

بررسی تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاهکوه با استفاده از داده‌های سنجنش از دور

مجتبی میمانی* - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

احمد مزیدی - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد

پذیرش مقاله ۱۳۸۴/۱۲/۲۷ - تایید نهایی ۱۳۸۶/۷/۲۷

چکیده

بخش وسیعی از استان یزد را نواحی کویری تشکیل می‌دهد. یکی از مهم‌ترین این نواحی در این استان، کویر سیاه کوه می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که سنجنش از دور تکنیک بسیار کارآمدی در بررسی مناطق خشک و مطالعه تغییرات آن و تهیه نقشه‌های پوشش گیاهی محسوب می‌گردد. هدف این مطالعه نیز بررسی ویژگی‌های مورفولوژی و مقایسه تغییرات پوشش گیاهی کویر سیاهکوه با استفاده از داده‌های سنجنش از دور می‌باشد. برای دست‌یابی به این هدف، از داده‌های سنجنده‌های TM⁺ و ETM⁺ ماهواره لندست مربوط به تاریخ‌های شهریور ۱۳۶۹ و ۱۳۷۹ به عنوان ابزارهای اصلی تحقیق استفاده شده است. هم‌چنین، با استفاده از شاخص گیاهی NDVI بر روی دوسری از داده‌های ماهواره‌ای سال‌های مذکور، نوع و مقدار پوشش گیاهی بررسی و تغییرات و گسترش آن‌ها تعیین گردیده است. تکنیک کار تحقیق، استفاده از روش‌های همبستگی و مقایسه‌ای بوده است. تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز از طریق نرم‌افزارهای مورد استفاده در سنجنش از دور از جمله، نرم‌افزار SPSS و نیز نرم‌افزار IDRISI انجام پذیرفته است.

تجزیه و تحلیل متغیرهای مؤثر بیانگر آن است که، سیستم‌های سنجنش از دور از پاره‌ای جهات قابلیت بسیار مناسبی برای بررسی روند تحولات در مناطق کویری و بیابانی دارند. بر این اساس، نتایج به دست آمده با استفاده از ابزارها و تکنیک‌های ذکر شده نشان می‌دهد که تغییرات صورت گرفته در سطح کویر اردکان در طی دوره ده ساله تحت بررسی هر چند جزئی بوده اما یکنواخت نبوده است. بیشترین تغییرات مربوط به نواحی می‌گردد که متغیرهای مؤثر غالب تر بوده اند. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که، برای بررسی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه، بهترین شاخص NDVI می‌باشد.

کلید واژه‌ها: کویر سیاه کوه، اردکان، پلایا، سنجنش از دور، شاخص گیاهی.

مقدمه

کشور ایران با مساحتی در حدود ۱/۶۵ میلیون کیلومتر مربع در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین، قرار گرفته است. بخش عمده‌ای از این مساحت را نواحی بیابانی و کویری تشکیل می‌دهد. در این میان، استان یزد در مرکز ایران یکی از عمده نواحی مناطق خشک و بیابانی ایران به شمار می‌رود. از آن‌جا که مطالعه و بررسی بر روی این مناطق، نیازمند انجام کارهای تفصیلی میدانی است و محدودیت‌های فصلی و موانع طبیعی به ویژه در مناطق

کویری و سایر مشکلات اعم از هزینه، زمان و امکانات و تجهیزات، محدودیت‌های زیادی را فراهم می‌نماید. بنابر این، مناسبترین روش، استفاده از سنجش از دور و تکنیک‌های کارآمد آن می‌باشد. شاید یکی از مهمترین قابلیت‌های این سیستم، همه‌نگری، مشاهده و بررسی مکرر پدیده‌های بیابانی به منظور بررسی روند تحولات طی دوره‌های متوالی و حتی کوتاه‌مدت می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است، تا حدی تغییرات پلایای اردکان از جمله تغییرات پوشش گیاهی با کمک داده‌های سنجش از دور مورد بررسی قرار گیرد.

