

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره نه، آذر ماه ۹۹

بررسی ارتباط بین روند تغییر شوری خاک، کاربری اراضی و فاکتورهای اقلیمی

(مطالعه موردی: شادگان، خوزستان)

دنیا امینی^۱

محسن توکلی^{۲*}

tmohsen2010@hotmail.com

مرزبان فرامرزی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۰۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۰۵

چکیده

زمینه و هدف: هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین روند تغییر شوری خاک، کاربری اراضی و فاکتورهای اقلیمی در منطقه شادگان می‌باشد.

روش بررسی: در این تحقیق ابتدا با استفاده از روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و ۵۴ نمونه خاک موجود، نقشه شوری خاک برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ تهیه شد. سپس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های مذکور تهیه و روند تغییرات مشخص گردید. همچنین تغییرات فاکتورهای اقلیمی (دما و بارش) طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها: نتایج نشان داد که کاهش میزان بارندگی و افزایش درجه حرارت موجب افزایش شوری خاک در طی ۲۵ سال شده و از طرفی آبیاری اراضی کشاورزی با آب شور باعث افزایش شور شدن خاک شده است.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به این که قسمت‌های غربی منطقه در مجاورت تالاب هورالعظیم می‌باشند و این تالاب دارای آب شیرین، شور و لب شور است می‌توان گفت که آبیاری اراضی کشاورزی با این آب موجب گردیده که اراضی در این منطقه بیش‌تر شور شوند. همچنین شور شدن خاک منجر به تغییر کاربری، از اراضی کشاورزی به اراضی غیرکشاورزی و در نهایت باعث بیابان‌زایی در منطقه شده است.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زایی، شوری خاک، کاربری اراضی، فاکتورهای اقلیمی، شادگان.

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران* (نویسنده مسئول)

۳- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

Investigation of the Relationship Between Soil Salinity Trend, Land Use and Climatic Factors Change (Case Study: Shadegan, Khuzestan)

Donya Amini¹

Mohsen Tavakoli^{2*}

tmohsen2010@hotmail.com

Marzban faramarzi³

Accepted: 2018.02.21

Received:2016.10.26

Abstract

Background and Objective: The purpose of this study is to investigate the relationship between trend of soil salinity, land use and climatic factors in the region of Shadegan, Khuzestan.

Method: In this study, using principal component analysis and 54 samples of soil, soil salinity maps were prepared for the years 1990, 2006 and 2015. In the next step, land use maps of the region for the mentioned years have been prepared using satellite images and trend changes are determined. On the other hand, changes in climatic factors (temperature and precipitation) for the period of 1990-2015 were evaluated.

Findings: Results showed that, reducing precipitation and increasing temperature caused increasing soil salinity during 25 years and also agricultural land and irrigation by saline water increases the salinity of the soil.

Discussion and conclusion: Locating Hoor al-Azim wetland in the western part of the region, although it has fresh, brackish and saline water, it may have negative effects on soil salinity of the area because of using in agriculture irrigation. Finally, it can be concluded that soil salinity of the land might change land use and it can cause desertification in the region.

Keywords: Desertification, Soil Salinity, Land Use, Climatic Factors, Shadegan

1-M.Sc., Desertification, Ilam university, Ilam, Iran

2- Associated Professor, Range and Watershed Management Dept., Agriculture Faculty, Ilam University, Ilam, Iran* (Corresponding Author)

3- Associated Professor, Range and Watershed Management Dept., Agriculture Faculty, Ilam University, Ilam, Iran

مقدمه

بیابان‌زایی به تخریب زمین‌ها در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب که در نتیجه عوامل مختلفی مانند تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی ایجاد می‌شوند، گفته می‌شود (۱). این پدیده ممکن است در نتیجه یک فرآیند یا اثر متقابل چندین فرآیند بوجود آید. به‌طور کلی از فرآیندهای اصلی و محیطی بیابان‌زایی می‌توان به تخریب منابع آب، خاک، منابع گیاهی، زهدار شدن و افت سفره‌های آبی، شور شدن و فرسایش آبی و بادی در خاک و آلودگی هوا اشاره نمود که تخریب هر کدام در کاهش بیوماس مؤثر می‌باشد. در این میان نوع و شدت فرسایش خاک در یک منطقه تابع عوامل مختلفی از جمله شرایط اقلیمی، پستی و بلندی، نوع خاک و کاربری اراضی می‌باشد که اهمیت کاربری اراضی به دلیل نقش مؤثر انسان در آن نسبت به دیگر عوامل بیش تر است (۲). شور شدن خاک مقدمه تخریب خاک بوده و باعث می‌شود توان تولید خاک کاهش یابد، که این امر موجب می‌گردد استعداد تولید اراضی کاهش یافته و به علت بازدهی کم، اراضی کشاورزی به اراضی غیر کشاورزی تبدیل شوند. از طرفی به علت اینکه عوامل اقلیمی نیز می‌توانند بر بیابان‌زایی مؤثر باشند، پس می‌توان گفت که تغییرات آب و هوایی مثل کاهش بارندگی و افزایش درجه حرارت باعث افزایش تبخیر از سطح خاک شده و موجب تجمع نمک در سطح زمین و شوری خاک می‌شود. در این تحقیق سعی شده است از توانایی داده‌های رقومی حاصل از ماهواره‌های منابع زمینی، به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله پوشش وسیع، قابلیت تکرار، چند طیفی بودن و ... در شناسایی و طبقه‌بندی اراضی شور و تغییر کاربری اراضی استفاده شود. در این راستا پاک پرور و همکاران (۳)، تغییرات شوری در دشت قم کاشان به کمک دو سری داده‌های لندست MSS1978 و TM1998 و روند تغییرات سطح سفره و کیفیت آب‌های زیرزمینی به کمک تحلیل داده‌ها و نقشه‌های موجود را ارزیابی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که در فاصله دو مقطع زمانی از سطح اراضی بدون شوری به میزان ۷/۵ درصد کاسته و به مساحت اراضی با طبقات شوری کم،

متوسط و زیاد اضافه شده است. (۴) De Clerck, et al. در منطقه‌ای از کالیفرنیا تغییرات شوری خاک طی یک دوره ۶۰ ساله را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که شوری خاک طی این مدت در منطقه کاهش یافته که علت این امر استفاده صحیح از روش‌های مدیریتی می‌باشد. Nagamani & Ramachandran (۵) در تهیه نقشه کاربری اراضی، پوشش منطقه پوندی چاری به این نتیجه رسیدند که داده‌های سنجش از دور در تهیه نقشه کاربری اراضی بی‌نظیر هستند. Herrero & Perez- Coveta (۶) با بررسی تغییرات شوری در یک ناحیه در اسپانیا نشان دادند که متوسط شوری خاک، طی یک مدت ۲۴ سال، به دلیل اعمال روش‌های مدیریتی صحیح، کاهش یافته است. دادرسی و همکاران (۷)، با بررسی روند شوری خاک در جنوب شرقی شهرستان سبزواری استفاده از داده‌های سنجش از دور و در دو سری زمانی ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱، به این به این نتیجه رسیدند که افزایش نسبتاً زیاد بارش در ماهی که دو سری تصاویر ماهواره‌ای مورد بررسی قرار گرفته‌اند، موجب شده اراضی شور به‌خصوص با شوری بالا در جهت عکس به پیش رفته و تغییری در مساحت اراضی غیر شور پدید نیاید. همچنین این مطالعه نشان داد که علی‌رغم افزوده شدن به دسته اراضی با شوری کم، از مساحت اراضی با شوری متوسط به بالا کاسته شده است. فیضی زاده و همکاران (۸)، با بررسی تصاویر ماهواره‌ای ETM⁺ لندست ۷ تغییرات کاربری اراضی را با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال در شهرستان ملکان بررسی نمودند. احمدیان و همکاران (۹)، روند شوری خاک را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰ در دشت قهاوند (همدان) با مساحتی معادل ۹۵۰۰۰ هکتار مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه مشخص شد که وسعت اراضی شور در طی ۱۱ سال حدود ۳۱/۹٪ افزایش یافته که این میزان در شوری کم تا متوسط ۷/۹٪ و در کلاس شوری متوسط تا شدید ۳۱/۳٪ بوده‌است. با توجه به این‌که یکی از مشکلات منطقه شادگان شوری خاک و رها کردن اراضی کشاورزی می‌باشد،

