



بررسی تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از ایجاد همبستگی بین داده‌های ماهواره‌ای با مقادیر عددی شوری خاک در دشت قزوین

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۳

چکیده

موضوع شوری خاک و شور شدن اراضی مجاور یکی از معضلات می‌باشد. بایستی با تدبیر و مدیریت صحیح علمی این روند مهار گردد. اولین گام در این راه شناسایی مناطق شور و تهیه نقشه شوری خاکهای کشور است. در این مقاله که نتیجه حاصل از اجرای طرح تحقیقاتی است، با استفاده از روش همبستگی بین داده‌های ماهواره‌ای (لندست ۱ ETM سال ۲۰۰۰ میلادی) و مقادیر عددی شوری خاک، نقشه شوری خاک دشت قزوین در محیط GIS تهیه شد. برای انجام این کار تعداد ۲۳۶ نمونه خاک تجزیه آزمایشگاهی گردید. با توجه به اینکه مقادیر عددی شوری خاک دارای مختصات جغرافیایی نیز بودند، نسبت به تهیه نقشه نقاط شوری خاک اقدام شد. این نقشه با تک تک باندهای لندست ETM قطع داده شد. ارزش درجه روشنایی (DNs) متناظر نقاط میدانی بر روی باندهای تصویر ماهواره‌ای استخراج گردید. وجود همبستگی بالای ارقام رقومی باند ۷ تصویر با مقادیر متناظر عددی شوری خاک موجب شد، تا در تهیه نقشه شوری خاک دشت قزوین از داده‌های رقومی باند ۷ استفاده گردد. مطابقت طبقات مختلف شوری خاک این نقشه با مشاهدات صحرایی و میزان هدایت الکتریکی نشانگر دقت در تهیه نقشه شوری خاک دشت با استفاده از روش همبستگی است.

کلمات کلیدی: داده‌های ماهواره‌ای لندست ETM ، داده‌های آزمایشگاهی، GIS، روش همبستگی، شوری خاک، دشت قزوین.

Pajouhesh & Sazandegi No:64 pp: 33-38

An investigation on preparing of the soil salinity map using correlation method between imagery and soil salinity data in the Qazvin plain

By: Ali Abdinam, Member of Scientific Board of Research Center of Agriculture and Natural Resources of Zanjan Province.

Soil salinity and it's development in the surrounding lands are the main problem which should be prevented by good management . The first step is recognition and then preparing soil salinity map. In this paper an attempt made is to use the correlation method with ancillary data such as satellite and laboratory analysis of 236 soil samples data in the Qazvin plain. In the first blush, an EC point map was prepared. Then this point map was crossed with every ETM images. Finally the digital numbers of every sample points was extracted. In this connection a high correlation between band 7 ETM and EC sample points was detected, so in mapping the soil salinity, band 7 was used. Final accuracy of produced map by field control showed that the correlation method in mapping soil salinity can be recommended.

Key words : Satellite Landsat ETM data, Laboratory data, , Correlation method, Soil salinity, Qazvin plain.

مقدمه

خاکهای شور سطح وسیعی از کشور را فرا گرفته است. این خاکها در مساحت‌های کوچک در نقاط مختلف کشور پراکنده است، که اراضی مجاور خود را در اثر گسترش شوری مورد تهدید و خطر جدی قرار می‌دهند. موضوع شوری خاک و شور شدن اراضی مجاور یکی از معضلات می‌باشد. بایستی با تدبیر و مدیریت صحیح علمی این روند مهار گردد. اولین گام در این راه شناسایی مناطق شور و تهیه نقشه شوری خاک‌های کشور است. پدیده شوری خاک در اقلیم نیمه مرطوب تا خشک به وجود می‌آید. این خاک‌ها دارای مقادیر زیاد املاح نمکی بوده و در مناطقی که دارای زهکشی مناسب نیستند، تشکیل می‌گردند. بیش از ۹۰ درصد سطح کشور در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد. تبخیر سالیانه از ۷۰۰ میلی‌متر در کناره دریای خزر تا بیش از ۴۰۰۰ میلی‌متر در کویر و جنوب شرقی استان خوزستان تغییر می‌کند (۹). اصلاح خاکهای شور نیاز به حجم زیاد آب شیرین دارد، معمولاً خاکهای که محتوی مقادیر زیاد املاح نمکی هستند با آب شیرین آبشویی می‌شوند، و این آبشویی باید به همراه زهکشی باشد، تا املاح از پروفیل خاک خارج شوند. آبشویی بدون زهکشی موجب شورتر شدن اراضی می‌گردد (۱). شستشوی املاح خاک‌های شور باتوجه به اقلیم کشور که جزو مناطق خشک و نیمه خشک بوده و با کمبود آب مواجه است، تقریباً امکان پذیر نمی‌باشد. بنابراین برای حل مشکل شوری بایستی دنبال راهکارهای دیگری باشیم. شناسایی مناطق شور و تهیه نقشه شوری خاک به منظور اعمال مدیریت خاک می‌تواند یکی از راهکارها باشد. با توجه به فقدان عکسهای هوایی به‌هنگام و جدید در کشورهای در حال توسعه بهترین روش، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای است، که اطلاعات را در زمانها و فصول مختلف سال در اختیار قرار می‌دهد، و نیز مستلزم هزینه کمتر بوده و حجم عملیات را کاهش داده و در مدت زمان کمتری تهیه نقشه امکان پذیر می‌گردد.

