

## تغییرات روند شوری با استفاده از سنجش از دور و GIS

### (مطالعه موردی: جنوب خوزستان)

مریم ممبنی<sup>۱\*</sup>، صالح آرخی<sup>۲</sup>، سید عبدالحسین آرامی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۴

#### چکیده:

بیابان‌زایی به معنی تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب ناشی از عوامل مختلف از جمله تغییرات آب و هوا و فعالیت‌های انسانی می‌باشد که یکی از معضلات مورد توجه است و شورشدگی خاک یکی از عوامل مهم بیابانی شدن محسوب می‌شود. شوری خاک یکی از ویژگی‌های پویای خاک و از معضلات خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده و بخش اعظمی از خاک‌های ایران جزء این مناطق است. خوزستان یکی از استان‌هایی است که مشکل شوری، از معضلات اصلی کشاورزی در آن به‌شمار می‌رود. به‌خصوص جنوب استان که اراضی آن دارای بافت سنگین می‌باشند و سطح آب زیر زمینی در آن نیز بالاست، درحالی‌که دارای قابلیت هستند و قابل اصلاح شدن می‌باشند. در این تحقیق با هدف بررسی روند تغییرات شوری خاک، در مساحتی حدود ۱۱۸۶۹/۲۰۷ هکتار از اراضی استان خوزستان، داده‌های رقومی ماهواره‌لندست مربوط به سال‌های ۱۹۷۳، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ بعد از اصلاح هندسی به‌عنوان ابزار اصلی تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. تصاویر پس از تصحیح طبقه‌بندی در سیستم سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌صورت نقشه‌ها و جداول در چهار مقطع زمانی ارائه گردید. به‌طور کلی نتایج نشان‌دهنده افزایش وسعت خاک‌های شور به میزان قابل توجهی در طی ۲۸ سال است.

**کلمات کلیدی:** شوری خاک، سنجش از دور، سامانه اطلاعات جغرافیایی، پردازش تصاویر.

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زایی، دانشگاه گرگان / Email: Maryam.mombeni@yahoo.com

۲. استادیار دانشگاه گلستان، گروه جغرافیا و سیستم اطلاعات جغرافیایی

## مقدمه

و کیفیت محصول نیز قابل توجه نیست. این گیاهان در مقابل امراض و آفات نیز مقاومت کمتری دارند.

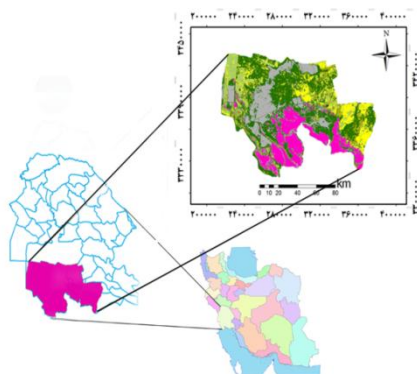
عبدالحمید (۱۹۹۲) تحقیقی درباره شناسایی خاک های شور در نواحی خالی از پوشش گیاهی با استفاده از داده های ماهواره ای لندست در شمال دلتای نیل انجام داد. وی بیان می کند که داده های رقومی از باندهای ۱ تا ۵ و ۷ سنجنده، همبستگی مثبت و بالایی با هدایت الکتریکی قرائت شده از خاک ها داشتند. آواد<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۵) با استفاده از داده های سنجش از دور و GIS به بررسی خاک های متأثر از شوری پرداختند. فرناندز - بوسس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۶) برای نقشه شوری خاک در منطقه تکسکوکو مکزیک از داده های رقومی ETM+ و عکس های هوایی استفاده کردند. در این مطالعه با تبدیل کردن شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، شاخص طیفی جدیدی به نام COSRI تهیه کردند. وجود همبستگی بسیار بالایی بین خصوصیات خاک (SAR, EC) و روش های طیفی ترکیبی (به ترتیب ۰/۸۸۵ و ۰/۸۵۷) به صورت یک مدل رگرسیونی برای پیش بینی نقشه شوری خاک ارائه شد.