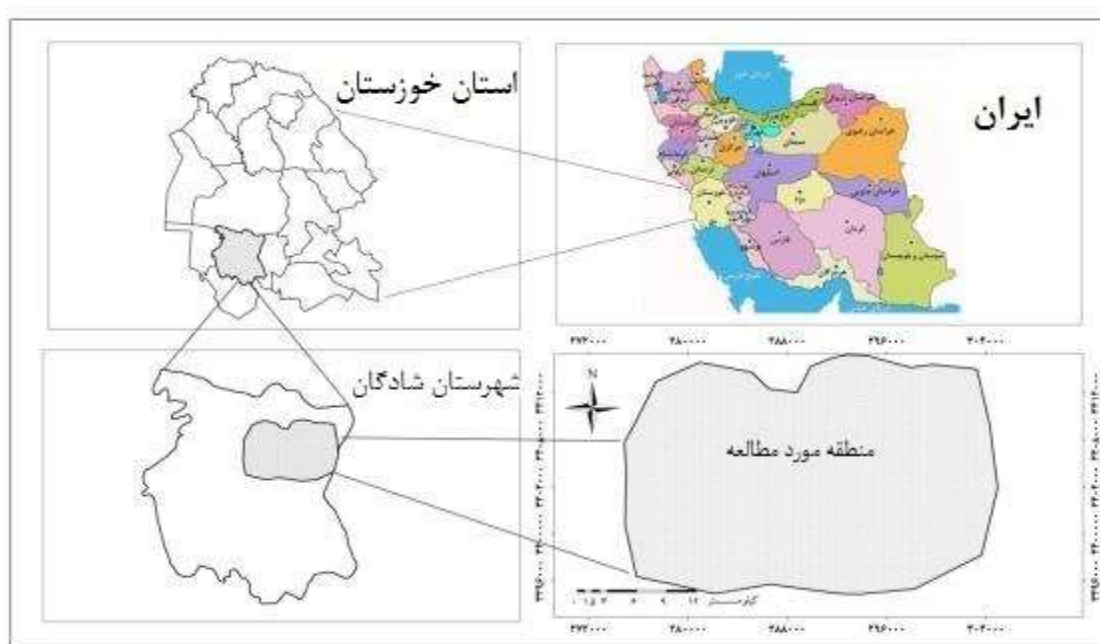
"۳۰° ۵۱' ۳۰" عرض شمالی و "۴۸° ۳۸' ۹" تا "۴۸° ۵۸' ۳۲" طول شرقی و با مساحتی حدود ۵۳ هزار هکتار قرار گرفته است. ارتفاع متوسط این منطقه حدود ۹ متر از سطح آزاد دریا می‌باشد. بر اساس آمار و اطلاعات موجود، متوسط بارش سالانه و درجه حرارت به ترتیب در شهرستان شادگان حدود ۹۱ میلی‌متر و ۲۷ درجه سانتی‌گراد است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور، استان و شهرستان را نشان می‌دهد.

بدین منظور در این تحقیق به بررسی ارتباط بین روند تغییر شوری خاک، کاربری اراضی و فاکتورهای اقلیمی در منطقه شادگان (استان خوزستان) پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه

منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان و در بخشی از شهرستان شادگان به مختصات جغرافیایی "۳۰° ۳۹' ۳" تا



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور، استان و شهرستان

Figure 1- Location of the study area in the country, province and county

روش تحقیق

تصویر منطقه مربوط به سنجنده ETM^+ متعلق به سال ۲۰۱۵ مورد استفاده قرار گرفته است که خصوصیات تصاویر مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. ابتدا نقشه شوری خاک برای سال ۲۰۰۶ که ۵۴ داده صحرایی برداشت شده داشت، تهیه شد. برای بدست آوردن نقشه شوری از روش تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی PCA^1 که یک تکنیک آماری برای

در این مطالعه به منظور بررسی روند شوری خاک از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ استفاده شده است. با توجه به پوشش زمانی و در دسترس بودن تصاویر ماهواره‌ای لندست، از تصاویر سنجنده‌های TM و ETM^+ مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ به شرح زیر استفاده گردید. قدیمی‌ترین تصویر منطقه، داده‌های سنجنده TM متعلق به لندست ۵ و سال ۱۹۹۰ می‌باشد که علاوه بر آن، تصویر ماهواره‌ای ۲۰۰۶ مربوط به سنجنده ETM^+ و جدیدترین

1- Principal Component Analysis

شده (الگوریتم حداکثر احتمال) انجام پذیرفت. لازم به ذکر است که نقشه شوری بدست آمده به ۴ کلاس شوری مطابق جدول ۲ تقسیم‌بندی و در نهایت از ۳۰ درصد داده‌ها، جهت بررسی روش‌های طبقه‌بندی استفاده شد و همچنین درستی نقشه تولید شده با توجه به ۲ معیار، دقت کلی و ضریب کاپا مورد ارزیابی قرار گرفت. نقشه شوری خاک ابتدا برای سال ۲۰۰۶ و سپس برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۵ تهیه شد. در این مرحله معادله رگرسیونی بدست آمده در سال ۲۰۰۶ برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۵ استفاده شد با این تفاوت، زمانی که معادله روی تصاویر ماهواره‌ای سال مورد نظر اعمال می‌شود، بجای متغیر وابسته، روش PCA123 که روی هر تصویر ماهواره‌ای ایجاد شده، جاگذاری گردید. در واقع با اعمال معادله رگرسیونی و جایگذاری این روش، هر DN به میزان شوری خاک تبدیل می‌شود. لازم به ذکر است با توجه به این که تصاویر ماهواره‌ای ۲۰۱۵ مربوط به لندست ۸ بوده و خصوصیات باندهای ۱۲۳ معادل باندهای ۲۳۴ می‌باشد، از PCA234 استفاده گردید. نقشه‌های شوری خاک با استفاده از نرم افزار ENVI 4.7 و الگوریتم حداکثر احتمال بدست آمد. در این تحقیق بعد از طبقه‌بندی، کلاس‌های شوری به ۵ کلاس، شوری کم، متوسط، زیاد، بسیار زیاد و شدید تقسیم شدند. صحت نقشه‌های تولید شده با استفاده از ضریب کاپا و دقت کلی ارزیابی شد. در نهایت با توجه نقشه‌های تهیه شده، روند شوری خاک طی یک دوره ۲۵ سال مورد بررسی قرار گرفت. همچنین به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ از باندهای ۲، ۳ و ۴ مربوط به تصویر ماهواره‌ای ETM⁺ در ترکیب RGB استفاده شد. انتخاب این تصویر رنگی مرکب فقط به منظور شناسایی کلاس‌های مورد نظر و انتخاب بهترین نمونه‌های تعلیمی بوده است. برای این منظور در منطقه مورد مطالعه به فراخور سهم هر طبقه تعداد مناسبی نمونه تعلیمی به طور تصادفی با استفاده از بررسی‌های میدانی، تصاویر Google Earth و تصاویر رنگی مرکب انتخاب گردید. نقشه کاربری اراضی با استفاده از نرم