به مقدار ۰.۸٪ کاهش داشته است. در هر صورت دست آورد تحقیق گویای مناسب بودن داده‌های رقومی برای روندیابی تغییرات از گذشته تا حال در منابع زمینی (به‌ویژه شوری و پوشش) است.

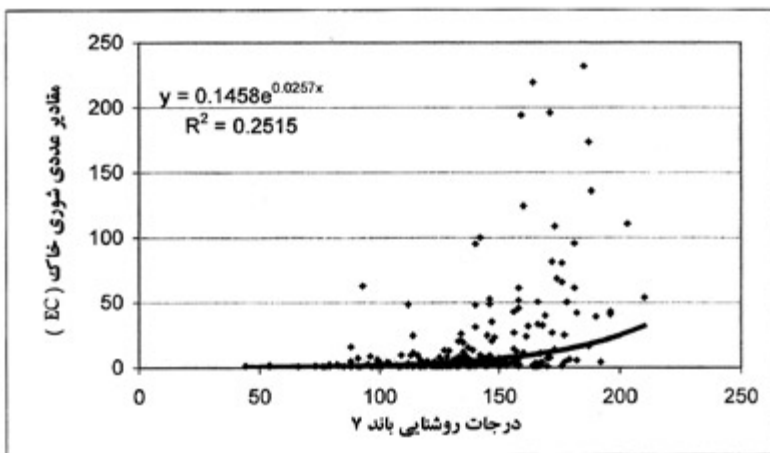
امکان کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در شناسایی و طبقه بندی اراضی شور به روش رقومی در بخش کوچکی از دریاچه حوض سلطان قم بررسی شده است (۵). در این بررسی دو نوع رابطه خطی و توانی بین مقادیر عددی شوری و درجات روشنایی از طریق آنالیز رگرسیون، رابطه معنی دار بدست آمده، که نتیجه حاصله بیانگر این است که در صورت وجود داده‌های به‌هنگام، از این داده‌ها می‌توان جهت طبقه‌بندی اراضی شور به رده‌های گوناگون استفاده کرد.

در تحقیقی روشهای مختلفی را به منظور تعیین بهترین ترکیب باندی جهت استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره لندست ارزیابی گردیده است (۷). برای انتخاب ترکیب باندی مناسب از روشهای ماتریس همبستگی، تعیین حد شاخص مطلوب OIF^۶، تحلیل مؤلفه‌های اصلی PCA^۷ و تجزیه و تحلیل نمودار دو بعدی داده‌ها استفاده شده است. نتایج حاصل نشان داد که انتخاب مناسب‌ترین باندها نه تنها بستگی به شرایط اقلیمی و منطقه جغرافیایی دارد بلکه بستگی زیادی به شرایط خاک و همچنین داده‌های ماهواره‌ای و نوع استفاده از اراضی دارد.

قابلیت تصاویر ماهواره‌ای در طبقه بندی خاکهای تحت تاثیر شوری و قلیائیت مورد تحلیل قرار گرفته، که نتایج این تحلیل گویای قابلیت این روش در افزودن سرعت، دقت و کاهش هزینه بررسی خاکهای شور می‌باشد (۸). هر چند مسایلی از قبیل تغییرات رطوبت خاک، زاویه ارتفاع

