

Study of The Relation Between the Status of The Isin Bandar Abbas Plain Aquifer and Land Use Changes

M. Salehi¹, R. Mahdavi Najafabadi^{2*}, M. Rezaei³, A. R. Nafarzadegan⁴, M. Ghorbani⁵

1. Ph.D. student of Desert Management and Control, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran.
3. Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran.
4. Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Iran.
5. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

* Corresponding Author: ra_Mahdavi2000@hormozgan.ac.ir

Received date: 27/02/2023

Accepted date: 13/05/2023

 [10.22034/JDMAL.2023.1990499.1409](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2023.1990499.1409)

Extended Abstract

Introduction

Groundwater is among the most precious natural resources for human health, economic development and environmental diversity. Since the measurement of groundwater parameters and water quality is difficult, costly and far from being available, interpolation techniques are an easy solution. At the same time, there is a strong correlation between groundwater quality and land use in areas with sensitive aquifers. Changes in land use caused by factors such as rapid growth and expansion of urban centers, rapid population growth, and the lack of land, the need for increased production and the evolution of technologies are important concerns. The literature review shows that the quantitative and qualitative decline in groundwater is a global crisis. As a result, the factors affecting the quantitative and qualitative decline in groundwater range from climate factors to socio-economic factors. In the current research, find an answer to the poor condition of the Isin Plain aquifer by looking at the relationship between some hydrological factors and changes in cultivation pattern of the region is the main goal. For this purpose, the water table and EC of groundwater were interpolated using geostatistical methods. Using satellite imagery, the trend of culture pattern changes over time was obtained. Finally, the relation between the factors on the Isin plain was established.

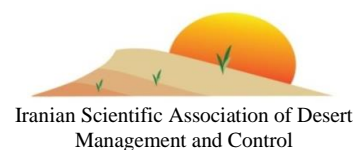
Material and Methods

For this purpose, the quantity and quality of groundwater in eastern and western Isin plains were interpolated using the Kriging and IDW methods, during the four statistical years of 2004, 2011, 2018, and 2021 and the time series of 2004-2021. The RMSE statistic was used to evaluate the performance of the methods. Then, satellite images and ground truth data was used for land use change classes to investigate the land use changes during the cropping season, along with the determination of changes in the quantity and quality of groundwater in the eastern and western Isin plains for the mentioned years. Satellite data including Landsat 5 multi-temporal satellite images in 2004, 2011, and 2018 and Landsat 8 and Sentinel 2 images for February 2021 were obtained from the USGS. Following preparation of the related images using the flash module,



Desert Management

www.isadmc.ir



atmospheric and radiometric corrections were performed. Then, the corrections information was extracted into the text file appended to each image. With field survey, the coordinates of the representative pixels were determined and seven land use classes of gardens, vegetables, bare lands, residential and industrial areas, saline lands, and *Prosopis Cineraria* and *Juliflora species* were determined. The maximum likelihood classification method was used to separate seven main land use classes based on 127 training samples. For the purpose of assessing accuracy, an error matrix was created for the producer's accuracy, the user's accuracy, the overall accuracy, and the kappa coefficient calculation. Finally, to examine the relationship, the land use map and the groundwater and EC interpolation maps were overlapped into the Arc Map software environment.

Results and Discussion

By comparing the interpolation methods of IDW and Kriging with the RMSE validation technique, it was found that the best interpolation method for estimating water table and EC is Kriging, followed by the IDW method. A review of the land use maps of the Eastern and Western Plains of Isin showed the increase and decrease of different land use categories over the years under study. The overall accuracy and Kappa coefficient were over 82% and 0.79, indicating the acceptable accuracy of the classification and maps obtained. The results of overlapping land use maps and spatial changes in ground water indicate that the location of agricultural land, especially gardens in the eastern Isin plain and vegetables in the western Isin plain, is compatible with the areas of having low water table. The results of overlapping the land use map obtained from Landsat 8 data and EC spatial changes showed the highest amount of EC in can be observed in *Prosopis Cineraria* and *Juliflora species* and residential and industrial uses in eastern and western Isin plain. The results obtained from Sentinel2 indicate that the value of EC was significant in the bare lands of eastern Isin and in the saline lands of western Isin. However, the increase in agricultural use, especially for gardens and vegetables, and the pairing with areas with the lowest water table indicates an over-extraction of groundwater for agricultural purposes. On the other hand, the significant extent of bare lands and the upward trend of saline lands, residential and industrial areas, and matching with areas with high EC and the adaptation of maximum EC with *Prosopis Cineraria* and *Juliflora species* uses may be a warning for poor condition of the Isin plain aquifer.