فشرده‌سازی داده‌ها، بهبود کیفیت بصری تصاویر در مورد اطلاعات چند زمانه‌ای با هدف کشف تغییرات پوشش زمین بکار گرفته می‌شود، استفاده گردید. به عبارت دیگر PCA یک حالت فشرده سازی اطلاعات است که بیش‌ترین اطلاعات باندها را در مؤلفه‌ی اول خود ذخیره و به ترتیب در مؤلفه‌های بعدی بیش‌تر نویز و کم‌تر اطلاعات می‌باشد. با توجه به این که بیش‌ترین بازتاب خاک در محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک می‌باشد، لذا PCA باندهای ۱۲۳ تشکیل و بر روی تصاویر ماهواره‌ای اعمال شد. مؤلفه‌ی اول PCA دارای بیش‌ترین اطلاعات است که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

با استفاده از مختصات جغرافیایی ۵۴ نقطه نمونه‌برداری شده یک لایه وکتور نقطه‌ای در ArcGIS ساخته و این لایه‌ی وکتوری همراه با شماره نمونه‌برداری هر نقطه، بر روی PCA123 موجود بصورت یک لایه قرار گرفت. سپس شماره رقمی پیکسلی^۱ که هر نقطه نمونه‌برداری داخل آن قرار می‌گرفت، همراه با ۸ پیکسل اطراف آن استخراج و میانگین آن به عنوان شماره رقمی آن نقطه در تصاویر مورد نظر ثبت شد. سپس همبستگی پیرسون بین مقدار شوری نمونه‌های خاک و ارزش طیفی پیکسل روش مذکور در محیط SPSS برقرار و میزان همبستگی این روش مشخص شد. در نهایت با توجه به روش PCA123 و نمونه‌های خاک معادله رگرسیونی برقرار و معادله ایجاد شده بر روی تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۶ اعمال شد. در واقع با اعمال مدل رگرسیونی تمام ارزش رقمی پیکسل‌های تصاویر ماهواره‌ای به مقدار شوری خاک تبدیل می‌شوند. سپس بر اساس ۷۰ درصد نمونه‌های خاک و تن رنگ‌ها، نقاط تعلیمی ایجاد گردید.

وجود پوشش گیاهی در منطقه میزان خطا را افزایش و امکان تفکیک نقاط تعلیمی کلاس‌های شوری ۴-۸ ds/m و ۸-۱۶ ds/m را میسر نمی‌کند. به همین دلیل این دو کلاس در نقشه شوری سال ۲۰۰۶ در یک کلاس ادغام شدند. در نهایت با استفاده از نقاط تعلیمی ایجاد شده، طبقه‌بندی نظارت

واحد نقشه می‌باشد در مقابل فرضیه یک که تفاوت معنی‌داری واحد نقشه در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد، آزمون گردید (رابطه ۱).

$$Z = \frac{(P' + P'')}{(P(1 - P) * 0.02)^{1/2}} \quad (1)$$

که در آن: P' (نسبت درصد سطح واحد نقشه اول به کل 100)، P'' (نسبت درصد سطح واحد نقشه دوم به کل 100) و P (نسبت مجموع درصد سطح نقشه اول و دوم به 200)، سپس با محاسبه Z و مقایسه آن با Z جدول برای سطح معنی‌داری 0.01 می‌توان به معنی‌دار بودن یا نبودن تغییرات واحدهای متناظر در نقشه‌ها پی برد. در نهایت ارتباط بین روند شوری خاک، فاکتورهای اقلیمی و کاربری اراضی و تأثیر آن‌ها بر بیابان‌زایی منطقه شادگان مورد بررسی قرار گرفت.

افزار ENVI 4.7 و روش طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال بدست آمد. به دلیل این‌که هدف بررسی روند تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی غیر کشاورزی بوده است، به همین دلیل پس از طبقه‌بندی، کاربری‌ها به سه کلاس اراضی کشاورزی، اراضی غیر کشاورزی و منابع آب سطحی تقسیم شدند. برای تهیه نقشه نهایی کاربری منطقه، مساحت واحدهای کاربری و درصد تغییرات آن‌ها طی سال‌های مذکور از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 استفاده شده است.

جهت بررسی فاکتورهای اقلیمی در منطقه شادگان و به دلیل عدم وجود آمار و اطلاعات کافی در این منطقه، از ۳ ایستگاه سینوپتیک اهواز، آبادان و بندر ماهشهر استفاده گردید. منحنی تغییرات دما و بارش برای سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۰ ترسیم و روند آن‌ها طی این دوره مورد بررسی قرار گرفت. دلیل استفاده از این دوره زمانی، نزدیک بودن این دوره با سال‌های تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده می‌باشد. در نهایت با استفاده از روش آماری برای بررسی ارتباط بین نقشه‌های شوری خاک و کاربری اراضی استفاده شد. در این روش فرضیه صفر که عدم تفاوت

جدول ۱- خصوصیات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

Table 1- Characteristics of satellite images

| ETM ⁺ لندست ۸ (سال ۲۰۱۵) | | | ETM ⁺ لندست ۷ (سال ۲۰۰۶) | | | TM لندست ۵ (سال ۱۹۹۰) | | |
|-------------------------------------|---------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------|---------------|----------------------------|
| قدرت تفکیک مکانی (m) | عرض باند (μm) | نام باند | قدرت تفکیک مکانی (m) | عرض باند (μm) | نام باند | قدرت تفکیک مکانی (m) | عرض باند (μm) | نام باند |
| ۳۰ | ۰/۴۵ ۰/۴۳ | باند ۱-آبی ساحلی | --- | ----- | ----- | --- | ----- | ----- |
| ۳۰ | ۰/۵۱ ۰/۴۵ | باند ۲-آبی | ۳۰ | ۰/۵۲ ۰/۴۵ | باند ۱-آبی | ۳۰ | ۰/۵۲ ۰/۴۵ | باند ۱-آبی |
| ۳۰ | ۰/۵۹ ۰/۵۳ | باند ۳-سبز | ۳۰ | ۰/۶۰ ۰/۵۲ | باند ۲-سبز | ۳۰ | ۰/۶۰ ۰/۵۲ | باند ۲-سبز |
| ۳۰ | ۰/۶۷ ۰/۶۴ | باند ۴-قرمز | ۳۰ | ۰/۶۹ ۰/۶۳ | باند ۳-قرمز | ۳۰ | ۰/۶۹ ۰/۶۳ | باند ۳-قرمز |
| ۳۰ | ۰/۸۸ ۰/۸۵ | باند ۵-مادون قرمز نزدیک | ۳۰ | ۰/۹۰ ۰/۷۷ | باند ۴-مادون قرمز نزدیک | ۳۰ | ۰/۹۰ ۰/۷۶ | باند ۴-مادون قرمز نزدیک |
| ۳۰ | ۱/۶۵ ۱/۵۷ | باند ۶-مادون قرمز میانی | ۳۰ | ۱/۷۵ ۱/۵۵ | باند ۵-مادون قرمز میانی | ۳۰ | ۱/۷۵ ۱/۵۵ | باند ۵-مادون قرمز میانی |

| | | | | | | | | |
|----|-----------------|----------------------------------------|-----|------------------|---------------------------|-----|------------------|---------------------------|
| ۳۰ | - ۲/۲۹ ۲/۱۱ | باند ۷- مادون قرمز دور | ۳۰ | - ۲/۳۵ ۲/۰۹ | باند ۷- مادون قرمز دور | ۳۰ | - ۲/۳۵ ۲/۰۸ | باند ۷- مادون قرمز دور |
| ۱۵ | - ۰/۶۸ ۰/۵۰ | باند ۸- پانکروماتیک | ۱۵ | - ۰/۹۰ ۰/۵۲ | باند ۸- پانکروماتیک | --- | ----- | ----- - |
| ۳۰ | - ۱/۳۸ ۱/۳۶ | باند ۹- Cirrus | --- | ----- | ----- | --- | ----- | ----- - |
| ۱۰ | - ۱۱/۹ ۱۰/۶ | باند ۱۰- مادون قرمز طول موج بلند | ۶۰ | - ۱۲/۵۰ ۱۰/۴۰ | باند ۶- حرارتی | ۱۲ | - ۱۲/۵۰ ۱۰/۴۰ | باند ۶- حرارتی |
| ۱۰ | - ۱۲/۵۱ ۱۱/۵ | باند ۱۱- مادون قرمز طول موج بلند | | | | | | |

