‌سازی هیستوگرام با نرم‌افزار متلب انجام گرفت (۴). در نهایت با استفاده از تصویر رنگی ایجاد شده که شامل سه باند رنگی به صورت RGB است خروجی با فرمت TIFF حاصل گردید. Manual digitizing استخراج خط ساحلی بعد از اعمال شاخص بهینه، تفکیک آب از خشکی، رقومی کردن خطوط ساحلی در نرم‌افزار ArcGIS<sup>®</sup> 10.2 به صورت دستی و با دقت بالا انجام گرفت.

#### شاخص MNDWI در این مطالعه برای تفکیک مرز آب

و خشکی از شاخص MNDWI استفاده شد. این شاخص از ترکیب باندهای سبز (Green) و مادون قرمز میانی (Mid-infrared) ایجاد شده است. باند سبز ( $0/52 - 0/6 \mu m$ ) حساس به تفاوت کدورت آب و رسوب و توده آلودگی است چراکه اوج بازتاب سبز از سطح برگ را پوشش می‌دهد که می‌تواند برای تشخیص طبقات گسترده‌ای از پوشش گیاهی



شکل ۳. موقعیت نقاط برداشت شده

جدول ۱. مختصات جغرافیایی نقاط برداشت شده

سیستم مختصات	شماره نقاط	
۲۸° ۰۰' ۲۵" N	۵۱° ۲۲' ۲۵" E	۱
۲۷° ۵۰' ۳۵" N	۵۱° ۳۹' ۳۰" E	۲
۲۷° ۴۹' ۵۵" N	۵۱° ۴۰' ۵۸" E	۳
۲۷° ۵۰' ۱۸" N	۵۱° ۴۷' ۴۸" E	۴
۲۷° ۵۰' ۳۰" N	۵۱° ۴۸' ۲۶" E	۵
۲۷° ۵۰' ۳۷" N	۵۱° ۵۰' ۰۹" E	۶
۲۷° ۵۰' ۱۷" N	۵۱° ۵۳' ۲۲" E	۷
۲۷° ۵۰' ۱۴" N	۵۱° ۵۷' ۰۷" E	۸