در مطالعه ای که با استفاده از داده های ماهواره ای توسط علوی پناه و همکاران (۲۰۰۱) صورت گرفته، به نقش باند حرارتی در مطالعه شوری اشاره شده است. وی در مطالعه ای مشابه، شوری خاک های منطقه یزد را با بهره گیری از تکنیک های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و داده های رقومی داده های لندست مورد مطالعه قرار داد و دریافت که باندهای حرارتی و انعکاسی برای تفسیر پدیده های خاک های شور و گچی با بافت های متفاوت مفید است. دشتکیان و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی روش های تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از داده های ماهواره ای لندست در منطقه مروست پرداختند. در این مطالعه از روش های مختلف از جمله شاخص درجه روشنایی (BI)، شاخص شوری استاندارد شده (NDSI) شاخص شوری (SI) شاخص شوری برای منطقه یزد (YSI) روش حداکثر درست نمایی و روش میانگین رگرسیون ها استفاده کردند. پس از بررسی و مقایسه روش های مختلف،

شوری خاک یکی از ویژگی های پویای خاک و از معضلات خاک های مناطق خشک و نیمه خشک بوده و بخش اعظمی از خاک های ایران جزء این مناطق است. خوزستان یکی از استان هایی است که مشکل شوری، از معضلات اصلی کشاورزی در آن به شمار می رود. به خصوص جنوب استان که اراضی آن بافت سنگین دارند و سطح آب زیرزمینی در آن نیز بالاست. مشکل شوری به خاطر زیاد بودن تبخیر از سطح خاک، بارندگی کم، پستی و بلندی های زمین، آبیاری با آب دارای کیفیت نامناسب و سنگ های مادری است. این عامل باعث به وجود آمدن شوره زارهای زیادی شده است. بررسی تاریخچه کشاورزی نشان می دهد که بدون در نظر گرفتن موازنه نمک آب و خاک و احداث زهکش ها، کشاورزی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک پایدار نیست (برزگر، ۱۳۷۹). اراضی وسیعی در جنوب استان وجود دارد که در حال حاضر، شوره زار و لم یزرع هستند. در حالی که تمامی این اراضی دارای قابلیت و قابل اصلاح شدن می باشند. یکی از ابزارهای مؤثر در زمینه این گونه مطالعات، استفاده از فناوری سنجش از دور و بهره گیری از داده های ماهواره ای است. استفاده از فناوری سنجش از دور و به کارگیری داده های ماهواره ای اغلب موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت شده و روزه روز بر اهمیت این فناوری در راستای توسعه پایدار افزوده می شود.

تجمع املاح در خاک، تأثیر عمده ای روی خواص فیزیکی و شیمیایی رس و هوموس داشته، کمیت و کیفیت جامعه نباتی عالی و پست خاک را تعیین می کند. اغلب، وجود املاح سدیم موجب انتشار ذرات رس و هوموس شده، لایه یا افق بسیار متراکمی در زیر خاک تشکیل می شود که مانع عبور آب و هوا به ریشه نباتات می شود. املاح موجود در خاک، فشار اسمزی محلول خاک را افزایش داده، بدین ترتیب قدرت جذب آب را توسط گیاهان کاهش می دهند. از طرفی تعادل یونی را به هم زده، در بعضی مواد، مانند املاح بر برای گیاهان سمی هستند. محصول گیاهان مزروعی در مناطق شور قلبایی ناچیز و کمیت

1. Awadh  
2. Fernandez- Buces



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

### ابزارهای مورد نیاز

در این تحقیق، نقشه کاربری اراضی، تصاویر ماهواره‌ای لندست (مربوط به سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰)، نرم‌افزار ArcGIS، ENVI و IDRISI مورد استفاده قرار گرفت.