پیشینه تحقیق نشانگر آن است که، کویرها و مناطق بیابانی به عنوان یکی از اجزای تشکیل دهنده محیط زیست همواره مورد توجه دانشمندان و محققین بوده است و اکثر محققین در پی یافتن راه‌ها و تکنیک‌های نوین جهت مطالعه این نواحی بوده‌اند. زیرا دسترسی به این مناطق همواره به علت شرایط خاص آن‌ها مشکل و محدود بوده است. سنجش از دور در این زمینه نیز توانسته است به عنوان ابزار و تکنیکی کارآمد بخوبی ایفای نقش نموده و مفید واقع شود. در این میان، پاره‌ای از مطالعات و بررسی‌های بعمل آمده در کویر سیاهکوه و نیز کاربرد سنجش از دور در مطالعات بیابانی را می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

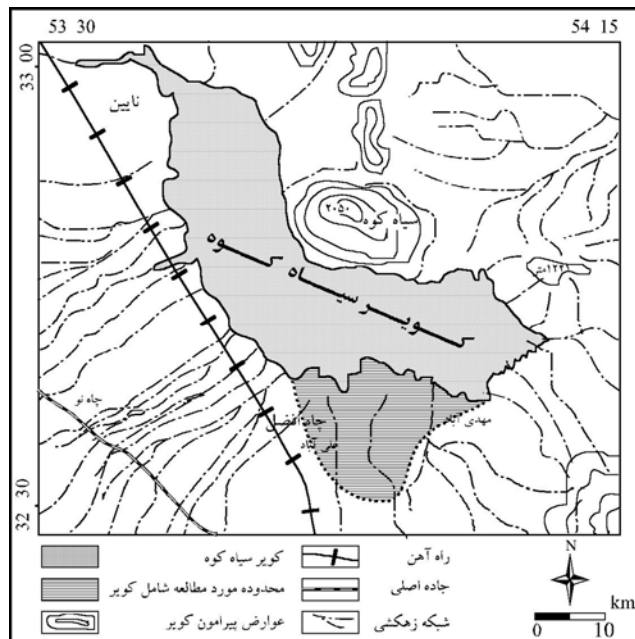
دهقانی (۱۳۶۹) تحقیقی در زمینه بررسی زمین‌شناسی رسوبات و اهمیت آن‌ها و اشکال ژئومورفولوژی آن‌ها در کویر سیاهکوه انجام داده است. وی هم‌چنین در سال ۱۳۷۵ پس از بررسی انواع زیرمحیط‌های موجود در پلایا و عوارض ژئومورفولوژی، کانی‌های موجود در پلایای اردکان را با تأکید بر اهمیت اقتصادی هر یک از آن‌ها تفسیر و تجزیه و تحلیل نموده است. شرکت سهامی آب منطقه‌ای در سال ۱۳۷۶ گزارش آماری و بیلان آبهای زیرزمینی زیر حوضه کویر سیاهکوه را ارائه داده است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که حداکثر عمق سطح آب زیرزمینی در زیر حوضه کویر سیاهکوه مربوط به نواحی حوض آخوند و چاه‌های شهید رجائی و فجر با عمق ۷۰ الی ۸۰ متر و حداقل آن مربوط به خط القعر و مرکز کویر است که به صفر می‌رسد. علوی پناه (۱۳۷۹) تحقیقی با عنوان ارزیابی باند ترمال ماهواره لندست در مطالعه کویرهای ایران انجام داده و نتیجه گرفته است که باند ترمال حاوی اطلاعات فراوان و مهمی در باره خاکهای شور، گچی و گیاهان می‌باشد. به عبارتی باند حرارتی به عنوان تابعی از حرارت سطحی می‌تواند مکمل باندهای انعکاسی باشد. علوی پناه و همکاران (۱۳۶۷) هم‌چنین خاکهای منطقه اردکان یزد را از نظر شوری و سایر عوامل سطحی نظیر گچ، پوسته‌های نمک و سنگریزه‌های سطحی، به کمک داده‌های رقومی ماهواره لندست، مورد بررسی قرار داده و در نهایت نتیجه گرفته است که باند ترمال در تفکیک کلاس‌های خاک گچی و شور، سطوح پوسته دار خاک و مناطق شهری بسیار مفید و با ارزش است. خراسانی و ایزدپناه (۱۳۷۱) پیرامون ارزیابی تغییرات شوری در بخشی از کویر مرکزی با استفاده از تصاویر سنجنده MSS تحقیق نموده و اقدام به تهیه نقشه شوری و بافت خاک به روش تفسیر بصری نموده‌اند. نقشه تهیه شده با نقشه ۲۰ سال قبل مقایسه و پیشروی تغییرات مناطق شور و مساحت آن‌ها استخراج شده است.