جدول ۲- تقسیم‌بندی نوع خاک بر حسب هدایت الکتریکی (۹)

Table 2- Distribution of soil type in terms of electrical conductivity (9)

| هدایت الکتریکی (ds/m) | کلاس شوری | ردیف |
|-----------------------|-----------------|------|
| EC<۴ | شوری کم | ۱ |
| ۴<EC<۸ | شوری متوسط | ۲ |
| ۸<EC<۱۶ | شوری زیاد | ۳ |
| ۱۶<EC<۳۲ | شوری بسیار زیاد | ۴ |
| ۳۲<EC | شوری شدید | ۵ |

نتایج

الف- روند شوری خاک در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵

با استفاده از همبستگی پیرسون بین هدایت‌الکتریکی نمونه‌های خاک سال ۱۳۸۵ و روش مختلف تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی سال ۲۰۰۶، مشخص شد که مؤلفه‌ی اول روش PCA123 با ضریب همبستگی ۷۸ درصد دقت بالایی دارد. سپس با استفاده از مؤلفه اول روش PCA123 و هدایت‌الکتریکی نمونه‌های خاک، رابطه رگرسیونی با میزان بدست آمد. $(R^2=61\%)$ سبب نقشه شوری خاک با استفاده از اعمال معادله رگرسیونی و روش‌های طبقه‌بندی تهیه شد. برای تهیه‌ی نقشه شوری خاک در سال ۱۹۹۰، از معادله بدست آمده $(Y=1.1065X-5.0824)$ در تصویر ۲۰۰۶ استفاده

شده است. در این معادله بجای PCA123 تصویر ۲۰۰۶، PCA123 سال ۱۹۹۰ جایگذاری شد. همچنین به منظور تهیه نقشه شوری خاک در سال ۲۰۱۵ نیز از معادله بدست آمده در سال ۲۰۰۶ استفاده گردید با این تفاوت که بجای PCA123 تصویر ۲۰۰۶، PCA234 تصویر ۲۰۱۵ جایگذاری شد. پس از انجام طبقه‌بندی تصاویر، دقت آن‌ها ارزیابی شد و ضریب کاپا برای هر کدام محاسبه شد (جدول ۳). نتایج بررسی روند شوری خاک در جدول ۴ نشان می‌دهد که در سال ۱۹۹۰ بیش‌ترین مساحت منطقه مورد مطالعه مربوط به کلاس شوری شدید (حدود ۳۰ درصد)، کم‌ترین وسعت منطقه نیز مربوط به شوری بسیار زیاد با ۱۷/۷۲ درصد می‌باشد (شکل ۲). همچنین در سال ۲۰۰۶ بیش‌ترین وسعت منطقه مربوط به کلاس

۲۰۰۶ رسیده و سپس از این میزان در سال ۲۰۰۶ به ۱۳۲/۹۴ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۵ بالغ گردید که حدود ۹/۴ درصد افزایش داشته است. از طرفی میزان شوری شدید از ۱۵۸/۳۳ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۰ به ۳۷۲/۵ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۶ و ۳۹۵/۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۵ رسیده که تقریباً از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ با رشد ۴۴/۸۳ درصدی مواجه می‌باشد. با بررسی روند شوری خاک در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ مشخص گردید که نه تنها از وسعت اراضی شور کاسته نشده بلکه از وسعت دسته‌های شوری متوسط و زیاد به صورت پلکانی کاسته و به مساحت اراضی با شوری بسیار زیاد و شدید افزوده شده است.

شوری شدید با ۷۰/۵۴ درصد و کلاس شوری زیاد با ۱۳/۷ درصد کم‌ترین وسعت را دارا بوده است (شکل ۳). در سال ۲۰۱۵ مقدار شوری متوسط و زیاد به صفر رسیده و کلاس شوری شدید ۷۴/۸۳ درصد از مساحت منطقه را شامل شده است (شکل ۴). میزان شوری متوسط و زیاد جمعاً از ۲۷۶ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۰ به ۷۲/۲۵ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۶ رسیده که در طی ۱۶ سال، دارای کاهش ۳۸/۵۷ درصدی بوده است. میزان شوری متوسط و زیاد ۷۲/۲۵ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۶ بوده که در سال ۲۰۱۵ به صفر رسیده است. همچنین میزان شوری بسیار زیاد از ۹۳/۶ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۰ به ۸۳/۳۲ کیلومترمربع در سال

جدول ۳- دقت نقشه‌های شوری خاک در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵

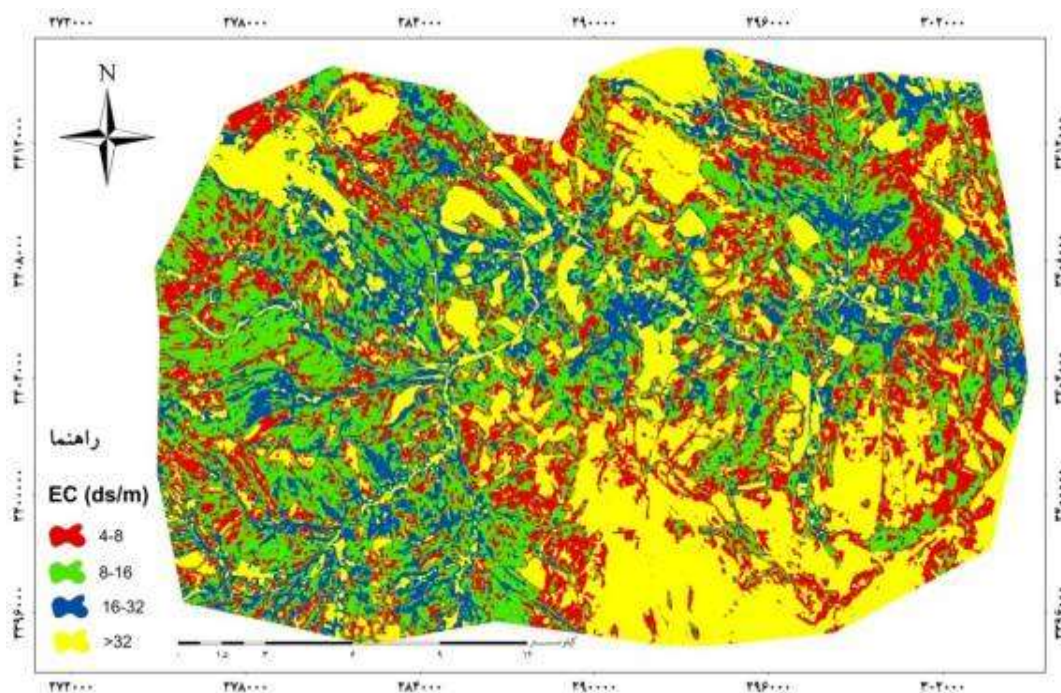
Table 3- Accuracy of soil salinity maps in 1990, 2006 and 2015

| سال | ضریب کاپا (درصد) | دقت کلی نقشه (درصد) |
|------|------------------|---------------------|
| ۱۹۹۰ | ۹۰ | ۹۷ |
| ۲۰۰۶ | ۷۸ | ۹۸ |
| ۲۰۱۵ | ۸۵ | ۹۸ |

