

## استخراج پهنه‌های شوری خاک در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: شهرستان داراب)

دکتر احمد نوحه گر<sup>۱</sup> - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه هرمزگان، ایران

غلامرضا زارع - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۳۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۵/۱۸

### چکیده

شور شدن خاک‌ها و توسعه آن در مناطق شکننده خشک و نیمه خشک از جمله مخاطرات محیطی است که در سال‌های اخیر مورد توجه واقع شده است. شهرستان داراب از جمله مناطقی است که دارای شرایط محیطی خشک و نیمه خشک بوده و یکی از مخاطرات محیطی آن شوری زایی و شور شدن اراضی است. در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۰ میلادی) و روش خایر<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) از طریق فن آشکارسازی (Band 5 - Band 7 / Band 5 + Band 7) در محیط نرم‌افزاری پهنه‌های شوری خاک و اراضی استخراج گردید. جهت صحت‌سنجی نقشه استخراج شده پهنه‌های شوری، از محدوده مورد مطالعه بازدید میدانی صورت گرفت که انطباق نقشه خروجی با واقعیت را نشان داد. بر اساس نقشه خروجی (تصویر ۲۰۱۰)، ۵۴۵/۳۷ کیلومتر مربع از مساحت منطقه مورد مطالعه دارای شوری زیاد (۸/۳۳ درصد)، ۱۸۰۴/۶۹ کیلومتر مربع دارای شوری قابل ملاحظه (۲۷/۵۸ درصد)، ۲۳۴۳/۴۱ کیلومتر مربع بیانگر شوری متوسط (۳۵/۸۱ درصد)، ۱۶۴۵/۲۳ کیلومتر مربع نشان دهنده شوری کم (۲۵/۱۴ درصد) و ۲۰۴/۹۱ کیلومتر مربع از شهرستان داراب دارای شوری بسیار ناچیز (۳/۱۳ درصد) هستند. مقایسه این نقشه با نقشه استخراج شده سال ۱۹۸۷ بیانگر کاهش پهنه‌های شوری زیاد، قابل ملاحظه و ناچیز و افزایش پهنه‌های شوری کم و متوسط است. نتایج تحقیق نشان داد گنبد‌های نمکی عامل اصلی شور شدن اراضی و خاک‌های سطحی هستند که در این بین گنبد نمکی کرسیا بیشترین نقش را ایفا می‌کند. به نظر می‌رسد نقشه استخراجی پهنه‌های شوری شهرستان داراب می‌تواند نقش قابل توجهی در مدیریت محیطی جهت رسیدن به توسعه پایدار ایفا کند.

**کلیدواژه‌ها:** مخاطرات محیطی، ژئومورفولوژی مناطق خشک و نیمه خشک، مخاطره شوری زایی، سنجش از دور، داراب، گنبد‌های نمکی.

## مقدمه

بیش از یک سوم خاک‌های دنیا و بخش اعظم خاک‌های ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده است (تاج گردان و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). برای مناطق خشک و نیمه خشک اصطلاحات مناطق کم آب و نیمه کم آب نیز به کار می‌برند. مناطق خشک و نیمه خشک، شکنند بوده و برای شوری‌زایی مستعد هستند (دبنهام<sup>۱</sup>، ۱۹۹۲: ۱). بنابراین شوری‌زایی یکی از مشکلات خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد (فرناندز<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۶: ۶۴۴). در این مناطق شوری‌زایی باعث بیابانی شدن زمین‌ها و کاهش کیفیت آنها شده است (جیان لی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۱: ۴۰۵). شوری‌زایی خاک ممکن است همانند سایر مخاطرات طبیعی (زمین‌لرزه، زمین‌لغزش و غیره) دارای قدرت تخریبی سریع نباشد (مترنیچت<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۳: ۱). اما به عنوان یک مخاطره محیطی شدید محسوب می‌گردد (یو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۹۵۲). می‌توان گفت که اهمیت مطالعه شوری خاک در جهان هر ساله در حال افزایش است (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۵: ۳۶۹). مخاطره شوری‌زایی از جمله قدیمی‌ترین مشکلات زیست محیطی بوده و به عنوان یکی از هفت عامل اصلی بیابان‌زایی محسوب می‌گردد (کاساس<sup>۶</sup>، ۱۹۸۷: ۲۴). شوری‌زایی خاک در مناطق خشک و نیمه خشک اثرات زیادی بر افزایش جمعیت و تامین غذای مورد نیاز آنها گذاشته است (فریفته<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۶: ۱۹۲). شناسایی مناطق تحت مخاطره شوری خاک برای اموری همچون مدیریت کشاورزی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک حائز اهمیت بسیاری است (فریفته<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۹۶). مطالعات زیادی در سطح دنیا برای استخراج پهنه‌های شوری خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و فنون رادیومتری صورت گرفته است. محققانی با ترکیب باندهای مختلف و همچنین اندازه‌گیری‌های میدانی توانسته‌اند شوری‌زایی را در نقاطی از جهان مطالعه کنند؛ از جمله: لانگ<sup>۹</sup> و همکاران، ۱۹۸۷: ۲۲۱؛ اوریت<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۱۹۸۸: ۱۲۸۳؛ کسلیج<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۳: ۲۳۱؛ ورما<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۴: ۱۹۰۱؛ بیثوپ<sup>۱۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۱: ۱۴۹؛ کار<sup>۱۴</sup> و همکاران،