محدوده مورد مطالعه

از مهمترین مناطق استان یزد می توان دشت وسیع یزد - اردکان را نام برد که نسبت به مناطق دیگر استان هم از جهت سیاسی و هم اقتصادی اهمیت بیشتری دارد. منتهی الیه شمالی این دشت، کویر سیاهکوه واقع شده است که زه آب های این دشت و ارتفاعات حاشیه آن سرانجام به این کویر منتهی می گردد (نقشه ۱). قسمت اعظم این کویر در محدوده استان یزد و بقیه در محدوده استان اصفهان (شهرستان نائین) قرار دارد. این کویر در ۲۰ کیلومتری شمال شهر اردکان و ۹۰ کیلومتری شمال غرب شهر یزد قرار گرفته است. طول جغرافیایی آن بین ۵۳،۳۵ الی ۵۴،۱۲ درجه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۲،۳۳ تا ۳۳ درجه شمالی می باشد. ارتفاع آن بین ۹۵۶ متر الی ۹۹۰ متر از سطح دریا متغیر است. متوسط ارتفاع آن حدود ۹۷۰ متر و شیب متوسط آن در حدود ۰/۵ درصد است. شکل آن شبیه نواری با تحدب به سمت جنوب غربی است و در امتداد شمال غرب - جنوب شرق کشیده شده است (نقشه ۱). از نظر ژئومورفولوژی انواع مختلف عوارض نواحی بیابانی و کویری از جمله دشت ریگی، پهنه رسی، قشر نمکی، کویر زرده و نهشته های تبخیری را می توان در آن مشاهده نمود. منشا درونی این کویر عمدتاً تکتونیک بوده و از اواخر دوران سوم به بعد شکل گرفته است. اقلیم آن در رده مناطق بیابانی قرار دارد. متوسط بارش آن حدود ۵۰ میلیمتر در سال و متوسط دمای منطقه حدود ۱۹ درجه سانتیگراد می باشد. متوسط رطوبت نسبی سالانه نیز حدود ۴۰ درصد است. بیشترین رطوبت نسبی در دی ماه حدود ۶۰ درصد و کمترین آن در تیرماه حدود ۲۰ درصد است.

این کویر از شمال به زمین های عارضه دار نیمه مرتفع و کوه های قاسم وزیر و سیاه کوه، از مشرق به ریگ زرین، از جنوب به اردکان و از مغرب به شهر های نائین و عقدا محدود می شود. خط آهن جدید یزد - نائین در سمت غرب و حاشیه این کویر کشیده شده است. مهمترین راه ارتباطی به منطقه جاده اردکان به چاه افضل است.

مساحت این کویر حدود ۹۹۰ کیلومتر مربع است که در نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ با رنگ آبی مشخص شده است. اما اگر قسمت شمالی دشت اردکان، که شامل پهنه رسی و قشر نمکین حاشیه جنوبی کویر می باشد بدان اضافه کنیم، مساحت آن به حدود ۱۳۰۰ کیلومتر مربع می رسد که محدوده مورد مطالعه جهت این تحقیق نیز همین مساحت را شامل می شود (شکل ۱).



شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰

مواد و روش‌ها

برای بررسی تحولات انجام گرفته طی دوره تحت مطالعه مراحل زیر به ترتیب طی شده است.

۱- داده‌ها و ابزارهای تحقیق

از نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ منطقه و نیز داده‌های ماهواره‌ای به عنوان ابزار اساسی تحقیق استفاده شده است. داده‌های سنجنش از دور یا بصورت تصویر یا داده‌های رقومی بوده‌اند که در قالب نرم افزارهای کامپیوتری تجزیه و تحلیل شده‌اند. برای این منظور، داده‌های رقومی سنجنده TM و سنجنده ETM^+ مربوط به سپتامبر ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ محدوده مورد مطالعه و اطراف آن با گذر WRS 162/37 مورد استفاده قرار گرفته و این داده‌ها توسط نرم افزار ادریسی نگارش دو تجزیه و تحلیل شده‌اند.

۲- تصحیح هندسی تصاویر

جهت تصحیح هندسی یک تصویر لازم است از یک نقشه مرجع یا تصویری که قبلاً تصحیحات روی آن انجام گرفته و دارای طول و عرض می‌باشد استفاده نمود. برای این منظور، تصحیح هندسی تصاویر TM با استفاده از نقشه ۱/۵۰۰۰۰ منطقه انجام گرفته است. ابتدا موقعیت ۲۰ نقطه بر روی نقشه مشخص و سپس موقعیت همان نقاط بر روی تصویر منتقل شده است. در این راستا سعی گردیده است، نقاط مذکور از پراکنش خوبی برخوردار بوده و بیشتر از محل‌های قابل تشخیص استفاده گردد. زیرا در بعضی موارد به علت مسطح بودن و همگن بودن منطقه، عوارض به خوبی قابل تشخیص نبوده‌اند. در نهایت پس از انتخاب نقاط با استفاده از معادله چند جمله‌ای خطی و

