

تعیین مناطق تحت اثر بیابان‌زایی با پردازش داده‌های ماهواره‌ای (مطالعه موردی: دشت کاشان) ۱- بررسی روند تغییرات شوری خاک

مجتبی پاک‌پرور^(۱) و سید مرتضی ابطحی^(۲)

چکیده

برای تشخیص قابلیت‌های داده‌های متوالی ماهواره‌ای در ارزیابی و پایش پدیده‌های مرتبط با بیابان‌زایی تحقیق گسترده‌ای صورت گرفت. دشت قم - کاشان به عنوان یکی از مناطقی که در معرض خطر بیابانی شدن تلقی می‌شود انتخاب و روند تغییرات پدیده‌هایی نظیر شوری، کاربری اراضی، فرسایش بادی، به کمک داده‌های ماهواره‌ای و روند تغییرات سطح سفره‌ها و کیفیت آب‌های زیرزمینی، آبدهی حوضه‌های بالادست و گل‌آلودگی رودخانه‌ها به کمک تحلیل داده‌ها و نقشه‌های موجود، مطالعه شد. در این مجال نتایج مرتبط با شوری خاک ارایه می‌گردد.

نخست، دو سری از داده‌های رقومی لندست ام‌اس اس ۱۹۷۶ و تی ام ۱۹۹۸ با زمان تقریبی یکسان از نظر ماه برداشت، مورد پردازش‌های اولیه قرار گرفتند. به کمک نتایج مطالعات صحرایی هر یک از تصویرها به روش مناسب خود طبقه‌بندی شدند. طبقه‌بندی با باندهای ترکیبی PCA₁₂، PCA₃₄، NDVI در ام‌اس اس و باندهای اصلی و ترکیبی TM₄، PCA₅₇، PCA₁₂₃ و NDVI در تی ام صورت گرفت. طبقه‌بندی از نوع

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام فارس - شیراز، ص، پ ۶۱۷-۷۱۵۵۵

<pmojtaba@hotmail.com>

۲- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام اصفهان.

نظارت شده و با الگوریتم حداکثر درست‌نمایی (ML) بود. دقت طبقه‌بندیها بر اساس اطلاعات میدانی مورد ارزیابی قرار گرفت و دقت کلی ۶۵٪ و ۷۲٪ به ترتیب برای ام‌اس‌اس و تی‌ام‌بدست آمد. نتایج نشان می‌دهند که در فاصله دو مقطع زمانی، از سطح اراضی بدون شوری به میزان ۷/۵٪ از کل کاسته و بر مساحت اراضی با طبقات شوری کم، متوسط و زیاد به‌طور پلکانی افزوده شده است. مساحت سطوح شوره‌زار دریاچه نمک کاشان به مقدار ۱/۵٪ کاهش داشته است.

دست‌آورد پژوهش‌گویای این است که علی‌رغم یکسان نبودن ویژگیهای تصویری ام‌اس‌اس و تی‌ام، مقایسه نقشه‌های موضوعی حاصل از کاربرد مجموعه فنون پردازش تصویر بر روی هر یک، اطلاعات مفیدی بدست خواهد داد. این موضوع به‌ویژه با توجه به ارزش قدمت زمانی ام‌اس‌اس در طولانی‌تر کردن طول دوره مطالعه اهمیت بارزتری خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: شوری، بیابان‌زایی، کاشان، لندست، سنجش از دور، تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA).

مقدمه

آنچه امروزه به عنوان بیابان‌زایی شناخته شده و یک دشواری مهم زیست محیطی به شمار می‌رود، مترادف تخریب سرزمینهای آباد است که بر طبق تعریف ۱۹۹۲ کنفرانس زمین، و تأیید ۱۹۹۶ اعضای پیمان جهانی مهار بیابان‌زایی، محدوده اثر آن اقلیمهای خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب خشک را فرامی‌گیرد (درویش، ۱۳۷۹). پدیده‌هایی نظیر شور شدن زمینها و منابع آبی، تشدید فرسایش خاک، سیر قهقراپی مراتع، کاهش تولید اراضی زراعی، جنگل تراشی و تخریب پوشش گیاهی از وجوه مختلف تخریب سرزمین قلمداد شده‌اند (جوچندا، ۱۳۷۵).

نزدیک به ۷ درصد مساحت خشکیهای جهان زیر پوشش خاکهای متأثر از شوری قرار دارد و نیمی از آن (۱۰ میلیون کیلومتر مربع) در مناطق خشک و نیمه خشک و به نحو عمده بیابانها واقع است (زابلکس، ۱۳۷۶) و از سوی دیگر نزدیک به ۲۰ درصد کل کشتزارهای آبی جهان (۴/۴۵ از ۱۱/۲۲۷ میلیون هکتار) در معرض شوری است (پذیرا و صادق‌زاده، ۱۹۹۹؛ به نقل از قسیمی و همکاران، ۱۹۹۵). در ایران بر اساس برآوردهای مختلف از ۱۶ تا ۲۴ میلیون هکتار از زمینهای کشور با درجات مختلف با پدیده شوری روبه‌رو هستند (دیوان و فاموری، ۱۹۶۴؛ وان‌آرت و آوسترکمپ، ۱۹۶۸؛ کوودا، ۱۹۷۰؛ روزی‌طلب، ۱۹۸۶؛ پذیرا و صادق‌زاده، ۱۹۹۹). این ارقام شامل هر دو اراضی زیر کشت و بایر بوده و داده‌های قابل اعتمادی از ابعاد شوری در کشتزارها به تنهایی در دست نیست. دشواری اصلی تخمینها در تغییرات بین سالی عوامل شور کننده است (سیادت، ۱۹۹۹).

به دلیل تعدد و ترکیب عوامل مختلفی که در توسعه شوری خاک در یک منطقه تأثیر دارند و نیز بنا به تغییر پذیری متنوع مکانی، پایش منظم آن جهت کاربرد روشهای پیشگیرانه و اصلاحی ضرورت می‌یابد. سنجش از دور بر این اساس که سطوح بزرگی را به طور منظم پوشش می‌دهد کارمایه بزرگی جهت پایش پویای شوری در خود دارد (مایرز و همکاران، ۱۹۸۰؛ خارین، ۱۹۸۲؛ وینوگرادف، ۱۹۹۳؛ هلدن، ۱۹۸۵؛ توکر و ژوستیک، ۱۹۸۶). از میان شمار فراوان تحقیقات انتشار یافته که از لحاظ فکر و یا روش با پژوهش حاضر تجانس داشته‌اند، به دستاورد برخی از آنها که به نحوی به کار این پژوهش آمده‌اند اشاره خواهد شد.

دیویدی و راثو (۱۹۹۲) در مورد انتخاب بهترین ترکیب بانندی سنجنده تی‌ام^(۱) به منظور طبقه‌بندی خاکهای شور در منطقه ایندوگانتیک هند تحقیقی انجام دادند. برای

تشخیص بهترین ترکیب سه بانندی از ترکیبهای متعدد از شش باند تی ام (تمام باندها به جز باند حرارتی) از عامل «شاخص مطلوب»^(۱) OIF به شرح زیر استفاده نمودند:

$$OIF = \frac{\sum SD}{\sum |CC|}$$

که SD جمع انحراف معیار سه باند و |CC| قدر مطلق ضریب همبستگی دوتایی میان هر سه باند می باشد (به طور مثال همبستگی بین باندهای ۱ و ۲، ۱ و ۳ و ۲ و ۳ تی ام). مقادیر OIF برای حالت‌های مختلف (۲۰ حالت) ترکیب سه بانندی محاسبه گردید. با این فرض که هر ترکیب سه بانندی که دارای OIF بیشتری باشد بیشترین اطلاعات را ارائه می کند، از میان ۲۰ حالت، ترکیب سه بانندی ۱، ۳ و ۵ به عنوان مناسبترین و ترکیب سه بانندی ۱ و ۲ و ۴ دارای پایین ترین درجه تفکیک کنندگی معرفی شد.