### طبقه‌بندی تصویر

در این مرحله، از ترکیب‌های مختلف باندهای که در شناسایی شوری مفید گزارش شده بودند، برای طبقه‌بندی تصاویرها استفاده شد. این ترکیبات عبارت‌اند از: ۴۳۲، ۵۳۱، ۵۴۳، ۷۵۳. علاوه بر آن از تصاویر حاصل از مؤلفه‌های اصلی و نسبت‌های باندهای (NDVI, NDSI, SI) نیز استفاده شد. براساس تصاویر رنگی کاذب و اطلاعات به‌دست‌آمده از منابع طبیعی استان، هفت کلاس، اراضی شور، مرتع متراکم، مرتع کم‌تراکم کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، تالاب و اراضی مسکونی برای منطقه تعیین شد.

### انتخاب و جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی

با استفاده از نقشه کاربری اراضی و تصاویر ماهواره‌ای ۱۹۹۰ TM، ۱۹۷۲ MSS و ۲۰۰۰ ETM اقدام به انتخاب و جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی به شکل چندضلعی (پلیگون) با توزیع و پراکندگی مناسب برای هر تصویر شد که در انتها ۷ کلاس آموزشی مشابه برای چهار تصویر به صورت مجزا انتخاب و ایجاد شد. برای انتخاب، کلاس‌های منطقه مطالعه شده و تغییرات کاربری و پوشش آن‌ها رعایت شد و تفکیک پذیری کلاس‌ها بررسی شد؛ سپس کلاس‌های با

روش میانگین رگرسیون‌ها در مرتبه اول تشخیص داده شد و روش شاخص شوری در مرتبه دوم قرار گرفت. پاک‌پرور (۱۳۸۱) گزارش داد که به کمک سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، امکان بررسی تغییرات شوری خاک و منابع آبی دشت کاشان ممکن است. در همین راستا برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۴ و ۵ از روش نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال استفاده کرد. وی برای طبقه‌بندی تصویر لندست ۴ برای شوری خاک از شاخص‌های  $PCA_{12}$ ،  $NDVI$ ،  $PCA_{34}$  و جهت طبقه‌بندی لندست ۵ از باند TM4 و شاخص‌های  $PCA_{57}$ ،  $PCA_{123}$  و  $NDVI$  استفاده کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که در فاصله دو مقطع زمانی ۱۹۷۶-۱۹۸۹ از سطح اراضی بدون شوری، ۷/۵ درصد کاسته شده و بر مساحت اراضی با طبقات شوری کم، متوسط و زیاد به‌طور پلکانی افزوده شده است همچنین مساحت سطوح شوره‌زار دریاچه نمک ۱ درصد کاهش داشته است. احمدیان (۱۳۸۳) گزارش کرد که تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از بررسی منابع آب در دشت قهاوند نشان دهنده افت قابل توجه سطح آب‌های زیرزمینی نواحی مرکزی دشت در طی ۲۲ سال اخیر بوده و در چاه‌های شاخص کشاورزی دشت، روند افزایش شوری بین ۱/۵ تا ۳ برابر افتاده است. هدف از تحقیق مورد نظر نشان دادن تغییرات مساحت اراضی شور در جنوب استان خوزستان در سه دوره زمانی مختلف با استفاده از روش‌های متفاوت و تعیین بهترین روش جهت انجام مطالعه است.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان خوزستان و بین ۲۹ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۴ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱).

در این مرحله، همه عملیات پردازش تصویری که روی تصاویر مربوط به سال ۱۹۷۲ انجام گرفته بود و منجر به تولید نقشه طبقه‌بندی شده از آن‌ها شده بود، روی سایر تصاویر نیز انجام گرفت و در نهایت، نقشه‌هایی تهیه شد که اراضی شور را در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰، در محدوده منطقه مطالعاتی نشان می‌داد. سپس براساس نقشه‌های تولیدشده مساحت اراضی شور در سال‌های ذکرشده مشخص شد و براساس آن‌ها میزان تغییراتی که در ۲۸ سال گذشته به وقوع پیوسته، مورد بررسی قرار گرفت.