روش نمونه گیری از نوع نزدیکترین همسایه^۱ ارزش ها و DN^۲ پیکسل ها از تصویر اولیه به تصویر ایجاد شده منتقل و تصحیح هندسی انجام گیرد. برای این منظور سعی گردیده است که در انتخاب مقدار RMS^۳ مقدار خطا کمتر از یک شود که برای این امر تعدادی از نقاط که خطای زیادی را نشان میدادند، حذف گردیده اند. به طوری که در نهایت با ۱۲ نقطه کنترل زمینی مقدار خطای RMS (خطای جذر میانگین مربعات) به ۰/۸۷ رسیده است. جهت تصحیح هندسی تصاویر ETM⁺ نیز پس از اصلاح تصاویر TM با استفاده از روش تصویر به تصویر و با ۸ نقطه کنترل زمینی و خطای ۰/۷ این تصحیح انجام گرفته است. در نهایت، تصاویر ایجاد شده با نقشه پایه هماهنگی لازم را پیدا نموده اند.

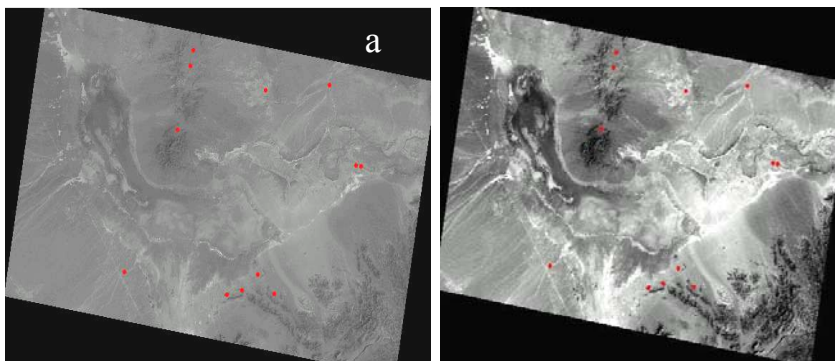
۳- بارزسازی و انتخاب باندهای مناسب

پس از اعمال تصحیحات لازم، جهت تشخیص بهتر و نمایش واضح تر تصاویر، عمل بارزسازی بر روی آن ها انجام گردید. جهت این امر ابتدا هیستوگرام تصاویر رسم و محدود شده ارزش پیکسل ها مشخص شده است (شکل ۳) هیستوگرام تعدادی از باندهای سنجنده ETM را نشان می دهد. پس از مشاهده هیستوگرام باندها توسط عمل کشیدگی خطی^۴ محدود شده کویر بر روی تصاویر وضوح بهتری پیدا کرد. این امر مخصوصاً جهت تفسیر بصری کمک مؤثری می نماید. شکل ۲ تصویر TM باند یک منطقه را قبل و بعد از عمل کشیدگی خطی و هم چنین موقعیت نقاط انتخاب شده را جهت تصحیحات هندسی نشان می دهد.

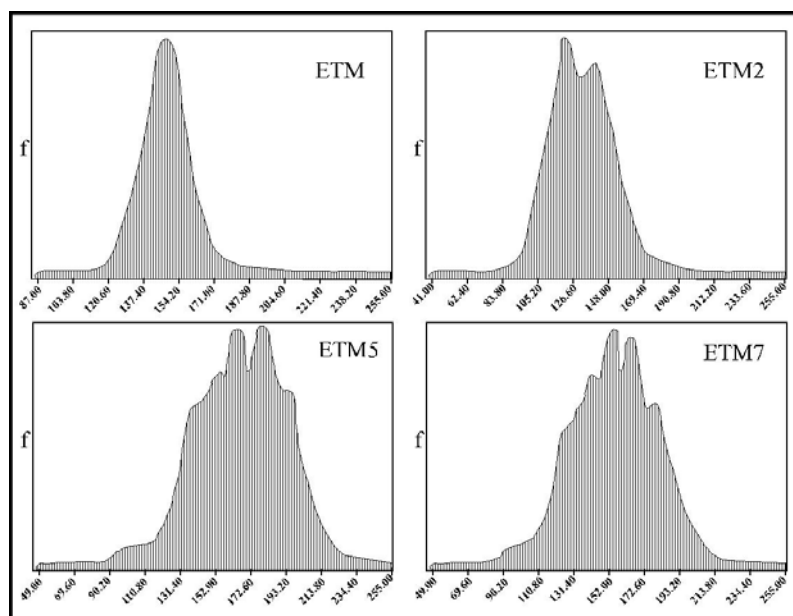
در آخرین مرحله از پردازش های اولیه، جهت داشتن دید کلی نسبت به منطقه، مبادرت به تهیه تصویر رنگی شده که جهت این امر از تصاویر باندهای ۲،۳،۴ و ۲،۳،۵ استفاده گردیده است. مقایسه تصاویر حاصل از این ترکیب ها نشان داد که ترکیب سه باند ۲،۳،۵ جهت سنجنده TM و باندهای ۲،۳،۴ برای سنجنده ETM⁺ نمایش بهتری ارائه می دهد. این تصاویر مخصوصاً جهت مشخص نمودن نواحی دارای پوشش گیاهی بر روی تصاویر و تفکیک محدود شده کویر به صورت بصری کمک زیادی به مفسر می کنند. معمولاً در این بررسی ها از باند یک به علت پراکنش زیاد اتمسفری و از باند شش به دلیل ماهیت متفاوت آن و قدرت تفکیک آن نسبت به باندهای دیگر صرف نظر می گردد. جدول ۱ همبستگی بین باندهای مختلف TM و ETM⁺ را نسبت بهم نشان می دهد. نمودار ۲ نیز میزان این تغییرات را برای تعدادی از باندهای سنجنده ETM⁺ نشان می دهد. هم چنان که جدول نشان می دهد، بیشترین همبستگی در سنجنده TM بین باند سه با باندهای چهار و دو با R=۰/۹۹، و کمترین آن بین باند پنج با شش می باشد به طوری که عنوان شد باند شش به علت ماهیت متفاوت نسبت به باندهای دیگر، همبستگی پایین تری را نشان می دهد. باند هفت به علت داشتن علائم ناخواسته^۱ (نوفه) مورد استفاده قرار نگیرد. کمترین همبستگی بین باندهای ETM⁺ نیز مربوط به باند شش با باندهای دیگر مخصوصاً با

