



تحقیقات آب و خاک ایران | دوره ۵۳ | شماره ۲ | اردیبهشت ۱۴۰۱ (ص ۲۴۴-۲۳۳)

DOI: <https://dx.doi.org/10.22059/ijswr.2022.328726.669048>

(مقاله علمی - پژوهشی)

An assessment and Prediction of Temporal and Spatial Variations of Soil Salinity Using the Hybrid CA-Markov Model in Arid Regions: A Case Study of Minab Plain

HAMED ESKANDARI DAMANEH¹, GHOLAMREZA ZEHTABIAN^{1*}, HASSAN KHOSRAVI¹, HOSSEIN AZARNIVAND¹, ALIAKBAR BARATI²

1. Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2. Department of Agricultural Management and Development, Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran, Karaj, Iran.

(Received: Aug. 11, 2021- Revised: Dec. 26, 2021- Accepted: Feb. 19, 2022)

ABSTRACT

Soil salinity has sharply been increasing in recent decades due to improper use of basic resources. This issue has had severe harmful effects in different parts of Iran, especially in arid and semi-arid regions where the accumulation of soluble salts in soil surface has reduced crop yields and destroyed arable lands. Given the significance of this issue, the present research investigated the trend of temporal and spatial variations of soil salinity in Minab Plain for which the satellite images of 2001, 2011, and 2021 were used. The Envi5.1 software package was used to develop the soil salinity maps, and the hybrid CA-Markov model in the TerrSet software package was employed to study the soil salinity changes and predict it for the future period. The results showed that the land salinity would increase in these regions over time so that the area of very high salinity class has been 39.46, 45.26, and 63.09 km² in 2001, 2011, and 2021, respectively. This increase was even greater in southern and southwestern parts of the plain. Furthermore, the prediction map showed the expansion of salinity in the studied region so that the highest area of salinity change rate in 2021 was found to be related to the very high salinity class (20.24%) and the area of very highly saline lands has increased from 12.20% to 29.62% from 2001 to 2021 whereas the area of moderately saline lands has decreased from 60.47% in 2001 to 13.88% in 2021. In general, an approach for preventing soil salinity aggravation in this region is to change the irrigation system to prevent severe water use and the loss of water quality, which would finally influence the soil to a lesser extent.

Keywords: Land Degradation, Minab Plain, Satellite Images, Soil Salinity

ارزیابی و آینده‌نگری تغییرات زمانی و مکانی شوری خاک با استفاده از مدل ترکیبی CA-Markov در مناطق خشک (مطالعه موردی: دشت میناب)

حامد اسکندری دامنه^۱، غلامرضا زهتابیان^۱، حسن خسروی^{۱*}، حسین آذر نیوند^۱، علی اکبر براتی^۲

۱. گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۲۰ - تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۵ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰)

چکیده

شوری خاک در چند دهه اخیر به دلیل استفاده نامناسب و غیراصولی از منابع پایه به شدت رو به افزایش است. این معضل در مناطق مختلف کشور به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک آثار زیان بار شدیدی را پدید آورده است. به طوری که در این مناطق با تجمع نمک‌های محلول در سطح خاک عملکرد محصول کاهش می‌یابد و در نهایت باعث از بین رفتن زمین‌های کشاورزی می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع در این پژوهش به بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی شوری خاک در دشت میناب پرداخته شد. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰ استفاده گردید. برای تهیه نقشه‌های شوری خاک از نرم‌افزار ENVI5.1 و برای بررسی تغییرات و پیش‌بینی آن در دوره آتی از مدل ترکیبی CA-Markov در نرم‌افزار TerrSet استفاده شد. نتایج نشان داد که با گذشت زمان بر میزان شوری اراضی در این منطقه افزوده می‌شود به طوری که مساحت کلاس شوری خیلی زیاد در سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰ به ترتیب برابر است با ۱۲/۲۱، ۱۴ و ۱۹/۵۱ درصد می‌باشد که این میزان افزایش در بخش‌های جنوب و جنوب غرب دشت بیش تر رخ داده است. همچنین نقشه پیش‌بینی نیز نشان‌دهنده گسترش شوری در منطقه مورد مطالعه می‌باشد به طوری که بیش‌ترین وسعت افزایش نرخ تغییر شوری در سال ۱۴۲۰ مربوط به کلاس شوری خیلی زیاد و برابر ۲۰/۲۴ درصد است. مساحت اراضی با شوری خیلی زیاد در سال ۱۳۸۰ تا ۱۴۲۰ از ۱۲/۲۰ درصد به ۲۹/۶۲ درصد افزایش یافته، در حالی که مساحت اراضی با شوری متوسط از ۶۰/۴۷ درصد در سال ۱۳۸۰ به ۱۳/۸۸ درصد در سال ۱۴۲۰ کاهش یافته است. در حالت کلی یکی از راهکارهای مدیریتی جهت جلوگیری از افزایش شوری خاک در این منطقه تغییر سیستم آبیاری می‌باشد تا به کمک آن به توان از مصرف شدید آب و کاهش کیفیت آب و خاک جلوگیری کرد.

واژه‌های کلیدی: شوری خاک، دشت میناب، تصاویر ماهواره‌ای، تخریب اراضی.

مقدمه

شدن خاک؛ فرسایش و فرآیندهای شیمیایی نظیر از بین رفتن مواد غذایی بر اثر اسیدی و شور شدن خاک و فرآیندهای بیولوژیک مانند ازدست رفتن مواد آلی خاک به همراه سایر عواملی چون خشکسالی و تغییرات آب‌وهوایی، روند هدر رفت سرمایه تشدید شده است. البته در بخش کشاورزی، استفاده نامناسب از سیستم‌های آبیاری نیز می‌تواند روند اتلاف منابع خاک را افزایش دهد، زیرا با به کارگیری نادرست سیستم‌های مصرف آب، افزایش املاح زیان‌آور و شوری و نبود سیستم زهکشی مناسب تخریب خاک تشدید می‌گردد (Shayan & Zare, 2011). بنابراین، این موضوع زنگ خطری برای حفاظت بیشتر از منابع خاک در مقابل تخریب و کاهش بهره‌وری می‌باشد. اگرچه ممکن است شوری خاک به اندازه زلزله یا زمین‌لغزش‌ها خطرناک نباشد اما یک خطر محیطی بزرگ محسوب می‌شود (Matin Far et al., 2010). شور

در چند دهه اخیر به علت رشد جمعیت و توسعه تکنولوژی، بهره‌برداری از منابع پایه افزایش چشم‌گیری یافته است که باعث فشار بیش از حد به اراضی می‌گردد و در نهایت می‌تواند منجر به تخریب اراضی گردد (Azareh., 2016; Zehtabian et al., 2018). تخریب اراضی که خود در برگرفته یک سلسله فرآیندها است می‌تواند باعث تخریب منابع آب (Eskandari damaneh et al., 2018)، خاک (Khosravi et al., 2018) و پوشش گیاهی (Eskandari damaneh et al., 2018; Khosravi et al., 2017;) یکی از مهم‌ترین آثار تخریب اراضی شور شدن خاک و اراضی است که آثار بسیار زیان‌باری را به دنبال دارد (Rafiee Imam & Zahtabian, 2006). به‌ویژه که امروزه فرآیندهای فیزیکی چون سله بستن، فشردگی

کاهش ۲۲ درصدی سطوح تحت تأثیر شوری زیاد و افزایش ۱۱ درصدی شوری کم در استان خراسان رضوی می‌باشد. (Parvian *et al.*, 2015) در تحقیق دیگر به ارزیابی و پایش وضعیت شوره‌زایی استان خراسان رضوی با استفاده از شاخص شوری پرداختند و تغییرات مکانی و زمانی شوری در دوره آماری ۱۳ ساله را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان‌دهنده کاهش ۲۶ درصدی سطوح تحت تأثیر شوری زیاد و افزایش ۹ درصدی و ۱۷ درصدی شوری متوسط و کم در استان خراسان رضوی بود. دشت میناب یکی از بزرگ‌ترین دشت‌های فلات مرکزی ایران می‌باشد و از دشت‌های وسیع و حاصلخیز کشور محسوب می‌شود که کشاورزی عمده‌ای در سطح آن صورت می‌گیرد. در این دشت استفاده مداوم از منابع پایه در بخش کشاورزی و همچنین استفاده نامناسب از سیستم‌های آبیاری باعث شده است تا ائتلاف منابع خاک در این دشت رخ دهد، به طوری که به کارگیری نادرست سیستم‌های مصرف آب و کشاورزی غیراصولی سبب گردیده است تا املاح زیان‌آور و شوری در این دشت افزایش پیدا کند و تخریب خاک رخ دهد؛ لذا، باتوجه به مرور منابع صورت گرفته و همچنین ضرورت موضوع مورد بررسی، در این پژوهش به مطالعه و بررسی روند شوری خاک در دشت میناب و پیش‌بینی روند آن در دوره آتی پرداخته می‌شود.