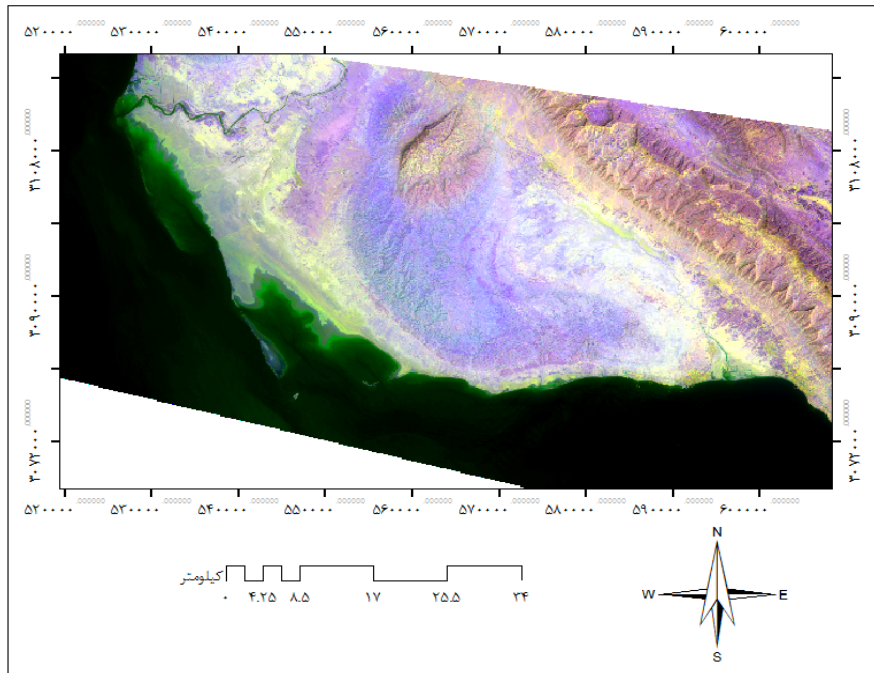
## نتایج و بحث

در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای در تشخیص تغییرات خطوط ساحلی و ارزیابی استفاده از شاخص بهینه و MNDWI در بررسی تغییرات خط ساحلی شهرستان دیر استفاده گردید. ابتدا شاخص OIF که با انحراف معیار و ضریب همبستگی، میزان همبستگی بین باندها را تعیین می‌کند بر روی تصاویر اعمال گردید. هرچه مقدار شاخص OIF بیشتر باشد،

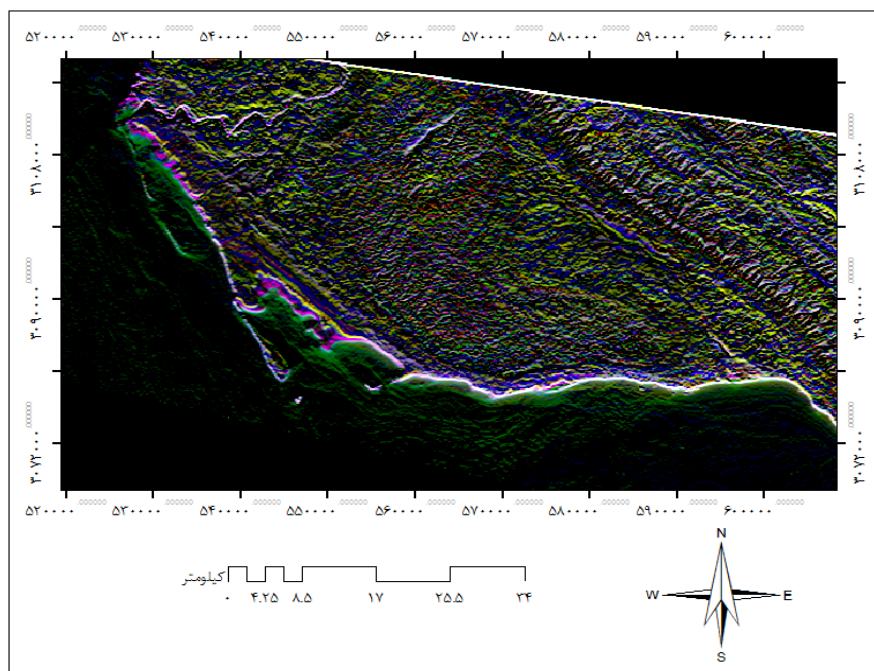
همبستگی باندها کمتر است و اطلاعات بیشتری در ترکیب به دست آمده از آن ۳ باند در اختیار ما قرار می‌دهد و مرز خشکی و دریا بهتر نشان داده می‌شود. برای تعیین تعداد ترکیبات باندها با کمترین همبستگی با استفاده از رابطه  $\binom{n}{3} = \frac{n!}{3!(n-3)!}$ ، این نتیجه حاصل شد که برای سنجنده TM با ۷ باند، ۳۵ ترکیب ۳ باندها، برای سنجنده ETM<sup>+</sup> ۸ باند، ۵۶ ترکیب ۳ باندها و برای سنجنده OLI با ۹ باند، ۸۴ ترکیب ۳

خشکی می‌باشند، بیشترین مقدار OIF برای سنجنده OLI ترکیب 156 RGB بدست آمد (شکل ۴) که این ترکیب ۳ بانندی برای هر منطقه متفاوت است، سپس الگوریتم سوپل بر روی تصویر اعمال گردید (شکل ۵).