جوشی و ساهائی (۱۹۹۳) در مورد تهیه نقشه شوری با استفاده از داده های ام اس اس^(۲) و تی ام مطالعه ای انجام دادند. منطقه مطالعه ساحل گجرات هند بوده که بر اساس مؤلفه های خاک، هیدرولوژی و پوشش گیاهی و باکمک باندهای ۱، ۲، ۴ و ۵ به سه بخش شوری شدید (شامل پوسته های نمک)، شوری متوسط (شامل خاکهای شور ولی قابل کشت) و شوری کم تقسیم شدند. داده های باند ۵ سنجنده تی ام و باند ۲ سنجنده ام اس اس برای تهیه نقشه شوری مورد استفاده واقع شد و دقت کار به ترتیب ۹۰ و ۷۴ درصد بوده و نقشه های بدست آمده از این باندها به تنهایی دقت بالاتری نسبت به نقشه های حاصل از باندهای دیگر داشته اند.

رحمان و همکاران (۱۹۹۴) در وایومینگ آمریکا، همبستگی بین نسبتهای طیفی داده های ماهواره ای اسپات با شوری، قلیابیت، و برخی عناصر غذایی خاک را در یک

خاک مزرعه ذرت مورد جستجو قرار دادند. نسبت‌های طیفی شامل «شاخص درخشندگی» $BI^{(۱)}$ ، $NDVI^{(۲)}$ ، و «شاخص قرمز» $RI^{(۳)}$ بود. BI دارای همبستگی بارز مثبت با EC ، سدیم، کلسیم و منیزیم محلول و همبستگی منفی با منگنز خاک بود. نیز، $NDVI$ و RI با pH ، EC ، سدیم، کلسیم و منیزیم محلول همبستگی منفی داشت. همچنین، مؤلفان یاد شده را نظر بر این است که در میان باندهای اسپات، باند ۳ (ایکس‌اس-۳) مناسبترین باند برای مطالعه خاکهای شور می‌باشد. ارتباط بین برخی عناصر غذایی خاک با مقادیر DN حاصل از نسبت‌های طیفی، به نحو عمده ناشی از تأثیر افزایش تراکم پوشش سبز و در نتیجه افزایش $NDVI$ و RI بوده است.

ورما و همکاران (۱۹۹۴) در ایالت اوتاریپرادش هند بر اساس داده‌های رقومی تی‌ام خاکهای شور منطقه را به ۵ طبقه طبقه‌بندی کردند: $S1$ (کمتر از ۱۰ درصد منطقه پوشیده از نمک)، $S2$ (۱۰ تا ۳۰ درصد)، $S3$ (۳۰ تا ۵۰ درصد)، $S4$ (۵۰ تا ۷۵ درصد)، و $S5$ (بیش از ۷۵ درصد).

رائو و همکاران (۱۹۹۵) در منطقه کرنال ایالت هاریانای هند داده‌های تی‌ام را به صورت «ترکیب رنگی کاذب» $FCC^{(۴)}$ مربوط به نوامبر ۱۹۸۷ و مارس ۱۹۸۸ برای تشخیص خاکهای شور بکار بردند. در ابتدا از سطح زمین اندازه‌گیری طیفی رادیومتری انجام گرفت و نشان داده شد که خاکهای معمولی، شور و سدیمی متوسط، شدیداً شور، و شدیداً شور و سدیمی به ترتیب درصد بازتابش بیشتری نشان می‌دهند و نیز، تصویرهای FCC باندهای مادون قرمز میانی (تی‌ام ۵ و ۷) از تباین مناسبتری برای

1- Brightness Index (NIR + Red + Grn)

2- Normalized Difference Vegetation Index

3- Red Index (Red / Near Infra Red)

4- False Color Composite (FCC)

تشخیص این‌گونه خاکها برخوردار هستند. در خاکهای شدیداً شور و سدیمی و نسبتاً شور و سدیمی وجود پوشش گیاهی سبب کاهش قابل ملاحظه DN در باندهای ۲ و ۳ و افزایش در باند ۴ گردیده و در نتیجه تباین بین خاکهای لخت و خاکهای با پوشش گیاهی که تحت تأثیر نمک هستند کاهش می‌یابد. از دیگر نتایج پژوهش این بود که با افزایش زاویه ارتفاع خورشید از ماه نوامبر به مارس، بر میزان ارزش DNها افزوده شده است. داپر و گوسنس (۱۹۹۶) مطالعه‌ای به منظور مدل سازی و نمایش خطرات ماندابی و شور شدن خاک در حاشیه دلتای مصر با استفاده از داده‌های ژئومورفولوژیکی، سنجش از دور و با کمک ساج انجام دادند. این مطالعه در دو منطقه صورت گرفت که یکی از آنها منطقه هش ایسا بوده و اطلاعات موجود آن به قرار زیر بود:

اطلاعات رقومى سنجنده ام‌اس‌اس تاریخ ۲۹ ژانویه ۱۹۷۷، اطلاعات رقومى سنجنده اسپات ایکس‌اس از تاریخ ۲۰ سپتامبر ۱۹۸۹، اطلاعات رقومى سنجنده تی‌ام تاریخ ۱۹ فوریه سال ۱۹۹۱ و نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از تاریخ ۱۹۴۷ بود. تصویرهای هر سه سنجنده به روش طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم «حداکثر درست‌نمایی»^(۱) ML به هفت قسمت طبقه‌بندی شد. از آنجایی که اطلاعات میدانی برای داده‌های سال ۱۹۷۷ وجود نداشت به منظور طبقه‌بندی نظارت شده، نمونه‌های تعلیمی به واسطه شباهتهای طیفی به کمک دو تصویر طبقه‌بندی شده دیگر انتخاب می‌شدند. بهترین نتیجه طبقه‌بندی از تصویرهای تی‌ام بدست آمد.

منطقه آزمایشی دیگر ایسمالیا بود که اطلاعات موجود از این منطقه شامل: داده‌های رقومى سنجنده اسپات ایکس‌اس از تاریخ ۱۶ ژوئن ۱۹۹۱ و نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تاریخ ۱۹۴۷ و نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از سال ۱۹۸۵ بود

که نقشه توپوگرافی سال ۱۹۴۷ برای تهیه «شبهه رقومی ارتفاعی»^(۱) DEM و نقشه سال ۱۹۸۵ که مکان جاده‌ها و کانالها را نیز تعیین می‌کرد به منظور تطابق هندسی و تعیین نقاط کنترل مورد استفاده قرار گرفت. پوشش این منطقه با استفاده از تصویر اسپات به ۵ طبقه از طریق طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر درست‌نمایی تقسیم شد.

متریت و زینک (۱۹۹۷) برای تشخیص پراکنش فضایی خاکهای تحت تأثیر نمک و سدیم در واحه پوناتا-کلیرا در کشور بولیوی با داده‌های تی‌ام، ۹۵ نمونه تعلیمی از عمق صفر تا ۵ سانتیمتر برداشتند و مؤلفه‌های شوری، بافت، مواد آلی، نوع پوسته و رنگ خاک را اندازه‌گیری کردند.

برای کاهش خطاهای طیفی پس از طبقه‌بندی یک ماسک تهیه شد و خاکهای آهکی که در تفسیر چشمی قابل تشخیص بودند با طبقات دیگر پس از طبقه‌بندی ادغام گردیدند. برای انتخاب باندهای مناسب از «واگرایی تغییر شکل یافته»^(۲) TD استفاده و مشخص شد که ترکیب باندهای ۱، ۲، ۴، ۵، ۶ و ۷ تی‌ام برای طبقه‌بندی کلاسها مناسبتر است. در این پژوهش در نهایت ۹ طبقه اطلاعاتی برای شوری و قلیائیت ایجاد و ۲ طبقه خاکهای آهکی نیز اضافه گردید.

رائو و دیویدی (۱۹۹۸) مطالعه‌ای در زمینه بررسی خاکهای شور و ماندابی شده توسط اطلاعات ماهواره‌ای در منطقه‌ای در جنوب هند انجام دادند. در این مطالعه از تفسیر بصری تصویرهای رنگی کاذب ماهواره‌ای استفاده گردید. اطلاعات ماهواره‌ای مورد استفاده از سنجنده‌های تی‌ام و IRS-IB و مربوط به ماههای فوریه / مارس و دسامبر بوده است.