### نتایج

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، اراضی شور در طی ۲۸ سال یک روند افزایشی داشته است. اراضی کشاورزی در این منطقه به شدت تغییر کرده و اراضی دیم کاهش یافته و به اراضی آبی اضافه شده است همچنین تخریب شدیدی در مراتع متراکم و کم‌تراکم صورت گرفته است، به‌گونه‌ای که اراضی مرتعی متراکم یک روند کاهش داشته و مقداری از آن‌ها به مراتع کم‌تراکم تبدیل شده و مقدار دیگری به اراضی کشاورزی و شوره‌زار تبدیل شده است (جدول ۱).

با افزایش جمعیت، نیاز به ضروریات اولیه همچون منطقه مسکونی و غذا افزایش یافته است. بنابراین، این خود باعث تبدیل بسیاری از اراضی به منطقه مسکونی و همچنین فشار زیادی بر روی مراتع و زمین‌های کشاورزی و مراتع برای تأمین غذا شده است.

### تجزیه و تحلیل توسعه شوری اراضی

تجزیه و تحلیل متغیرها و مؤلفه‌ها نشان می‌دهد در مساحت اراضی غیرشور در سه مقطع زمانی، تغییرات زیادی صورت گرفته است و تغییرات اراضی دسته شور به‌گونه‌ای بوده که با گذشت زمان بر وسعت این اراضی افزوده شده است.

قابلیت تفکیک مناسب انتخاب شدند. پس از انتخاب بهترین باندها اقدام به طبقه‌بندی براساس ۷ طبقه با الگوریتم حداکثر احتمال گردید.

### شاخص شوری: (Salinity Index)

این شاخص در جهت شناسایی مناطق شور و کم کردن اثر پوشش گیاهی کاربرد دارد و استفاده از این شاخص، از به‌کارگیری تک‌تک باندها جهت شناسایی شوری مفیدتر است.

$$S = \frac{Redband}{NIRband} * 100 \quad (1)$$

### شاخص نرمال‌شده شوری: ( Normalized Diffrence )

#### (Salinity Index)

این شاخص در واقع همان شاخص شوری است که از نظر آماری نرمال شده است.

$$NDSI = \frac{(Redband - NIRband)}{(Redband + NIRband)} * 100 \quad (2)$$

### شاخص نرمال‌شده گیاهی: ( Normalized Diffrence )

#### (Vegetation Index)

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (3)$$

این شاخص در تفکیک مناطق دارای پوشش گیاهی ضعیف از خاک‌های لخت و همچنین تعیین میزان نسبی پوشش گیاهی کاربرد دارد. به وسیله این شاخص می‌توان به صورت غیرمستقیم مناطق شور را تا حدودی مشخص کرد. زیرا در مناطقی که فاقد پوشش گیاهی هستند، احتمال شوری خاک زیاد است.

### ارزیابی صحت نقشه تولیدشده

معمولاً یکی از عوامل اساسی و مهم در هنگام مدل‌سازی در محیط GIS یا اجرای یک طرح تحقیقاتی، توجه به مسئله دقت لایه‌های مورد استفاده است. به‌منظور محاسبه دقت نقشه‌های تولیدشده از شاخص صحت استفاده شد (جدول ۲ و ۳).

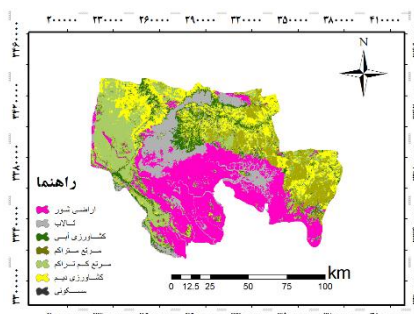
### بررسی تغییرات اراضی شور: (Change Detection)

جدول (۱): مساحت کاربری‌های مختلف در سال‌های متفاوت (هکتار)