سابقه تحقیق

بر اساس مرور سوابق تحقیقاتی در خصوص تهیه نقشه شوری خاک، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مورد تأیید قرار گرفته است. در تحقیق انجام شده به منظور تعیین مناطق تحت اثر بیابان‌زایی در دشت قم - کاشان با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و GIS از دو سری داده‌های رقومی لندست MSS^۴ و TM^۵ ۱۹۹۸ با زمان تقریبی یکسان از نظر ماه استفاده شده است (۲). پس از پردازش‌های مورد نیاز طبقه‌بندی دو تصویر برای کاربری اراضی با استفاده از باندهای ۱، ۲ و ۳ در داده‌های MSS و باندهای ۳، ۴ و ۵ در داده‌های TM به روش نظارت شده و الگوریتم حداقل فاصله صورت گرفت. نتایج به صورت نقشه‌ها و جداول مربوط به مساحت طبقات و نیز جداول چگونگی تداخل طبقات در دو مقطع زمانی ارائه گردید. نتایج نشان می‌دهد 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 شوره زار دریاچه نمک کاشان



نمودار ۱: همبستگی نمایی بین مقادیر عددی شوری خاک با درجات روشنایی باند ۷ + ETM

جدول ۱: همبستگی بین باندهای طیفی ماهواره‌ای ETM-۲۰۰۰ در دشت قزوین

همبستگی	Sb۱	Sb۲	Sb۳	Sb۴	Sb۵	Sb۷
Sb۱	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۴۳	۰/۸۱	۰/۹۰
Sb۲	۰/۹۸	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۵۲	۰/۸۷	۰/۹۱
Sb۳	۰/۹۵	۰/۹۸	۱/۰۰	۰/۴۸	۰/۸۷	۰/۹۱
Sb۴	۰/۴۳	۰/۵۲	۰/۴۸	۱/۰۰	۰/۵۸	۰/۳۵
Sb۵	۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۵۸	۱/۰۰	۰/۹۰
Sb۷	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۳۵	۰/۹۰	۱/۰۰

منطقه دشت قزوین به همراه حوزه‌های آبخیز مربوطه با مساحتی معادل ۹۳۰۰ کیلومتر مربع در محدوده ۴۹°، ۲۵' الی ۳۵°، ۳۵' طول شرقی و ۳۵°، ۲۵' عرض شمالی قرار دارد (۱۰). مساحت خود دشت قزوین حدود ۴۵۰۰۰۰ هکتار است، که شهرهای آبیک، قزوین، تاکستان و بوئین زهرا در حاشیه شمالی و جنوبی آن قرار دارند (شکل ۱). دشت قزوین در واقع یک محدوده فرو (گودی) است که توسط حدود ۲۰۰ متر از آبرفت پر شده و آبخوان عظیم قزوین را تشکیل داده است. این آبخوان حدوداً ۴۲۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد و توان ذخیره‌سازی حجم زیادی از آبهای ورودی از حوزه مربوطه را داراست.

این دشت از جلگه آبرفتی پهن‌آوری تشکیل شده که از رسوبات جریانهای سطحی کوههای اطراف پدیدار گشته است. ارتفاع جلگه بین ۱۵۰۰ تا ۱۱۵۰ متر متغیر می‌باشد و حال آنکه ارتفاع نواحی کوهستانی بین ۲۹۰۰ متر در شمالشرق به ۲۶۰۰ متر در جنوب تغییر می‌یابد. به دلیل هموار بودن و شیب کم جلگه، زهکشی عمده‌ای در آن به عمل نمی‌آید. شیب عمومی جلگه به طرف خاور بوده و در نواحی پای دامنه به میزان ۳ درصد و در مجاورت باتلاق به کمتر از ۱ درصد می‌رسد (۴). این تحقیق در وسعت ۳۵۰۰۰۰ هکتار آن که مسئله شوری خاک دارد، انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: تصویر ماهواره‌ای لندست ETM⁺ سال ۲۰۰۰ میلادی، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، نرم افزار ILWIS^۸ که قادر به پردازش تصاویر ماهواره‌ای است، نتایج آزمایشگاهی ۲۳۶ نمونه خاک که پارامترهای pH، EC، در صد آهک کل و بافت خاک در آن تعیین شده‌اند، در ابتدای کار بر اساس نقشه منابع و قابلیت اراضی دشت (۱۱)، یک شبکه (هر ریز شبکه به مساحت هزار هکتار) بر روی دشت گذاشته شد (شکل ۲)، از هر یک از ریز شبکه‌ها تعداد ۴ نمونه خاک سطحی (۱۰-۰ سانتی متری) برداشت و از مخلوط کردن آنها یک نمونه تهیه و در مجموع ۲۳۶ نمونه خاک به آزمایشگاه تحویل داده شد. مشخصات هر یک از نمونه‌ها از نظر مختصات جغرافیایی توسط دستگاه GPS^۹ تعیین و یادداشت برداری گردید. نمونه‌های خاک از نظر، EC، pH و درصد آهک کل و بافت خاک مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفته و نتایج وارد محیط EXCEL گردید. تصویر ماهواره ای لندست ETM⁺ سال ۲۰۰۰ میلادی بر