بانندی وجود دارد. از میان ترکیبات ۳ بانندی برای هر سنجنده، ترکیبی که بیشترین مقدار OIF را داشته باشد، مناسب برای استخراج خطوط ساحلی است. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه ساحلی است و تصاویر ماهواره‌ای شامل محیط آبی و



شکل ۴. اعمال فاکتور OIF بر روی تصویر سال ۲۰۱۵

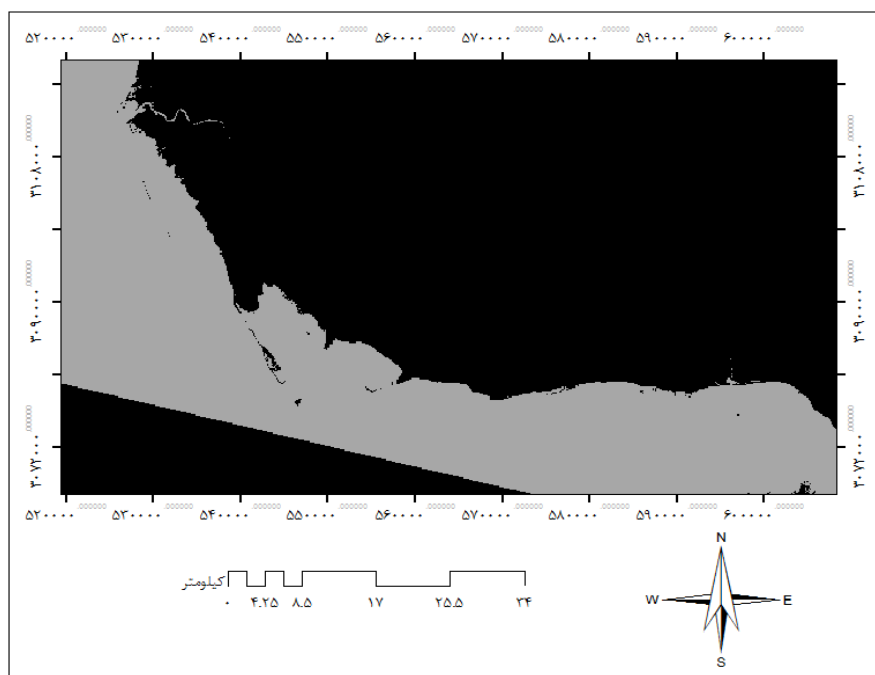


شکل ۵. اعمال الگوریتم سوپل بر روی تصویر سال ۲۰۱۵



شکل ۶ نشان داده شده است. مرز آب و خشکی در تصویر خروجی از شاخص MNDWI واضح تر از تصویر خروجی از اعمال شاخص بهینه است.

شاخص MNDWI که ترکیبی از باندهای سبز و مادون قرمز میانی است، برای استخراج مرز بین زمین و آب مورد استفاده قرار گرفت که نتیجه اعمال شاخص MNDWI در