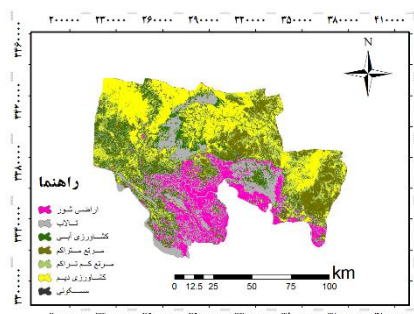
سال	نوع کاربری		
	۲۰۰۰	۱۹۹۰	۱۹۷۲
اراضی شور	۴۶۲۳۴۰/۹۵	۴۴۰۸۴۹/۲۷	۳۳۵۵۰۲/۸۶
تالاب	۱۶۵۴۲۸/۲۹	۱۴۳۹۵۵/۱۰	۱۴۰۷۳۷/۹۶
کشاورزی آبی	۱۷۸۳۹۷/۷۰	۸۶۵۲۳/۶۲	۵۷۸۱۹/۱۲
کشاورزی دیم	۱۲۷۷۷۰/۷۹	۱۶۶۱۶۱/۹۰	۳۴۲۹۳۳/۶۵
مرتع متراکم	۸۷۳۰۲/۳۸	۱۵۴۸۵۷/۷۱	۲۱۸۷۰۸/۶۲
مرتع کم تراکم	۱۵۹۰۲۹/۲۲	۱۸۹۸۲۱/۴۲	۸۳۶۳۲/۴۲
اراضی مسکونی	۶۶۵۱/۴۰	۴۷۵۱/۷۰	۴۰۰۴/۷۱

کم تراکم و منطقه مسکونی تعیین و سپس نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدید میدانی جمع‌آوری شد. در مرحله بعد با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه وارد شد و تفکیک‌پذیری کلاس‌ها با استفاده از روش جفریس ماتوسیتا محاسبه و نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج بررسی تفکیک‌پذیری طبقات با معیار فاصله جفریس ماتوسیتا نشان داد که میزان تفکیک‌پذیری طبقات با یکدیگر مناسب بوده است. بنابراین پس از مشخص کردن آستانه تفکیک کلاس‌ها نسبت به طبقه‌بندی حداکثر احتمال اقدام شد. بدین ترتیب نقشه‌های پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۷۳، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ به دست آمد (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). در مرحله بعدی دقت تولیدکننده، دقت استفاده‌کننده و ضریب کاپا به شرح جدول‌های ۲ و ۳ استخراج شده است.

برای طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای، کلاس‌های کاربری اراضی در هفت گروه تحت عنوان کلاس اراضی شور، تالاب، کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، مرتع متراکم، مرتع کم تراکم و مسکونی



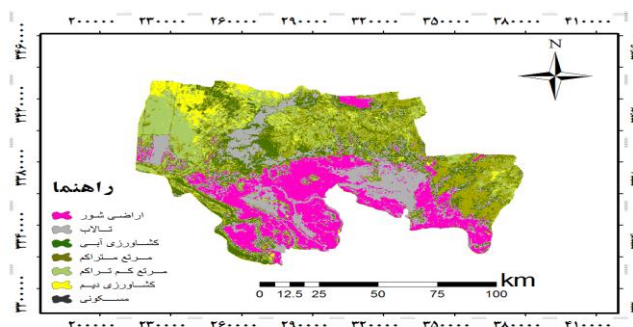
شکل (۳): پوشش اراضی در سال ۱۹۹۰



شکل (۲): پوشش اراضی در سال ۱۹۷۳

جدول (۲): مشخصات آماری دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده برای طبقه‌بندی تصویر لندست با استفاده از روش حداکثر احتمال

سال	۱۹۷۳		۱۹۹۰		۲۰۰۰	
	تولیدکننده (%)	استفاده‌کننده (%)	تولیدکننده (%)	استفاده‌کننده (%)	تولیدکننده (%)	استفاده‌کننده (%)
اراضی شور	۰/۶۷	۰/۶۱	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۹۱
تالاب	۰/۹۳	۰/۹۶	۱	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۹
کشاورزی آبی	۰/۶۷	۰/۸۲	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۷۷	۰/۷۳
مرتع متراکم	۰/۷۶	۰/۵۶	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۷۶	۰/۷۹
مرتع کم تراکم	۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۵۹
کشاورزی دیم	۰/۸۸	۰/۲۵	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۴۳	۰/۷۶
مسکونی	۱	۰/۰۳	۱	۱	۱	۰/۲۹