خورشیدی، تیپ و پوشش غالب گیاهان مقاوم در برابر شوری، بافت سطحی خاک و ویژگی‌های سطحی خاک عوامل مؤثر و محدود کننده به شمار می‌روند. امکان تفکیک اراضی شور و گچی منطقه دشت کاشان با استفاده از داده های ماهواره TM در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد بررسی شده است (۱۲). رابطه میان DN نقاط نمونه برداری و پارامترهای اندازه گیری شده خاک از طریق ضریب همبستگی پیرسون و آنالیزهای رگرسیونی به روش چند متغیره خطی باندهایی که با فاکتور شوری و گچ خاک حداکثر همبستگی را داشتند، انتخاب شده و معلوم گردید باندهای ۵، ۱۰ و ۶ با مقادیر EC سطحی و باندهای ۷، ۳، ۶ و ۵ با تغییرات گچ سطحی ارتباط داشتند. پس از تعیین باندهای مناسب، در نقاط نمونه برداری، نمونه‌های تعلیمی تعریف شده و با الگوریتم طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال، نقشه‌های شوری و گچ سطحی تهیه گردید. دقت کلی نقشه های EC و گچ تولید شده به ترتیب معادل ۷۷/۲۷٪ و ۵۸/۱۶٪ بدست آمد.

طی مقاله‌ای نتایج بررسی در تهیه نقشه شوری خاک، با استفاده از روش ژئواستاتیسٹیک ارائه گردیده است (۳). در این روش پس از نمونه برداری از نقاط مشخص و با استفاده از روش ژئواستاتیسٹیک اقدام به انجام میان یابی و تهیه نقشه pH و EC خاک شده است. این روش با برازش دادن یک مدل

ریاضی، به مدل بدست آمده از رابطه تغییرات واریانس به عنوان تابعی از فاصله نقاط از یکدیگر (واریوگرافی) و سپس انجام عمل کربجینگ یا تخمین نقاط نمونه برداری نشده (که در واقع یک روش درون یابی است) نقشه شوری خاک، تهیه شده است. از آنجا که انجام تحقیق در خصوص تهیه نقشه شوری خاک به منظور مدیریت این مناطق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین در این مقاله که نتیجه حاصله از اجرای طرح تحقیقاتی (۶) می‌باشد، سعی شده است در تهیه نقشه شوری خاک دشت قزوین از روش همبستگی بین داده های ماهواره ای با مقادیر عددی شوری در محیط نرم افزار GIS استفاده شود.



شکل ۱: موقعیت عرصه تحقیق

توجه به بازتاب‌های مختلف انتخاب گردیدند. از تصاویر رنگی FCC و ۷۴۲ و عکس‌های تهیه شده از محل‌های نمونه برداری و توجه به موقعیت نقاط که با GPS اندازه‌گیری شده است، نسبت به برقراری ارتباط اولیه بین ویژگی‌های بازتابی و شوری خاک، اقدام و پس از حصول اطمینان از ارتباط بین ویژگی‌های طیفی و توصیفی نمونه‌ها نسبت به انجام مرحله بعدی و ایجاد همبستگی آماری بین مقادیر عددی هدایت الکتریکی و بازتاب‌های طیفی آن نقاط در باندهای مختلف برنامه‌ریزی به عمل آمد که نتایج حاصله در ادامه بحث خواهد شد. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری (شکل ۳) در محیط ILWIS روی نقشه دشت قزوین مشخص گردید.