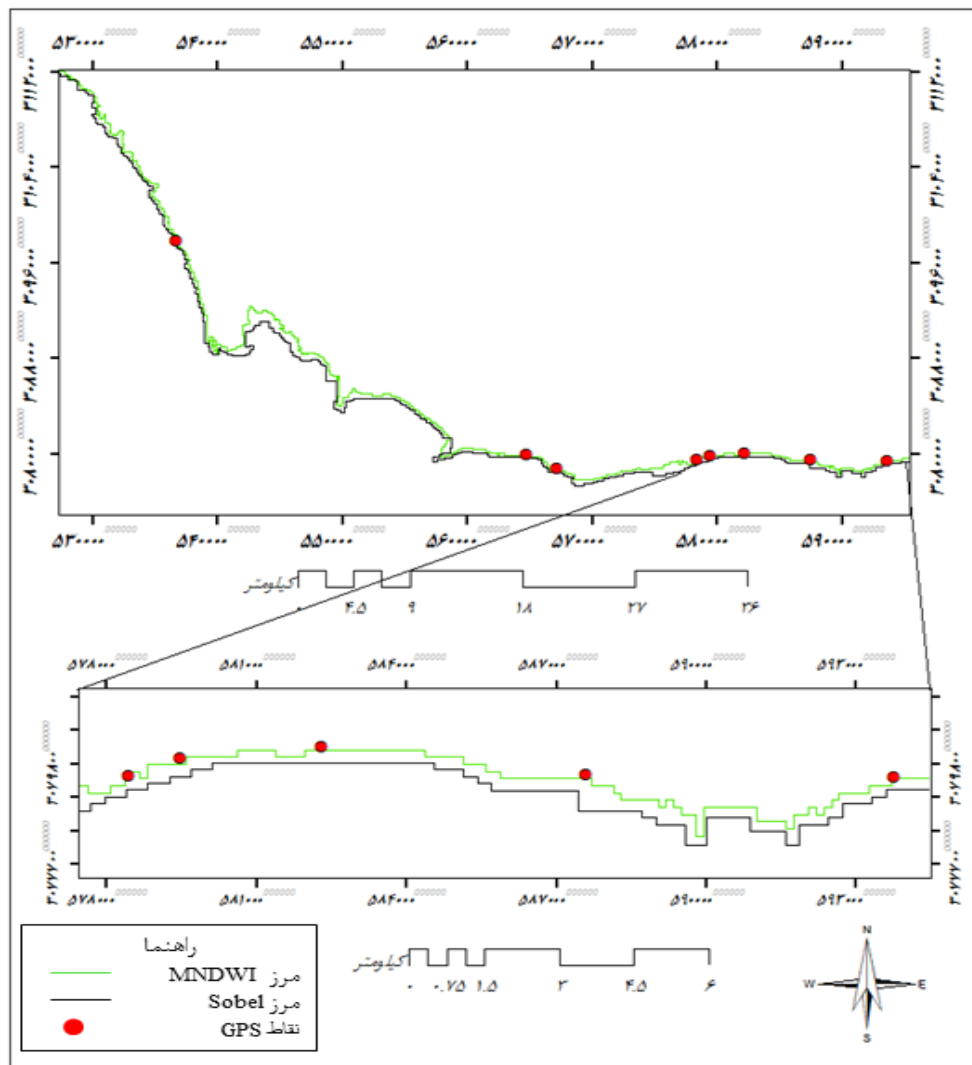


شکل ۶. اعمال شاخص MNDWI بر روی تصویر سال ۲۰۱۵

گردید. برداشت نقاط در طول خط ساحلی شهرستان دیر در ۸ نقطه قابل دسترسی انجام گرفت. شکل ۷ موقعیت نقاط برداشت شده را بر روی خط ساحلی استخراج شده از شاخص بهینه و شاخص MNDWI نشان می‌دهد.

#### ارزیابی شاخص بهینه و شاخص MNDWI

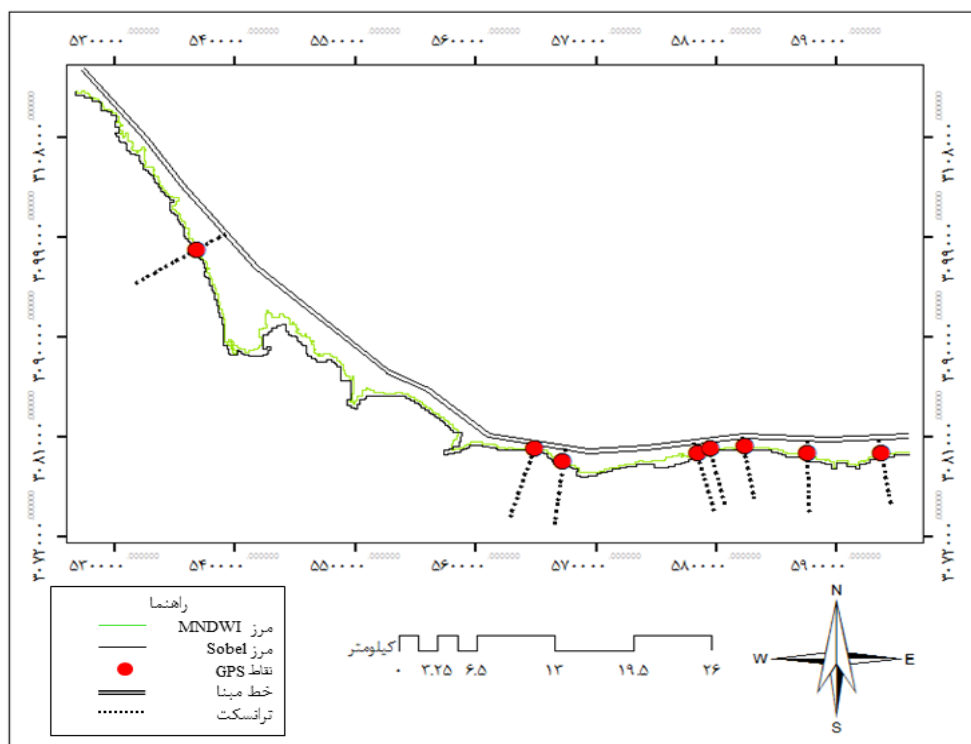
برای ارزیابی شاخص‌های بهینه و شاخص MNDWI در منطقه مورد مطالعه، به طور جداگانه هر ۲ شاخص مورد بررسی بر روی تصویر مربوط به روز نمونه برداری اعمال