شکل (۴): پوشش اراضی در سال ۲۰۰۰

جدول (۳): ارزیابی دقت طبقه‌بندی حداکثر احتمال برای نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر لندست

نقشه‌های تولید شده	ضریب کاپا (درصد)
سال ۱۹۷۳	۰/۵۶
سال ۱۹۹۰	۰/۹۸
سال ۲۰۰۰	۰/۸۷

### بحث و نتیجه‌گیری

#### ساخت تصویر مرکب رنگی به روش RGB

بررسی‌های انجام شده بر روی تصاویر ساخته شده به روش RGB نشان می‌دهد که در هر کدام از این تصاویر، برخی پدیده‌ها بهتر و برخی ضعیف‌تر قابل شناسایی هستند که جزئیات آن‌ها به شرح زیر است:

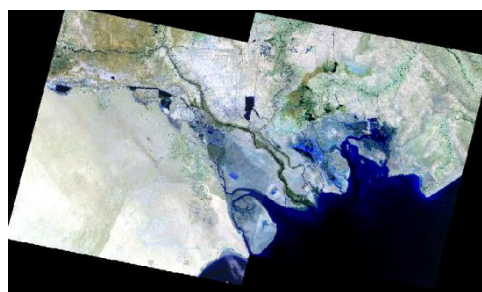
**RGB 432:** در این تصویر، پوشش گیاهی به خوبی قابل شناسایی است. مناطق ماندابی و آب‌ها با جزئیات زیاد و تا حدود زیادی اراضی شور قابل تفکیک‌اند.

**RGB 543:** در این تصویر نیز پوشش گیاهی به خوبی بارزسازی شده است. مناطق ماندابی و آبی قابل تفکیک هستند همچنین اراضی شور قابل شناسایی است، البته با جزئیات کمتر نسبت به تصویر قبلی.

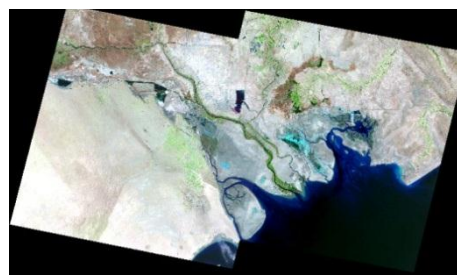
**RGB 531:** در این تصویر، پوشش گیاهی تا حدودی قابل شناسایی است، اما در برخی قسمت‌های تصویر به دلیل هم‌رنگی با اراضی، قابل تفکیک نیست. همچنین مناطق ماندابی و آب‌ها با جزئیات زیاد قابل شناسایی است، اما در این تصویر مناطق شور به خوبی قابل تفکیک نیستند.

**RGB 753:** اراضی شور در این تصویر به راحتی قابل شناسایی هستند، مناطق ماندابی و آبی با جزئیات قابل

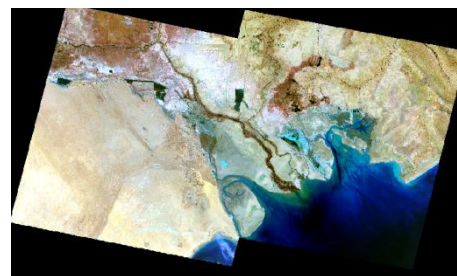
تفکیک هستند. همچنین پوشش گیاهی نیز در این تصویر به راحتی قابل تفکیک است.