1. NEAREST NEIGHBOUR
2. DIGITAL NUMBER
3. ROOT MEAN SQUARE
4. LINEAR STRETCH

باند هفت می باشد که مقدار ضریب آن ۰/۵۶ بدست آمده است. بیشترین همبستگی بین باند سه با چهار و باند دو با باند سه می باشد. در شکل ۴ نیز این موضوع به وضوح مشخص است.



شکل ۲ منطقه مورد مطالعه قبل (a) و بعد از عمل کشیدگی (b) خطی



شکل ۳ هیستوگرام باندهای یک، دو، پنج و هفت سنجنده ETM

جدول ۱ ماتریس همبستگی بین باندهای مختلف سنجنده TM و ETM⁺

				۱	۰.۹۹۴۹۵	tm 2
			۱	۰.۹۹۷	۰.۹۸۶۵	tm 3
		۱	۰.۹۹۸۳	۰.۹۹۳	۰.۹۷۸۶۶	tm 4
	۱	۰.۹۵۸۶۷	۰.۹۵۷۴	۰.۹۵۳	۰.۹۴۱۲	tm 5
۱	۰.۹۱۲۴۷	۰.۹۴۳۱۵	۰.۹۵۳۴۹	۰.۹۶۷	۰.۹۸۳۸	tm 6

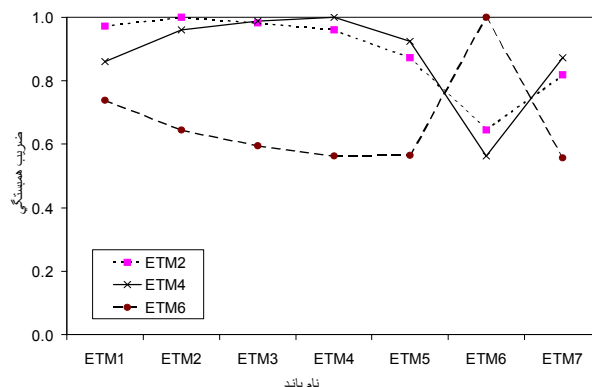
نام باند	etm 1	etm 2	etm 3	etm 4	etm 5	etm 6	etm 7
etm 1	۱.۰۰۰						
etm 2	۰.۹۷۳	۱.۰۰۰					
etm 3	۰.۹۲۸	۰.۹۸۳	۱.۰۰۰				
etm 4	۰.۸۶۱	۰.۹۶۰	۰.۹۸۸	۱.۰۰۰			
etm 5	۰.۸۰۳	۰.۸۷۳	۰.۹۰۹	۰.۹۲۴	۱.۰۰۰		
etm 6	۰.۷۳۸	۰.۶۴۵	۰.۵۹۴	۰.۵۶۲	۰.۵۶۴	۱.۰۰۰	
etm 7	۰.۷۴۸	۰.۸۱۹	۰.۸۶۰	۰.۸۷۲	۰.۹۷۶	۰.۵۵۷	۱.۰۰۰