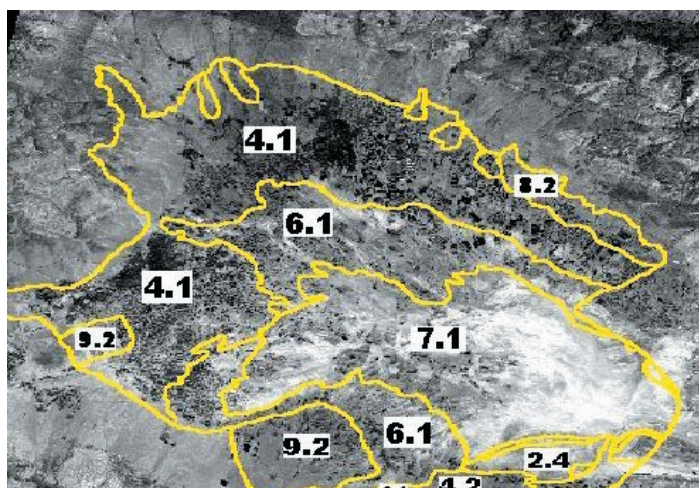
سیس نقشه نقاط هدایت الکتریکی در محیط ILWIS تهیه گردید، این نقشه با تک تک باندهای لندست قطع داده شد و ارزش طیفی (DNs) متناظر نقاط میدانی از تصویر استخراج گردید. با استفاده از همبستگی بین مقدار هدایت الکتریکی خاک در نقاط نمونه برداری شده و مقادیر رقومی بازتاب‌های متناظر با آن نقاط، نسبت به تهیه نقشه شوری خاک اقدام گردید. از آنجا که در تعیین کلاس‌های شوری (طبقه بندی) دشت به منظور افزایش دقت از تفسیر چشمی به همراه عکس‌های تهیه شده که موقعیت آنها در صحرا با GPS مشخص گردیده اند و نیز کنترل و مطابقت این ویژگی‌ها با مقادیر عددی هدایت الکتریکی (شوری خاک) اطمینان لازم در تشخیص طبقات کسب شده است، مع الوصف به منظور تعیین دقت (Accuracy) نقشه تهیه شده نقاط شوری را بر روی تصویر ماهواره‌های لندست ۷ ETM+ باند هفت انداخته و سپس بر اساس آن تصویر نسبت به انتخاب نقاط جدیدی از محدوده اطراف هر یک از نقاط EC را تا زمانی که تغییر فاحشی در بازتاب طیفی دیده نمی‌شد، اقدام گردید. براساس این نقاط و نقاط قبلی EC نقشه جدید نقطه‌ای (Point map) تشکیل و سپس به شبکه‌ای (Raster) نمودن آن اقدام شد. نقشه شبکه نقطه‌ای EC جدید با نقشه‌های کلاسه‌بندی شده سالهای ۱۹۸۷ و ۲۰۰۰ میلادی هم‌پوشانی شده و جدول ماتریس خطا تشکیل گردید. دقت طبقه‌بندی کل (Overall accuracy) حدود ۸۶ درصد برآورد گردید.

بحث و نتیجه گیری

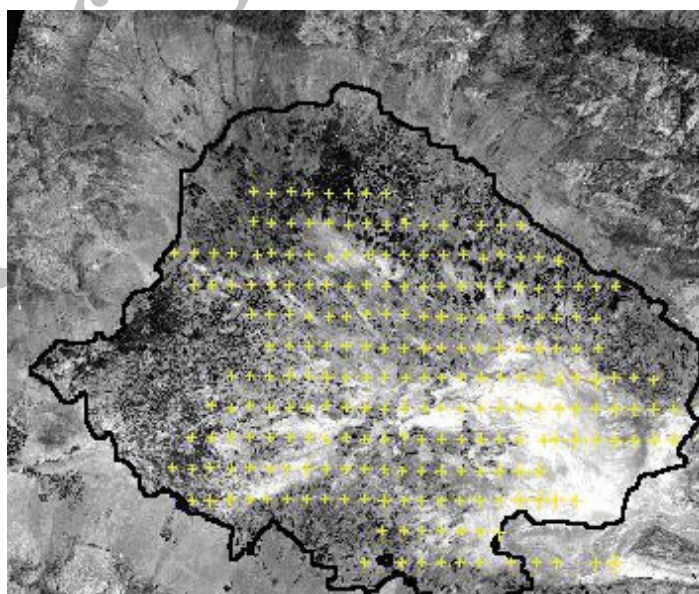
در بررسی تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از ایجاد همبستگی بین داده‌های ماهواره‌ای با مقادیر عددی شوری خاک نتایج زیر قابل بیان و مورد بحث می‌باشند:

۱ - با توجه به وجود املاح در سطح خاک‌های شور این خاک‌ها به راحتی از سایر خاک‌ها به دلیل داشتن بازتاب بالا بر روی تصاویر ماهواره‌ای قابل تشخیص هستند. این ویژگی کمک زیادی را در تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای می‌نماید. لیکن نباید نقش میزان رطوبت خاک، نوع پوشش سطحی خاک و ناهمواری‌های سطح خاک را در تفسیر چشمی که مسلماً در درصد بازتاب سطحی تاثیر می‌گذارد از نظر دور داشت. این نتیجه در تحلیل علمی (۸) مورد تاکید قرار گرفته است.