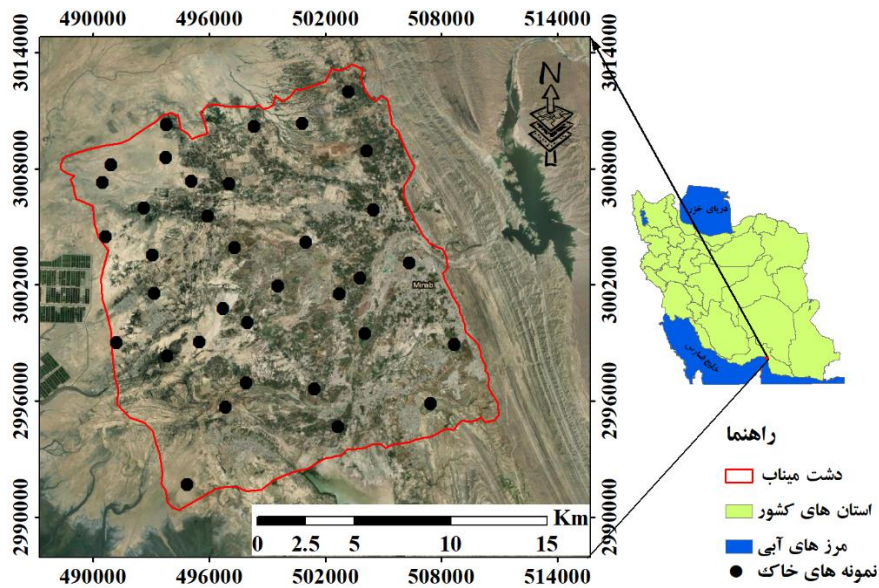
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت میناب در حدفاصل بین مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. این دشت دارای متوسط دمای هوای سالانه ۲۶/۶ درجه سانتی‌گراد با میانگین رطوبت نسبی ۶۸ درصد است. میانگین نزولات سالیانه در این منطقه کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر با پراکنش زمانی و مکانی هماهنگ و غالباً به صورت رگبارهای شدید به همراه سیلاب‌های مخرب و زودگذر است. باتوجه به مشخصات اقلیمی و استقرار دشت میناب در منطقه فوق حاره‌ای، گرمی هوا مهم‌ترین پدیده مشهود اقلیمی آن است. این منطقه از مناطق گرم و خشک ایران است و اقلیم آن تحت تأثیر آب‌وهوای نیمه بیابانی و بیابانی قرار دارد. از ویژگی‌های آب‌وهوایی این منطقه، یک فصل طولانی گرم و یک فصل کوتاه خنک است. فصل گرم همراه با هوای شرجی ۹ ماه به درازا می‌کشد (Eskandari *et al.*, 2020). شکل (۱)، موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

شدن خاک‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک یک معضل جدی برای توسعه کشاورزی و استفاده پایدار از منابع خاک و آب می‌باشد. برای تداوم توسعه پایدار، این پدیده باید شناسایی، پایش و مدیریت شود (Vali Pour *et al.*, 2008). شوری خاک نه تنها حاصلخیزی و پویایی محیط‌زیست را از بین می‌برد بلکه امنیت غذایی را نیز به مخاطره می‌اندازد. در این راستا برای بررسی روند شوری خاک راه‌های مختلفی وجود دارد که در این میان، یکی از این ابزارهای مهم و مؤثر استفاده از فناوری سنجش‌ازدور و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای است که علاوه بر کاهش هزینه نسبت به روش‌های سنتی، موجب افزایش دقت و سرعت شده به همین دلیل روزبه‌روز بر استفاده از این فناوری افزوده می‌شود (Mombeni *et al.*, 2015). در سراسر جهان مطالعات و پژوهش‌های زیادی در ارتباط با بررسی شوری خاک به انجام رسیده است که در ذیل به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد:

Yaghobi *et al.* (2020) به پهنه‌بندی و بررسی شوری خاک با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و زمین‌آمار در دشت سگزی اصفهان پرداختند، نتایج تحقیق آنها در دو مقطع زمانی ۱۹۹۷ و ۲۰۱۸ نشان داد که میزان شوری کلاس‌های متوسط و زیاد در سال ۲۰۱۸ کاسته شده و به میزان شوری کلاس‌های بسیار زیاد و شدید اضافه شده است. (Asgari *et al.*, 2020) به بررسی امکان تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از داده‌های رقومی لندست-۸ در منطقه داشلی برون - استان گلستان پرداختند نتایج تحقیق آنها نشان داد که در منطقه داشلی برون در مناطق شمالی و شرق آن با گذشت زمان بر میزان شوری افزوده شده است. (شوری خاک با استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در بخش مرکزی عراق پایش، پیش‌بینی و پهنه‌بندی گردید (Gorji *et al.*, 2015). پهنه‌بندی کمی و کیفی با استفاده از اطلاعات چند طیفی و چند زمانی به‌دست‌آمده از مشاهدات سنجش‌ازدور انجام شد. نتایج نشان داد که در مناطق با خاک دارای پوشش متراکم در ارتفاع، پهنه‌بندی شوری نتایج رضایت‌بخشی داشت. (Morshed *et al.*, 2016) از شاخص‌های شوری خاک حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های میدانی جهت تشخیص شوری خاک در جنوب بنگلادش استفاده کردند. نتایج نشان داد که بین شاخص‌های مختلف و داده‌های میدانی شوری خاک بر اساس معیارهای R^2 و p -value همبستگی بالایی وجود داشت. دقت روش آشکارسازی شوری خاک به صحت و توزیع یکنواخت داده‌های میدانی بستگی دارد. (Shirovi *et al.*, 2015) در پژوهشی تغییرات مکانی و زمانی شوری در استان خراسان رضوی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انجام دادند. نتایج مطالعه نشان‌دهنده



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

قرار گرفت. صحت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا بر تعداد پیکسل‌ها طبق رابطه ۱ محاسبه شد (Asghari Sarasekanrood and Asadi., 2021).

$$OA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{ii} \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه OA صحت کلی، N تعداد پیکسل‌های، $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا می‌باشد.

شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مدنظر قرار می‌دهد و صحت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی محاسبه می‌کند. شاخص کاپا با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$Kappa = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این رابطه P_0 درستی مشاهده شده، P_c توافق مورد انتظار می‌باشد (Fatemi and Rezaei., 2010). بنابراین برای برآورد دقت کلی و دقت تک‌تک کلاس‌ها از عامل‌های آماری ماتریس خطا یعنی دقت تولیدکننده، دقت کاربر، خطای گماشته شده^۳ و خطای حذف‌شده^۴ استفاده شد (Li and Yeh, 2002).

جدول ۱- تقسیم‌بندی خاک‌های شور در ایران (Amini et al., 2020).