جدول ۴- روند شوری خاک برای سال‌های ۱۹۹۰ - ۲۰۱۵

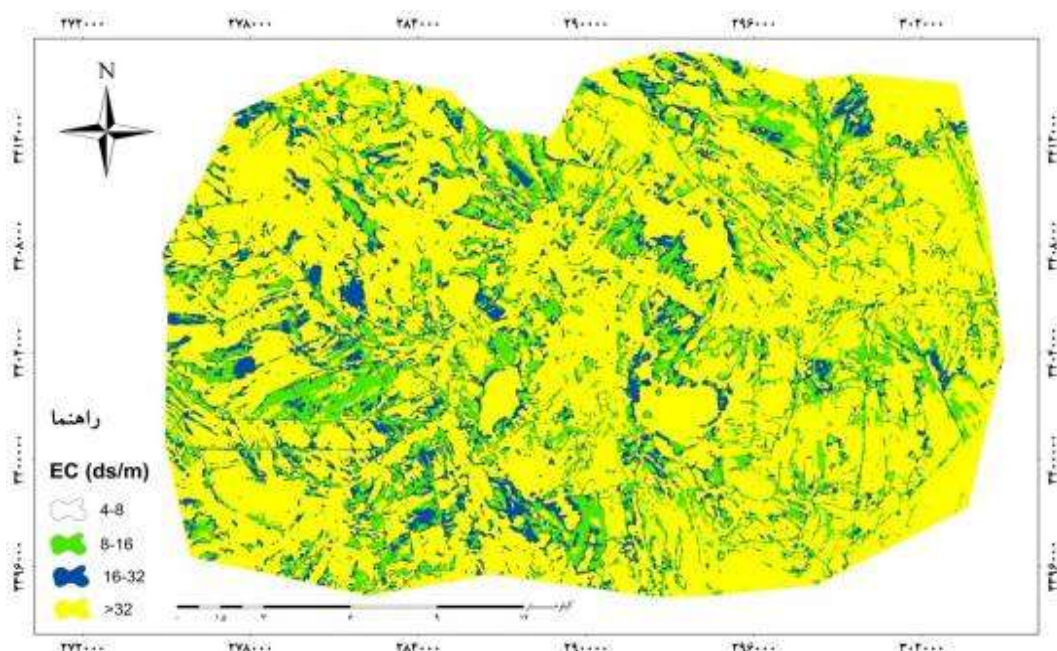
Table 4- Soil salinity trend for 1990 - 2015

| کلاس شوری خاک | طبقات شوری خاک | مساحت ۱۹۹۰ | | مساحت ۲۰۰۶ | | مساحت ۲۰۱۵ | |
|---------------|----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|
| | | % | Km ² | % | Km ² | % | Km ² |
| شوری متوسط | ۴-۸ | ۲۳/۵۷ | ۱۲۴/۴۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| شوری زیاد | ۸-۱۶ | ۲۸/۷۱ | ۱۵۱/۶ | ۱۳/۷ | ۷۲/۲۵ | ۰ | ۰ |
| بسیار زیاد | ۱۶-۳۲ | ۱۷/۷۲ | ۹۳/۶ | ۱۵/۷۶ | ۸۳/۳۲ | ۱۳۲/۹۲ | ۲۵/۱۷ |
| شوری شدید | >۳۲ | ۳۰ | ۱۵۸/۳۳ | ۷۰/۵۴ | ۳۷۲/۵ | ۳۹۵/۱ | ۷۴/۸۳ |



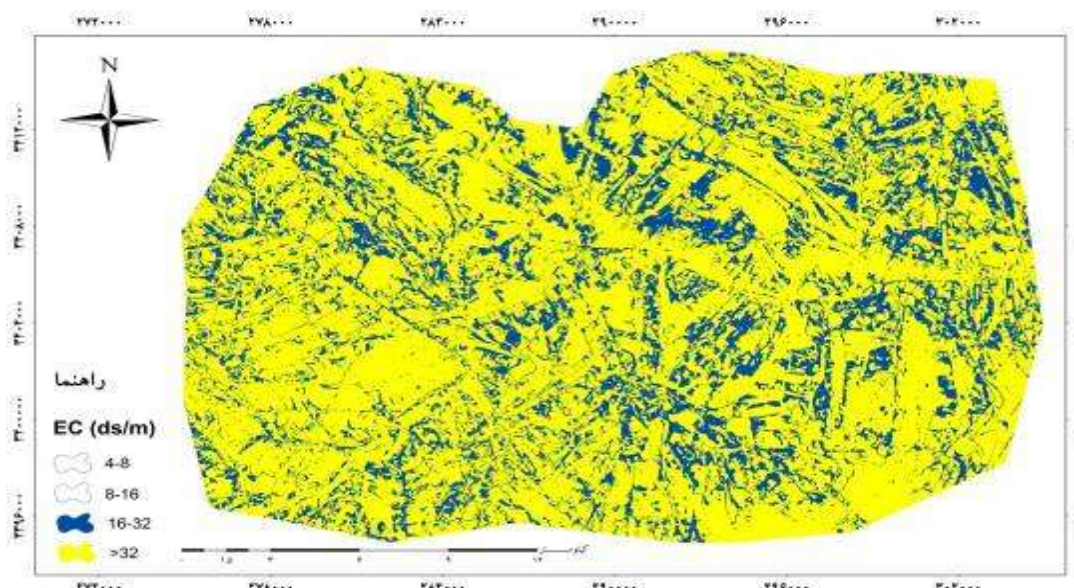
شکل ۲- نقشه شوری خاک سال ۱۹۹۰ تهیه شده بر اساس روش PCA123

Figure 2- Soil salinity map of 1990 prepared according to PCA123 method



شکل ۳- نقشه شوری خاک سال ۲۰۰۶ تهیه شده بر اساس روش PCA123

Figure 3- Soil salinity map of 2006 prepared according to PCA123 method



شکل ۴- نقشه شوری خاک سال ۲۰۱۵ تهیه شده بر اساس روش PCA123

Figure 4- Soil salinity map of 2015 prepared according to PCA123 method

ب- روند تغییرات کاربری اراضی

به دلیل تأثیر شوری خاک بر تغییر کاربری اراضی، در این مطالعه روند تغییرات کاربری اراضی در سه دوره ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس جدول ۵ مشخص شد که در سال ۱۹۹۰ بیشترین وسعت کاربری اراضی مربوط به اراضی کشاورزی با ۴۵/۱۴ درصد و کمترین وسعت مربوط به منابع آب سطحی با ۱۰/۱۱ درصد می‌باشد. شکل ۵ نشان می‌دهد که در سال ۱۹۹۰ بیشترین پراکنش اراضی کشاورزی در قسمت‌های غربی و جنوب غربی منطقه بوده است. همچنین در سال ۲۰۰۶ بیشترین وسعت کاربری مربوط به اراضی غیرکشاورزی با ۴۸/۵۳ درصد و کمترین وسعت مربوط به منابع آب سطحی با ۱۳/۳ درصد می‌باشد (شکل ۶). همان‌گونه که در شکل مشخص است، در سال ۲۰۰۶ وسعت اراضی کشاورزی به صورت قابل ملاحظه‌ای در قسمت‌های غربی منطقه کاسته و به سایر کاربری‌ها اضافه شده است. همچنین در سال ۲۰۱۵، ۶۶/۱۹ درصد از وسعت اراضی منطقه در دسته اراضی غیرکشاورزی قرار گرفته و کمترین وسعت مربوط به منابع آب سطحی با ۳ درصد می‌باشد (شکل ۷). وسعت اراضی کشاورزی نیز در سال ۲۰۱۵ به صورت چشمگیری بویژه در قسمت‌های