۴. تعیین شاخص گیاهی

کسب اطلاعات در باره وضعیت پوشش گیاهی با سنجنش از دور از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا جهت کاهش عوامل ناخواسته روی اطلاعات پوشش گیاهی و افزایش اطلاعات مربوط به آن، می توان حداقل دو باند را ترکیب کرده و شاخص مرکبی به نام شاخص پوشش گیاهی (VI)^۱ ایجاد نمود (علوی پناه ۱۳۸۲). در این مطالعه جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی از شاخص های گیاهی SAVI، PVI، NRVI، RVI، NDVI استفاده گردید. از بین آن ها، شاخص گیاهی NDVI^۲ (شاخص گیاهی اختلاف نرمال) جواب بهتری نشان داد. این شاخص گیاهی با استفاده از فرمول $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$ محاسبه می گردد. در این روش جهت NIR از باند ۴ و برای RED از باند ۳ سنجنده TM یا ETM⁺ استفاده گردید. در این شاخص مقدار عددی پیکسل ها بین ۱- تا ۱ متغیر بود. مقدار صفر و کمتر از آن برای مناطق غیر گیاهی و بیشتر از صفر جهت پوشش گیاهی است.

1. Vegetation Index
2. Normalized Difference Vegetation Index

شکل ۴: روند تغییرات همبستگی بین باندهای



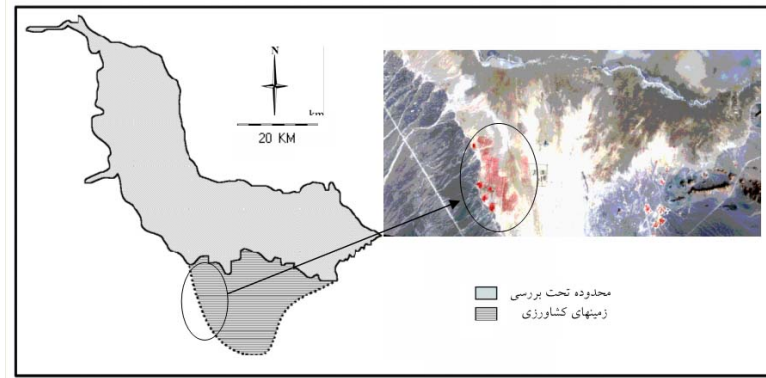
۵. بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات در یک دوره ده ساله در منطقه سیاهکوه بیانگر آن است که، داده های ماهواره ای دارای ارزش مناسبی جهت ارزیابی و بررسی روند تغییرات می باشند. این اهمیت زمانی آشکار می گردد که به دلایل مختلف انجام کارهای میدانی امکان پذیر نبوده یا دشوار باشد.

نتایج این تحقیق نشان می دهد که پلاهای اردکان در طی دوره ده ساله تغییرات چندانی از نظر مساحت نداشته است. به طوری که مساحت پلایا در سال ۱۳۶۹ حدود ۱۲۹۸ کیلومتر مربع و در سال ۱۳۷۹ به ۱۲۹۷/۵ کیلومتر مربع رسیده است و این امر نشانگر آن است که تغییرات سطح پلایا باید در دوره های درازمدت تری مورد بررسی قرار گیرد. ناگفته نماند که میزان شوری خاک، تغییرات اندکی را نشان می دهد. به طوری که با مشاهدات میدانی و بررسی تصاویر ماهواره ای مربوط به سال ۱۳۷۹ نسبت به سال ۱۳۶۹ مخصوصاً در حاشیه جنوبی پلایا که فعالیت های باغداری و کشاورزی عمدتاً در آن بخش انجام می گیرد، شوری خاک تا حدی افزایش یافته است. این امر می تواند ناشی از آبیاری زمین های مذکور با آب شور و نیز تبخیر زیاد آب و نتیجه آن، باقی ماندن املاح نمکی در سطح خاک باشد. هم چنین به علت افزایش میزان برداشت آب از منابع زیرزمینی و کاهش سطح آب، مقدار املاح محلول در آن افزایش یافته و این امر می تواند در شوری خاک به طور غیر مستقیم تأثیر گذار باشد. بررسی تصاویر نیز نشان می دهد که تعداد پیکسل های با درجات خاکستری روشن تر در این تصاویر افزایش یافته است. البته ناگفته نماند که در بررسی میزان شوری خاک از طریق تصاویر ماهواره ای عوامل زیادی تأثیر گذار می باشند. از جمله آن ها می توان به نوع نمک، نوع خاک، رطوبت، زمان آخرین وقوع بارش، دست نخورده بودن زمین، وجود مواد آلی خاک، مواد شیمیایی و عوامل دیگر اشاره نمود که لازم است، این عوامل، در تفسیر رقومی داده ها مورد توجه قرار گیرند.