1 Debenham

2 Fernandez

3 Jian-li

4 Metternicht

5 Yu

6 Kassas

7 Farifteh

8 Farifteh

9 Long

10 Everitt

11 Csillage

12 Verma

13 Bishop

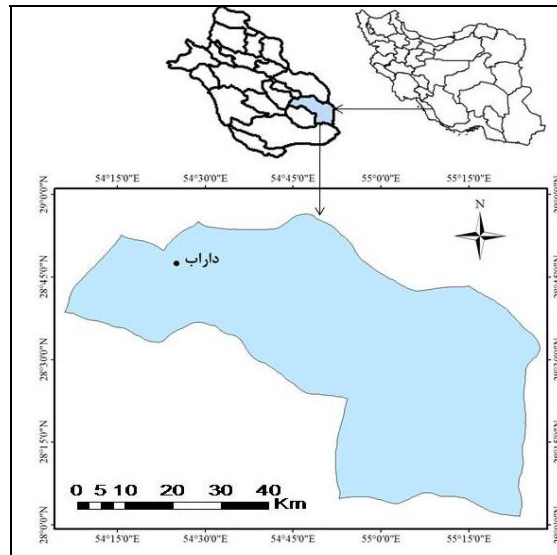
14 Carre

۲۰۰۲: ۲۴۱؛ دوآیی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶: ۲۱۷؛ ملندز<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰: ۵۵؛ گواتیرز<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۰: ۴۶؛ بوعزیز<sup>۴</sup> و همکاران، همکاران، ۲۰۱۱: ۲۳۷. در ایران نیز محققینی توانسته‌اند با استفاده از داده‌های سنجش از دوری به مطالعه شوری‌زایی و استخراج پهنه‌های آن در مناطقی از کشور بپردازند؛ از جمله: عبدی‌نام، ۱۳۸۳: ۳۳؛ دشتکیان و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۳۹؛ احمدیان و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۷۹؛ زارع، ۱۳۸۹: ۷۴؛ نوروزی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۹. سنجش از دور به عنوان فن و علم دستیابی به اطلاعات در مورد پدیده‌ها بدون تماس فیزیکی با منطقه محسوب می‌گردد. همچنین سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان یک سامانه در جمع‌آوری، ذخیره و تحلیل اطلاعات مربوط به پدیده مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدیهی است که هر دو، فنون مناسبی برای جمع‌آوری اطلاعات، تصمیم‌گیری سریع، دقیق و با صرفه‌ای محسوب می‌شوند (دادرسی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۷۴). در دو دهه اخیر استفاده از تکنیک‌های میدانی و ترکیب آنها با داده‌های سنجش از دوری کمک قابل توجهی به نقشه‌کشی اراضی شور کرده است. سنجش از دور قابلیت و توانمندی استخراج و مطالعه مشکل شوری‌زایی در پهنه‌های بزرگ مقیاس را دارا است (بوعزیز و همکاران، ۲۰۱۱: ۷۹۶). همچنین سنجش از دور امکان پیش‌بینی، ارزیابی اثرات شوری‌زایی، تشخیص روند و غیره را نیز فراهم می‌کند (باستیانسن<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۰: ۱۳۸؛ مترنیچت<sup>۶</sup>، ۲۰۰۱: ۱۶۴). نقشه‌های شوری مستخرج از داده‌های سنجش از دوری قابلیت زیادی در کشاورزی و دیگر فعالیت‌های انسانی دارند (لاگرلوف<sup>۷</sup>، ۲۰۰۹: ۱؛ عباس<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۱: ۲). از جمله مناطق کشور ایران که شوری‌زایی خاک در آنجا قابل توجه بوده شهرستان داراب است. در این پژوهش سعی بر این است تا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و همچنین پیمایش میدانی پهنه‌های شوری مستخرج و علل شور شدن اراضی مورد تحلیل قرار گیرد.

#### منطقه مورد مطالعه

دشت داراب در جنوب شرقی استان فارس و در محدوده ۵۴ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۴۹ دقیقه عرض شمالی در فاصله ۲۵۰ کیلومتری از شیراز واقع شده است. شهرستان داراب از غرب به جهرم و فسا، از شرق به هرمزگان، از شمال به نیریز و استهبان و از جنوب به زرین دشت و لارستان منتهی می‌گردد (شکل ۱).

- 1 Douaoui
- 2 Melendez
- 3 Gutierrez
- 4 Bouaziz
- 5 Bastiaanssen
- 6 Metternicht
- 7 Lagerloef
- 8 Abbas



شکل ۱ موقعیت شهرستان داراب در استان فارس

از دیدگاه ژئومورفولوژی این منطقه جزء زاگرس جنوب شرقی (منطقه فارس) است. در این منطقه زاگرس به حداکثر پهنای خود رسیده و چهره ظاهری ناهمواری‌ها با سایر بخش‌های زاگرس متفاوت است؛ به طوری که امواج چین‌ها ملایم‌تر و بازتر شده و بیشتر به صورت چاله‌های ناودیس و برجستگی‌های طاق‌دیس خود نمایی می‌کند. چاله‌های ناودیس اغلب از طریق فرودهای محوری طاق‌دیس‌ها به یکدیگر متصل شدند که در نتیجه دشت‌های بسیار باز (دشت داراب) را به وجود آورده است (علایی طالقانی، ۱۳۸۲: ۱۶۰). بیشتر بارندگی محدوده مورد مطالعه در دوره سرد سال رخ داده و ژانویه پر باران‌ترین ماه سال است. در تابستان به دلیل دور بودن از منابع رطوبتی و مسیرهای ورودی بخار آب و گاهی نبودن عامل صعود واقعاً هوای بسیار گرم و خشک کویری پیدا می‌کند. این وضعیت خشکی در عوامل بارشی نیز منعکس است. البته در داراب بارش‌های تابستانی وابسته به رژیم موسمی جنوب شرقی مشاهده می‌شود. این ویژگی در روزهای بارندگی بیشتر از ۱۰ میلی‌متر منعکس شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند در بعضی از سال‌ها، هنگامی که کف پرفشار آזור به حد کافی ارتفاع می‌گیرد، هوای مرطوب رسیده از دریای عمان و خلیج فارس صعود کرده و باران‌های شدید و رگباری به وجود می‌آیند (علیجانی، ۱۳۷۹: ۱۹۱).

#### مواد و روش‌ها

در این تحقیق ابتدا با استفاده از روش مطالعه اسنادی، مطالب مرتبط با موضوع گردآوری شد. سپس با توجه به هدف تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست (سنجنده TM به مسیر و ردیف ۱۶۱ و ۴۰ به تاریخ ۱۵ ژوئن سال ۲۰۱۰ میلادی و ۱۶ ژوئن سال ۱۹۸۷ میلادی با اندازه پیکسل‌ها برای باند حرارتی ۵۷ متر، باند پانکروماتیک ۱۴/۲۵ متر و

برای بقیه باندها ۷۹ متر) بهره گرفته شد. این تصاویر از سایت GLCF به خاطر سهولت دسترسی دانلود گردید. برای استخراج پهنه‌های شوری خاک از روش (خایر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳: ۴۳) استفاده شده است. در این روش از باندهای ۵ و ۷ ماهواره لندست که داده‌های ورودی بوده و بر طبق رابطه ۱ در نرم‌افزار ENVI پهنه‌های شوری استخراج می‌گردد.