EC (ds/m)	کلاس خاک
۴ >	شوری کم
۸-۴	شوری متوسط
۱۶-۸	شوری زیاد
۱۶ <	شوری خیلی زیاد

روش تحقیق

داده‌های ماهواره‌ای مربوط به سه سال ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰ از سایت زمین‌شناسی آمریکا (earthexplorer.usgs.gov) دانلود گردید و جهت دسترسی به نمونه‌های میدانی شوری خاک، از آمار و اطلاعات مربوط به سازمان‌های ذی‌ربط نظیر جهاد کشاورزی استان هرمزگان، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی استان هرمزگان و مؤسسه تحقیقات آب و خاک استفاده شد. برای این منظور با توجه به اهداف تحقیق و قابلیت داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در استخراج نقشه شوری خاک، باید طبقه‌بندی بر اساس مطابقت با نقاط تعلیمی (برداشت‌های زمینی) صورت پذیرد (Eskandari et al., 2016). نمونه‌های برداشت شده در ۴ کلاس شوری کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار گرفتند (جدول ۱). پس از اعمال پیش‌پردازش‌های مورد نیاز از قبیل تصحیحات اتمسفری و رادیومتریک به منظور استخراج نقشه‌های شوری خاک الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده و روش حداکثر احتمال در محیط نرم‌افزار ENVI 5.3 استفاده شدند. الگوریتم مذکور بر پایه انتخاب نمونه‌های تعلیمی توسط کاربر و بازبینی میدانی استوار است (Eskandari et al., 2018). پارامترهایی نظیر ضریب کاپا و صحت کلی تنها با کل طبقه‌بندی سروکار دارند و اطلاعاتی در مورد تک - تک کلاس‌ها و یا توزیع مکانی خطا ارائه نمی‌دهند (Fatemi and Rezaei., 2010). پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه ضرایب صحت کلی و ضریب کاپا صحت تصاویر طبقه‌بندی شده مورد ارزیابی

دیگر با استفاده از مدل CA-Markov که تلفیقی از سلول خودکار و زنجیره مارکوف است محاسبه گردید، سپس مدل سازی برای سال ۱۴۰۰ با استفاده از مدل پیش بینی اجرا شد و در نهایت برای پیش بینی تغییرات شوری خاک سال ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ استفاده شد. مدل CA-Markov تلفیقی از سلول خودکار و زنجیره مارکوف است که با در نظر گرفتن ساختار مکانی و جهت های جغرافیایی تغییرات پیکسلی شوری های مختلف را از سالی به سال دیگر نشان می دهد (Surabuddin et al., 2013). این مدل ترکیبی از سلول خودکار و زنجیره مارکوف، مکان پیکسل و پیش بینی شوری خاک و همچنین اضافه کردن ساختار مکانی و توزیع جغرافیایی کاربری در زنجیره مارکوف را نیز شامل می شود (Yahiaoui et al., 2015; Kumar et al., 2016). این مدل با به کارگیری احتمال تغییر طبقات شوری خاک به یکدیگر در قالب یک ماتریس تغییر وضعیت شوری ها و بر مبنای تغییرات صورت گرفته بین زمان اول و دوم محاسبه می شود (Arsanjani et al., 2011). شکل ۲، مراحل انجام این تحقیق را نشان می دهد. احتمال انتقال محاسبه شده از هر کلاس شوری به کلاس دیگر با استفاده از زنجیره مارکوف محاسبه شد. سپس مدل سازی برای سال ۱۴۰۰ با استفاده از مدل پیش بینی اجرا شد (Eskandari Damaneh et al., 2020). و در نهایت برای پیش بینی شوری خاک در سال ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ استفاده شد. شکل ۲ مراحل به دست آوردن شوری خاک را در سال ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ نشان می دهد.

نتایج

نتایج حاصل از بررسی نقشه شوری در دشت میناب نشان داد که این منطقه در ۴ کلاس شوری کم، شوری متوسط، شوری زیاد و شوری خیلی زیاد قرار دارد که بر اساس آن وسعت کلاس شوری متوسط در طول بازه زمانی مورد بررسی در حال کاهش و کلاس شوری زیاد و خیلی زیاد بر وسعت آن در این منطقه افزوده شده است، به طوری که از لحاظ مکانی می توان ادعان نمود که دامنه گسترش کلاس شوری خیلی زیاد علاوه بر قسمت جنوبی دشت به قسمت های مرکز و شمال دشت نیز در حال پیشروی می باشد. نقشه های شوری خاک دشت میناب در سال های ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰ در شکل ۳ نشان داده شده است. تجزیه تحلیل الگوهای تغییرات شوری خاک در دشت میناب نشان داد که در طول دوره آماری (۱۳۸۰-۱۴۰۰) در سطح کلاس های شوری خاک این منطقه تغییرات چشم گیری رخ داده است به طوری که از چهار کلاس شوری خاک موجود در آن مساحت کلاس شوری زیاد و خیلی زیاد در حال افزایش بوده، این در حالی است که کلاس شوری متوسط در طول این سه دهه در حال کاهش می باشد

بررسی تغییرات کلاس شوری با استفاده از CA-Markov

در این روش، نقشه کاربری اراضی تولید شده مربوط به سال های ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰ به عنوان ورودی مدل ساز تغییر سرزمین (LCM) برای تحلیل تغییرات منطقه و پیش بینی تغییرات شوری خاک انتخاب شدند. مدل CA-Markov به دو نقشه پوشش سرزمین متعلق به زمان های گوناگون به عنوان ورودی نیاز دارد (Asghari Sereskanrood et al., 2020). همچنین کاهش ها و افزایش ها در هر کلاس شوری و تغییر خالص در طبقات گوناگون پوشش سرزمین به صورت نقشه و نمودار با قسمت آنالیز تغییرات مدل ارزیابی می گردد.

ارزیابی و صحت سنجی مدل

برای ارزیابی صحت مدل از آماره های کاپا به ترتیب مربوط به مقادیر کاپای کلی، کاپای مطابق با مکان، کاپای مطابق با مقدار به منظور ارزیابی صحت مدل استفاده شدند (Singh and Punia, 2018). خطا و صحت پیش بینی مدل بر اساس نقشه های شوری خاک مربوط به سال ۱۴۰۰ و نقشه پیش بینی شده در این سال محاسبه شد بدین منظور ابتدا با استفاده از نقشه سال های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ نقشه کاربری اراضی سال ۱۴۰۰ شبیه سازی گردید؛ سپس، این نقشه شبیه سازی شده با نقشه واقعی زمینی سال ۱۴۰۰ مقایسه شد و مقدار صحت و تطابق این مدل برآورد گردید و مقادیر پارامترهای صحت سنجی برای این نقشه ها به دست آمد. در نهایت با دقت نقشه تولیدی در سال ۱۴۰۰ که بالاترین ضرایب مورد نظر را ارائه داد به عنوان سناریوی مورد نظر جهت پیش بینی کاربری اراضی آینده در سال های ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ اقدام گردید.

تحلیل روند کلاس های شوری خاک برای تصمیم گیری های آینده بسیار مهم است. برای بررسی تغییرات این کلاس های شوری طبقه بندی سال های مورد نظر، تغییرات بین سال های ۱۳۸۰، ۱۳۹۰، ۱۴۰۰، ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ بررسی شد. در این راستا، با استفاده از رابطه های ۳ و ۴ تغییرات کلاس های مختلف بر حسب درصد (گاشاو و همکاران، ۲۰۱۴) و نرخ تغییرات (هسن و همکاران، ۲۰۱۸) به ترتیب محاسبه شد.

$$\text{Percent of change} = \left(\frac{A-B}{B} \right) * 100 \quad (\text{رابطه } ۳)$$