غربی منطقه کاهش داشته است. با بررسی تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ مشخص شد که بیشترین تغییر کاربری مربوط به اراضی کشاورزی بوده که به اراضی غیرکشاورزی تبدیل شده‌اند. به طوری که سطح اراضی غیرکشاورزی از ۲۳۶/۳ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۰ به ۳۴۹/۴۸ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۵ رسیده که با افزایش ۲۰/۴۴ درصد مواجه بوده و همچنین منابع آب سطحی از ۵۳/۴ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۰ به ۱۶/۱۹ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۵ رسیده که ۷/۱۱ درصد کاهش کاهش را نشان می‌دهد. با مشاهده تغییرات کاربری اراضی در طی ۲۵ سال گذشته مشخص می‌شود که به تدریج از وسعت اراضی کشاورزی کاسته شده و به اراضی غیر کشاورزی افزوده شده است در سال ۲۰۱۵ اراضی کشاورزی، بیش تر در حاشیه رودخانه‌ها دیده می‌شود.

ج- روند تغییرات فاکتورهای اقلیمی

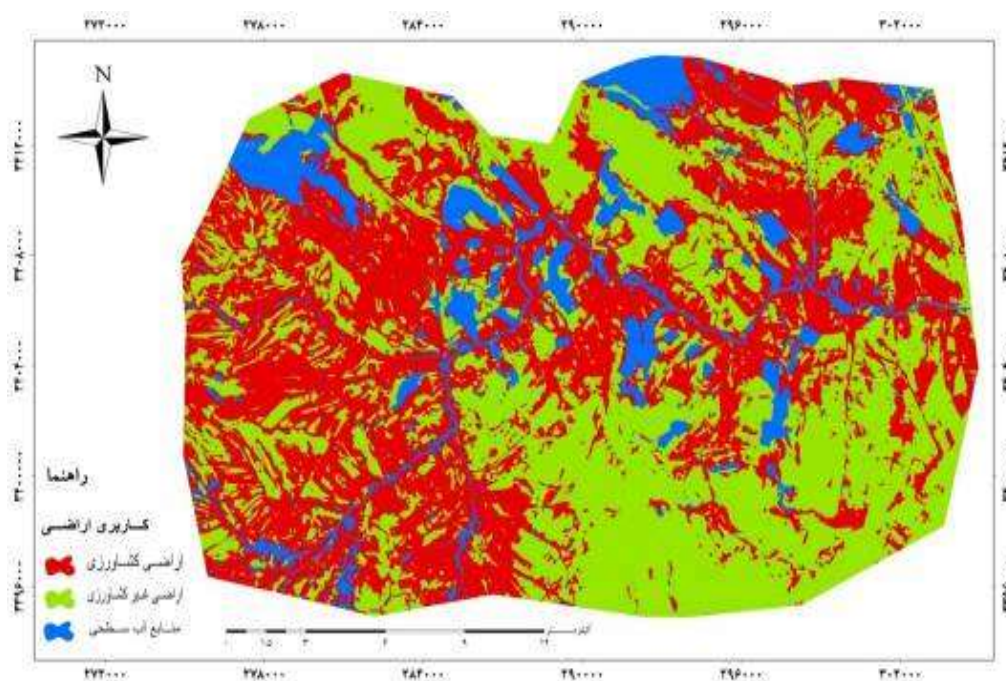
شوری خاک در مناطق مختلف ارتباط زیادی با شرایط اقلیمی هر منطقه دارد پس می‌توان گفت تغییرات بارش و درجه حرارت می‌توانند تأثیر فراوانی بر نتیجه داشته باشند. به همین منظور در این مطالعه، روند تغییرات دما و بارش از سال ۱۹۹۰

میزان بارش دارای یک روند کاهشی (شکل ۸) و درجه حرارت یک روند افزایشی را نشان می‌دهد (شکل ۹).

تا ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی میزان بارش و درجه حرارات طی دوره زمانی ۱۹۹۰ - ۲۰۱۴ نشان داد که

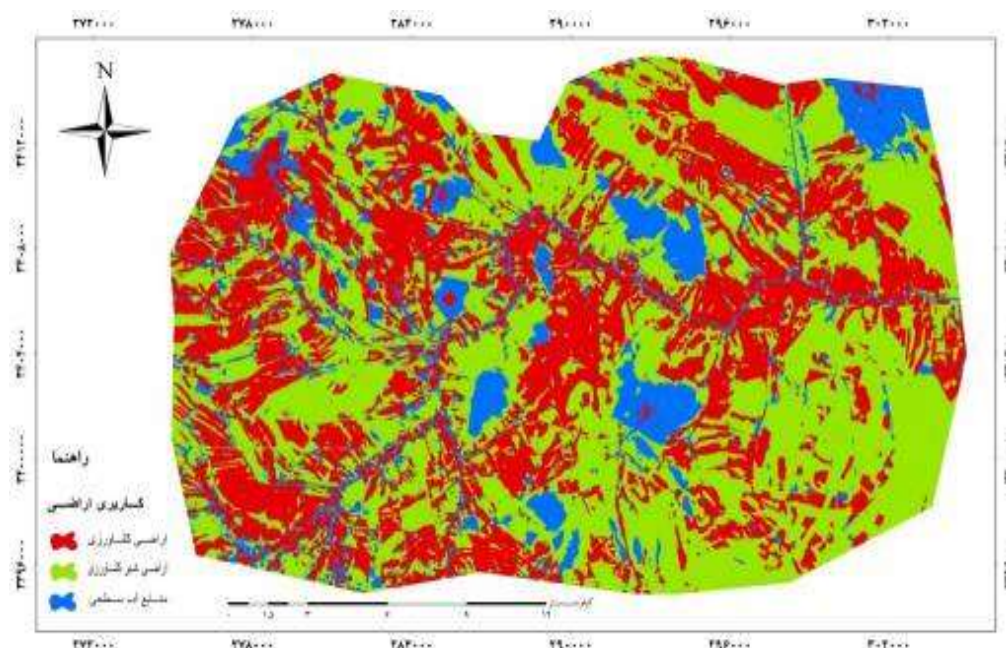
جدول ۵- روند تغییرات کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵
 Table 5- Land use change trends for 1990, 2006 and 2015

| مساحت ۲۰۱۵ | | مساحت ۲۰۰۶ | | مساحت ۱۹۹۰ | | نوع کاربری اراضی |
|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|-------------------|
| % | Km ² | % | Km ² | % | Km ² | |
| ۳۱/۷۷ | ۱۶۲/۴۸ | ۳۸/۱۹ | ۲۰۱/۶۵ | ۴۵/۱۴ | ۲۳۸/۳۲ | اراضی کشاورزی |
| ۶۶/۱۹ | ۳۴۹/۴۸ | ۴۸/۵۳ | ۲۵۶/۲۴ | ۴۴/۷۵ | ۲۳۶/۳ | اراضی غیر کشاورزی |
| ۳ | ۱۶/۱۹ | ۱۳/۳ | ۷۰/۲۶ | ۱۰/۱۱ | ۵۳/۴ | منابع آب سطحی |