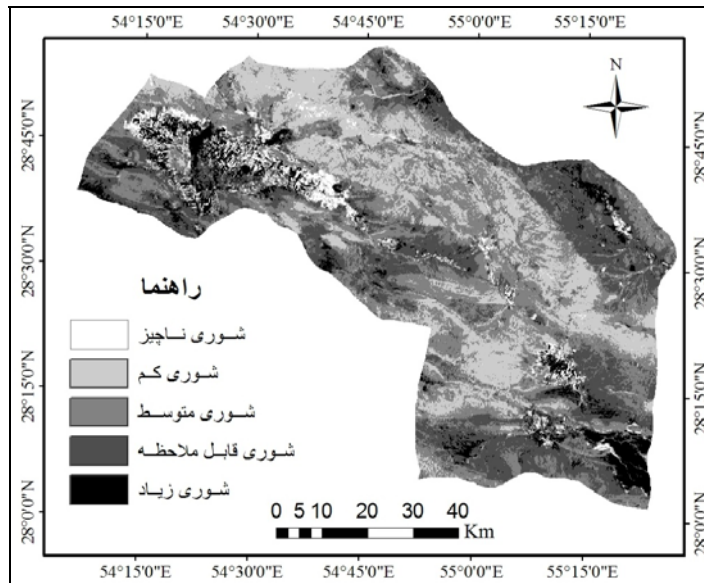
#### رابطه ۱: Band 5 – Band 7 / Band 5 + Band 7

پس از اجرای رابطه ۱ در نرم‌افزار ENVI جهت مشخص کردن و محاسبه مقادیر کمی و کیفی شوری خاک در منطقه مورد مطالعه از نرم‌افزار Arc GIS بهره گرفته شد. در واقع فن اصلی در این تحقیق روش آشکارسازی پیکسل‌های معرف شوری است. سپس عوامل موثر در زایش شوری خاک مورد تحلیل قرار گرفتند. برای این کار در ابتدا لندفرم‌های موجود در منطقه با استفاده از بازدید میدانی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های زمین‌شناسی (داراب، نمردان و بزنجان به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه شده به وسیله سازمان زمین‌شناسی کشور) بررسی گردیدند، که گنبد‌های نمکی از جمله لندفرم‌های موجود در منطقه بودند. برای به دست آوردن موقعیت گنبد‌های نمکی از نقشه‌های توپوگرافی (داراب، مادوان، فدामी، قلعه نو و خسویه به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) استفاده گردید. این نقشه‌ها و همین‌طور نقشه‌های زمین‌شناسی ابتدا در محیط نرم‌افزاری Arc GIS زمین – مرجع سازی شدند و سپس ارتفاع گنبد‌های نمکی از سطح دریا و پایه، مساحت آنها محاسبه و پراکندگی گنبد‌ها به صورت نقشه نشان داده شد. برای محاسبه مقادیر شیب و جهت شیب از داده مدل رقومی ارتفاع (۳۰ متر) استر استفاده شد. جهت محاسبه تاثیر عوامل اقلیمی داده‌های ایستگاه سینوپتیک داراب مورد تحلیل قرار گرفتند. برای تکمیل و همچنین جهت اطمینان و اعتبارسازی یافته‌های تحقیق سه مرحله پیمایش میدانی از منطقه مورد مطالعه صورت گرفت. در مرحله اول لندفرم‌های منطقه از نزدیک مشاهده گردیدند. در مرحله دوم از اراضی شور، فاصله آنها از گنبد‌های نمکی و همین‌طور آبراهه‌های انتقال دهنده نمک عکسبرداری شد. در مرحله سوم جهت اعتبار سنجی یافته‌های تحقیق، پهنه‌های استخراج شده (با درجه‌های شوری متفاوت) با سطح زمین انطباق داده شد، تا میزان صحت محاسبات و نقشه شوری خاک مشخص گردد. در نهایت نیز بر اساس یافته‌های تحقیق و بررسی درستی آنها اقدام به نتیجه گیری شد.

#### بحث و نتایج

مقادیر پیکسل‌ها به ترتیب اعداد ۰.۴۸- و ۰.۵۸ را نشان می‌دهد؛ به عبارت دیگر، هر قدر عدد پایین‌تر بوده، مقدار شوری نیز افزایش یافته است و بیانگر شوری زیاد است. نقشه استخراج شده شوری مقادیر ۰.۴۸- تا ۰.۲۲- (شوری زیاد)، ۰.۲۲- تا ۰.۲۵ (شوری قابل ملاحظه)، ۰.۲۵ تا ۰.۲۸ (شوری متوسط)، ۰.۲۸ تا ۰.۳۱ (شوری کم) و ۰.۳۱ تا ۰.۵۸ (شوری ناچیز) را نشان می‌دهد. از تعداد پیکسل‌ها ۶۰۵۹۶۴ مربوط به کلاس (شوری زیاد)، ۲۰۰۵۲۷۰۷

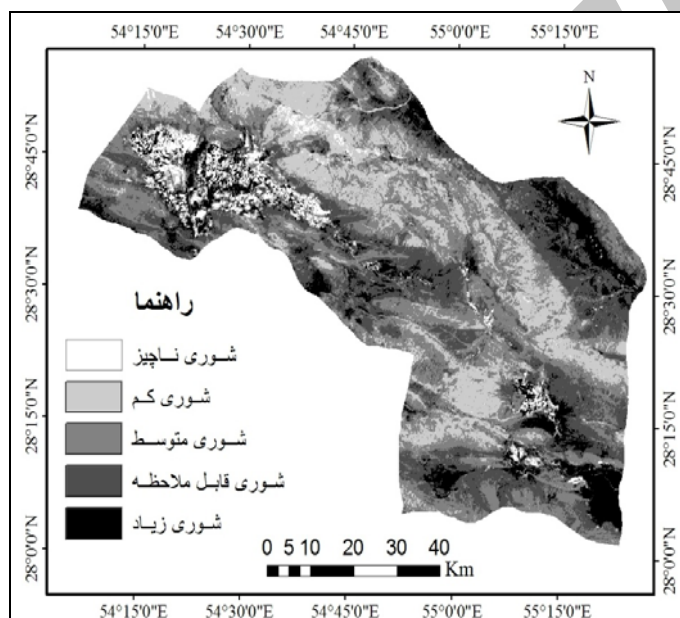
(شوری قابل ملاحظه)، ۲۶۰۳۷۸۷ (شوری متوسط)، ۱۸۲۸۰۳۴ (شوری کم) و ۲۲۷۶۷۴ (شوری ناچیز) است؛ به عبارتی باید گفت ۵۴۵/۳۷ کیلومتر مربع از مساحت منطقه مورد مطالعه دارای شوری زیاد (۸/۳۳ درصد)، ۱۸۰۴/۶۹ کیلومتر مربع دارای شوری قابل ملاحظه (۲۷/۵۸ درصد)، ۲۳۴۳/۴۱ کیلومتر مربع بیانگر شوری متوسط (۳۵/۸۱ درصد)، ۱۶۴۵/۲۳ کیلومتر مربع نشان دهنده شوری کم (۲۵/۱۴ درصد) و ۲۰۴/۹۱ کیلومتر مربع از شهرستان داراب دارای شوری بسیار ناچیز (۳/۱۳ درصد) را نشان می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲ پهنه‌های استخراج شده شوری خاک در محدوده مورد مطالعه (بهبه شده از تصویر ماهواره لندست، ۲۰۱۰ میلادی)