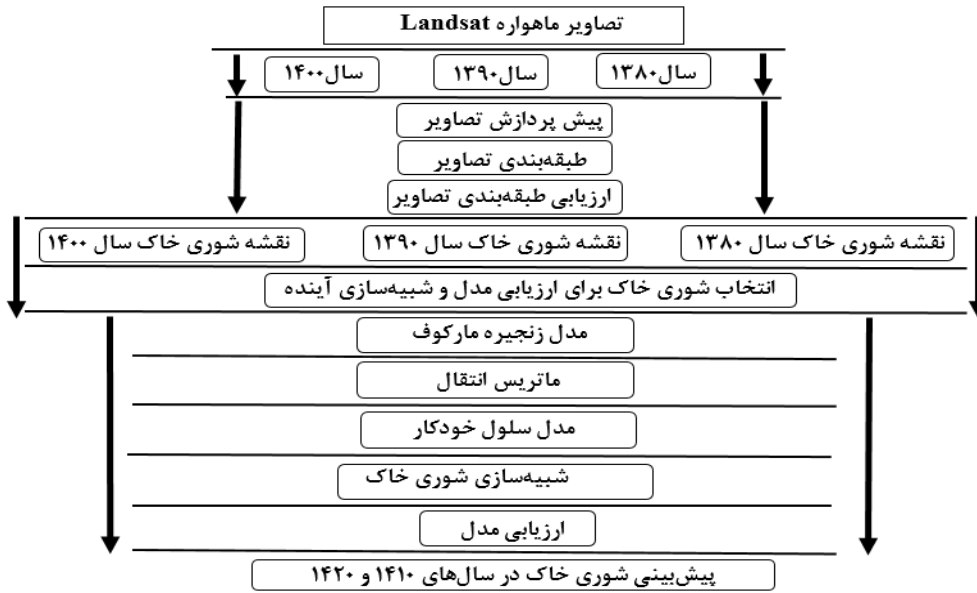
$$\text{Rate of change (ha/year)} = \left(\frac{A-B}{C} \right) \quad (\text{رابطه } ۴)$$

که در اینجا A: مساحت کلاس شوری در سال دوم؛ B: مساحت کلاس شوری در سال اول و C: فاصله زمانی بین سال دوم و اول است؛ و در نهایت روند تغییرات بین این دوره ۴۰ ساله به دست آمد.

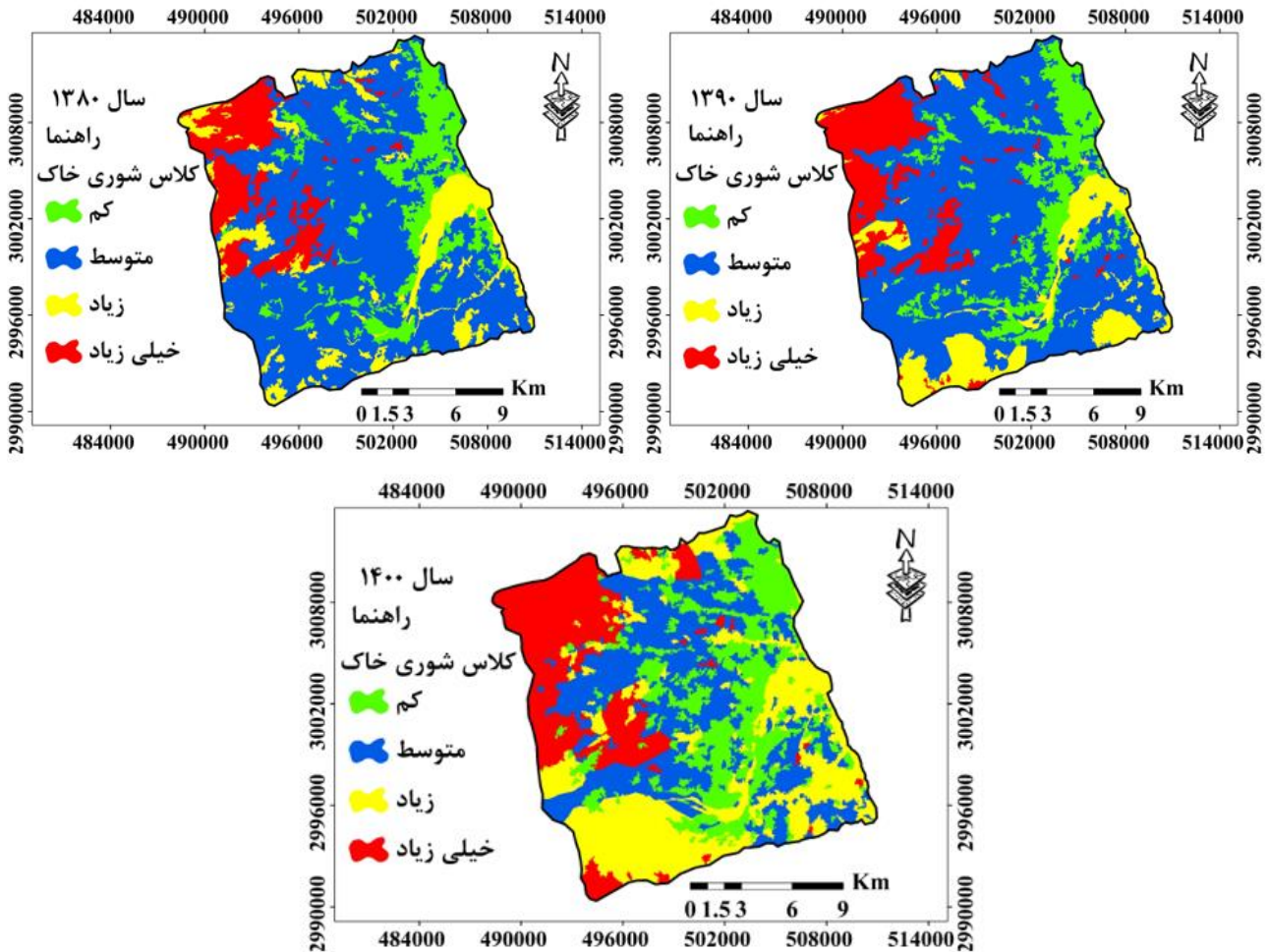
پیش بینی تغییرات شوری خاک

احتمال انتقال محاسبه شده از هر کلاس شوری به کلاس شوری

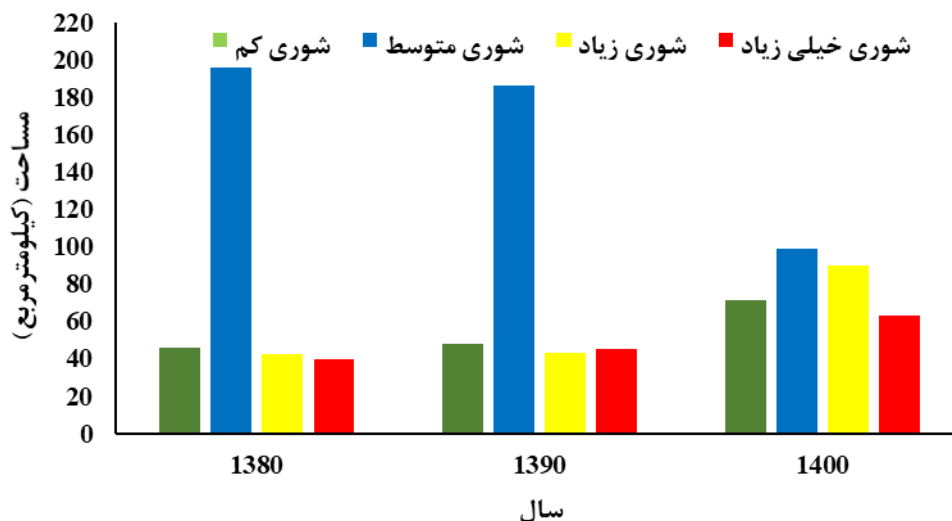
(شکل، ۳). در طول این دوره مساحت کلاس‌های شوری کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد به ترتیب از ۱۴/۱۰، ۶۰/۴۷، ۱۳/۲۲ و ۱۲/۲۱ درصد در سال ۱۳۸۰ به ۲۲/۰۸، ۳۰/۴۹، ۲۷/۹۱ و ۱۹/۵۱ درصد در سال ۱۴۰۰ رسیده است (جدول، ۲ و شکل، ۴).