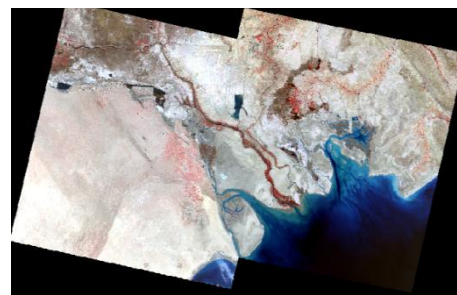
تصویر مرکب ساخته شده از باندهای ۷،۵،۳



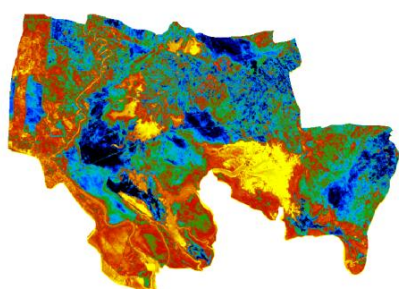
تصویر مرکب ساخته شده از باندهای ۵،۴،۳



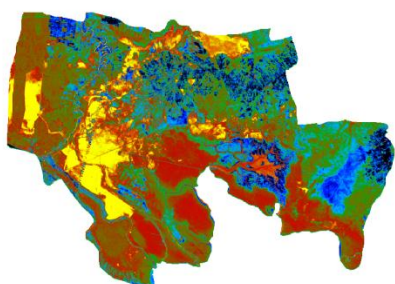
تصویر مرکب ساخته شده از باندهای ۵،۳،۱



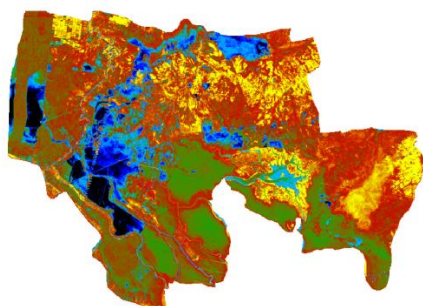
تصویر مرکب ساخته شده از باندهای ۴،۳،۲



تصویر ساخته شده با استفاده از شاخص SI



تصویر ساخته شده با استفاده از شاخص NDSI



تصویر ساخته شده با استفاده از شاخص NDVI

شکل (۵): تصاویر ساخته شده به روش های مختلف

### شاخص شوری (SI)

اراضی شور در تصویر تهیه شده به این روش به خوبی قابل شناسایی هستند. سایر پدیده ها مانند آب ها و نواحی ماندابی نیز در این تصویر قابل شناسایی هستند، اما پوشش گیاهی خیلی واضح نیست.

### شاخص نرمال شده شوری (NDSI)

با عنایت به این نکته که شاخص NDSI همان شاخص SI است که عملیات نرمال سازی بر روی آن انجام شده، قاعدتاً باید خصوصیات کلی آن مانند تصویر قبلی باشد. این نکته در عمل نیز قابل تشخیص است. البته در این تصویر، اراضی

شور با وضوح خیلی بیشتری قابل تفکیک اند و پوشش گیاهی نیز در این تصویر به خوبی قابل شناسایی است.

### شاخص نرمال شده گیاهی (NDVI)

در این تصویر، همان طور که انتظار می رود، پوشش گیاهی به خوبی قابل تفکیک است. هرچه این نسبت به یک نزدیک تر می شود، پوشش گیاهی متراکم تر می گردد. هرچه مقادیر به سمت صفر و منفی میل می کند، پوشش گیاهی تنک تر می شود. به طور کلی این تصویر به تنهایی برای شناسایی اراضی شور قابل استفاده نیست.

به طور کلی، عملیات بارزسازی طیفی انجام شده بر روی تصاویر در بارزسازی مناطق شور بسیار مفید بودند و در بین آن ها شاخص نرمال شده شوری (NDSI) در مشخص کردن اراضی شور، بهترین کارایی را نشان می دهد.

### مقایسه تصاویر تهیه شده به روش های مختلف با یکدیگر

بررسی تصاویر تهیه شده به روش های مختلف نشان می دهد که بهترین تصویر برای شناسایی اراضی شور، شاخص NDSI و در بین تصاویر تهیه شده از باندهای اصلی، تصویر RGB 753 است.

### ارزیابی صحت نقشه های تولید شده

استفاده از شاخص صحت تولیدکننده (Producer's accuracy) و شاخص صحت کاربر (User's accuracy) و ضریب کاپا صحت کلاس اراضی شور نشان می دهد، در نتیجه نقشه تولید شده از صحت قابل قبولی برخوردار است (جدول ۷ و ۸).