همان طوری که در شکل (۲) دیده می‌شود، عمده اراضی شوری با زیاد در غرب و جنوب شرقی شهرستان داراب واقع شده است. می‌توان گفت که تنوع لندفرم‌ها در محدوده مورد مطالعه باعث شده است که مساحت قابل توجهی (بیش از ۶۰ درصد) از اراضی شهرستان داراب قابل کشت و زرع باشند. البته در شمال و شمال شرق نیز لکه‌های شوری دیده می‌شود که ناشی از رسوبات تبخیری در آنجاست. وجود مخروط افکنه‌های متعدد در شمال شهرستان و سیلاب‌های شیرین که هر ساله مقادیر قابل توجهی رسوب (اعم از خاک و غیره) را از بالا دست و حوضه‌های آبریز با خود به سمت پایین دست و شهرستان حمل و به جا می‌گذارند. به همین دلیل بسیاری از مخروط افکنه‌های دشت داراب فعال و در حال توسعه بوده (البته باید به برداشت‌های انسان از منابع رسوبی رودخانه‌ها توجه داشت) و اراضی مستعد برای کشت و زرع را مهیا کرده‌اند. مطلب دیگری که باید به آن پرداخته شود پایش شوری زایی در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. برای این کار از تصویر سال ۱۹۸۷ میلادی با یک روز اختلاف استفاده شد. بر اساس تصویر استخراج شده سال ۱۹۸۷ مقادیر پیکسل‌ها بین ۰.۴۳- تا ۰.۴۹+ است. همانند

نقشه استخراجی سال ۲۰۱۰ در این خروجی نیز هر قدر مقادیر پیکسل‌ها کمتر باشد، میزان شوری نیز افزایش یافته است. در نقشه استخراجی سال ۱۹۸۷، مقادیر ۰.۴۳- تا ۰.۲۴- بیانگر (شوری زیاد)، ۰.۲۴- تا ۰.۲۶+ (شوری قابل ملاحظه)، ۰.۲۶+ تا ۰.۲۸+ (شوری متوسط)، ۰.۲۸+ تا ۰.۳۲+ (شوری کم) و ۰.۳۲+ تا ۰.۴۹+ نشان دهنده شوری ناچیز هستند؛ به عبارت دیگر در نقشه خروجی سال ۱۹۸۷ مساحت پهنه شوری زیاد ۸۰۶۲۱ کیلومتر مربع (۲/۳۲ درصد)، شوری قابل ملاحظه ۱۸۸۷/۹۵ کیلومتر مربع (۲۸/۸۶ درصد)، شوری متوسط ۲۱۴۷/۸۹ کیلومتر مربع (۳۲/۸۴ درصد)، شوری کم ۱۴۴۹/۱۹ کیلومتر مربع (۲۲/۱۵ درصد) و مساحت پهنه‌های شوری ناچیز ۲۵۲/۳۴ کیلومتر مربع (۳/۸۶ درصد) می‌باشد (شکل ۳).



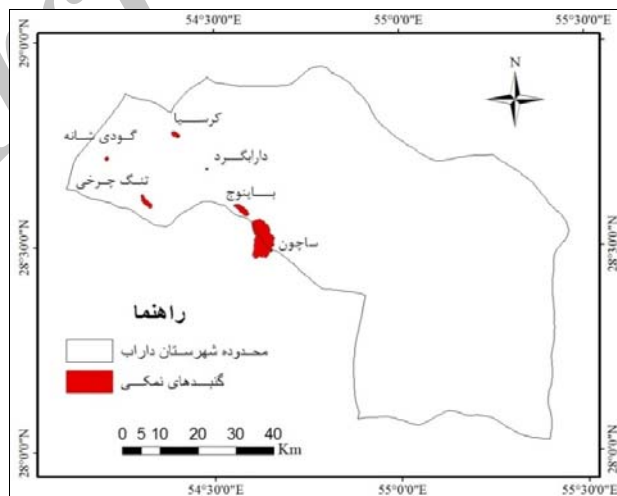
شکل ۳ پهنه‌های استخراج شده شوری خاک در محدوده مورد مطالعه (پهنه شده از تصویر ماهواره لندست، ۱۹۸۷ میلادی)

مقایسه دو نقشه خروجی نشان می‌دهد میزان شوری ناچیز، قابل ملاحظه و زیاد از نظر مساحت کاهش یافته‌اند که در این میان پهنه‌های با شوری زیاد با ۲۶۰/۸۴- کیلومتر مربع بیشترین کاهش را داشته است. همچنین پهنه‌های با شوری کم و متوسط افزایش یافته‌اند که پهنه با شوری متوسط با ۱۹۵/۵۲ کیلومتر مربع بیشترین افزایش را نشان می‌دهد (جدول ۱). همچنین اراضی از حالت شوری زیاد در جنوب شرقی و شمال شرقی محدوده مورد مطالعه به شوری قابل ملاحظه تغییر یافته است. مجموع اراضی با درجه شوری زیاد و قابل ملاحظه در سال ۲۶۹۴/۱۹۸۷، ۲۶ کیلومتر مربع بوده، در حالی که این پهنه‌ها در سال ۲۰۱۰ روند کاهشی را نشان می‌دهد و به ۲۳۴۹/۸۶ کیلومتر رسیده است.