شکل ۷. موقعیت نقاط برداشت شده بر روی مرز استخراج شده از شاخص MNDWI و الگوریتم سوبل

ساحلی استخراج شده از هر شاخص تا خط مبنا در نقاط برداشت شده، برای شاخص MNDWI کمتر از شاخص بهینه است (جدول ۲) و نقاط برداشت شده با مرز استخراج شده از شاخص MNDWI همخوانی بیشتری دارد که نشان‌دهنده دقت بالای این شاخص نسبت به شاخص بهینه است.

برای تعیین دقت شاخص‌های مورد بررسی از هشت نقطه نمونه‌برداری شده ترانسکتی عمود بر خط مبنا (Baseline) ایجاد شد (شکل ۸) و با میانگین‌گیری از فاصله هر نقطه تا خط ساحلی استخراج شده از شاخص بهینه و شاخص MNDWI، این نتیجه حاصل گردید که میانگین فاصله خط



شکل ۸. ترانسکت‌های عمود بر نقاط برداشت شده

جدول ۲. فاصله ترانسکت‌های عمود بر نقاط نمونه‌برداری تا مرز استخراج شده از شاخص بهینه و شاخص MNDWI

نقاط	فاصله خط مبنا تا مرز استخراج شده از شاخص MNDWI (متر)	فاصله خط مبنا تا مرز استخراج شده از شاخص بهینه (متر)
۱	۰	۳۴/۵۱۹
۲	۵۰/۸۹	۳۲۷/۳۷
۳	۵۱/۲۷	۲۶۳/۳۹
۴	۹۱/۱۲	۳۱۶/۲۸
۵	۱۴۲/۴	۴۰۹/۳۳
۶	۶۳/۷۶	۳۳۹/۷۴
۷	۸۳/۰۲	۷۵۴/۲۹
۸	۳۱/۷۶	۲۷۸/۶۴
میانگین	۶۴/۲۸	۳۴۰/۴۵

برداشت شده همخوانی بیشتری دارد (جدول ۲). پایش ناحیه ساحلی، امری مهم در توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست آن است (۱۴). با استفاده از نقشه‌های خط ساحلی می‌توان دید وسیع و دانش کافی از تغییرات به وجود آمده در سواحل، در دوره‌های زمانی بلندمدت به دست آورد. در ایران مطالعه‌ای بر روی تغییرات خط ساحلی با

نتایج نشان داد که میانگین فاصله خط مبنا تا مرز استخراج شده از شاخص بهینه ۳۴۰ متر و میانگین فاصله خط مبنا تا مرز استخراج شده از شاخص MNDWI ۶۴/۲۸ متر به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد برای سواحل ماسه‌ای شهرستان دیر با شیب ملایم، شاخص MNDWI دقت بالاتری دارد زیرا مرز استخراج شده از شاخص MNDWI با نقاط