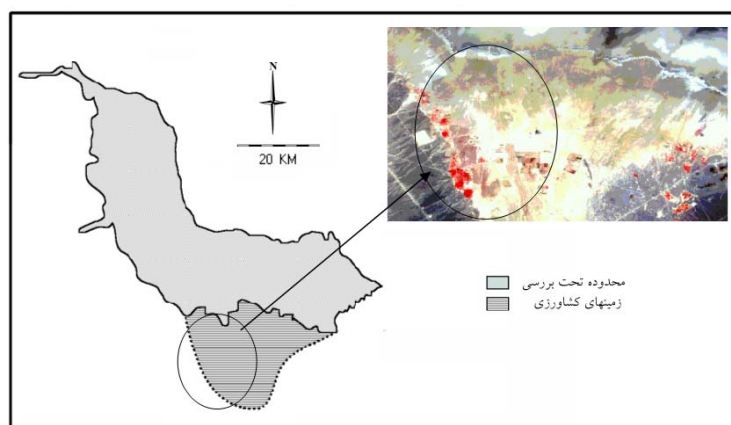
در بررسی پوشش گیاهی منطقه، نتایج نشان می دهند که در بین روشهای مختلف محاسبه شاخص گیاهی، شاخص NDVI برای این منطقه نتایج بهتری ارائه می دهد. با استفاده از شاخص مذکور ابتدا پوشش گیاهی از

سایر مناطق تفکیک و سپس مزارع نیز از مناطق درختکاری شده تفکیک گردیده اند. نتایج حاصل برای تصاویر TM و ETM^+ در شکل ۵ و ۶ نشان داده شده است.



شکل ۵ موقعیت پوشش گیاهی منطقه تحت بررسی بر اساس داده های TM

چنان که مشاهده می گردد، بیشترین محدوده دارای پوشش گیاهی در جنوب غرب منطقه مورد مطالعه و در پیرامون آبادی چاه افضل واقع شده است. در این ناحیه، به علت بالا بودن سطح آب زیرزمینی، شرایط برای کشت گیاهان شوری پسند، از جمله پسته مناسب می باشد. البته در سالهای اخیر کشت آن افزایش زیادی را نشان می دهد. با توجه به نتایج بدست آمده، لازم است افزایش سطح زیر کشت پسته با برنامه ریزی مناسب و بررسی امکانات موجود و با توجه به توان منطقه انجام گیرد. چنانکه در بازدید از منطقه مشاهده گردید، بعضی از مزارع ایجاد شده در سال های اخیر، به دلیل مناسب نبودن آب و خاک و شرایط کشت و علیرغم سرمایه گذاری کلان خسارات زیادی را به مالکین وارد نموده اند. حتی پس از کاشت و چندین سال آبیاری با آب شور و سرانجام تراکم زیاد نمک در سطح زمین موجب خشک شدن درختان کشت شده که عمدتاً "پسته کاری هستند شده است. حتی در پاره ای موارد، آبیاری مکرر با آب شور، موجب توقف رشد درختان پسته گردیده است. حفاری مقاطع خاک و نمونه برداری انجام شده وجود یک لایه سخت نمکی را در عمق حدود ۵۰ سانتیمتری سطح پلایا نشان می دهد. بدیهی است این لایه سخت نمکی مانع عمده نفوذ ریشه گیاهان به عمق خاک می گردد.



شکل ۶ موقعیت پوشش گیاهی منطقه تحت بررسی بر اساس داده های ETM

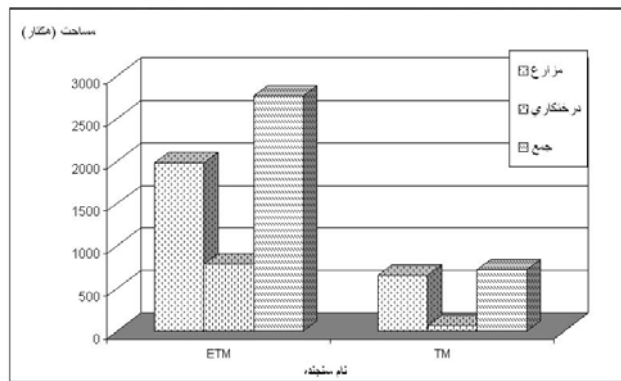
پس از تعیین نمودن مناطق دارای پوشش گیاهی مساحت آن‌ها محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۲ درج شده است.