به‌وسیله باندهای سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک تصویر رنگی کاذب تهیه و به منظور تفسیر بصری چاپ شد. به منظور جمع‌آوری اطلاعات جانبی نواری روی این

تصویرها به عنوان تعیین کننده محل برداشت نمونه‌ها مشخص گردید. از محل نمونه‌ها مشخصاتی از قبیل کاربری، پوشش، زهکشی و سطح آب زیرزمینی یادداشت گردید و نمونه‌های خاک به منظور تعیین مؤلفه‌های pH، EC، ESP، کربن آلی، کربنات کلسیم، کاتیونها و آنیونها برداشت شد.

با کمک این اطلاعات و با تفسیر بصری، خاکهای منطقه بر اساس مؤلفه‌های یاد شده به سه دسته شور، سدیمی و شور-سدیمی و مناطق ماندابی به دو دسته ماندابی دائمی و فصلی تقسیم گردیدند.

طاهرزاده (۱۳۷۰) به منظور شناسائی اراضی شور اهواز از تصویرهای ماهواره‌ای به صورت بصری استفاده کرد که این تصویرها به صورت سیاه و سفید و رنگی کاذب از سنجنده‌های ام‌اس‌اس و تی‌ام بودند. در صد ضریب اطمینان سطوح اندازه‌گیری شده شوری با تصویرهای ام‌اس‌اس و تی‌ام برابر ۸۷/۵ تا ۱۰۰ در صد عنوان شده است.

خراسانی و ایزدپناه (۱۳۷۱) تحقیقی در مورد ارزیابی تغییرات شوری در دشت قزوین انجام دادند که در این مطالعه از تصویرهای سنجنده ام‌اس‌اس سال ۱۹۷۵ به صورت بصری استفاده شد. در این مطالعه نقشه بافت خاک و شوری تهیه و بعد با نقشه شوری خاک ۲۰ سال قبل (۱۹۵۵) مقایسه و پیشروی و پسروی آن بررسی گردید. دریافته شد که قسمتی از حاشیه جنوب غربی تا شرق این ناحیه نسبت به ۲۰ سال قبل افزایش شوری داشته و در تبیین علل آن فعالیتهای کشاورزی مؤثر شناخته شدند.

دماوندی (۱۳۷۶) مطالعه‌ای در مورد امکان کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در شناسایی و طبقه‌بندی اراضی شور به روش رقومی در منطقه دریاچه حوض سلطان قم انجام داد. از اهداف اصلی این پژوهش بررسی امکان تهیه نقشه طبقه‌بندی شوری خاک با استفاده از داده‌های ماهواره لندست (سنجنده تی‌ام) به روش رقومی و تعیین میزان همبستگی و رابطه میان مقادیر DN و شوری (EC) خاک بوده است. برای این منظور ۵۲ عدد نمونه خاک سطحی (۰-۲ cm) و عمقی (۰-۱۵ cm) در دو جهت و با آزیموتهای

۱۱۰، ۶۰ و به فواصل به ترتیب ۱۰۰ و ۱۵۰ متر میان نمونه‌ها برداشت و pH، EC و بافت آن اندازه‌گیری شد. رابطه بین مقادیر شوری خاک و DNها از طریق رگرسیون بررسی و معلوم شد که ضرایب همبستگی بدست آمده برای تی‌ام ۴ و تی‌ام ۳/۴ (باند ۳ تقسیم بر باند ۴) نسبت به دیگر باندهای اصلی و مصنوعی بیشتر بوده است. نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصویر نشان دادند که در طبقه‌بندی نظارت شده بهترین نتایج مربوط به ترکیبی از باندهای اصلی و باندهای حاصل از «تجزیه مؤلفه‌های اصلی» PCA^(۱) بوده‌اند و در طبقه‌بندی نظارت نشده ترکیب سه تایی تی‌ام ۷، تی‌ام ۵ و تی‌ام ۴ بهترین نتیجه را داشته است.

علوی پناه (۱۹۹۸) تحقیقی در منطقه اردکان یزد با هدف ارزیابی قابلیت داده‌های سنجنده تی‌ام به منظور تهیه نقشه پوشش و مطالعه میزان شوری خاک انجام داد. در ابتدا نمونه برداری انجام شد و از نتایج تجزیه آنها به عنوان نمونه تعلیمی در طبقه‌بندی استفاده گردیده است. در طبقه‌بندی ابتدا باندهای ۳، ۴، ۵، ۷ سنجنده تی‌ام دخالت داشته‌اند. با توجه به نتایج، دقت بعضی از طبقات به علت تشابه بازتاب بسیار پایین بود. بعد برای طبقه‌بندی باند شش نیز دخالت داده شد و از باندهای ۳، ۴، ۵، ۶ برای طبقه‌بندی تصویر استفاده شد که سبب افزایش دقت گردید. نتیجه‌گیری این بود که باند حرارتی تی‌ام نقش مهمی در جداسازی (۱) خاک شور از گچی، (۲) خاک شور از خاک غیر شور و (۳) مناطق شهری از سله‌های نمکی سیاه متمایل به قهوه‌ای دارد.

چنانچه ملاحظه می‌شود، قابلیت تصویرهای ماهواره‌ای برای طبقه‌بندی شوری خاک و نیز امکان استفاده از داده‌های چند زمانی سنجنده‌های مختلف برای روندیابی زمانی در یک منطقه خاص از پرسشهای اساسی است که از زاویه‌های مختلفی مورد تحقیق واقع شده و برای بخشی از ابهامهای آن پاسخهایی یافت شده است. تغییرپذیری

مکانی-زمانی پدیده شوری به گونه‌ای است که انجام تحقیق بومی برای رسیدن به بهترین روش در پردازش داده‌ها و طبقه‌بندی موضوعی، ضرورتی است شناخته شده و از این رو هدف اساسی تحقیق حاضر را به خود اختصاص داده است.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه توسط ارتفاعات غربی و جنوبی دشت کاشان محاصره شده و از شمال به دریاچه نمک مسیله محدود می‌گردد. مرز شمالی آنرا عرض $34^{\circ} 30'$ تشکیل می‌دهد. مختصات جنوبی ترین نقطه آن $51^{\circ} 50'$ ، $33^{\circ} 46'$ شرقی ترین نقطه $34^{\circ} 28'$ ، $52^{\circ} 28'$ و غربی ترین نقطه $51^{\circ} 3'$ ، $33^{\circ} 49'$ می‌باشد (نگاره شماره ۱). ارتفاعات غرب دشت کاشان از طرف شمال به منطقه قم، از طرف جنوب به منطقه میمه و از سمت مغرب به قسمتهای مرکزی حوضه آبخیز قمرود و از طرف مشرق به دشت کاشان محدود می‌شود. ارتفاعات جنوبی کاشان از شمال به دشت کاشان، از طرف جنوب به منطقه مورچه خورت، از طرف مغرب به ادامه ارتفاعات غربی کاشان و از طرف مشرق به دهکده های کویری خالدآباد و مبارک آباد محدود است. متوسط بارندگی ۲۰ ساله تا ۱۳۷۷، $136/6$ میلیمتر بوده و دمای مطلق تا 49° در تابستان و $14/5^{\circ}$ - در زمستان در ایستگاه کاشان (مرکز دشت) رسیده است. مساحت کل آبریز 11000 و محدوده انتخابی این مطالعه 7220 کیلومتر مربع می‌باشد.

۱- تهیه داده‌های دورسنجی

به منظور سفارش داده‌های مورد نیاز ابتدا محدوده مطالعاتی روی نقشه توپوگرافی با مقیاس $1:250000$ تفکیک و طول و عرض جغرافیایی آن محاسبه گردید. بعد با توجه به آن، شماره گذر و ردیف تصویر ماهواره‌ای مورد نیاز تعیین شد.