شکل ۲- مراحل انجام پژوهش جهت تهیه نقشه شوری خاک در آینده



شکل ۳- نقشه شوری خاک دشت میناب در سال‌های مختلف ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰



شکل ۴- مساحت کاربری‌های اراضی در دشت میناب در سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰ بر حسب درصد

جدول ۲- مساحت کلاس‌های شوری خاک دشت میناب بر حسب (کیلومتر مربع و درصد)

کلاس / شوری	۱۳۸۰		۱۳۹۰		۱۴۰۰	
	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)
شوری کم	۴۵/۶۰	۱۴/۱۰	۴۸/۱۸	۱۴/۹۰	۷۱/۴۰	۲۲/۰۸
شوری متوسط	۱۹۵/۵۲	۶۰/۴۷	۱۸۶/۵۵	۵۷/۷۰	۹۸/۵۹	۳۰/۴۹
شوری زیاد	۴۲/۷۴	۱۳/۲۲	۴۳/۳۳	۱۳/۴۰	۹۰/۲۵	۲۷/۹۱
شوری خیلی زیاد	۳۹/۴۷	۱۲/۲۱	۴۵/۲۶	۱۴/۰۰	۶۳/۰۹	۱۹/۵۱
کل	۳۲۳/۳۳	۱۰۰	۳۲۳/۳۳	۱۰۰	۳۲۳/۳۳	۱۰۰

امر در مورد کلاس شوری زیاد و خیلی زیاد هم صدق می‌نماید به طوری که این کلاس‌ها در دوره‌های ۱۳۸۰-۱۳۹۰، ۱۳۹۰-۱۴۰۰ و ۱۴۰۰ به ترتیب افزایشی کلاس شوری زیاد در حدود ۱/۳۹، ۱۰۸/۲۶ و ۱۱۱/۱۷ درصد و کلاس شوری خیلی زیاد در این سال‌ها افزایش ۱۴/۶۹، ۳۹/۳۹ و ۵۹/۸۶ درصدی را از خود نشان داده‌اند (جدول ۳).

بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰، ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ و ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ در نرخ و درصد مساحت کلاس‌های شوری خاک در دشت میناب تغییرات متعددی رخ داده است به طوری که بر اساس جدول ۳ می‌توان اذعان نمود که بین این سال‌ها کلاس شوری متوسط کاهش به مقدار ۴۹/۵۷ کیلومتر مربع را از خود نشان داده است. از طرفی کلاس شوری کم در هر سه دوره مورد بررسی به ترتیب افزایشی در حدود ۵/۶۶، ۴۸/۱۸ و ۵۶/۵۶ درصد داشته است. این

جدول ۳- نرخ و درصد مساحت تغییرات کلاس‌های شوری خاک در دشت میناب بر حسب (کیلومتر مربع و درصد) در سال‌های ۱۳۸۰-۱۴۰۰

شوری خاک / کلاس	۱۳۸۰-۱۳۹۰		۱۳۹۰-۱۴۰۰		۱۴۰۰-۱۳۸۰	
	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)
شوری کم	۰/۲۶	۵/۶۶	۲/۳۲	۴۸/۱۸	۱/۲۹	۵۶/۵۶
متوسط	-۰/۹۰	-۴/۵۹	-۸/۸۰	-۴۷/۱۵	-۴/۸۵	-۴۹/۵۷
زیاد	۰/۰۶	۱/۳۹	۴/۶۹	۱۰۸/۲۶	۲/۳۸	۱۱۱/۱۷
خیلی زیاد	۰/۵۸	۱۴/۶۹	۱/۷۸	۳۹/۳۹	۱/۱۸	۵۹/۸۶
کل

سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۹۰ و ۱۴۰۰ تهیه گردید سپس مقادیر صحت کلی و ضریب کاپا نقشه‌های شوری خاک تولید شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های مذکور به دست آمد که نتایج آنها در جدول (۴) ارائه شده است. صحت کلی، بین صفر تا ۱۰۰

پس از بازدید صحرایی و استفاده از آمار و اطلاعات مربوط به سازمان‌های ذی‌ربط نظیر جهاد کشاورزی استان هرمزگان، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی استان هرمزگان و مؤسسه تحقیقات آب‌و خاک؛ نقشه شوری خاک مربوط به

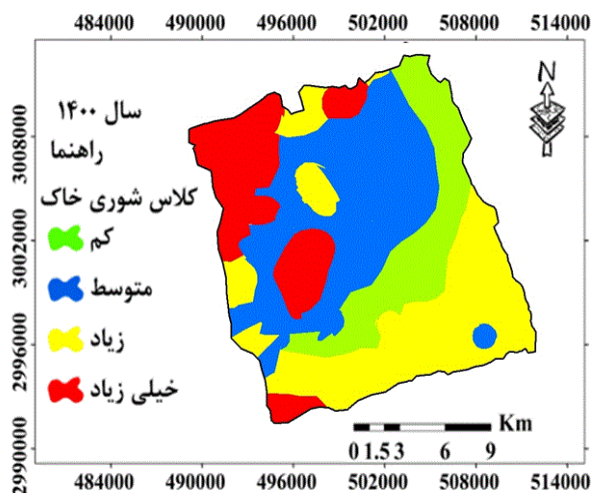
این دو نقشه به هم شبیه می‌باشند (شکل ۵ الف و ب). از طرفی مقایسه مساحت نقشه شوری خاک در این دو نقشه تأییدکننده این موضوع می‌باشد. به طوری که مساحت کلاس‌های شوری خاک کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد، به ترتیب در نقشه واقعی زمینی ۷۱/۴۰، ۹۸/۵۹، ۹۰/۲۵ و ۶۳/۰۹ کیلومترمربع و در نقشه پیش‌بینی شده این کلاس‌های شوری به ترتیب مساحتی برابر با ۶۴/۳۹، ۱۱۱/۱۹، ۹۶/۴۳ و ۵۱/۳۲ کیلومترمربع از دشت میناب را دربر گرفته‌اند (شکل (۵-الف)، (۵-ب) و شکل ۶).

بوده و هر چه به ۱۰۰ نزدیک‌تر، نشان‌دهنده دقت نقشه تولید شده بیشتر می‌باشد. نتایج جدول (۴) نشان‌دهنده صحت بالای نقشه‌های تولید شده است، بر اساس این جدول در هر سه سال مورد بررسی مقدار صحت کلی بیش از ۸۰ می‌باشد که نشان‌دهنده دقت قابل قبول شوری خاک می‌باشد. همچنین هر چه ضریب کاپا به ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده توافق بیشتر نقشه تولید شده به مقادیر واقعی می‌باشد. در تمامی سال‌ها ضریب کاپا بیش از ۰/۷ و نزدیک به یک بوده که نشان‌دهنده قابل قبول بودن مدل است.

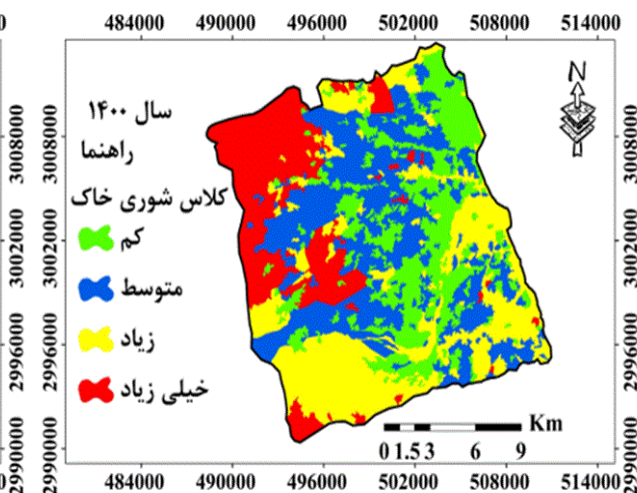
پس از تعیین دقت بالای مدل برای پیش‌بینی آینده شوری خاک، اقدام به تهیه نقشه پیش‌بینی شده با نقشه واقعی زمینی در سال ۱۴۰۰ گردید و این دو نقشه با یکدیگر مقایسه گردیدند که نتایج آن‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است بر طبق این شکل