Keywords: Water table; Electrical Conductivity; Landsat; Sentinel2; Maximum likelihood algorithm; Interpolation





بررسی ارتباط وضعیت آبخوان دشت ایسین بندرعباس با تغییرات کاربری اراضی

مهتاب صالحی^۱، رسول مهدوی نجفآبادی^{۲*}، مرضیه رضایی^۳، علیرضا نفرزادگان^۴، مهدی قربانی^۵

۱. دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران.
 ۲. دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران.
 ۳. استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران.
 ۴. استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران.
 ۵. دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
- * نویسنده مسئول: ra_mahdavi2000@hormozgan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۳

doi [10.22034/JDMAL.2023.1990499.1409](https://doi.org/10.22034/JDMAL.2023.1990499.1409)

چکیده

تغییر نوع استفاده از زمین از موضوع‌های اساسی سیاست‌های حفاظت از منابع آبی است. هدف از پژوهش حاضر بررسی ارتباط وضعیت کمی و کیفی آبخوان دشت ایسین با روند تغییرات الگوی کشت طی دوره ۱۳۹۹-۱۳۸۲ است. به منظور بررسی وضعیت آبخوان اقدام به درون‌یابی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی برای شناسایی مناطق با کمینه افت سطح ایستابی و بیشینه هدایت الکتریکی گردید. همگام با درون‌یابی، از الگوریتم طبقه‌بندی بیشینه احتمال نظارت‌شده و داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی لندست ۸-۵ و سنتینل ۲ در سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۹ برای تحلیل رقومی و نمایش نوع استفاده از زمین استفاده شد. نتایج بیانگر هم‌خوانی بیشینه میانگین کاهش سطح ایستابی به مقدار ۱۸/۵۳m - سینتینل ۲، ۱۷/۱۵m - لندست ۸ با موقعیت مکانی کاربری کشاورزی بخصوص باغ‌ها و کاربری زمین‌های شور در دشت ایسین شرقی بود و در دشت ایسین غربی بیشینه میانگین کاهش سطح ایستابی به مقدار ۲۵/۶۷m - سینتینل ۲، ۲۵/۶۲m - لندست ۸ با کاربری سبزیجات انطباق داشت. نتایج برآمده از داده‌های لندست ۸ و تغییرات مکانی هدایت الکتریکی بیانگر این بود که در دشت ایسین شرقی بیشترین میانگین هدایت الکتریکی به مقدار $4610 \mu S/cm$ در کاربری *Prosopis Cineraria and Juliflora* و در دشت ایسین غربی بیشترین میانگین هدایت الکتریکی به مقدار $5151/15 \mu S/cm$ در کاربری نواحی مسکونی و صنعتی وجود داشت. همچنین در داده‌های حاصل از سینتینل ۲ میانگین هدایت الکتریکی در کاربری زمین‌های بایر - ایسین شرقی به مقدار $4475/22 \mu S/cm$ و در کاربری زمین‌های شور - ایسین غربی به مقدار $5155/61 \mu S/cm$ چشمگیر است. بنابراین افزایش وسعت کاربری کشاورزی بخصوص باغ‌ها و سبزیجات و هم‌خوانی با پهنه‌هایی با بیشینه افت سطح ایستابی نشان‌دهنده استخراج بی‌رویه آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی است. از طرفی وسعت قابل توجه زمین‌های بایر و روند افزایشی زمین‌های شور و نواحی مسکونی و صنعتی و هم‌خوانی با پهنه‌هایی با هدایت الکتریکی بالا و انطباق میانگین بیشینه هدایت الکتریکی با کاربری گونه‌های *Prosopis Cineraria and Juliflora* می‌تواند هشدار برای وضعیت نامناسب آبخوان دشت ایسین باشد.