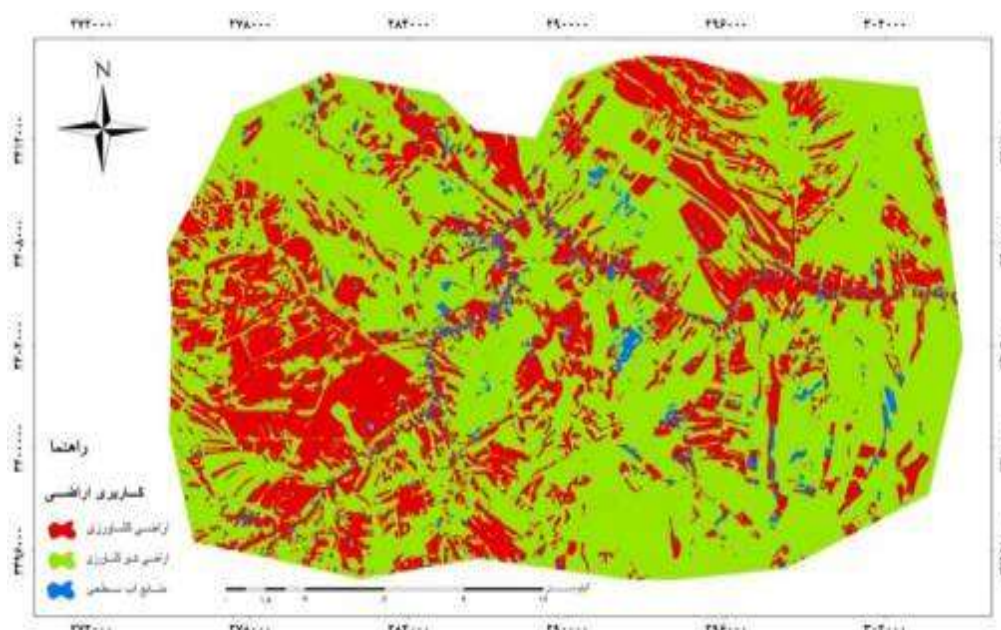
شکل ۵- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۱۹۹۰

Figure 5- Land use map of the study area in 1990



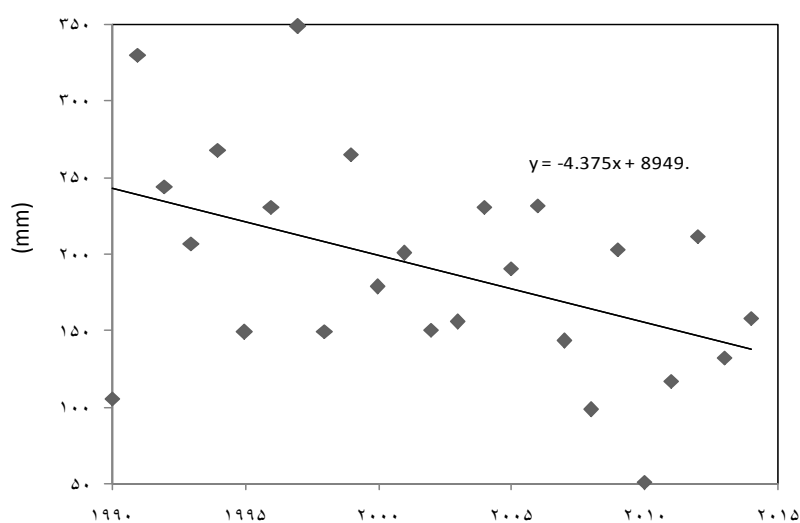
شکل ۶- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۶

Figure 6- Land use map of the study area in 2006



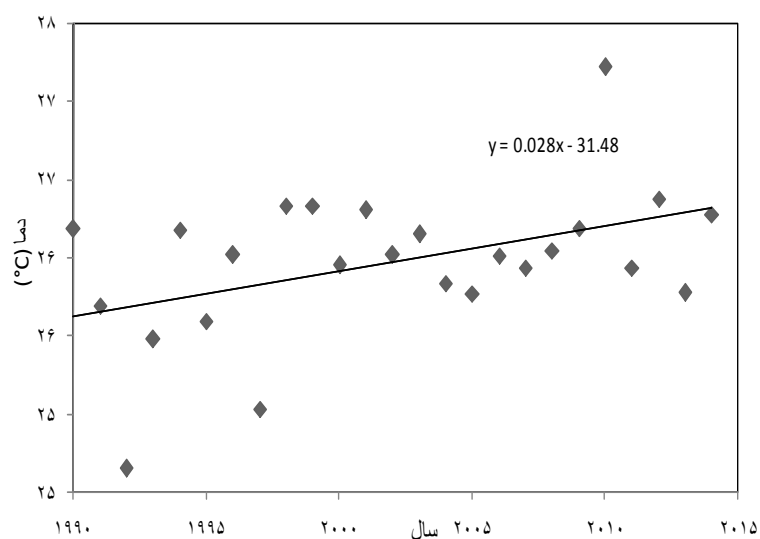
شکل ۷- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۱۵

Figure 7- Land use map of the study area in 2015



شکل ۸- روند تغییرات متوسط میزان بارش سالانه در منطقه مورد مطالعه

Figure 8 - The trend of average changes in annual rainfall in the study area



شکل ۹- روند تغییرات متوسط درجه حرارت سالانه در منطقه مورد مطالعه

Figure 9 - Trend of average annual temperature changes in the study area

معنی‌داری را نشان می‌دهند. به طوری که با افزایش وسعت شوری بسیار زیاد و شدید در سال ۲۰۱۵، اراضی کشاورزی به اراضی غیرکشاورزی شده‌اند.

د- مقایسه روند تغییرات

با توجه به جدول ۶، تغییرات شوری خاک و کاربری اراضی از سال ۱۹۹۰ به ۲۰۱۵ از نظر آماری در سطح ۰/۰۱ تفاوت

جدول ۶- مقایسه آماری تغییرات شوری خاک و کاربری اراضی ۲۰۱۵-۱۹۹۰

Table 6- Statistical comparison of soil salinity and land use changes

| Z | P | p'' | p' | % مساحت اراضی در سال ۲۰۱۵ | % مساحت اراضی در سال ۱۹۹۰ | واحد نقشه |
|-------|------|------|------|------------------------------|------------------------------|------------------|
| ۵/۳۴ | ۰/۱۱ | ۰ | ۰/۲۳ | ۰ | ۲۳/۵۷ | شوری متوسط |
| ۵/۸۳ | ۰/۱۴ | ۰ | ۰/۲۸ | ۰ | ۲۸/۷۱ | شوری زیاد |
| ۷/۳۶ | ۰/۲۱ | ۰/۲۵ | ۰/۱۷ | ۲۵/۱۷ | ۱۷/۷۲ | شوری بسیار زیاد |
| ۱۵ | ۰/۵۲ | ۰/۷۵ | ۰/۳ | ۷۴/۸۳ | ۳۰ | شوری شدید |
| ۱۱/۱۷ | ۰/۳۸ | ۰/۳۱ | ۰/۴۵ | ۳۱/۷۷ | ۴۵/۱۴ | اراضی کشاورزی |
| ۱۵/۷ | ۰/۵۵ | ۰/۶۶ | ۰/۴۴ | ۶۶/۱۹ | ۴۴/۷۵ | اراضی غیرکشاورزی |
| ۴/۳۳ | ۰/۰۶ | ۰/۰۳ | ۰/۱۰ | ۳ | ۱۰/۱۱ | منابع آب سطحی |

سطح معنی داری ۰/۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق بررسی ارتباط بین روند تغییر شوری خاک، کاربری اراضی و فاکتورهای اقلیمی در منطقه شادگان می‌باشد.