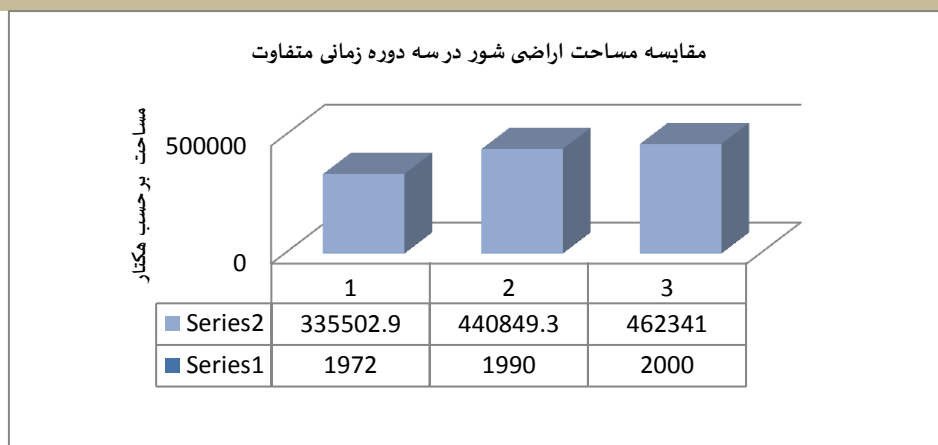
### بررسی تغییرات اراضی شور: (Change Detection)

همان گونه که در جدول (۱) دیده می شود، مساحت اراضی شور در سال های ۱۹۷۲ و ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ به ترتیب ۳۳۵۵۰۲/۸۶ و ۴۴۰۸۴۹/۲۷ و ۴۶۲۳۴۰/۹۵ هکتار است. با توجه به دینامیک بودن پدیده شوری در خاک ها، می توان انتظار داشت مساحت اراضی شور در طی سال های مختلف، روند ثابتی را از خود نشان ندهد؛ چرا که یا تغییرات آب و هوایی یا تغییرات مدیریت و کاربری اراضی و... مساحت این

طی دوره ۲۸ ساله مورد بررسی است.

اراضی قابل تغییر است. همان‌طور که در نمودار (۱) دیده می‌شود، مساحت این اراضی در سال ۱۹۹۰، بیشترین میزان

نمودار (۱): مقایسه مساحت اراضی شور در سه دوره زمانی متفاوت



## مراجع

1. Abdol Hamid. MA, 1992. Detection of saline soil with Land sat TM multi spectral data from bare and vegetated areas, Egyptian Journal of Soil Science, Vol.32, No. 2, PP. 307-318.
2. Ahmadian, M., 2004. the development of soil salinity by remote sensing and GIS in plain Ghahavand, Ministry of Agriculture, the Agricultural Research and Education, Agriculture and Natural Resources Research Center of Hamadan, number 859/85 series. Page 230.
3. Alavi panah, S. K., M., De Dapper, Goossens, R., 2001. Characterization of some soil salinity parameters in the playa margin. J. Iran Agriculture Research. Vol.20, 2: 186-200.
4. Awadh K.sah, Apisit Eiumnoh, Shunji Muri and Preeda Parkpian. 1995. Mapping of Salt-Affected soils using Remote sensing and Geographic Information System: A case study of Nakhon Ratchasima, Thailand. GIS development, net.
5. Barzegar, A., 2000. Saline and sodic soils: Recognition and efficiency. University of shahid Chamran.
6. Dashtakian, K., Pakparvar, M.A.S., 2008. packages formulated methods of soil salinity maps using Landsat satellite data in Marvast, grassland and desert Iranian Journal of Research, Vol. 15, No. 2, Pages 157-139.
7. Fernandez- Buces, N.C., Siebe, S., Cram, J., Palacio, L., 2006. Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: (A case study in the former lake Texcoco, Mexico), J of Aride Environments 650: 644-667.
8. Pakparvar, M., 1999. Assess changes in physical and chemical properties of soil and water in the area around the station Nureddin Abad of Garmsar, Ministry of Construction, Training and Research Department, Institute of Forests and Rangelands, series number 85/828. 240 pages.