واژگان کلیدی: سطح ایستابی؛ هدایت الکتریکی؛ لندست؛ سنتینل ۲؛ الگوریتم بیشینه احتمال؛ درون‌یابی



■ مقدمه

آب‌های زیرزمینی یکی از ارزش‌ترین منابع طبیعی است که از سلامت انسان، توسعه اقتصادی و تنوع زیست‌محیطی حمایت می‌کند (۹). توسعه مصرف آب در دهه‌های گذشته تأثیرات زیادی بر سامانه‌های هیدرولوژیک در مقیاس حوضه داشته است و تأثیرهای منفی ناشی از آن شامل تخلیه آبخوان، توقف جریان پایه، خشک شدن تالاب‌ها، تخریب بوم‌نظام‌های ساحلی و کیفیت آب، فرونشست زمین و ترک‌های ناشی از آن می‌باشد (۲۲).

تهیه نقشه‌های تراز سطح آب می‌تواند کمک زیادی به تخمین و پیش‌بینی تغییرات آبخوان کند. از آنجایی که اندازه‌گیری تراز آب بسیار دشوار و پرهزینه است، بنابراین از نقشه‌های تراز سطح آب استفاده می‌شود. با استفاده از روش‌های میان‌یابی، نقشه‌های پیوسته و یکپارچه ایجاد شده و مقادیر مجهول پیش‌بینی می‌شوند. فرآیند تخمین مقادیر نقاط فاقد داده با کمک نقاط مجاور و داده‌شده میان‌یابی نامیده می‌شود (۴). این فرآیند به دلیل محدودیت داده‌های نقطه‌ای و لزوم نقشه‌برداری از کل یک منطقه برای تولید نقشه‌های تراز انجام می‌شود. بنابراین، میان‌یابی به عنوان تبدیل داده‌های نقطه‌ای به داده‌های منطقه‌ای تعریف می‌شود (۴). اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب در هر مکان از یک منطقه، دور از دسترس است و تکنیک‌های میان‌یابی، راه‌حلی آماده برای آن ارائه می‌دهند. تأثیر اقدامات بشر بر کیفیت آب زیرزمینی در مناطق حساس هیدرولوژیک بیشتر است. به‌طوریکه همبستگی قوی بین کیفیت آب زیرزمینی و نوع استفاده از زمین در مناطقی که سفره‌های زیرزمینی حساس قرار دارند و نوع استفاده از زمین به سرعت در حال تغییر است، مشاهده می‌شود (۲۰).

برای هزاران سال، از دشت‌ها برای فعالیت‌های کشاورزی استفاده می‌شد که عامل اصلی در تغییر نوع استفاده از زمین بوده است. به تدریج به دلیل رشد جمعیت و افزایش فشار بر اراضی، پوشش گیاهی وحشی سطح آن را افزایش داد به‌طوریکه افزایش فعالیت‌های انسانی توسعه اکولوژیکی را محدود کرد. در واقع هم‌افزایی بین تغییرات اقلیمی و مسائل اجتماعی-اقتصادی منجر به بهره‌برداری بیش از

حد از منابع و تخریب سرزمین شده است (۳). تغییرات نوع استفاده از زمین یک نگرانی مهم به دلیل تغییر در محیط‌زیست جهانی است. رشد و گسترش سریع مراکز شهری، رشد سریع جمعیت، کمبود زمین، نیاز به تولید بیشتر، تکنولوژی‌های در حال تغییر از جمله محرک‌های نوع استفاده از زمین و پوشش اراضی در جهان امروزی است. به‌طوریکه به شرایط و نیروهای محرکه اقتصادی-اجتماعی، سیاسی، فرهنگی، جمعیتی و محیطی پاسخ میدهند که توسط جمعیت‌های انسانی زیاد مشخص می‌شوند. امروزه تغییرات نوع استفاده از زمین به یکی از دغدغه‌های اصلی محققان و تصمیم‌گیرندگان در سراسر جهان تبدیل شده است (۵). محققان از قرن ۱۹ با بررسی‌های سنتی خود شروع به بررسی تغییرات نوع استفاده از زمین نمودند. با گذشت زمان و پیشرفت در فناوری، استفاده از سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاملاً سودمند یافتند، زیرا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشند و در زمان برای ارزیابی تغییرات نوع استفاده از زمین در مقیاس خرد تا کلان با اطلاعات مکانی جغرافیایی صرفه‌جویی می‌کند (۲۱). کمی کردن، نظارت و ارزیابی پویایی مکانی و زمانی تغییرات نوع استفاده از زمین برای درک بهتر بسیاری از فرآیندهای سطح زمین بسیار حیاتی است (۱۲). درک این تغییرات به ما این امکان را می‌دهد تا روندهای کشاورزی، منابع آب شیرین و پوشش جنگلی را تعیین و نظارت کنیم (۱۸).