بدین منظور با بررسی روند شوری خاک در یک دوره ۲۵ ساله و در سه مقطع زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ مشخص شد که منطقه مورد مطالعه در طی این دوره با افزایش شوری مواجه بوده است. به طوری که از میزان شوری کلاس‌های متوسط و زیاد به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ و در نهایت در سال ۲۰۱۵ کاسته شده و به میزان شوری کلاس‌های بسیار زیاد و شدید در سال ۲۰۱۵ اضافه شده است. نتایج این تحقیق حاکی از تبدیل شدن اراضی از کلاس‌های شوری متوسط و زیاد به کلاس شوری بسیار زیاد و شدید در طی یک دوره ۲۵ ساله از ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ می‌باشد. نتایج این قسمت از تحقیق با مطالعه‌ی پاک پرور و همکاران، احمدیان و همکاران که به این نتیجه رسیدند با گذر زمان میزان شوری افزایش یافته است، هم‌خوانی دارد ولی با مطالعه‌ی دادرسی و همکاران، که به این نتیجه رسیدند که در طی زمان از مساحت با شوری بالا کاسته و اراضی با شوری کم افزوده شده، هم‌خوانی ندارد. با توجه به

این که تغییرات آب و هوایی بر میزان شوری خاک یک منطقه مؤثر است، به همین منظور به بررسی تغییرات آب و هوایی در این مطالعه پرداخته شد. میزان بارش از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ روند کاهشی داشته و درجه حرارت در طی این سال‌ها با افزایش رو به رو بوده است، در واقع با افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی، میزان تبخیر از سطح خاک بیش‌تر شده، و با افزایش میزان تبخیر، املاح و نمک‌ها تحت فشار اسمزی بالا آمده و در سطح خاک قرار گرفته‌اند، بنابراین افزایش شوری خاک را به دنبال داشته است. با توجه به این که یکی از دلایل مهم تغییر کاربری اراضی از کشاورزی به اراضی غیر کشاورزی، می‌تواند شور شدن بیش از حد زمین و عدم امکان کشاورزی باشد، لذا در این تحقیق تغییرات کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که نشان داده شد، بیش‌ترین تغییر در کاربری اراضی منطقه، مربوط به اراضی کشاورزی است که در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۶ و ۱۹۹۰ با کاهش چشمگیری رو به رو بوده است به طوری که در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۱۹۹۰ حدود ۱۳/۳۷ درصد اراضی کشاورزی تقلیل پیدا کرده ولی وسعت اراضی غیر کشاورزی به تدریج از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۵ حدود ۲۱/۴۴

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق گویای آن است که افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی باعث شور شدن اراضی و تغییر کاربری از کشاورزی به اراضی غیرکشاورزی و در نهایت باعث بیابان‌زایی در منطقه شده و از طرفی، کشاورزی آبی و آبیاری با آب شور باعث شور شدن خاک و منجر به بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه شده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله در راستای اهداف هسته پژوهشی مدیریت حوزه آبخیز معاونت پژوهشی دانشگاه ایلام تهیه شده است.

منابع

1. Abdinejad, Gh. 2007. Desert and Desertification in Iran, Forest and Range Quarterly. No. 74. (In Persian)
2. Pishdad Soleyman Abad, L., Najafi Nejad, A., Salman Mahini, A., Khalidian, h. 2008. Investigating the Effects of Land Use Change on Soil Erosion in Cheragh Wes Catchment Area using Geographic Information System (GIS). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15(1), pp. 151-142. (In Persian)
3. Pakparvar, M., Abtahi, M., Shakuie, M., Khorasani, M. 1999. The use of satellite data and GIS to Determine the Areas Affected by Desertification. Final Report of the Research Project, The Institute of Forest and Rangelands. (In Persian)
4. De Clerck, F., Singer, M.J., Lindert, P. 2003. A 60 years history of California soil quality using parried samples. Geoderma 114, pp. 215 – 230.
5. Nagamani, K., Ramachandran, S. 2003. landuse/landcover in

درصد افزایش داشته‌اند. رها شدن اراضی کشاورزی و تبدیل آن‌ها به اراضی غیر کشاورزی می‌تواند دلیلی دیگر بر اثبات شور شدن خاک در منطقه مورد مطالعه و عدم امکان کشاورزی باشد.

با بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و میزان شور شدن در هر سال می‌توان روند شور شدن اراضی و تغییرات کاربری را بهتر تفسیر نمود.

در سال ۱۹۹۰ میزان شوری شدید در قسمت‌های جنوب و جنوب شرقی منطقه وجود داشته که به تدریج در سال ۲۰۰۶ تمام منطقه را در بر گرفته و در سال ۲۰۱۵ ضمن افزایش وسعت شوری شدید، میزان شوری متوسط و زیاد به صفر رسیده است. در واقع میزان شوری از کلاس‌های زیاد و بسیار زیاد به شوری شدید تبدیل شده است. در سال ۱۹۹۰ در قسمت‌هایی که شوری متوسط و زیاد وجود داشته، کشاورزی صورت گرفته که با تبدیل کلاس‌های شوری متوسط و زیاد به کلاس‌های شوری بسیار زیاد و شدید در سال ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵، میزان اراضی کشاورزی نیز در اکثر مناطق کاهش پیدا کرده و به اراضی غیرکشاورزی و بلااستفاده تغییر یافته‌اند. نتایج این قسمت از تحقیق با مطالعه‌ی ولی پور و همکاران (۱۰) که به بررسی روند توسعه‌ی شوری و تخریب اراضی کشاورزی از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱ در استان قم پرداختند و به این نتیجه رسیدند که طی ۴۷ سال گذشته وسعت اراضی کشاورزی در منطقه حدود ۹/۵ برابر افزایش یافته که این خود موجب افزایش شوری خاک و افت سطح آب زیرزمینی شده است، مطابقت ندارد. نکته قابل توجه در این مطالعه این است که در اکثر مناطقی که کشاورزی صورت گرفته، میزان شوری شدیدتر شده است، با توجه به این که قسمت‌های غربی منطقه مورد مطالعه در مجاورت تالاب هورالعظیم می‌باشند و این تالاب دارای آب شیرین، شور و لب شور است می‌توان گفت که آبیاری اراضی کشاورزی با این آب موجب گردیده که اراضی در این منطقه بیش‌تر شور شوند.

- Amayesh Magazine. Islamic Azad University of Malayer. (In Persian)
9. Ahmadian, M., Pakpavar, M., Ashourloo, D. 2010. Evaluation variations of soil salinity using digital processing landsat data in plain Ghahavand, Hamadan. Journal of Soil Research (Soil & Water). 179-191. (In Persian)
 10. Valipour, M., Karimian Iqbal, M., Malkoty, M.J., khoshgoftarmanesh, A.H. 2007. The trend of salinity development and degradation of agricultural land in the Shams Abad area of Qom province. Journal of Agricultural Science and Technology, 46, pp. 691-683. (In Persian)
6. Herrero, J., Perez-Coveta, O. 2005. Soil salinity changes over 24 years in a Mediterranean irrigated district. Geoderma. 125, pp. 287- 308.
 7. Dadrasi, A., Yamani, M., Pakparvar, M., Davarzani, Z. 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, 16, pp. 69-79. (In Persian)
 8. Faizizadeh, B., Azizi, H., Valizadeh Kamran, Mr. 2007. Extraction of land use in Malekan city using Landsat 7. Pondicherry using remote sensing and GIS in Martin J. Bunch, V. Madha Suresh and TvasanthaKumaran, ads. Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health, Chennai, India.