جدول ۱ مقایسه پهنه‌های شوری تصاویر سال ۱۹۸۷ با ۲۰۱۰ میلادی

تصویر (سال میلادی)	شوری ناچیز		شوری کم		شوری متوسط		شوری قابل ملاحظه		شوری زیاد	
	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تعداد پیکسل	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تعداد پیکسل	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تعداد پیکسل	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تعداد پیکسل	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تعداد پیکسل
۱۹۸۷	۲۸۰۳۸۳	۲۵۲۳۴	۱۶۱۰۲۱	۱۴۴۵/۱۹	۲۳۸۶۵۴۰	۲۱۴۷/۸۹	۲۰۹۷۷۳۳	۱۸۸۷/۹۵	۸۹۵۷۸۷	۸۰۶۲۱
۲۰۱۰	۲۲۷۶۷۴	۲۰۴/۹۱	۱۸۲۸۳۴	۱۶۴۵/۳۳	۲۶۰۳۷۸۷	۳۳۴۳/۴۱	۲۰۰۵۲۷۰۷	۱۸۰۴/۴۹	۶۰۵۹۶۴	۵۴۵/۳۷
اختلاف	-	-۴۷/۴۳	-	۲۰۰/۰۴	-	۱۹۵/۵۲	-	-۸۳/۴۶	-	-۳۶۰/۸۴

علت اصلی شوری خاک در منطقه مورد مطالعه گنبد‌های نمکی است. ۶ گنبد نمکی، کرسیا (شمال غرب)، گودی شانه و تنگ چرخ (غرب)، دارابگرد (مرکز)، باینوج و ساچون (جنوب) در دشت داراب واقع شده‌اند (شکل ۴). از نظر مساحت بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین مساحت در بین گنبد‌های نمک به ترتیب مربوط به ساچون و دارابگرد است (جدول ۲). شیب قسمت بیشتر منطقه مورد مطالعه کمتر از ۱۵ درصد می‌باشد؛ به طوری که ۵۱/۸۴ درصد از مساحت شهرستان داراب شیبی کمتر از ۱۵ درصد دارند (جدول ۳). در مسیرهایی که گنبد‌های نمکی واقع شده‌اند، معمولاً شیب کمتر از ۱۵ درصد می‌باشد، از این رو انتقال نمک از این گنبد‌ها به آرامی صورت می‌گیرد. البته شیب در پای گنبد نمکی کرسیا که بیشترین نقش را در شوری خاک شهرستان داراب ایفا می‌کند به کمتر از ۵ درصد نیز می‌رسد. اما شیب در پای گنبد نمکی باینوج بیشتر از ۳۰ درصد است، بنابراین تخلیه نمک از این گنبد نمکی سریع‌تر از سایر گنبد‌ها می‌باشد. شیب پای گنبد نمکی تنگ چرخ نیز کمی بیش از ۱۵ درصد بوده، بنابراین تخلیه نمک در اینجا نیز زودتر از گنبد نمکی کرسیا و باینوج انجام می‌شود. عامل دیگر که در شوری‌زایی خاک منطقه مورد مطالعه موثر بوده جهت شیب است.



شکل ۴ پراکنده‌گی گنبد‌های نمکی در دشت داراب



جدول ۲ ویژگی‌های گنبدهای نمکی منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام گنبد نمکی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	ارتفاع از سطح پایه (متر)	مساحت (کیلومتر مربع)
۱	ساچون	۱۵۰۰	۳۶۰	۴۳/۲۳
۲	باینوج	۱۴۰۰	۳۴۸	۵/۴۶
۳	تنگ چرخ	۱۲۰۰	۱۸۰	۴/۳۱
۴	کرسیا	۱۱۱۰	۱۹۰	۲/۱۶
۵	گودی شانه	۱۲۰۰	۶۰	۰.۷۸
۶	دارابگرد	۱۱۰۰	۱۴۰	۰.۲۱

جدول ۳ طبقه بندی شیب (به درصد) در شهرستان داراب

ردیف	مقدار شیب (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت به درصد
۱	۰ تا ۱۵	۳۴۰۲/۶۱	۵۱/۴
۲	۱۵/۱ تا ۳۰	۱۷۵۳/۹۵	۲۶/۷۲
۳	۳۰/۱ تا ۴۵	۱۰۸۸/۳۳	۱۶/۵۸
۴	بیشتر از ۴۵	۳۱۸/۶	۴/۸۵
جمع	-	۶۵۶۳/۴۵	۱۰۰

جهت شیب غالب در پای گنبد نمکی کرسیا جنوب، جنوب غربی و جنوب شرقی، در پای گنبد نمکی باینوج شمال و شرقی، در پای گنبد نمکی تنگ چرخ شمالی و شرقی، در پای گنبد نمکی ساچون به خاطر وسعت گنبد نمکی شمال، جنوب، شرق و غرب بوده، در پای گنبد نمکی گودی شانه شمال، در پای گنبد نمکی دارابگرد نیز جهت شیب جنوبی است. جهت شیب نقش بسیار زیادی در هدایت آبراهه‌ها و همچنین مکان تخلیه آب‌های شور ناشی از فرسایش گنبدهای نمکی دارد. جهت جنوبی شیب در کنار گنبد نمکی کرسیا باعث شده است که جهت آبراهه‌ها نیز جنوبی شود و خاک اراضی پایین دست این گنبد نمکی دچار شوری شدید شود؛ به طوری که اصلا قابل کشاورزی نیست. گنبد نمکی دارابگرد به وسیله خندق ایجاد شده در اطراف آن فقط توانسته تا شعاع ۱۵۰ متری اطراف خود را شور کند. در اطراف این گنبد نمکی هیچ گونه علفی رویش ندارد و تنها گونه گیاهی که در اطراف آن دیده می‌شود، گز است. مهم‌ترین نقش را در شوری خاک‌های داراب گنبد نمکی کرسیا ایفا می‌نماید. همان‌طوری که در شکل (۴) دیده می‌شود، این گنبد نمکی در شمال غربی