قدیمی ترین اطلاعات ماهواره‌ای موجود از این منطقه مربوط به ۴ خرداد سال ۱۳۵۵

از ماهواره لندست ۲ سنجنده ام‌اس‌اس بود. قدرت تفکیک زمینی این اطلاعات 79×56 متر و شامل دو باند سبز، قرمز و دو باند مادون قرمز نزدیک می‌باشد. شماره گذر و ردیف فریم کاشان در این سنجنده به ترتیب ۱۷۶ و ۳۶ و تعداد سطر و ستون فریم کامل برابر ۲۳۳۹ و ۳۲۶۴ بود. جدیدترین اطلاعات مربوط به ۲۸ اردیبهشت سال ۱۳۷۷ از ماهواره لندست ۵ سنجنده تی‌ام با اندازه پیکسل 25×25 ^(۱) متر و شامل هفت باند آبی، سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک، دو باند مادون قرمز میانی و مادون قرمز حرارتی بود. شماره گذر و ردیف فریم کاشان در این سنجنده به ترتیب ۱۶۴ و ۳۶ و تعداد سطر و ستون دو کوادرات ۳ و ۴ برابر ۵۰۰۰ و ۸۹۴۴ بود.

تمام این اطلاعات پس از تهیه، روی دیسک سخت رایانه (هارد دیسک) منتقل و بعد به منظور پردازش‌های بعدی به محیط ایدرسی^(۲) نسخه ۲/۰۰۸ وارد گردید.

۲- تهیه اطلاعات تکمیلی

به منظور طبقه‌بندی و شناسایی پدیده‌های مختلف داده‌های ماهواره‌ای و تعیین دقت طبقه‌بندی به یک سری اطلاعات جانبی نیاز می‌باشد. این اطلاعات از طریق نقشه‌های موجود، گزارش‌ها و مطالعات قبلی و یا از طریق مطالعات صحرایی بدست می‌آید. در این پژوهش اطلاعات تکمیلی مورد استفاده به کمک نقشه‌های شوری تهیه شده توسط مؤسسه تحقیقات آب و خاک و مطالعات صحرایی حاصل گردید. در مطالعه صحرایی، با توجه به تفاوت بازتاب بر روی تصویرها و با لحاظ کردن تعداد و پراکنش نقاط تعلیمی در سطح منطقه، موقعیت تقریبی نقاط مشخص گردید. در هر نقطه علاوه بر

۱- قدرت تفکیک زمینی TM ۲۹×۲۹ متر است و در تصاویر ۱۹۹۸ که توسط شرکت EOSAT اصلاحاتی بر روی آن انجام گرفته اندازه پیکسل به 25×25 متر تغییر داده شده، در واقع وضوح تصویر همین اندازه است.

تعیین نوع و تراکم پوشش و کاربری اراضی نمونه برداری خاک به صورت سطحی (عمق صفر تا ۱۰ سانتیمتر) انجام پذیرفت. به منظور افزایش دقت، علاوه بر نمونه برداری از نقطه اصلی، نمونه‌های کمکی در سه جهت متفاوت (زاویه ۱۲۰ درجه) و با فاصله ۵۰ متر از نقطه اصلی برداشت گردید. موقعیت دقیق هر نقطه اصلی نمونه برداری با GPS^(۱) به کمک گیرنده زمینی مازلان ۲۰۰۰ با دقت ۷ تا ۱۰ متر مشخص شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه تجزیه و عوامل EC، pH، SAR، بافت و درصد سنگریزه تعیین شد.

۳- تصحیح هندسی تصویرها

اطلاعات برداشت شده توسط ماهواره بنا به دلایل مختلفی نظیر چرخش (ایجاد انحراف در مدار ماهواره)، مقیاس (تغییر ارتفاع ماهواره)، جابه‌جایی (تفاوت در موقعیت تصویر و نقشه زمینی) و کشیدگی (بر اثر چرخش زمین)، ممکن است دارای خطاهای هندسی باشند. برخی از این انحرافها توسط تدارک کننده تصویر اصلاح شده و بقیه خطاها بایستی به وسیله اطلاعات زمینی یا نقشه‌ای دقیق اصلاح شود.

تصویر تی‌ام به روش «نقشه به تصویر»^(۲) و با کمک نقاط کنترل برداشت شده از زمین و نقشه‌های توپوگرافی مورد تطابق هندسی قرار گرفت. تصویر ام‌اس‌اس به کمک تی‌ام اصلاح شده و به روش «تصویر به تصویر»^(۳) با کمک ۸ نقطه کنترل، تصحیح شد. به منظور یکسان کردن اندازه پیکسل‌های این داده‌ها با داده‌های تی‌ام (۲۵ متر) به جای تعداد سطر و ستون تصویر اولیه تعداد سطر و ستون بدست آمده با پیکسل‌های ۲۵ متری جایگزین شد. در هر دو مورد، معادله مورد استفاده از نوع خطی ۳ جمله‌ای و روش نمونه‌گیری نزدیکترین همسایه بود.

1- Global Positioning System

2- Map to Image

3- Image to Image

دقت هندسی تصویرها با کمک مسیر جاده‌ها و راه‌آهن دیجیت شده از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ بررسی و دقت قابل قبولی مشاهده شد.

۴- تصحیح و یکسان‌سازی تصویرها از نظر رادیومتری

علاوه بر خطاهای هندسی امکان بروز اشکالات دیگری ناشی از دستگاههای سنجنش (خطاهای سیستمی) و یا مسایل جوی (نظیر وجود ابر یا غبار) وجود دارد که عدم توجه به آنها از ارزش و دقت کار خواهد کاست. به این منظور، اطلاعات رقومی تی‌ام‌اس‌اس، به فرمت TIF تبدیل و در محیط فتوشاپ^(۱) مورد بررسی قرار گرفتند. لازم به یادآوری است که این نرم‌افزار برای بررسی کیفیت، قدرت نمایش بسیار بالایی دارد.

در این مورد تنها مشکل، وجود پوشش ابر در قسمتهایی از تصویر ام‌اس‌اس بود. لکه‌های ابر و سایه‌هایشان به نحو عمده قسمت غربی تصویر را پوشش می‌دادند. از آنجا که از مناطق تحت پوشش ابر، اطلاعاتی ضبط نشده و وجود آنها در بررسی روند تغییرات مشکل‌ساز بود، این نقاط از تصویر تی‌ام‌اس نیز حذف گردیدند.

۵- طبقه‌بندی تصویر

به منظور طبقه‌بندی داده‌های سنجنده تی‌ام‌اس‌اس شوری، ابتدا ترکیب رنگی کاذبی که باندهای آبی، سبز و قرمز آن را به ترتیب باندهای PCA₁₂₃ (تجزیه مؤلفه‌های اصلی بر روی باندهای ۱، ۲ و ۳)، PCA₅₇ و NDVI تشکیل می‌دادند تهیه شد. انتخاب نوع باندهای شرکت‌کننده در ترکیب رنگی کاذب به میزان تفکیک طبقات مورد نظر بستگی داشت. بعد با توجه به گستره داده‌های مربوط به شوری (حاصل از تجزیه نمونه‌های خاک) انواع مختلف دسته‌بندی انجام و هر بار دقت استناد نقاط بررسی شد.

در نهایت بیشترین دقت طبقه‌بندی با داشتن چهار طبقه: شوری با EC‌های ۲-۰، ۱۰-۲، بیش از ۱۰ دسی زیمنس بر متر و طبقه با لایه نمکی مشهود بدست آمد.