برای بررسی نوسانات مکانی و زمانی تراز آب زیرزمینی در آبخوان دشت مشگین در استان روش‌های میان‌یابی مانند توابع شعاعی پایه^۱، معکوس فاصله وزنی^۲ و کریجینگ^۳ برای اعتبارسنجی متقاطع مقایسه شد. بررسی نتایج نشان داد، افت سطح ایستابی با استخراج آب از حلقه چاه‌ها در نواحی کشاورزی ارتباط دارد. همچنین کارآمد بودن روش‌های میان‌یابی به خصوصیات ناحیه و داده‌های مورد بررسی بستگی دارد (۱۰). جهت مقایسه دقت روش‌های میان‌یابی از معکوس فاصله وزنی و توابع شعاعی پایه که روش‌های میان‌یابی قطعی و کریجینگ و کریجینگ بیزی تجربی^۴ که از روش‌های میان‌یابی زمین‌آماري هستند از طریق الگوی

³ Kriging⁴ Empirical Bayesian Kriging¹ Radial Basis Function (RBF)² Inverse Distance Weighting (IDW)

بسیاری از کشاورزان ناچار به تبدیل اراضی دیم به واحدهای مسکونی و باغی شدند (۱۵). نوسانات پوشش زمین با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست در دو دوره ۲۰۰۱ و ۲۰۱۰ با استفاده از روش الگوریتم بیشینه احتمال در درهٔ دون غربی- اوتاکنند انجام گردید. نتایج نشان داد در طول یک دهه، به دلیل احداث ساختمان‌های جدید در زمین‌های بایر و در نواحی مجاور بستر رودخانه که قبلاً بخشی از بدنه‌های آبی بوده است، مساحت مناطق مسکونی افزایش پیدا نموده است. همچنین مساحت اراضی کشاورزی به دلیل فشار جمعیت و نرخ بالای تورم به مقدار $88/55 \text{ km}^2$ افزایش چشمگیری پیدا نموده است و حجم آب در این منطقه به مقدار $2/52\%$ کاهش داشت (۱۸). پایش نوسان در الگوهای نوع استفاده از زمین حوزهٔ آبخیز رانی خولا سیکیم هیمالیا برای دوره‌های ۱۹۸۸-۱۹۹۶، ۱۹۹۶-۲۰۰۸ و ۲۰۰۸-۲۰۱۷ با کمک داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست ۵ و سنتینل ۲^۸ و با استفاده از روش طبقه‌بندی بیشینه احتمال صورت گرفت. نتایج نشان داد واحدهای جنگل‌های انبوه، مناطق دست‌ساخت بشر و مناطق آبی به مقدار $16/40\%$ ، 13% و $0/11\%$ افزایش و واحدهای جنگل‌های باز، اراضی کشاورزی و زمین‌های بایر به مقدار $13/98\%$ ، $2/83\%$ و $1/82\%$ کاهش یافته است (۱۳). ارزیابی نوسان پوشش اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست ۷ برای سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ و داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست ۸ برای سال ۲۰۱۵ با استفاده از الگوریتم بیشینه احتمال در منطقه فاتح جنگ-اتوک پاکستان انجام و مشخص شد که مساحت پوشش گیاهی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ حدود $176/19 \text{ km}^2$ کاهش یافت زیرا به سایر انواع پوشش زمین تبدیل شده است و مناطق دست‌ساخت بشر $5/75\%$ افزایش یافته است. دقت کلی و ضریب کاپا برای سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ به ترتیب $0/92$ و $0/77$ و $0/92$ و $0/78$ و $0/90$ و $0/76$ ، $0/92$ و $0/74$ برآورد شد. عواملی مانند