شهرستان داراب واقع شده است. این گنبد نمکی حدود ۶۰۰۰ هکتار از اراضی را شور و غیر قابل کشت نموده است (رامشت و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۳۴). به جزء گنبد نمکی دارابگرد و کرسیا سایر گنبد‌های نمکی به وسیله توده‌های کوهستانی محدود شده‌اند و تنها از یک یا دو طرف بر اراضی اطراف خود تسلط دارند. در اطراف گنبد نمکی کرسیا چشمه‌های شوری وجود دارد که در سایر گنبد‌های نمکی مشاهده نمی‌گردد (شکل ۵). هر ساله مقدار قابل توجهی نمک از طریق این چشمه‌ها در کنار گنبد نمکی کرسیا بر جای گذاشته می‌شوند (شکل ۶). مشاهدات میدانی نشان می‌دهد تقریباً نیمی از این گنبد نمکی در اثر فرسایش ناشی از عمل آب‌های جاری (بارش‌های رگباری) از بین رفته است. مهم‌ترین نشانه آنها شکل‌گیری مخروط نمکی در پای این گنبد نمکی و شوره‌زار پایین دست در جنوب غربی گنبد است. روستای کرسیا در جنوب شرقی گنبد بر روی بخشی از مخروط نمکی استقرار یافته است. در پایین دست این گنبد نخ‌آب‌های زیادی دیده می‌شوند که نقش آنها در انتقال نمک به اراضی پایین دست گنبد کاملاً مشهود به نظر می‌رسد. در سال‌های اخیر انسان با دستکاری در زمین‌های اطراف پایین دست و ایجاد تاسیساتی بر روی مخروط نمکی موجب به هم خوردن این نظم شده و با ایجاد خاکریزهایی باعث تجمع آب‌های مسلح به نمک شده است (شکل ۷). نکته جالب توجه این است که بازدید میدانی نشان داد شوری اراضی ناشی از فرسایش گنبد نمکی کرسیا به سمت اطراف در زمانی قطع شده است؛ به عبارت دیگر شوری زایی محدود گشته است. می‌توان گفت علت محدود شدن، ظهور رودخانه شاه‌یجان (اوغلان و غز) در شرق گنبد نمکی و چشمه گلابی در غرب آن است.



شکل ۵ یکی از چشمه‌های اطراف گنبد نمکی کرسیا شکل ۶ به جا گذاشتن نمک در پای گنبد نمکی کرسیا



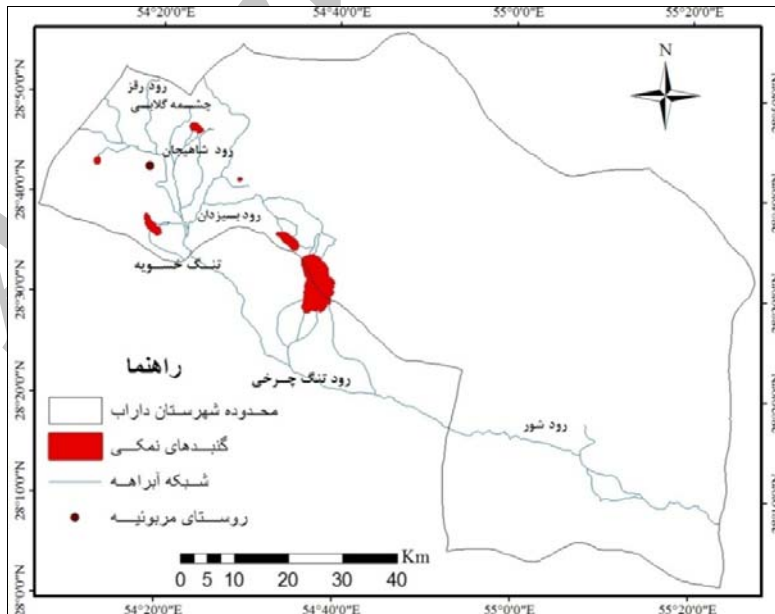
شکل ۷ ایجاد خاکریز و تاسیسات انسانی در پایین دست گنبد نمکی کرسیا

رود شاه‌یجان و چشمه گلابی علاوه بر ایجاد بستر برای خود مقدار قابل توجهی از اراضی شور را شسته و با خود به تنگ خسویه منتقل کرده‌اند. در محل سرچشمه این دو رودخانه هدایت الکتریکی ۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر بوده در حالی که در تنگ خسویه مقدار هدایت الکتریکی آب به بیش از ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر مربع می‌رسد (وزارت نیرو، ۱۳۷۱). البته باید گفت که هدایت الکتریکی آب در حاشیه گنبد نمکی بایونج ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد (رامشت و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۳۷). همچنین سیلابی شدن رودخانه‌های مستقر بر روی مخروط‌افکنه‌ها در شرق (مخروط افکنه رودبال) و مخروط‌افکنه‌های منصوریه، اعراب چگینی، پاسخن در غرب گنبد نمکی نیز نقش قابل توجهی در شستشوی اراضی شور و انتقال مواد شور به سمت تنگ خسویه را ایفا می‌کنند. با توجه به شیرین بودن این سیلاب‌ها، همواره مقداری رسوب (بسته به قدرت رودخانه) که شامل گل و لای بوده بر روی اراضی شور به جا گذاشته می‌شوند. این مورد در اطراف روستای مربوطه در غرب دشت داراب به خوبی مشاهده می‌شود. زمین‌های جنوب شرقی این روستا در محل عبور سیلاب رود رقیز هستند (به طور میانگین سالی یکبار این رودخانه سیلابی می‌شود). در مورد پوشش گیاهی اطراف گنبد نمکی کرسیا نیز می‌توان گفت که با دور شدن از این گنبد نمکی پوشش گیاهی نیز افزایش می‌یابد. این گیاهان از گونه‌های شور پسند بوده (شکل ۸) از جمله آنها می‌توان به *Juncus gerardi* و *Halocnemum strobilaceum* اشاره کرد (ولی، ۱۳۸۵: ۲۶۱).