۲ - بررسی همبستگی بین باندهای مختلف تصاویر ماهواره‌ای

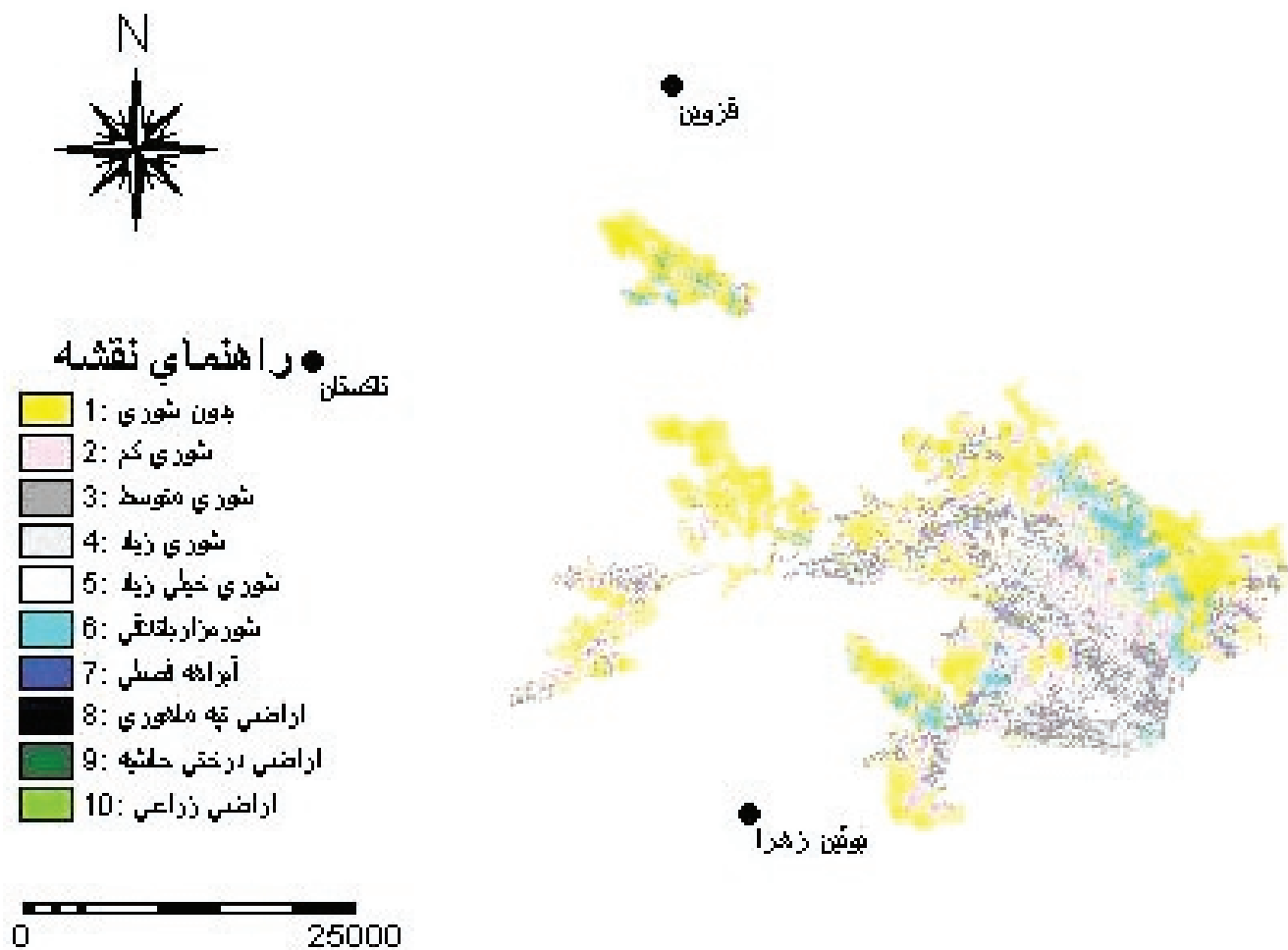


شکل ۲: انطباق نقشه منابع و قابلیت اراضی بر روی تصویر ماهواره‌ای



شکل ۳: محل نقاط نمونه برداری شده بر روی عرصه تحقیقاتی

اساس مختصات جغرافیایی نقاط کنترل زمینی تصحیح زمین مرجعی گردید. بین باندهای مختلف ماتریس همبستگی تشکیل داده و میزان ضریب همبستگی باندها تعیین گردید، و مشخص شد که باندهای ۴، ۲، ۱ و ۷، ۲ و ۴ پایین‌ترین همبستگی را از نظر بازتاب طیفی دارند (جدول ۱)، احتمالاً دلیل این امر، بالا بودن تباین بین این باندها و اختلاف بازتاب‌های حاصل از سطح زمین در این باندها بسیار متفاوت از هم هستند. بنابراین از بین این باندها، باندهای ۲ و ۴ برای تهیه ترکیب کاذب رنگی FCC^{۱۱} به منظور تفکیک و تشخیص طبقات مختلف شوری خاک با