۵. سرابیچی، ع.، و م. ح. صالحی، و م. ا. دلاور. ۱۳۸۶. مقایسه نتایج حاصل از محاسبه شاخص بهینه مطلوب (OIF) و تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) در انتخاب مناسب‌ترین ترکیب باندی ماهواره لندست ۷- در مطالعات خاکشناسی. دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۴ الی ۶ شهریور ماه.
۶. کریمی‌پور، ی.، ح. ر. محمدی، م. عزیززاده طسوج و ن. سلیم‌نژاد. ۱۳۹۵. تفاوت‌های راهبردی سواحل ایران. فصلنامه ژئوپلیتیک، ۱۲(۱): ۲۳-۱.
۷. کلتات، خ. ۱۳۷۹. جغرافیای طبیعی دریاها و سواحل. ترجمه: محمدرضا ثروتی، انتشارات سمت، تهران. ۲۵۴ صفحه.
۸. کوروشی نیا، ع. ۱۳۸۹. پایش تغییرات خطوط ساحلی با استفاده از GIS و RS. مجله بندر و دریا، ۱۷۵: ۱۰۶-۱۰۹.
۹. لطفی، ح.، ح. بقایی، س. ر. موسوی و س. خیامباشی. ۱۳۸۹. محیط زیست خلیج فارس و حفاظت از آن. فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیای انسانی، ۳(۱): ۹-۱.
۱۰. ولی‌پور، آ.، و. چگینی، و م. ترابی آزاد. ۱۳۸۵. واکنش‌های مختلف خط ساحلی استان مازندران در مقابل امواج ناشی از باد. مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۵(۱-۲): ۷۵-۸۸.
۱۱. یمانی، م. و ا. نوحه‌گر. ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی ساحلی شرق تنگه هرمز. انتشارات دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ۲۵۰ صفحه.

12. Alesheikh A, Sadeghi Naeeni F, Talebzade A. 2003. Improving classification accuracy using external knowledge. *GIM International*, 17(8): 12-15.
13. Cohen JE, Small C, Mellinger A, Gallup J, Sachs J. 1997. Estimates of coastal populations. *Science*, 278(5341): 1209-1213.
14. Cui B-L, Li X-Y. 2011. Coastline change of the Yellow River estuary and its response to the sediment and runoff (1976–2005). *Geomorphology*, 127(1): 32-40.
15. DeWitt H, Weiwen Feng J. 2002. Semi-Automated construction of the Louisiana coastline digital land-water Boundary using landsat TM imagery. Louisiana's Oil Spill Research and Development Program, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803.

استفاده از ارزیابی شاخص بهینه و شاخص MNDWI صورت نگرفته است. قوش و همکاران (۱۶) به منظور پایش خطوط ساحلی جزیره Hatiya در بنگلادش، از تکنیک سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و شاخص نرمال شده MNDWI، بر روی تصاویر ماهواره لندست استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد، شاخص MNDWI برای تفکیک مرز آب و خشکی بسیار مناسب است. در این پژوهش برای استخراج مرز دریا و خشکی شهرستان دیر از شاخص بهینه و شاخص MNDWI به طور جداگانه استفاده شد. ارزیابی این ۲ شاخص از نقاط برداشت شده در منطقه نشان داد میانگین فاصله خط مبنا تا مرز استخراج شده از شاخص MNDWI کمتر از فاصله خط مبنا تا مرز استخراج شده از شاخص بهینه است، به عبارتی مرز استخراج شده از شاخص MNDWI با نقاط برداشت شده همخوانی بیشتری دارد که این نتیجه با مطالعات قوش و همکاران (۱۶) مطابقت دارد.