همان گونه که مشاهده می‌گردد، در سال ۱۳۷۹ نسبت به سال ۱۳۶۹ (زمان بین دو تصویربرداری) هم سطح زیر کشت و هم محدوده اراضی درختکاری شده افزایش یافته است. مساحت مزارع از ۶۶۰ هکتار در سال ۶۹ به حدود ۱۹۸۰ هکتار در سال ۷۹ رسیده است. مقایسه این دو رقم، افزایشی حدود ۱۳۲۰ هکتار و بطور متوسط هر سال ۱۳۲ هکتار رشد را طی این ۱۰ سال نشان می‌دهد.

جدول ۲ مساحت پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۷۹ بر حسب هکتار

نوع پوشش	سال ۱۳۶۹	سال ۱۳۷۹	میزان تغییرات
مزارع	۶۶۰	۱۹۸۰	+۱۳۲۰
درختکاری	۶۳	۷۹۰	+۷۲۷
جمع	۷۲۳	۲۷۷۰	+۲۰۴۷

مساحت زمین‌های درختکاری شده نیز از ۶۳ هکتار به ۷۹۰ هکتار افزایش یافته که به طور متوسط سالانه ۷۲ هکتار افزایش نشان می‌دهد. در مجموع مساحت پوشش گیاهی از حدود ۷۲۰ هکتار به ۲۷۷۰ هکتار افزایش پیدا نموده که این رقم چیزی در حدود ۲۰۴۰ هکتار افزایش یافته یا بطور متوسط ۲۰۴ هکتار در سال رشد داشته است. نمودار ۳ نیز تغییرات پوشش گیاهی این مناطق را نشان می‌دهد.



شکل ۷ روند تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه بر اساس داده های TM و ETM (هکتار)

منابع

۱. خراسانی، نعمت ا...، ایزد پناه، (۱۳۷۱)، ارزیابی تغییرات شوری در یکی از زیرحوضه های حوضه آبریز کویر مرکزی، مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی ایران، دانشگاه تهران.
۲. دلاور، علی؛ (۱۳۸۰)، مبانی نظری و عملی پژوهش در علوم انسانی، تهران، انتشارات رشد
۳. دهقانی، محمدحسین؛ (۱۳۶۹)، بررسی زمین شناسی نهشته های پلایای اردکان، تز کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.
۴. دهقانی، محمدحسین؛ (۱۳۷۵)، زمین شناسی اقتصادی کویر سیاهکوه، طرح پژوهشی دانشگاه یزد.
۵. زبیری، محمود، علیرضا مجد؛ (۱۳۷۵)، آشنایی با فن سنجنش از دور، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۶. سازمان جغرافیایی کشور؛ نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه.
۷. سازمان زمین شناسی کشور؛ نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه.
۸. سازمان هواشناسی کشور؛ سالنامه های هواشناسی سالهای ۱۹۶۸ تا ۱۹۹۸.
۹. عاقبت خیری، حمیدرضا؛ (۱۳۷۶)، گزارش آماری و بیلان آبهای زیرزمینی کویر سیاهکوه، شرکت سهامی آب منطقه ای یزد.
۱۰. علوی پناه، سید کاظم؛ (۱۳۷۹)، ارزیابی کارایی باندهای طیفی ماهواره لندست TM در مطالعات کویرهای ایران، مجله منابع طبیعی دانشگاه تهران، جلد ۵۳ شماره ۱.
۱۱. علوی پناه، سید کاظم؛ (۱۳۸۲)، کاربرد سنجنش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۲. علوی پناه، سید کاظم؛ و همکاران؛ (۱۳۷۹)، مطالعه شوری خاک و پوشش گیاهی متأثر از شوری در حوزه رودخانه شور کرج با استفاده از داده های ماهواره ای، همایش کاربرد سنجنش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی در مطالعه مناطق بیابانی، تهران، دانشگاه تهران.
۱۳. مزیدی، احمد؛ (۱۳۷۱)، اقلیم کشاورزی دشت یزد- اردکان، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.

14. Alavi panah, S.K & D.Dapper, R.Goosse. 2001. The use of TM Thermal Band for Land Cover / Landuse Mapping in Two Different Environmental Conditions of Iran. Jast, Vol 3, No 1,pp 27-35
15. Estman, R. J. 1995. IDRISI for Windows (version 1) Users Guide, Clark university
16. Lillesand, Thomas M.& Kiefer. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons,Newyork
17. www.geog.ubc.ca/tutorials"An Introduction to GIS With IDRISI for Windows.