شکل ۵: نقشه شوری دشت قزوین

را دارد، که در حالت خطی $r = 0.408$ و در حالت تابع نمایی $r = 0.52$ گردید (شکل ۴). بنابراین برای تبدیل تصویر ماهواره‌ای باند ۷ به نقشه شوری خاک از تابع نمایی $(y = 0.1458 \times e^{(0.257x)})$ استفاده شده است (شکل ۵).

۵ - با قطع نقشه مقادیر عددی شوری خاک با داده‌های رقومی باند ۷ ماهواره‌ای در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی داده‌های متناظر درجات روشنایی با مقادیر عددی شوری خاک بدست می‌آید. این داده‌های متناظر کمک زیادی را در تهیه نقشه شوری دشت نموده و امکان مطابقت طبقات شوری با مقادیر عددی شوری خاک را فراهم می‌سازد. مطابقت کلاسهای مختلف شوری خاک با مشاهدات صحرائی و میزان هدایت الکتریکی نشانگر دقت در تهیه نقشه شوری خاک دشت قزوین با استفاده از روش همبستگی است. دقت کلی طبقه‌بندی ۸۶٪ برآورد گردیده است.

۶ - استفاده از روش همبستگی در تهیه نقشه شوری خاک با توجه به تحقیقات انجام شده قبلی در به‌کارگیری روشهای مختلف تهیه نقشه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های آزمایشگاهی و یا داده‌های حاصله از

کمک بسیار مؤثری را در تشخیص باندهای قابل استفاده در ترکیب کاذب رنگی به‌منظور جداسازی طبقات مختلف شوری بر روی تصاویر در مرحله پردازش تصاویر می‌کند. این کار ضمناً انطباق طبقات شوری خاک بر روی تصاویر با مقادیر عددی شوری را به‌منظور کنترل و ارزیابی دقت جداسازی امکان پذیر می‌سازد.

۳ - پیدا کردن همبستگی بین داده‌های ماهواره‌ای (درجات روشنایی) و مقادیر عددی شوری خاک، کار تهیه نقشه شوری خاک را تسهیل نموده و این نتیجه در مقایسه با تحقیقات انجام شده (۱۲،۷،۵) مورد تایید قرار گرفته است.

۴ - وجود تصویر ماهواره‌ای به‌همراه داده‌های آزمایشگاهی امکان تشکیل جدول ماتریس همبستگی را در محیط آماری نرم افزار GIS فراهم می‌سازد. در این تحقیق با تشکیل جدول ماتریس همبستگی بین داده‌های آزمایشگاهی و بازتاب‌های طیفی نقاط متناظر با نقاط نمونه‌های خاک، نتیجه حاصله حاکی از این گردید که این همبستگی به‌صورت تابع نمایی با باند هفت لندست+ ETM سال ۲۰۰۰ میلادی بالاترین همبستگی

مشاهدات صحرایی را که همواره مورد تأکید قرار می‌دهند، یکی از روشهای ساده و با صرف زمان بسیار کوتاه و با دقت بالایی است.

۷- روش بکار گرفته شده در این تحقیق با تلفیق داده‌های EC با بازتاب‌های طیفی که هردو پارامتر در تحقیقات قبلی به‌عنوان فاکتورهای مورد نیاز در تهیه نقشه شوری خاک توصیه گردیده است، لذا از این فاکتورها در تهیه نقشه شوری خاک دشت قزوین (شکل ۵) در روش همبستگی استفاده شده است.

توصیه و پیشنهادات

۱- در انتخاب تصویر ماهواره‌ای سعی شود گرمترین ماه سال انتخاب شود، تا حداکثر تبخیر از سطح خاک وجود داشته باشد، که به دلیل تجمع بیش از حد املاح در سطح خاک، خاکهای شور به‌طور واضح بر روی تصویر ماهواره‌ای قابل تفکیک از سایر خاکها خواهند بود.

۲- استفاده از داده‌های ماهواره‌ای بویژه موقعی که این تصاویر نظیر لندست+ ETM از قدرت تفکیک بالایی برخوردار هستند، و نیز با توجه به جدید بودن این تصاویر که آخرین تغییرات فیزیکی سطح خاک را منعکس می‌نمایند، می‌تواند در تحقق اهداف این تحقیق که تهیه نقشه شوری خاک است، بسیار مؤثر بوده و قابلیت تصاویر ماهواره‌ای را در بررسی‌های شوری خاک به ثبوت رساند. این نتیجه در اکثر تحقیقات انجام شده مورد تأیید قرار گرفته است (۲، ۵، ۷، ۸، ۱۲).