شکل ۸ رشد گونه‌های گیاهی شور پسند در ۱۵۰ متری پایین دست گنبد نمکی کرسیا

کار انتقال نمک و املاح شور از سطح گنبدهای نمکی به وسیله شبکه آبراهه‌ها صورت می‌گیرد. شبکه زهکشی به کمک شیب، جهت شیب و بسته به نیروی انتقالی و قدرت خود اراضی دشت داراب را شور کرده‌اند؛ به عبارت دیگر، شیب و جهت شیب دشت داراب به سمت تنگه خسویه است؛ از این رو محل تجمع شبکه آبراهه‌ای در آنجاست (شکل ۹). در دهانه تنگ خسویه انسان اقدام به ایجاد سدی نموده که در پشت این سد هر ساله مقداری نمک بر جای گذاشته می‌شود. در گذشته که سدی وجود نداشت آب‌ها از طریق رودخانه تنگ چرخی به سمت جنوب شرقی حرکت می‌کردند و شوری منطقه فورگ و آبشور در جنوب شرقی دشت داراب معلول عبور این رودخانه از آنجا بود. البته ملحق شدن آب آبشار فدایمی به رود در این قسمت تا حدودی از شوری آب می‌کاهد. به طوری که از رود جهت آبیاری نخلستان‌ها و اراضی استفاده می‌شود. در این قسمت اما هم اکنون با ایجاد سد به مرور زمان در پشت سد شاهد شوری زایی خاک خواهیم بود. همچنین در مواقعی که آب در پشت سد بیش از مخزن آن باشد، دریچه‌های سد باز می‌شود که این امر در هنگام سیلاب‌های شدید معمولاً در زمستان صورت می‌گیرد. بعضی مواقع نیز بارش‌های رگباری در انتقال نمک از گنبدها به سمت اراضی نقش موثری را ایفا می‌کنند. این مسئله در بعضی از سال‌ها در تابستان که توده هوای موسمی به داراب می‌رسد کاملاً مشهود است. این بارش‌ها عمدتاً در تیر و مرداد ماه رخ می‌دهند. از یک طرف در طایین بارش‌ها در مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه ۵ تا ۱۰ میلی‌متر باران رخ می‌دهد (همانند مرداد ماه ۱۳۸۵، ۱۳۹۰) و از طرف دیگر دمای بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در این موقع از سال باعث تبخیر سریع رطوبت ناشی از بارش شده و لکه‌های نمکی بر جای می‌مانند.



شکل ۹ شبکه آبراهه‌ای و موقعیت استقرار گنبدهای نمکی در محدوده مورد مطالعه

## نتیجه‌گیری

یکی از مخاطرات محیطی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان شوری خاک است. به همین دلیل مشخص کردن پهنه‌های شوری و پایش آن در چند سال اخیر برای بشر به خاطر توسعه اقدامات عمرانی، زیربنایی و کشاورزی اهمیت زیادی یافته است. در چند سال اخیر برای استخراج و پایش شوری سطحی از داده‌های سنجنش از دوری استفاده می‌شود. شهرستان داراب یکی از مناطقی است که با مخاطره شوری خاک مواجه بوده و محدودیت‌هایی را برای کشاورزی ایجاد کرده است. در این تحقیق برای مشخص کردن پهنه‌های شوری و میزان کمی آن از تکنیک آشکارسازی تصاویر ماهواره لندست (سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۰ میلادی) بهره گرفته شد. جهت انجام این تکنیک از روش خایر (۲۰۰۳) استفاده گردید. در این روش باندهای ۵ و ۷ مورد نیاز است. نتیجه تحقیق نشان داد که بر اساس تصویر سال ۲۰۱۰، ۵۴۵/۳۷ کیلومتر مربع از مساحت منطقه مورد مطالعه دارای شوری زیاد (۸/۳۳ درصد)، ۱۸۰۴/۶۹ کیلومتر مربع دارای شوری قابل ملاحظه (۲۷/۵۸ درصد)، ۲۳۴۳/۴۱ کیلومتر مربع بیانگر شوری متوسط (۳۵/۸۱ درصد)، ۱۶۴۵/۲۳ کیلومتر مربع نشان دهنده شوری کم (۲۵/۱۴ درصد) و ۲۰۴/۹۱ کیلومتر مربع از شهرستان داراب دارای شوری بسیار ناچیز (۳/۱۳ درصد) هستند. فقط در اراضی با شوری زیاد که کمتر از ۱۰ درصد مساحت شهرستان داراب بوده، امکان کشاورزی وجود ندارد. در اراضی با شوری قابل ملاحظه نیز گونه‌های شور پسند و محصولات کشاورزی که تحمل شوری خاک را دارند، رشد و نمو می‌یابند. مقایسه نقشه خروجی ۲۰۱۰ با تصویر سال ۱۹۸۷ بیانگر کاهش اراضی با شوری ناچیز، قابل ملاحظه و زیاد و افزایش مساحت شوری کم و متوسط است. به نظر می‌رسد دستکاری‌های انسانی نقش زیادی در کاهش مساحت شوری زیاد در شهرستان داراب دارد. عامل اصلی شور شدن اراضی در محدوده مورد مطالعه گنبدهای نمکی است. در شهرستان داراب ۶ گنبد نمکی وجود دارند که در بین آنها گنبد نمکی کرسیا بیشترین نقش را در شور شدن اراضی ایفا می‌کند. در اطراف این گنبد نمکی چشمه‌هایی وجود دارند که هر ساله مقدار قابل توجهی نمک در اطراف آنها بر جای می‌مانند. در اطراف گنبدهای نمکی به خاطر شوری زیاد فقط گیاهانی توانسته‌اند رشد و نمو داشته باشند که شور پسند بوده‌اند. علاوه بر تاثیر گنبدهای نمکی در شوری سطحی خاک، آب‌های زیر زمینی نیز متاثر از گنبدهای نمکی هستند؛ به طوری که در تنگ خسویه میزان هدایت الکتریکی آب به بالای ۵۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌رسد. وجود رودها و سیلاب‌های شیرین باعث جلوگیری از گسترش اراضی شور گردیده و همچنین موجب شستشوی اراضی و انتقال نمک به تنگ خسویه شده‌اند. به طور کلی دستاورد این تحقیق مشخص کردن پهنه‌های شوری، شناسایی و تحلیل عوامل موثر بر شوری‌زایی سطحی خاک در محدوده مورد مطالعه بوده که به عنوان یک سند علمی نقش قابل توجهی در مدیریت محیطی می‌تواند ایفا کند.