جدول ۴- ماتریس خطای نقشه طبقه‌بندی شده مطالعاتی

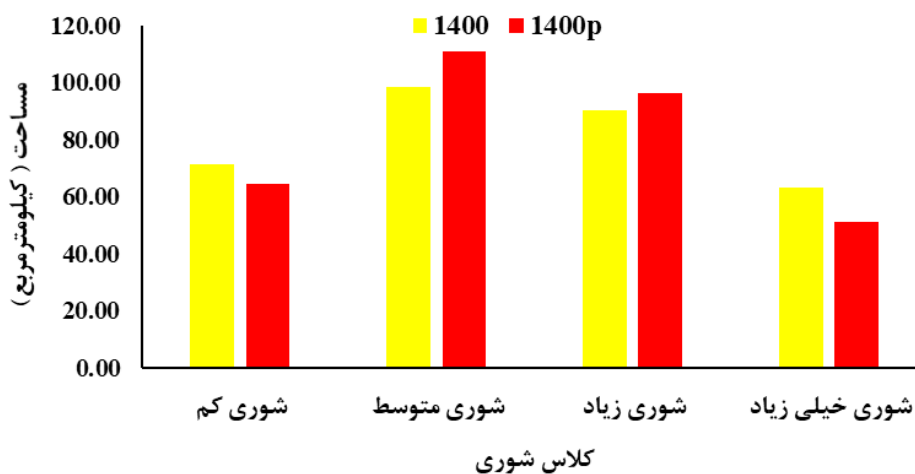
ضرایب/سال	۱۳۸۰	۱۳۹۰	۱۴۰۰
ضریب کاپا	۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۷۶
صحت کلی	۸۷/۳۱	۸۱/۷	۸۴/۵



شکل ۵-ب. نقشه شوری خاک دشت میناب در سال ۱۴۰۰



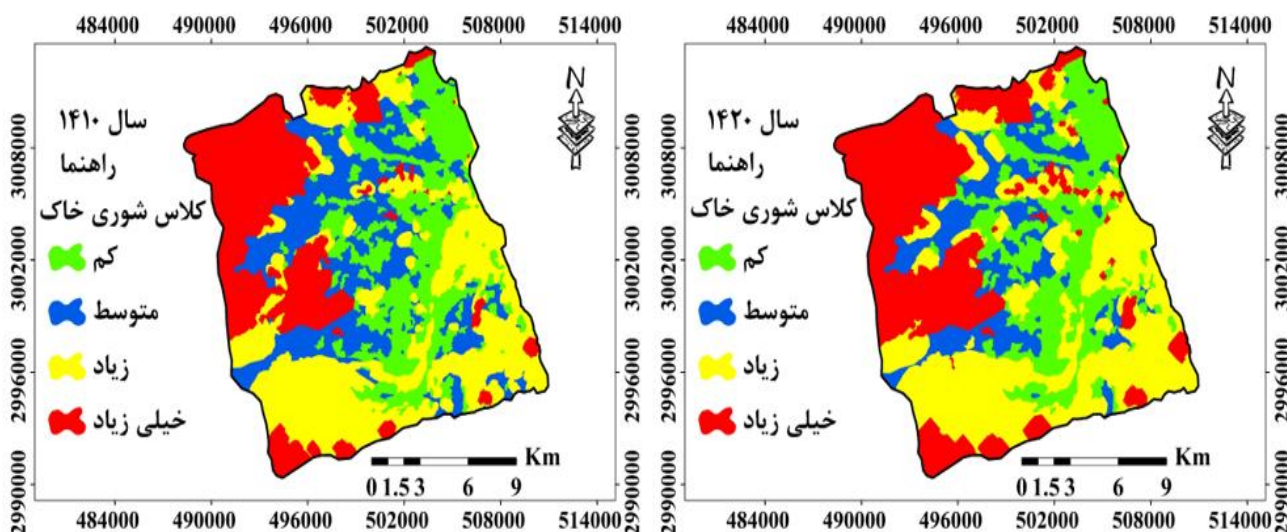
شکل ۵-الف. نقشه پیش‌بینی شوری خاک دشت میناب در سال ۱۴۰۰



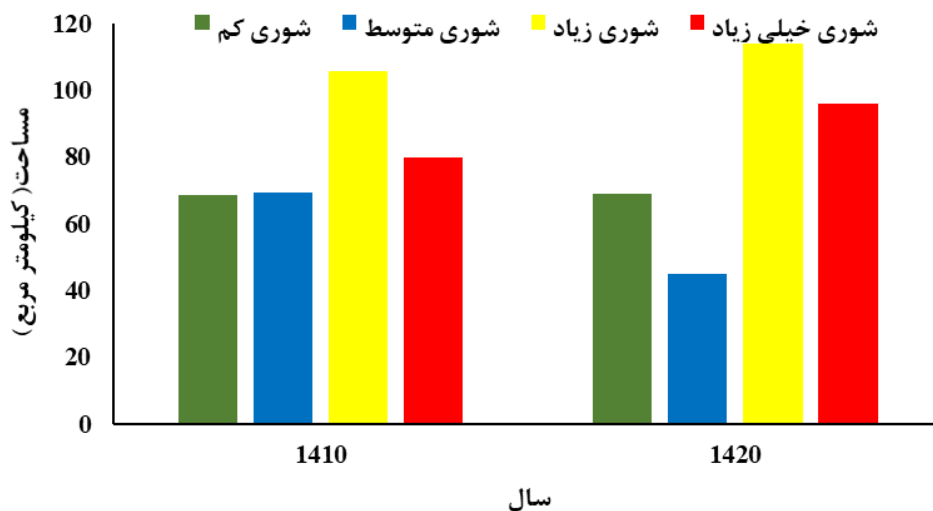
شکل ۶- مساحت کلاس‌های شوری در دشت میناب در سال‌های ۱۴۰۰ برحسب درصد

را نشان می‌دهد. باتوجه‌به این جدول، طبقه شوری متوسط و خیلی زیاد بیش‌ترین درصد تغییرات را در منطقه مورد مطالعه دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در سال ۱۴۱۰ تا ۱۴۲۰ اراضی با شوری زیاد و شوری خیلی زیاد نسبت به سال‌های دیگر، بیش‌ترین افزایش را نشان داده است و بیش‌ترین تغییرات کلاس شوری شامل تبدیل کلاس شوری کم به کلاس شوری خیلی زیاد و زیاد می‌باشد. براین‌اساس، بین سال ۱۴۱۰ تا ۱۴۲۰ بیش‌ترین درصد تغییرات افزایش مربوط به کلاس شوری خیلی زیاد با ۴/۹۸ درصد افزایش و پس از آن، مربوط به کلاس شوری زیاد با ۲/۵۱ درصد می‌باشد. کلاس شوری متوسط در این بازه زمانی ۷/۵۶- درصد کاهش داشته‌اند (جدول، ۵ و شکل، ۸)،

سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ تغییرات کاربری بیست سال آینده؛ یعنی تا سال ۱۴۲۰ پیش‌بینی شد. پیش‌بینی تغییرات سال ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ نشان می‌دهد که کلاس‌های شوری در منطقه مورد مطالعه دچار تغییرات نسبتاً چشم‌گیری شده‌اند. به‌طوری‌که کلاس‌های شوری زیاد و خیلی زیاد، در حال افزایش است، این در حالی است که کلاس شوری متوسط در حال کاهش است (شکل، ۷). همچنین نتایج حاصل از مساحت هر طبقه کلاس‌های شوری در سال‌های ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ در شکل ۸ حاکی از آن بود که طی سال ۱۴۲۰ نسبت به سال ۱۴۱۰ مساحت طبقات شوری متوسط، ۲۴/۴۷ کیلومترمربع کاهش و کلاس شوری کم، زیاد و خیلی زیاد به ترتیب ۰/۲۲، ۸/۱۲ و ۱۶/۱۱ کیلومترمربع افزایش خواهد یافت. جدول ۵، تغییرات شوری خاک در سال‌های ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰



شکل ۷- نقشه شوری خاک دشت میناب در سال‌های ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰



شکل ۸- مساحت پیش‌بینی شده کلاس‌های شوری در دشت میناب در سال‌های ۱۴۱۰ و ۱۴۲۰ برحسب درصد

جدول ۵- نرخ و درصد مساحت تغییرات کلاس‌های شوری خاک دشت میناب بر حسب (کیلومتر مربع و درصد) در سال‌های ۱۴۲۰-۱۴۱۰

شوری خاک/ کلاس	۱۴۱۰		۱۴۲۰		۱۴۱۰-۱۴۲۰	
	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	نرخ تغییرات مساحت (کیلومتر مربع)	درصد تغییرات اراضی شور
شوری کم	۶۸/۵۵	۲۱/۲۰	۶۸/۷۸	۲۱/۲۷	-۰/۲۳	-۰/۳۳
شوری متوسط	۶۹/۳۶	۲۱/۴۵	۴۴/۸۹	۱۳/۸۸	-۲/۴۵	-۳۵/۲۸
زیاد	۱۰۵/۷۴	۳۲/۷۰	۱۱۳/۸۷	۳۵/۲۱	-۰/۸۱	۷/۶۸
خیلی زیاد	۷۹/۶۶	۲۴/۶۳	۹۵/۷۸	۲۹/۶۲	۱/۶۱	۲۰/۲۴
کل	۳۲۳/۳۳	۱۰۰	۳۲۳/۳۳	۱۰۰	.	.