مکانی هدایت الکتریکی^۱ و کل مواد جامد محلول^۲ آب‌های زیرزمینی آبشار ملسو اوپل^۳ در ناحیه آنورادهاپورا^۴ استفاده نمودند. نتایج نشان داد که کریجینگ بیزی تجربی، کمترین مقادیر $RMSE^5$ را برای نوسانات مکانی الکتریکی و کل مواد جامد محلول آب زیرزمینی گزارش نموده است. لذا روش‌های میان‌یابی زمین آماری بهتر از روش‌های میان‌یابی قطعی برای نقشه‌برداری هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی عمل می‌کنند (۹). برآورد سطح آب زیرزمینی دشت نقره در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۰ برای دستیابی به نقشه‌های یکپارچه و پیش‌بینی مقادیر مجهول انجام گردید. لذا از روش‌های میان‌یابی آماری طبقه یک شامل نزدیک‌ترین همسایه، همسایه طبیعی، میانگین متحرک و مثلث با درون‌یابی خطی، روش‌های میان‌یابی قطعی شامل فاصله معکوس تا توان، توابع مبنای شعاعی و چند جمله‌ای محلی و روش میان‌یابی زمین آماری کریجینگ استفاده نمودند. از شاخص‌های R^2 ، $RMSE$ و میانگین خطا مطلق^۶ برای مقایسه روش‌هایی میان‌یابی بهره گرفتند. نتایج نشان داد که سطح آب زیرزمینی به صورت منطقه‌ای متغیر بوده است. همچنین روش‌های میان‌یابی زمین آماری با بیشترین دقت و کمترین خطا و روش‌های میان‌یابی آماری طبقه یک با کمترین دقت و بیشینه خطا به ترتیب به عنوان روش‌های بهینه و نامناسب معرفی شدند (۱۶).

روند تغییرات نوع استفاده از زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست^۷ و الگوریتم بیشینه احتمال برای سه دوره زمانی ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ در ماهیدشت بررسی گردید. نتایج نشان داد طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ بیشینه نوسان مربوط به مناطق کشاورزی دیم به کشاورزی آبی بوده و همچنین وسعت زمین‌های فاقد پوشش و مناطق مسکونی نیز افزایش چشمگیری داشت. یکی از عوامل مؤثر در این مسئله تغییر الگوی کشت محصولات کشاورزی در دشت ماهیدشت بود که به دنبال کاشت محصولات با نیاز آبی بالا در این دشت اقدام به حفر چاه‌های زیاد در این منطقه شد. همچنین به دلیل خشکسالی و کم‌بودن بارندگی

⁵ Root Mean Square Error

⁶ Mean Absolute Error (MAE)

⁷ Landsat

⁸ Sentinel

¹ Electrical Conductivity (EC)

² Total Dissolved Solids (TDS)

³ Malwathu Oya-I

⁴ Anuradhapura

توسعه اقتصادی، تغییرات آب و هوایی و رشد جمعیت نیروهای محرکه اصلی این تغییر بودند (۱۹).

نقشه نوع استفاده از زمین در یک بازه ۳۰ ساله با استفاده از تصاویر سنجنده لندست و سنتینل ۲ در نواحی فیروزآباد و ماهیدشت تهیه گردید. سپس بر اساس اطلاعات ۴۴ چاه پیژومتر در بازه زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۵ مقدار و روند نوسانات سطح ایستابی مشخص گردید. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های رقومی ماهواره‌ای در مناطق فیروزآباد و ماهیدشت بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ نشان‌دهنده افزایش مساحت واحد کشاورزی آبی و کاهش مساحت واحد کشاورزی دیم بود. با توجه به مطالعات به عمل آمده، از دلایل غالب افت سطح آبخوان می‌توان به کم بودن نزولات جوی به خصوص بارش برف و کاهش تغذیه آبخوان و افزایش تعداد چاه‌های عمیق ناحیه و مصرف زیاد آب زیرزمینی به خصوص در سال‌های اخیر اشاره کرد (۷). ارتباط سطح ایستابی با نوع استفاده از زمین در شهرستان ملارد بررسی شد. برای این منظور نقشه نوع استفاده از زمین با روش شیء‌گرا به کمک داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ استخراج گردید. میان‌یابی داده‌های عمق آب زیرزمینی با روش‌های توابع شعاعی پایه، معکوس فاصله وزنی و کریجینگ صورت گرفت. بررسی نتایج نشان داد واحد باغ‌ها کاهش چشمگیری داشت که این موضوع نشان‌دهنده عدم مدیریت و بریدن درخت‌ها، نابودی جنگل‌ها و باغ‌ها و تغییر آن‌ها به مناطق مسکونی و کشاورزی و ... است و بیشترین افت عمق آب در هر دو سال مربوط به کاربری کشاورزی بود. همچنین مدل‌های روش کریجینگ نسبت به دیگر روش‌های میان‌یابی دارای دقت بیشتر بودند (۱). نوسانات آب‌های زیرزمینی دشت کاشان و ارتباط آن با نوع استفاده از زمین بررسی شد. بدین منظور آمار ۲۰ چاه مشاهده‌ای در طی دوره آماری ۱۳۷۳-۱۳۹۲ با روش درون‌یابی کریجینگ مورد بررسی قرار گرفت. با کمک تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و روش تلفیقی، نقشه نوع استفاده از زمین دشت استخراج و سپس با همپوشانی نقشه نوع استفاده از زمین با نوسانات تراز آب زیرزمینی، متوسط تراز در هر کاربری محاسبه شد. در بررسی نقشه نوع استفاده از زمین در کاهش تراز آب زیرزمینی منطقه مشخص شد که بیشترین کاهش مربوط