## منابع مورد استفاده

۱. احمدی، م.، م. ح. رامشت، و خ. درفشی. ۱۳۹۳. بررسی روند تغییرات خط ساحلی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ مطالعه موردی: ساحل شهرستان بندر دیر، خلیج فارس. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۵(۳): ۶۳-۷۴.
۲. آزرم‌سا، س. ع. و ف. رزمخواه. ۱۳۹۰. پیش‌بینی موقعیت و نحوه تغییرات خط ساحلی در خلیج پزم تا سال ۲۰۱۰. فیزیک زمین و فضا، ۳۷(۴): ۸۹-۹۸.
۳. دوست‌شناس، ب. ۱۳۸۵. مطالعه مایوبتوزها جهت بررسی وضعیت زیست‌محیطی مناطق جزرومدی شهرستان دیر. پروژه سازمان حفاظت محیط زیست استان بوشهر، مجری پروژه: دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۲۰۰ صفحه.
۴. راغبی‌مقدم، م. ۱۳۹۲. مدل‌سازی انتقال رسوب و تغییرات خط ساحلی و طبقه‌بندی سواحل از بندر کیشهر تا بندر انزلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۳۰ صفحه.

16. Ghosh MK, Kumar L, Roy C. 2015. Monitoring the coastline change of Hatiya Island in Bangladesh using remote sensing techniques. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 101(1): 137-144.
17. Gupta S, Mazumdar SG. 2013. Sobel edge detection algorithm. *International Journal of Computer Science and Management Research*, 2(2): 1578-1583.
18. Kroon A, Davidson M, Aarninkhof S, Archetti R, Armaroli C, Gonzalez M, Medri S, Osorio A, Aagaard T, Holman R. 2007. Application of remote sensing video systems to coastline management problems. *Coastal Engineering*, 54(6): 493-505.
19. Li X, Damen MC. 2010. Coastline change detection with satellite remote sensing for environmental management of the Pearl River Estuary, China. *Journal of Marine Systems*, 82: S54-S61.
20. Lillesand T, Kiefer RW, Chipman J. 2014. *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons. 340 pp.
21. Niya AK, Alesheikh AA, Soltanpor M, Kheirkhahzarkesh MM. 2013. Shoreline Change Mapping Using Remote Sensing and GIS-Case Study: Bushehr Province. *International Journal of Remote Sensing Applications*, 3(3): 102-107.
22. Ruiz L, Pardo J, Almonacid J, Rodríguez B. 2007. Coastline automated detection and multi-resolution evaluation using satellite images. *Proceedings of Coastal Zone 07, Portland, Oregon, 22-26 July*.



## Evaluation of the optimum index and MNDWI in examining coastline changes in the northern Persian Gulf (Case study: Dayyer)

M. Razmi <sup>1</sup>, H. Mohammad Asgari <sup>2\*</sup>, A. Dadollahi Sohrab <sup>3</sup>, S. M. J. Nazemosadat <sup>4</sup>, S. H. Khazaei <sup>5</sup>

1. MSc. Graduated of Marine Environment, College of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology

2. Assis. Prof. College of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology

3. Assoc. Prof. College of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology

4. Prof. College of Agriculture, Shiraz University

5. Lecturer, College of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 3 May 2016

Accepted 28 January 2017

Available online 31 May 2017

#### Keywords:

Optimum index

MNDWI

Change coastline

Dayyer

### ABSTRACT

The aim of this study evaluates the use of satellite images to change detection in coastlines and evaluate the use of optimum index and the modified normalized difference water index (MNDWI) in examining changes coastline in Dayyer city. As well as for the evaluation of coastline change in the study area, 8 points were taken on April 24th, 2015 along the coastline city of Dayyer with regard to access to the beach, coinciding with the passage of the Landsat satellite, OIF index with a standard deviation and correlation, the correlation between bands is determined. MNDWI index, a combination of green and mid-infrared bands is to determine the boundaries between land and water is suitable. The results show, given that coastal study area and satellite imagery, the highest of OIF for OLI sensor is obtained RGB 156 composition. Also, the algorithm MNDWI is ideal for discriminating between land and water. The average distance from the baseline to the border extracted from the optimum index is 340 meters and the average distance from the baseline to the border extracted from the MNDWI index is 64.28 m is obtained. The results showed to check coastline changes in Dayyer city, MNDWI index is more accurate than the optimal index.

\* Corresponding author e-mail address: [hmasgari01@gmail.com](mailto:hmasgari01@gmail.com)