بحث و نتیجه‌گیری

برای تهیه نقشه شوری خاک از تکنیک سنجش‌ازدور استفاده گردید. نتایج نشان داد که بر اساس ضرایب کاپا نقشه‌های تهیه شده از دقت بالایی برخوردار است که با نتایج (Asfaw et al., 2018) در مدل‌سازی شوری خاک با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS در اتیوپی هم‌خوانی دارد که آنها در تحقیق خود بیان نمودند که می‌توان از داده‌های سنجش‌ازدور به طور مؤثری برای مدل‌سازی و تغییرات مکانی شوری خاک در مناطق مختلف استفاده نمود. همچنین نتایج نشان داد که با گذشت زمان بر میزان شوری اراضی افزوده می‌شود که این میزان افزایش در بخش‌های جنوب غرب و غرب دشت بیش‌تر رخ داده است و نقشه پیش‌بینی نیز نشان‌دهنده گسترش شوری در منطقه مورد مطالعه می‌باشد که با نتایج (Ranjbar et al., 2018) در بررسی پایش تغییرات شوری زاهد شهر حاکی از آن بود که در طی دوره ۱۷ ساله مساحت اراضی شور منطقه از ۱۶۰۰ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۶۵۰۰ هکتار در سال ۲۰۱۷ رسیده است، مطابقت دارد. همچنین نتایج مربوط به مساحت طبقات مختلف شوری خاک (برحسب درصد) نشان می‌دهد که کلاس شوری زیاد ۳۵/۲۱ درصد مساحت منطقه و بیش‌ترین مساحت را در منطقه مورد مطالعه در سال ۱۴۲۰ دارا می‌باشد. مساحت اراضی خیلی شور یا با شوری خیلی زیاد از ۱۲/۲۰ درصد در سال ۱۳۸۰ به ۲۹/۶۲ درصد و مساحت اراضی با شوری کم از ۱۴/۱۰ به ۲۱/۲۷ درصد افزایش یافته، درحالی‌که مساحت اراضی با شوری متوسط به ترتیب از ۶۰/۴۷ درصد در سال ۱۳۸۰ به ۱۳/۸۸ درصد در سال ۱۴۲۰ کاهش یافته است که با نتایج (Mombeni et al., 2015)، که روند تغییرات شوری جنوب خوزستان طی ۲۸ سال بیانگر افزایش قابل توجه وسعت زمین‌های شور است، مطابقت دارد. همچنین با نتایج (Hallbian, And Soltaniyan, 2016) در ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات بیابان‌زایی در شرق و جنوب اصفهان که حاکی از آن است که در دوره ۲۰۲۴-۲۰۱۶ اراضی شور و بیابانی جایگزین حدود ۳/۳ درصد از اراضی بایر، حدود ۱ درصد از پوشش گیاهی و کمتر از ۰/۱ درصد

از شهر و تالاب گاوخونی می‌گردد، مطابقت دارد.

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، در سال ۱۴۱۰ تا ۱۴۲۰ درصد اراضی با شوری زیاد و خیلی زیاد نسبت به سال‌های دیگر، بیش‌ترین افزایش را نشان داده است و در معرض شور شدن قرار دارد، لذا اگر تدابیری در جهت جلوگیری از توسعه این روند گرفته نشود، اراضی زراعی با خسارات جبران‌ناپذیری مواجه شده و حل این معضل بسیار سخت و مشکل خواهد بود. از علل اصلی افزایش شوری خاک در منطقه مورد مطالعه، نوع کاربری‌های موجود در منطقه است که کاربری غالب، کاربری اراضی کشاورزی آبی است که به شیوه سنتی آبیاری می‌گردند و زهکشی صورت نمی‌گیرد و این باعث گسترش شوری در منطقه گشته است. که با نتایج (Khosravi et al., 2018) در شهرستان خاتم؛ (Refiei Sharif et al., 2014) در منطقه گلستان و (Abad et al., 2018) در شمال غربی چین که به این نتیجه رسیدند: عدم رعایت اصول صحیح زراعی در اراضی کشاورزی باعث می‌شود خاک حاصلخیزی خود را در درازمدت از دست دهد و باعث تخریب اراضی و در نهایت بیابان‌زایی شود، مطابقت دارد. از سوی دیگر علت افزایش شوری خاک در بخش‌های غربی و جنوبی دشت میناب، این است که در نزدیکی دریا قرار دارد و همچنین خروجی آب منطقه به سمت جنوب است و همچنین سازند و نوع خاک نیز باعث گسترش شوری گردیده است که با نتایج (Eskandari et al., 2021) Damaneh هم‌خوانی دارد. از طرفی دیگر با گسترش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و همچنین حفر چاه‌های غیرمجاز افت آب زیرزمینی صورت می‌گیرد و کیفیت آب نیز به طبع آن با گذشت زمان کاسته می‌شود و بر روند شوری خاک تأثیر به‌سزایی دارد. در حالت کلی یکی از راهکارهای جهت جلوگیری از افزایش شوری خاک، ارائه استراتژی‌هایی جهت زهکشی مناسب اراضی موجود در دشت است. از سوی دیگر با تغییر سیستم آبیاری، می‌توان از مصرف شدید آب در دشت جلوگیری کرد و از شدت کاهش کیفیت آب نیز جلوگیری کرد و در نهایت خاک نیز کم‌تر تأثیر می‌پذیرد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