جهت انجام طبقه‌بندی نظارت شده، مکان تصویری نمونه‌های تعلیمی تعیین و به‌عنوان طبقات مختلف به رایانه معرفی شد. برای این منظور ابتدا فایل برداری که شامل تعداد نمونه‌های تعلیمی در هر طبقه می‌شود تشکیل شد. بعد به وسیلهٔ دستور Makesig و با استفاده از فایل حاوی نواحی آموزشی باندهای مختلف، فایل نشانه (Signature File) ایجاد شد. این نشانه‌ها که برای طبقه‌بندی نظارت شدهٔ تصویر بکار می‌روند شامل مؤلفه‌های کمی ارزشهای طیفی نمونه‌های تعلیمی، نظیر میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر ارزش می‌باشد. طبقات نواحی آموزشی توسط رمزی به صورت عدد صحیح نشان داده می‌شود. پس از آن به وسیلهٔ دستور (Edit Sig) می‌توان مشخصات فایل‌های نشانه‌ای را که توسط دستور Makesig ایجاد شده مشاهده و به اصلاح و تغییر آن مبادرت کرد. سپس بهترین باندهایی که نشانه‌های طیفی ایجاد شده، حداکثر تفکیک‌پذیری را نسبت به یکدیگر دارند با دستور Sigcomp انتخاب شد. برای این کار نشانه‌های ایجاد شده با دستور Makesig، در باندهای مختلف و به‌طور همزمان به صورت نموداری با همدیگر مقایسه می‌شوند. این نمودارها می‌توانند به شکل منحنی‌های حاصل از میانگین نشانه‌ها و یا جعبه‌هایی از حداقل و حداکثر ارزشهای طیفی داده‌های فایل نشانه تشکیل شوند.

در داده‌های تی‌ام پس از بررسیهای مختلف و تشکیل نمودار باندهای مختلف (اعم از باندهای اصلی و مصنوعی) و مقایسهٔ دقت طبقه‌بندی بدست آمده، باندهای TM_4 ، PCA_{57} ، PCA_{123} ، NDVI انتخاب و طبقه‌بندی به کمک آنها انجام گرفت.

به منظور طبقه‌بندی داده‌های ام‌اس‌اس به روش نظارت شده، نمونه‌های تعلیمی بر اساس نقشه‌ها و اطلاعات قدیمی و به کمک تصویرهای طبقه‌بندی شدهٔ تی‌ام تعیین گردیدند. نمونه‌های تعلیمی بر روی FCC حاصل از باندهای PCA_{12} ، PCA_{34} ، NDVI

(که نمودار ارزشهای طیفی آنها بیشترین پراکنش را در محدوده نقاط تعلیمی داشت) مشخص و طبقه‌بندی با کمک همین باندها صورت گرفت. در هر دو مورد از الگوریتم حداکثر درست‌نمایی بهره‌گیری شد.

۶- تعیین دقت طبقه‌بندی

بعد از انجام طبقه‌بندی، تعیین دقت تصاویر بدست آمده امری ضروری است، زیرا میزان انطباق با واقعیت زمینی را مشخص می‌نماید. تعیین دقت طبقه‌بندی به دو صورت انجام می‌گیرد:

الف- مقایسه صد در صد یا پیکسل به پیکسل

این روش کاملاً دقیق بوده و در مواردی بکار می‌رود که نقشه مرجع یا واقعیت زمینی از منطقه مورد نظر در دسترس باشد. نقشه حاصل از طبقه‌بندی پیکسل به پیکسل با نقشه واقعیت زمینی مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

ب- مقایسه به صورت نمونه‌گیری

این روش در موارد کار با سطوح وسیع و گسترده که تهیه واقعیت زمینی عملی نباشد کاربرد دارد. برای این منظور با استفاده از قطعات شاهد (که مانند نمونه‌های تعلیمی بوده ولی در طبقه‌بندی وارد نمی‌شوند) و روشهای آماری، دقت طبقه‌بندی برآورد می‌شود. در این تحقیق با توجه به عدم دسترسی به نقشه زمینی از این روش برای تعیین دقت بهره‌گیری شد.

بدین گونه که ابتدا قبل از طبقه‌بندی قطعات نمونه برای هر طبقه به دو دسته، نمونه‌های تعلیمی و شاهد تقسیم شدند. قطعات شاهد در محاسبات آماری وارد نمی‌شوند و فقط جهت تعیین دقت بکار می‌روند. با قرار دادن قطعات نمونه شاهد بر روی تصویرهای طبقه‌بندی شده حاصل از قطعات نمونه تعلیمی، صحت طبقه‌بندی در محل قطعات شاهد، پیکسل به پیکسل تعیین شد و دقت کلی طبقه‌بندی بر اساس رابطه

زیر بدست آمد:

$$۱۰۰ \times \frac{\text{تعداد پیکسل‌ها که صحیح طبقه‌بندی شده است}}{\text{مجموع پیکسل‌ها}} = \text{دقت کلی}$$

دقت کلی طبقه‌بندی تصویر تیم به کمک نمونه‌های صحرایی تعیین و برابر ۷۲ درصد و دقت طبقه‌بندی تصویر ام‌اس‌اس به کمک نقشه‌ها و شواهد موجود، ۶۵ درصد برآورد گردید.

۷- تشخیص تغییرات

با انجام دستور کراس (cross tab) که در اصطلاح قطع دادن گفته شده است چگونگی تغییر یکایک دسته‌های شوری در تصویر جدید نسبت به قدیمی تعیین و میزان تغییر مساحت بین دسته‌ها محاسبه گردید.

مشاهدات و نتایج

بررسی مساحت هر یک از طبقات تصویرهای قدیم و جدید، نمایانگر تغییراتی بود که بیشتر آن مربوط به افزایش مساحت اراضی با شوری زیاد به میزان ۵۰/۲ درصد و کاهش اراضی بدون شوری به میزان ۲۶/۰- درصد نسبت به مساحت اولیه (یا به ترتیب ۷/۸ و ۷/۵- درصد نسبت به مساحت کل منطقه) بوده است (جدول شماره ۱). همچنین با توجه به جدول شماره ۲ ملاحظه می‌شود که در دسته اراضی با شوری کم تا متوسط ۱/۲ درصد افزایش مساحت وجود داشته که حاصل ۶/۱ درصد تبدیل از بدون شوری به این دسته و ۵- درصد از این دسته به شوری زیاد و ۰/۱ درصد تبدیل از سطوح نمکزار بوده است. همچنین ۱/۵ درصد از مساحت سطوح نمکدار کاسته شده که بیشترین تغییر (۰/۹ درصد)، جایگزینی با دسته شوری زیاد بوده است. نگاره شماره ۲ حاوی نقشه‌های شوری حاصل از طبقه‌بندی تصویرهای ۱۹۷۶ و ۱۹۹۸ است.

جدول شماره ۱- مساحت طبقات شوروی در دو مقطع زمانی ۱۹۷۶ و ۱۹۹۸

درصد تغییرات نسبت به مساحت اولیه	فاضل	مساحت ۱۹۹۸		مساحت ۱۹۷۶		محدوده Ec(ds/m)	میزان شوروی طبقه
		درصد	هکتار	درصد	هکتار		
-۷/۵	-۵۴۳۵۲/۰	۲۱/۴	۱۵۴۷۸۱/۰	۲۹/۰	۲۰۹۱۳۳/۰	۰-۲	بدون شوروی
۱/۲	۸۷۸۷/۰	۴۳/۰	۳۱۰۴۳۷/۰	۴۱/۸	۳۰۱۶۵۰/۰	۲-۱۰	کم تا متوسط
۷/۸	۵۶۶۶۰/۸	۲۳/۵	۱۶۹۵۷۷/۸	۱۵/۶	۱۱۲۹۱۷/۰	>۱۰	زیاد
-۱/۵	-۱۱۰۹۵/۸	۱۲/۱	۸۷۴۱۴/۲	۱۳/۶	۹۸۵۱۰/۰	-	سطوح نمکدار
-	-	۱۰۰	۷۲۲۲۱۰	۱۰۰	۷۲۲۲۱۰	-	کل

جدول شماره ۲- جدول تقاطعی تغییر دسته‌های شوروی در دو تصویر ۱۹۷۶ و ۱۹۹۸

درصد تغییر یافته	نمکدار	زیاد	بدون شوروی		۱۹۹۸
			کم تا متوسط	بدون شوروی	
-۷/۵	۰/۵	-۱/۹	-۶/۱	-	بدون شوروی
۱/۲	۰/۱	-۵	-	۶/۱	کم تا متوسط
۷/۸	۰/۹	-	۵	۱/۹	زیاد
-۱/۵	-	-۰/۹	-۰/۱	-۰/۵	نمکدار

بحث و نتیجه گیری

با نگاهی به نحوه توزیع طبقات شوری در سال ۱۹۷۶ مشخص می شود که در آن زمان تنها ۲۹ درصد اراضی واقع در دشت کاشان با معضل شوری روبرو نبوده و بخش بیشتر آن به درجات مختلفی از حد کم تا بروز سیمای نمکزار از شوری متأثر بوده است. بنابراین چنانچه دشت کاشان دشت مشرف به شوری یا دارای حساسیت نسبت به عوامل شور کننده خاک نامیده شود دور از واقعیت نیست.