## References

- Abbas, A., S. Khan., N. Hussain., M. Hanjra., S. Akbar. 2011. Characterizing soil salinity in irrigated agriculture using a remote sensing approach. *Journal of Physics and Chemistry of the Earth*, pp 1- 10.
- Abdinam, A. 2003. Investigation of prepare soil salinity using of regression relation satellite data with numerical much soil salinity in Ghazvin plain. *Journal of research and construct* , Vol 64, pp 33- 38.
- Ahmadian. M., M. Pakparvar., D. Asherlo. 2010. Investigation of change soil salinity using of digital processes landsat satellite information in Ghahavand plain (Hamadan province). *Journal of soil research*, Vol 24, pp 179 – 191.
- Alaei Taleghani. M. 2002. *Geomorphology of Iran*. Ghomes press.
- Alijani. B. 1999. *Climate of Iran*. Payam noor press.
- Bastiaanssen, W.G.M., Molden, D.J., Makin, I.W. 2000. Remote sensing for irrigated agriculture: examples from research and possible applications. *Agricultural Water Management* 46, 137–155.
- Bishop, T.F.A., McBratney, A.B. 2001. A comparison of prediction methods for the creation of field-extent soil property maps. *Geoderma* 103, 149–160.
- Bouaziz, M., Leidig, M., Gloaguen, R. 2011. Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring: a remote sensing study of SE Ethiopia. *Geoscience Frontiers* vol. 2 (2), 237–245.
- Bouaziz. M., J. Matschullat., R. Gloaguen, 2011. Improved remote sensing detection of soil salinity from a semi-arid climate in Northeast Brazil, *Journal of C. R. Geoscience* 343, pp 795–803.
- Carre´. F., Girard, M. 2002. Quantitative mapping of soil types based on regression–kriging of taxonomic distances with landform and landcover attributes. *Geoderma* 110, 241–263.
- Csillag, F., Pasztor, L., Biehl, L.L. 1993. Spectral band selection for the characterization of salinity status of soils. *Remote Sens. Environ.* 43, 231–242.
- Dadrasi. A., M. Yamani., M. Pakparvar., Z. Davarzani. 2006. Investigation of path soil salinity using of remote sensing data and geographic information system in dry and hot area southeast Sabzevar township. *Journal of geography and development*, Vol 16, pp 173-184.
- Dashtkian. K., M. Pakparvar., J. Abdollahi. 2007. Investigation of map prepare method of soil salinity using of landsat satellite data in Marvast region. *Journal of research range and desert of Iran*, Vol 15, pp 139- 157.
- Debenham. F. 1992. *World Atlas of Desertification*. United Nations Environment Program (UNEP). Edward Arnold for UNEP: Kent, 69 p
- Douaoui. A., H. Nicolas., C. Walter. 2006. Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote-sensing data, *Journal of Geoderma* 134, pp 217–230.
- Everitt, D.E., Gerbermann, A., Alaniz, M. 1988. Detecting saline soils with video imagery. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 54, 1283–1287.
- Farifteh. J., A. Farshad., R. George. 2006. Assessing salt-affected soils using remote sensing, solute modelling, and geophysics. *Journal of Geoderma* 130 , pp 191–206.

- Farifteh, J., F. van der Meer., M. van der Meijde., C. Atzberger. 2008. Spectral characteristics of salt-affected soils: A laboratory experiment. *Journal of Geoderma* 145, pp 196–206.
- Fernandez-Buces. N., C. Siebe., S. Cram., J. Palacio. 2006. Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in the former lake Texcoco, Mexico, *Journal of Arid Environments* 65, pp 644–667.
- Gutierrez.M., E. Johnson. 2010. Temporal variations of natural soil salinity in an arid environment using satellite images. *Journal of South American Earth Sciences* 30, pp 46–57.
- Jian-li. D., W. Man-chun., T. Tiyip. 2011. Study on Soil Salinization Information in Arid Region Using Remote Sensing Technique, *Journal of Agricultural Sciences in China* 10(3), pp 404- 411.
- Kassas, M. 1987. Seven paths to desertification. *Desertification Control Bulletin* 15, pp 24–26.
- Khaier, F. 2003. Soil salinity detection using satellite remote sensing, geoinformation science and earth observation. *International Institute for Geo-information Science and Earth Observation*, p: 1- 70.
- Lagerloef, G.S.E. 2009. In: Steele, J.H., Turekian, K.K., Thorpe, S.A. (Eds.), *Satellite Remote Sensing: Salinity Measurements Encyclopedia of Ocean Sciences*. Academic Press, Oxford.
- Long, D.S., Nielsen, G.A. 1987. Detection and inventory of saline seep using color infrared aerial photographs and video image analysis. In: *Proceedings of the 14th Workshop Color Aerial Photography and Videography in Resource Monitoring*. Montana State University, Bozeman, MT, USA, 220–232.
- Melendez-Pastor. I., J. Navarro-Pedreño., M. Koch., I. Gómez. 2010. Applying imaging spectroscopy techniques to map saline soils with ASTER images. *Journal of Geoderma* 158, pp 55–65.
- Metternicht. G. 2001. Assessing temporal and spatial changes of salinity using fuzzy logic, remote sensing and GIS. *Foundations of an expert system. Journal of Ecological Modelling* 144, pp 163–179.
- Metternicht. G., J. Zinck. 2003. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints. *Journal of Remote Sensing of Environment*, Vol 85, pp 1 –20.
- Noroozi. A., M. Homae., A. Farshad. 2011. Integrated Application of Remote Sensing and Spatial Statistical Models to the Identification of Soil Salinity: A Case Study from Garmsar Plain. *Iran. ENVIRONMENTAL SCIENCES* Vol.9, No.1, pp 59-74.
- Organization of water regional of Fars, Bohsher, Kohkeloei and Boyerahmad. 1991. Summary of result studied bar Rodbar Darab Project.
- Ramesht. M., M. Moayeri., I. Ghazi., S. Futoohi. 2007. Effect salt domes in groundwater salinity Darab playa. *Journal of human science*, pp 129- 144.
- Tajgordan. T., S. Ayobi., S. Shataei., F. Khormali. 2008. Preparation of surface soil salinity using of remote sensing ETM (Case study: North Aghla: Golestan province). *Journal of research water and soil protect*, Vol 16, pp 1- 18.
- Vali. A. 2005. Effect of *Juncus gerardi* and *Halocnemum strobilaceum* on some properties soil stem environment (Case study: Corsia saline). *Journal of scientist and technology agriculture and natural source*, Year 10, No 1, pp 261- 270.

- Verma, K.S., Saxena, R.K., Barthwal, A.K., Deshmukh, S.N. 1994. Remote sensing technique for mapping salt affected soils. *Int. J. Remote Sens.* 15, pp 1901–1914.
- Yu. R, T.Liu, Y. Xu., C. Zhu., Q. Zhang., Z. Qu., X. Liu., C. Li. 2010. Analysis of salinization dynamics by remote sensing in Hetao Irrigation District of North China. *Journal of Agricultural Water Management* 97 , pp 1952–1960.
- Zare. Gh. 2010. Investigation of effective agents on alluvial fans hazards geomorphologic (Case study: Garmsar Alluvial fan), M. A Thesis of Physical Geography. Tarbiat Modares University.
- Zehtabian. Gh., M. Tayeb., M. Sori. 2005. Investigation of soil salinity in Kerman province (Case study: Kabotar Khan plaine). *Journal of research range and desert of Iran*, Vol 13, pp 368- 384.

Archive of SID