- Amini, D., Tavakoli, M., and faramarzi, M. (2020). Investigation of the Relationship Between Soil Salinity Trend, Land Use and Climatic Factors Change (Case Study: Shadegan, Khuzestan). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(9), 13-58. (In farsi).
- Arsanjani, J. J., Kainz, W., and Mousivand, A. J. (2011). Tracking dynamic land-use change using spatially explicit Markov Chain based on cellular automata: the case of Tehran. *International Journal of Image and Data Fusion*, 2 (4), 329-345.
- Asfaw, E., Suryabhagavan, K. V., and Argaw, M. (2018). Soil salinity modeling and mapping using remote sensing and GIS: The case of Wonji sugar cane irrigation farm, Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(3), 250-258.
- Asgari, H. R., rashno, A., bairramkomaki, C., boali, A. (2020). Investigation Study of Soil Salinity Mapping using Landsat Data (Case Study: Dashli Borun, Golestan Province). *Degradation and Rehabilitation of Natural Land*. 1 (1), 72-81
- Asghari Sarasekanrood, S., and Asadi, B. (2021). Analysis of land use changes and their effects on the creation of thermal islands in Isfahan City. *The Journal of Geographical Research on Desert Areas*, 8(2), 217-246.
- Asghari Sereskanrood, S., and Ardeshirpey, A.A. (2020). Prediction of Land Use Changes Using CA-Markov: A Case Study of Yasuj City. *Town and Country Planning*, 12(2), 407-430.
- Azareh, A. (2016). Modeling the Climate Change Effects on Underground Water Damage and Land Destruction (Case Study: Ghazvin Plain). Ph.D. Department of Natural Resources, University of Tehran. (In Farsi).
- Eskandari Damaneh, H., Eskandari Damaneh, H., Khosravi, H., and Gholami, H. (2019). Analysis and monitoring of drought using NDVI index (Case study: the west basin of Jaz Murian wetland). *Rangeland*, 13(3), 461-475. (In Farsi).
- Eskandari Damaneh, H., Gholami, H., Khosravi, H., Mahdavi Najafabadi, R., Khorani, A., and Li, G. (2020). Modeling Spatial and Temporal Changes in Land-Uses and Land Cover of the Urmia Lake Basin Applying Cellular Automata and Markov Chain. *Geography and Environmental Sustainability*, 10(2), 57-72.
- Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G., Salajegheh, A., Ghorbani, M., and Khosravi, H. (2018). Assessing the effect of land use changes on groundwater quality and quantity (Case study: west basin of Jazmoryan wetland). *Journal of Range and Watershed Management*, 71(3), 563-578. (In farsi).
- Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G.R., Khosravi, H., Azarnivand, H., and Barati, A.A. (2020). Investigating the Influence of Drought on Trend of Vegetation Changes in Arid and Semiarid Regions, Using Remote Sensing Technique: A Case Study of Hormozgan province), *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 9(28), 13-28. (In Farsi).
- Eskandari, H., Borji, M., Khosravi, H., Nakhaee Nejadfar, S. and Eskandari, H. (2016). Change Detection of Bakhtegan and Tashk Basin during 2001-2013. *International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE)*, 6(2), 67-71.
- Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G.R, Khosravi, H., Azarnivand, H., and Barati, A. (2021). Simulation of future spatial and temporal changes in land uses and cover in arid areas (Case study: Minab plain). *Journal of Range and Desert Research*, 28(3), 520-536.
- Fatemi, S. B., and Rezaei, Y. (2010). Principles of Remote Sensing, Tehran, p, 257. (In Farsi).
- Gashaw, T., Bantider, A., and Mahari, A. (2014). Evaluations of land use/land cover changes and land degradation in Dera District, Ethiopia: GIS and remote sensing based analysis. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 2 (6), 199.
- Gorji, T., Tanik, A., and Sertel, E. (2015). Soil salinity prediction, monitoring and mapping using modern technologies. *Procedia Earth and Planetary Science*, 15, 507-512.
- Hallbian, A., and Soltaniyan, M. (2016). Estimation and prediction of desertification changes in the east and south of Isfahan with CA-Marcov model, *Environmental Spatial Spatial Analysis Journal*, Third Year, 4,71-88. (In Farsi).
- Hassen, E. E., and Assen, M. (2018). Land use/cover dynamics and its drivers in Gelda catchment, Lake Tana watershed, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 6 (1), 4.
- Khosravi, H., Azareh, A., Dameneh, H. E., Sardoi, E. R., and eskandari Dameneh, H. E. (2017). Assessing the effects of the climate change on land cover changes in different time periods. *Arabian Journal of Geosciences*, 10(4), 93.
- Khosravi, H., Eskandari Damaneh, H., Azarnivand, H., and Barati, A. (2020). Simulation and prediction of climatic parameters of temperature and precipitation in arid regions (Case study: Minab Plain, Iran). *Geography*, 66(66), 110-227.
- Khosravi, H., Zahtabian, G.h., Azareh, A., and Eskandari, H. (2018). An Investigation and Comparison of the Effects of Agricultural Activities on Soil Properties (Case Study: Khatam)., *Scientific Journal of Rangeland*, 2 (2), 232-241. (In Farsi).
- Kumar, K. S., Kumari, K. P., and Bhaskar, P. U., (2016). Application of Markov Chain & Cellular Automata based model for prediction of urban



- transitions. In 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), 12(4), 4007-4014.
- Matin Far, H., Sarmedian, F., and Alavi Panah, S.K. (2010). Identification of saline soils of Kashan region based on digital processing of IRS-1D satellite data and field studies, *Journal of Engineering and Watershed Management*, 2 (4), 220-211. (In Farsi).
- Mombeni, M., Arkhi, P., and Arami, S. A. (2015). Changes in Salinity Process Using Remote Sensing and GIS (Case Study: South of Khuzestan), *Journal of the Desertification Ecosystem Engineering*, Fourth Year, 6, 34-27. (In Farsi).
- Mombeni, M., Karamshahi, A., Graii, P., Azadnia, F., and Khosravi, H. (2015). Assessing the actual status of desertification, with emphasis on water, climate and soil criteria using the IMDPA model (Case study: Abbas Plain), 19 (72), 360-334(In Farsi).
- Morshed, M. M., Islam, M. T., and Jamil, R. (2016). Soil salinity detection from satellite image analysis: an integrated approach of salinity indices and field data. *Environmental monitoring and assessment*, 188(2), 1-10.
- Parvian, N. (2015). Assessing and monitoring the status of drought in Khorasan Razavi province using satellite imagery. "First International Conference on Environment and Natural Resources. (In Farsi).
- Rafiee Imam, A., and Zahtabian, G.h. (2006). Investigation of Factors Affecting Land Destruction in Varamin Plain. *Natural Resources of Iran*, 59 (2), 289-298. (In Farsi).
- Ranjbar, R., Olayee, H., Ranjbar, H., and Adhami, A. (2018). Monitoring Soil Salinity Change Using Remote Sensing in Zahed Shahr, Fars Province, Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources, 9 (3), 116-128. (In Farsi).
- Refiei sharifAbad, J., Khosravi, H., and Alamdarlou, E.H. (2014). Assessment the effects of land use changes on soil physicochemical properties in Jafarabad of Golestan province, Iran. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3(3), 296-300.
- Seydehmet, J., Lv, G., Nurmemet, I., Aishan, T., Abliz, A., Sawut, M., and Eziz, M. (2018). Model prediction of secondary soil salinization in the Keriya Oasis, Northwest China. *Sustainability*, 10(3), 656.
- Shayan, S., and Zare, G.h. (2011). Explaining the concept of erosion from the point of view of geomorphology and its comparison with the perspective of natural resources. *Journal of Environmental Erosion Research*, 1 (1), 77-92. (In Farsi).
- Shirovi, M., Sepehr, A., Mosaedi., A., and Proian, N. (2015). Investigation of spatial and temporal changes in salinity in Khorasan Razavi province using digital data, the first international conference on environment and natural resources. (In Farsi).
- Singh, N. and Punia, M. (2018). Geospatial Approach for Land Use/Land Cover Change Prediction: A case study of Bhagirathi Basin, Uttarakhand, INDIA. *cosp*, 42, A3-1.
- Surabuddin Mondal, M., Sharma, N., Kappas, M., and Garg, P. K. (2013). Modeling of spatio-temporal dynamics of land use and land cover in a part of Brahmaputra River basin using Geoinformatic techniques. *Geocarto International*, 28 (7), 632-656.
- Vali Pour, M., Karimian Iqbal, M., Melkoty, M., and Khosgoftar Manesh, A. (2008). The trend of salinity development and agricultural land degradation in Shamsabad region of Qom province, *Journal of Soil and Water Sciences*, 12 (46), 691-683. (In Farsi).
- Yaghobi, S., komaki, C. B., and karimzadeh, H. (2020). Zoning and Studying of the Soil Salinity Trend by using Remote Sensing Data and Land Statistics (Case Study: Segzi Plain, Isfahan). *Degradation and Rehabilitation of Natural Land*, 1 (1), 92-104
- Yahiaoui, I., Douaoui, A., Qiang, Z.H., and Ziane, A. (2015). Soil salinity prediction in the Lower Cheliff plain(Algeria) based on remote sensing and topographic feature analysis. *Journal Arid Land*, 7(6), 794-805.
- Zehtabian, G., khosravi, H., Eskandari Damaneh, H., and Abolhasani, A. (2018). An Iranian Model of Desertification Potential Assessment for Sustainable Regional Development, *Journal of Environmental Erosion Research*, 8 (1), 21-3