قرار داشتن در حاشیه یکی از دریاچه های شور و کویری ناحیه مرکزی ایران، منبعی از شوری را در ناحیه شمال دشت تأمین نموده و وجود رسوبهای تبخیری شور میوسن در زیر آبرفت های مخروط افکنه کاشان و راوند امکان بروز عوارض شوری از ناحیه زیرین را فراهم آورده است.

کاهش ۷/۵ درصدی در مساحت کل اراضی بدون شوری و وسیعتر شدن اراضی با شوری متوسط و زیاد همزمان با افزایش شوری آبهای زیرزمینی بوده است (پاک پرور و همکاران، ۱۳۷۹؛ ترابی، ۱۳۷۷). همچنین مطالعه نقشه همافت آبهای زیرزمینی نشان می دهد که در نواحی مرکز تا غرب و شمال غرب دشت به مقادیر متفاوت از حداقل ۰/۸- تا حداکثر ۶- متر بین سالهای ۱۳۵۸ تا ۱۳۷۷ افت وجود داشته که بیشترین کاهش عمق مربوط به جایی است که بیشترین تمرکز کشاورزی را دارا می باشد (ابطحی، ۱۳۷۸).

در تبیین دلایل تشدید شوری با نگاهی به تصویرهای طبقه بندی شده، دو ناحیه تأثیر پذیرفته از شوری را می توان تشخیص داد:

۱) ناحیه مرکزی و غربی دشت کاشان. کاربرد آبهای زیرزمینی که در سالهای اخیر شورتر شده است به مرور سبب شوری خاک اراضی کشاورزی شده، از این رو مناطق پرشماری قابل مشاهده هستند که زمانی آباد و تحت کشت بوده اند و اکنون جز شنهای فعال یا تثبیت شده و کومه های رها شده در آنها چیزی باقی نمانده است (نگاره شماره ۳).

۲) اراضی انتهایی مجاور دریاچه نمک کاشان. بنابر نتیجه‌گیری پاک‌پرور و همکاران (۱۳۷۹) سطح آب زیرزمینی شور در این نقاط بالا آمده و براساس ویژگی مویینه سبب جای‌گذاری نمک در سطح خاک شده است. همچنین مشاهدات میدانی نشان دادند که در ناحیه انتهایی دشت، رسوبهای تبخیری شور که به سطح زمین نزدیک و در گذشته با لایه‌ای از خاک سبک پوشیده شده بودند در سالهای اخیر به دلیل تخریب پوشش گیاهی مرتعی و عربان ماندن خاک سطحی، فرسایش بادی تشدید، خاک سبک روین حذف و رسوبهای شور زیرین پدیدار شده‌اند (نگاره شماره ۴).

همچنین در زمینه کاهش مساحت دریاچه نمک کاشان، به چند نکته بایستی توجه

نمود:

- با توجه به اینکه تنها نیمه جنوبی دریاچه در محدوده این تحقیق قرار داشته نمی‌توان درباره تغییر مساحت کل دریاچه اظهار نظر نمود و تنها می‌توان گفت که ساحل جنوبی دریاچه پسروی داشته است؛

- مشاهدات میدانی نشان دادند که برخی مناطق حاشیه دریاچه که در سابق جزء بستر آن بوده‌اند اکنون توسط لایه‌هایی از شنهای بادرفت پوشیده شده و در نتیجه از محدوده قابل ردیابی سنجش از دور خارج شده‌اند؛

- با توجه به افزایش بارزی که در مصرف آبهای بالادست دریاچه (از شمال و جنوب) در سالهای اخیر ایجاد شده، انتظار این است که از حجم آبهای ورودی به دریاچه کاسته شده و در نتیجه مساحت سطوح نمکی نیز به تبع آن کاهش یافته باشد، چرا که سطوح نمکی ساحل دریاچه به‌طور عام حاصل از تبخیر سالانه آبهای زمستانی است که نمک سطحی آن بر جا می‌ماند. به هر حال، علت‌یابی دقیق این پدیده، خود می‌تواند موضوع تحقیق دیگری باشد.

در مورد استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به منظور بررسی روند شوری نکات زیر درخور توجه می‌باشند:

- انجام این گونه مطالعات حداقل به تصویرهای دو مقطع زمانی با فاصله مناسب نیاز دارد و افزایش تعداد تصویرها سبب افزایش دقت مطالعه خواهد شد؛
- یکسان نبودن ویژگیهای تصویری ام‌اس‌اس و تی‌ام مانعی جدی در روندیابی زمانی بوجود نمی‌آورد. نتایج کارهای دایر و گوسنس (۱۹۹۶)، نیز بر این نکته تأکید دارند و ایشان تصریح می‌کنند که «تنها محدودیت، دسترسی به اطلاعات مقارن با زمان تصویربرداری است». هرچند این اطلاعات برای خود آنها نیز فراهم نبوده و ناگزیر به استخراج نمونه‌های تعلیمی از تصویر طبقه‌بندی شده تی‌ام برای استفاده در ام‌اس‌اس شده‌اند. همچنین میشر و جوشی (۱۹۹۴)، داده‌های ام‌اس‌اس ۱۹۷۷ (تصویر کاذب از باندهای ۴، ۵ و ۷) و آی‌آراس ۱۹۸۸ (تصویر کاذب ۱، ۲ و ۴) را برای روندیابی بیابان‌زایی استفاده کرده و نیز جوربو و زیدام (۱۹۹۸) با کاربرد روشهای آماری دریافتند که ترکیب داده‌های تی‌ام و اسپات بهترین توانایی را برای تفکیک مناطق تحت اثر تخریب دارد. از این رو با توجه به اهمیت قدیمی بودن تصویرهای ام‌اس‌اس نیاز اساسی در این زمینه آن است که این تصویر به درستی مورد تصحیح هندسی و رادیومتری قرار گرفته و اندازه پیکسل‌های آن به اندازه مشابه تی‌ام تبدیل (resample) شود و همچنین دسترسی به مطالعات قدیمی مقارن با زمان تصویربرداری بر دقت نتایج خواهد افزود؛
- وارد کردن شاخص NDVI در ترکیب مورد استفاده در طبقه‌بندی شوری در این پژوهش موجب افزایش دقت گردیده و دلیل آن به روشنی مشخص نیست، هرچند احتمال کاهش اثر جانبی پوشش گیاهی را نبایستی از نظر دور داشت و نیز باید توجه داشت که NDVI به تنهایی دقت بالاتری بدست نداده، بلکه در ترکیب با PCA بر دقت افزوده است؛
- هم‌زمانی برداشت نمونه‌های صحرایی و داده‌های ماهواره‌ای تأثیر قاطعی بر قابلیت اعتماد نتایج خواهند داشت.
- نتیجه پژوهش جاری که در وسعت بزرگی انجام و هدف اصلی آن آدرس‌دهی مناطق در

معرض آسیب شوری بوده است می‌تواند در تشخیص نواحی مسأله‌دار و کوچکتري از همین منطقه بکار گرفته شده و با تعداد نمونه بیشتر و با دقت افزوتتري تکمیل شود تا بتوان برای پرسشهای زیر و پرسشهای تکامل یابنده دیگر پاسخهای درخوری یافت:

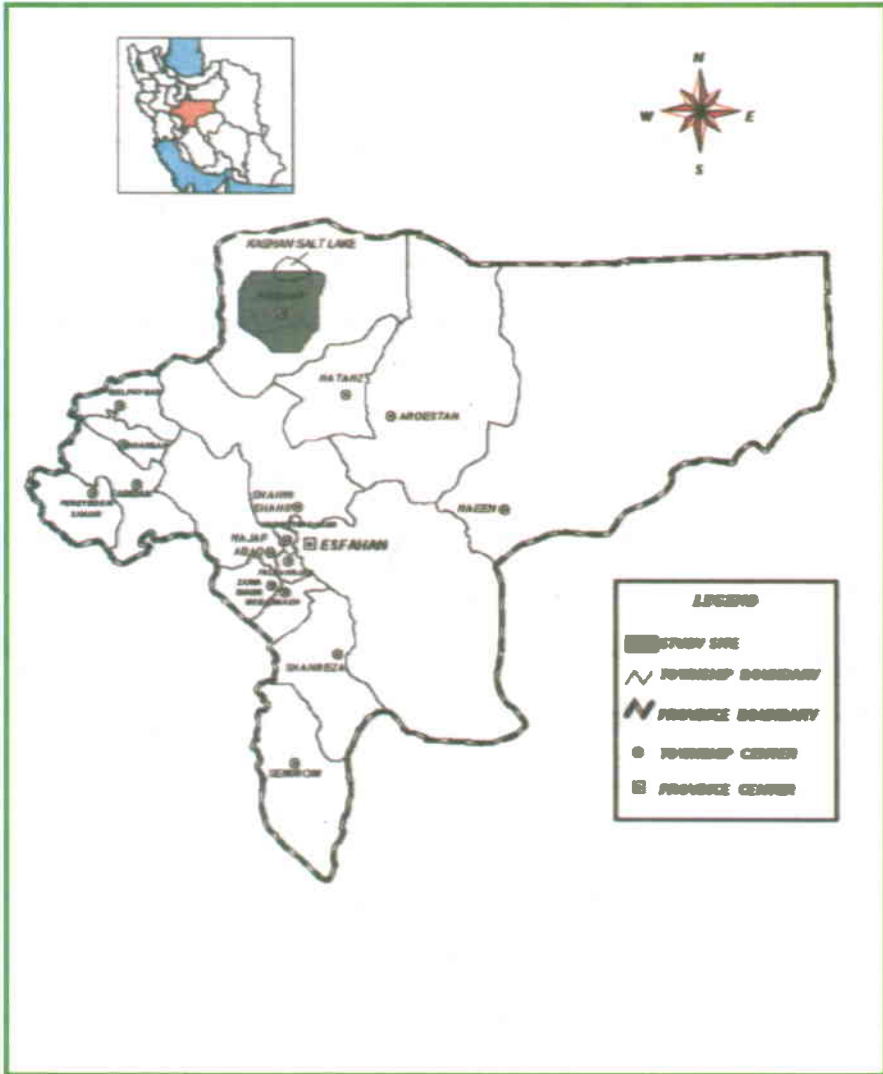
- کدام یک از باندهای اصلی، مصنوعی و یا ترکیبی، همبستگی بالاتری با پدیده‌های شوری در این منطقه دارند؟

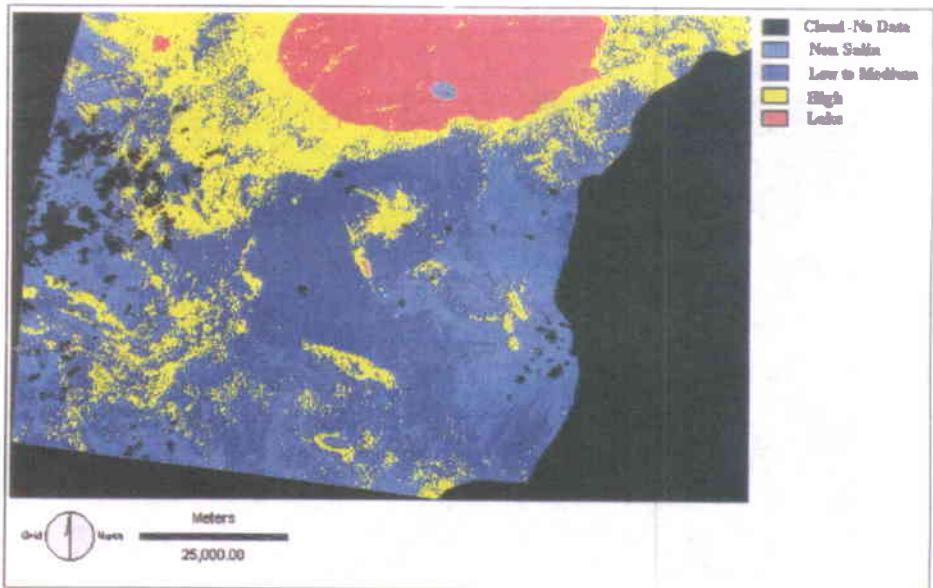
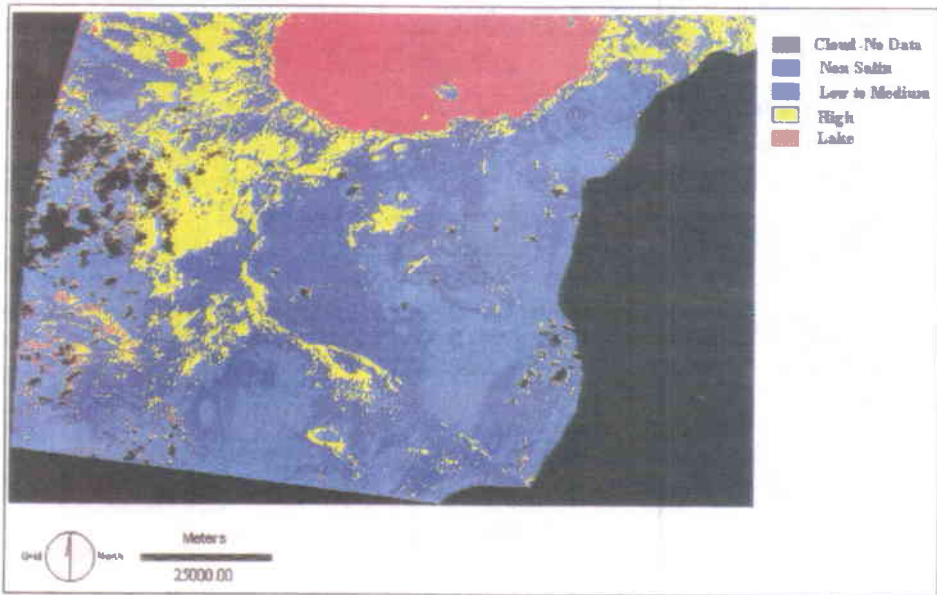
- با توجه به مشابهت بازتاب خاکهای شور و خاکهای دارای لایه‌های مشهود گچ یا آهک چگونه می‌توان آنها را متمایز ساخت؟

- وارد کردن تصویرهای دیگری (نظیر اسپات یا تی‌ام لندست ۷) که از قدرت تفکیک بالاتری برخوردارند در ترکیبهای باندي چگونه میسر است و آیا بر دقت کار خواهد افزود؟

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب طرح تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع به سامان رسیده و بخشی از آن به عنوان پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران توسط آقای سید مرتضی ابطحي تعريف و با موفقیت دفاع شده است. همکاران گرامی مؤسسه به‌ویژه آقای اسماعیل رهبر در ارائه ایده نخستین و بازپروری پیاپی آن، آقای محمد درویش در همفکریهای ثمربخش، استاد فرج‌اله محمودی با ارشادات کارساز و آقایان محمد خسروشاهی، مسعود شکویی و مسعود مسعودی با همراهی‌هایشان انجام این مهم را میسر کرده‌اند و نیز آقایان حسن احمدی و علی اصغر درویش صفت اساتید راهنما و مشاور پایان‌نامه یادشده سهم در خور تقدیری در به کمال رسیدن کار داشته‌اند. رانندگان پر تلاش مؤسسه به‌ویژه آقای حاج لطافت با پیمودن مسیرهای شن‌زار و کویری و همکاران ایستگاه تحقیقات کاشان با یاریهای محلی بر صاحبان این قلم منت دارند. اهداء سپاسی عمیق و صمیمانه و آرزوی پاداش الهی کمترین و بیشترین بازآورد نگارندگان برای همه دستهایی است که یاری‌گر بوده‌اند.