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمام کسانی که شرایط مناسبی را در انجام این تحقیق فراهم آورده‌اند، به ویژه جناب آقای اسماعیل رهبر مسئول محترم بخش تحقیقات بیابان، جناب آقای غلامرضا داورپناه رئیس مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام سابق، همکار بسیار خوب و فاضل طرح جناب آقای مجتبی پاک پرور، همکار بسیار تلاشگر طرح جناب آقای سید فرهاد ابطحی و سایر همکارانی که به نحوی در انجام این تحقیق سهمی داشته‌اند، کمال تشکر و امتنان را دارد.

پاورقی ها

- 1 - Enhanced Thematic Mapper
- 2 - Geographic Information System
- 3 - Digital Numbers
- 4 - Multi Spectral Scanner
- 5 - Thematic Mapper
- 6 - Optimum Index Factor
- 7 - Principal Components Analysis
- 8 - Integrated Land and Water Information System
- 9 - Global Positioning System
- 10- False Color Composite

منابع مورد استفاده

- ۱- بای بوردی، محمد. ۱۳۶۸. خاک: پیدایش و رده بندی. نشریه شماره ۱۳۶۰ انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- پاک پرور، مجتبی، اسماعیل، رهبر، سید مرتضی، ابطحی، مسعود، شکویی،

محمد، خسرو شاهی، ۱۳۷۸. استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و GIS در تعیین مناطق تحت اثر بیابان‌زایی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، معاونت تحقیقات و آموزش، وزارت جهاد سازندگی.

۳- پیشکار، عبدالرحیم. ۱۳۸۳. تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از روش ژئواستاتیسیتیک. مجموعه خلاصه مقالات اولین کنفرانس سراسری آبخیزداری و منابع آب و خاک. دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۴- جاماب، ۱۳۷۰. منابع آبهای زیرزمینی حوزه‌های آبریز (طرح جاماب کشور)، دریاچه نمک (زیر حوزه‌های شور، جاجرود قمرود کویر کاشان). شرکت مهندسی مشاور جاماب، وابسته به وزارت نیرو. ۲۷۱ صفحه.

۵- درویش صفت، علی اصغر و علی اکبر داموندی. ۱۳۷۹. بررسی امکان طبقه‌بندی اراضی شور با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست TM. مجله بیابان، شماره ۲، جلد ۵، ص ۳۶-۲۷.

۶- عبدی‌نام، علی، مجتبی، پاک پرور، سید فرهاد، ابطحی، غلامرضا، داورپناه، پرویز، عبدی، ۱۳۸۲. بررسی روند شوری خاک با استفاده از داده‌های ماهواره ای، بررسی‌های آبشناسی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مناطق دشتهای قیدار، قزوین، تاکستان، آوج و ابهر. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان.

۷- علوی‌پناه، سیدکاظم. ۱۳۷۹. ارزیابی کارایی باندهای ماهواره لندست TM در مطالعات کویرهای ایران، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۳ شماره ۱ سال ۱۳۷۹، شماره استاندارد بین‌المللی ۱۳۱۶-۱۰۲۵، نشریه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۸- مسعودی، مسعود. ۱۳۸۰. بررسی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای در طبقه‌بندی خاک‌های تحت تأثیر شوری و قلیائیت. تحقیقات مرتع و بیابان ایران (۴) مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

۹- معصومی، عبدالرحمن. ۱۳۶۳. قابلیت و محدودیت‌های استفاده از منابع آب، مجموعه مقالات کنفرانس استفاده از راه آب کشاورزی تهران، ۲۷ تا ۲۹ آذر ماه، وزارت نیرو.

۱۰- معلمی، نصرالله. ۱۳۸۰. بررسی کیفیت آبهای زیرزمینی و سطحی دشت قزوین، آب منطقه‌ای تهران، اداره کل امور آب منطقه قزوین، امور مطالعات.

۱۱- مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۶۴. مطالعات خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی نیمه تفصیلی دشت قزوین، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، وزارت کشاورزی، نشریه فنی شماره ۶۶۳.

۱۲- نایب نوری، روزبه. ۱۳۸۰. بررسی امکان تفکیک اراضی شور و گچی منطقه دشت کاشان با استفاده از داده‌های ماهواره TM. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان زدائی. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.