نگاره شماره ۲- طبقه بندی شوری تصاویر لندست ام اس اس ۱۹۷۶ (بالا) و تی ام ۱۹۹۸ (پایین) دشت کاشان



نگاره شماره ۳- نمونه‌ای از اراضی تخریب شده که زمانی کشتزارهایی آباد بوده‌اند. دشت کاشان - مسیر آران به تقی‌آباد (برداشت: پاک‌پرور ۱۳۷۷)



نگاره شماره ۴- اراضی انتهایی با ظهور لایه‌های زیرین شور. شمال حاشیه غربی بند ریگ کاشان (برداشت: پاک‌پرور ۱۳۷۷)

منابع

- ۱- ابطحی، س.م. ۱۳۷۸. بررسی روند بیابانزائی (تخریب اراضی) در منطقه کاشان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۲- پاک‌پور، م. ا. رهبر، ا.، شکویی، م. و س.م.، ابطحی، ۱۳۷۹. استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و GIS در تعیین مناطق تحت اثر بیابان‌زایی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی (در دست انتشار).
- ۳- ترابی، ع. ۱۳۷۷. بررسی روند شور شدن آبهای زیرزمینی شمال دشت کاشان. پایان نامه کارشناسی ارشد. مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران.
- ۴- درویش، م. ۱۳۷۹. نگرشی تحلیلی بر مفاهیم و دانش‌واژه‌های حوزه ادبیات بیابانی. مجله تحقیقات مرتع و بیابان، ش ۲، ۵۱-۱.
- ۵- دماوندی، ع.ا. ۱۳۷۶. بررسی امکان کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در شناسائی و طبقه‌بندی اراضی شور به روش رقومی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران.
- ۶- زابولکس، ۱۳۷۶. شورشدگی خاک و آب و رابطه آنها با بیابانزدائی. برگردان مجید کریم‌پور ریحان و ناصر مشهدی. مجله جنگل و مرتع، (۳۵): ۵۶-۵۰.
- ۷- جوجندا، ۱۳۷۵. بیابان‌زائی و بیابان زدائی در چین. برگردان مسعود عباسی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- 8- Alavi Panah, S.K. (1998). Study of soil salinity in desert based upon field observation, remote sensing and a GIS (case study: Ardakan area, Iran). Unpublished paper presented at Intr. Symposium of New Technologies to Combat Desertification, Tehran, Iran, 12-15 Oct.
- 9- Dapper, M. and R., Goossens. (1996). Modeling and monitoring of soil salinity and waterlogging hazards in the desert-delta fringes of Egypt based on geomorphology, remote sensing and GIS. proceeding

- of the 16th Earsel symposium malta, 20-23 may.
- 10- Dewan, M.L. and J., Famouri. (1964). The soils of Iran. FAO, Rome.
 - 11- Dwivedi, R.S. and B.R., Rao. (1992). The selection of the best possible landsat TM and band combination for delineating salt-affected soils. INT. J. Remote sensing, vol.13, No.11, 2051-2058.
 - 12- Joshi, M.D. and B., Sahai. (1993). Mapping of salt affected land in soura shtra coast-using landsat sattelite data. INT. J. Remote sensing, vol.14, No.10, 1919-1929.
 - 13- Jurio, Elsie-M and Robert-Avan, Zuidam. (1998). Remote sensing, synergism and geographical information system for desertification analysis: an example from northwest patagonia, Argentina. ITC Journal 3/4.
 - 14- Helden, V. (1985). Remote sensing for drought impact assessment - a case study of land transformation in Kordofan, Sudan. *Advances-in-Space-Research*, 4: 11, 165-168.
 - 15- Kharin, N.G. (1982). Remote sensing and monitoring of desertification in arid lands. P. 1295-1309 In: *Alternative strategies for desert developement and management*, Vol.4 (UN Inst. for Training and Research), New York, USA, Pergamon press.
 - 16- Kovda, V. (1970). Prevention of salinity and reclamation of saline soils of Iran. Soil Institute of Iran. Publication No. 227.
 - 17- Myers, V.I., Mann, H.S., Moore, D., Derries, M. and M., Abdel-hady. (1980). Remote sensing for monitoring resources for development and conservation of desert and semi-desert areas. P. 505-513 In: Mann, H.S. (ED), *Arid zone research and development*.
 - 18- Metternicht, G.A. and J.A., Zinck. (1997). Spatial discrimination of

- salt and sodium affected soil surfaces. *Intr. J. of Remote sensing*, Vol. 18, 2571-2586.
- 19- Pazira, E. and K., Sadeghzadeh. (1999). Soil desalinization and land reclamation in Iran. P. 80-88 In: *New Technologies to Combat Desertification, Proceedings of the International Symposium held in Tehran, Iran. Oct. 1998.*
- 20- Rahman, S., Vance, G.F. and L.C., Munn. (1994). Detecting salinity and soil nutrient deficiencies using SPOT satellite data. *Soil Science*, Vol.158, 31-39.
- 21- Rao, B.R., Dwivedi, R.S., Venkataratnam, L., Ravisankar, T., Thammappa, S., Sharma, R. and S., Das. (1995). Spectral behaviour of salt-affected soils, *Intr. J. of Remote Sensing*. Vol16, 2125-2136.
- 22- Rao, B.R. and R.S., Dwivedi. (1998). An inventory of salt-affected soils and water logged areas in thenagar Jun Sagar canal command area of southern India, using multispectral space-born data. *Land degrad. develop.* 9: 357-367.
- 23- Siadat, H. (1999). Iranian agriculture and salinity. P. 10-14 In: *New Technologies to Combat Desertification, Proceedings of the International Symposium held in Tehran, Iran. Oct. 1998.*
- 24- Tucker, C.J. and C.O., Justice. (1986). Satellite remote sensing of desert spatial extent. *Desertification Control Bulletin*, 13: 2-5.
- 25- Verma, K., Saxena, R., Berthwal, A. and Deshmukh. (1994). Remote sensing technique for mapping salt-affected soils. *Intr. J. of Remote sensing*, Vol.15, 1901-1914.
- 26- Vinogradov, B.V. (1993). Remote indicators of soil desertification and degradation. *Eurasian-Soil-Science*, 25: 8, 66-75.

Monitoring of Desertification by Satellite data processing

1- Detection change of Soil Salinity (Case study: Kashan plain)

M. Pakparvar⁽¹⁾, *M. Abtahi*⁽²⁾

Abstract

A study was conducted to determine the capabilities of the successive numerical landsat data for assessment and monitoring of soil salinization. Kashan plain with 7220 Km² of area, which is located on an arid zone of the central part of IRAN, selected as the site of investigation. It seemed to be a region prone to desertification processes. Two sorts of landsat data: MSS (1976), TM (1998) and the supplementary information such as the soil and geo maps, surface and subsurface water data were collected.

After preprocessing, the images were classified on the base of the field and subsidiary data by four degree of salinity. Incorporation of the PCA12, PCA34 and NDVI in MSS and the TM4, PCA57, PCA123 and NDVI in TM data showed the best results. The classification performed by the maximum likelihood algorithm.

Accuracy assessment was performed on the base of another category of

1- The member of scientific board of Fars Research Center for Natural Resources, Iran

P.O.Box 71555-617 email: pmojtaba@hotmail.com

2- (The junior research scientist, Desert Research Station of Kashan, Iran)

field data and showed 75% and 82% of overall accuracy for MSS and TM respectively.

Merging and processing the whole data and maps showed that 7.5% of non-saline parts of region, has been changed to medium to high saline, and in the same time, the size of Kashan salt lake has decreased 1.5% of total.

On the basis of the results, it would be expressed that even though MSS and TM data have not the same image properties; important information could be extracted by comparing their accurate classified maps.

Key words: Salinization, Desertification, Kashan, Remote sensing, PCA, Landsat, GIS.