به کاربری مسکونی است. وجود کارخانه‌ها و صنایع در این کاربری باعث گردید تا با استفاده بیش از حد آنها از منابع آب زیرزمینی سطح آب در این کاربری بیشینه‌افت پیدا نماید (۶). نوسانات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی حوضه دامغان در ارتباط با نوسانات واحد اراضی با استفاده از روش کریجینگ و معکوس فاصله‌وزنی و با کمک داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج نشان داد که به‌طورکلی در طول ۲۷ سال تغییرات نوع استفاده از زمین و به تبع آن تغییرات سطح منابع آب زیرزمینی اتفاق افتاد و عامل آن گسترش فعالیت‌های انسانی بود که موجب تغییرات بسیاری در پوشش زمین و سطح منابع آب زیرزمینی شد و متأسفانه بروز چنین تغییراتی موجب کاهش شدید تراز سطح آب‌های زیرزمینی در حوزه آبخیز دامغان گردید بطوری‌که سالانه ۰/۵۶cm تراز آب زیرزمینی کاهش و در بازه ۲۷ ساله ۱۴/۷m سطح آب زیرزمینی در این حوضه کاهش یافت (۲).

با مرور بررسی‌های صورت گرفته پیرامون موضوع آب زیرزمینی و ارتباط آن با تغییرات نوع استفاده از زمین می‌توان دریافت که افت کمی و کیفی آب زیرزمینی بحرانی جهانی است. به‌طوریکه عوامل مؤثر بر افت کمی و کیفی آب زیرزمینی از عوامل اقلیمی تا عوامل اقتصادی-اجتماعی متنوع است. مجموعه‌ای از این عوامل منجر به حفر چاه فاقد پروانه، مصرف بیش از اندازه آب زیرزمینی، تغییر الگوی کشت محصولات کشاورزی و افزایش تبدیل واحدهای اراضی برای پاسخ‌گویی به نیازهای بشر شده است.

نظر به اهمیت دشت ایسین در جهت تامین آب کشاورزی و اینکه از گذشته به منظور تامین بخشی از نیاز آب شرب شهرستان بندرعباس و شهرک‌های طول مسیر مورد استفاده بوده، با توجه به روند افت سطح آب و بالا رفتن میزان هدایت الکتریکی آب منطقه، ممنوعیت دشت ایسین از سال ۱۳۹۶ به مدت پنج سال تمدید گردید (۱۱). لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی ارتباط وضعیت کمی و کیفی آبخوان دشت ایسین با روند تغییرات الگوی کشت طی دوره ۱۳۸۲-۱۳۹۹ به‌منظور شناخت هر چه بهتر وضعیت منابع آبی دشت ایسین بود.

منطقه مورد بررسی

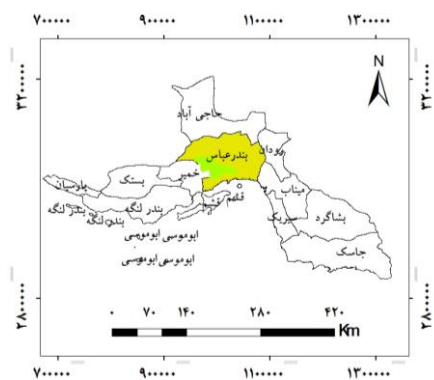
که برای مصرف کشاورزی استفاده می‌شوند و دشت ایسین غربی فاقد قنات است. عمده محصولات آن که در دشت ایسین وجود دارد شامل *Citrus Limon*، *Phoenix Actylifera*، سبزیجات و صیفی جات به خصوص *Solanum Melongena* و *Solanum Lycopersicum* می‌باشد و به‌طور موردی در سال‌های اخیر *Zea Mays*، *Medicago Sativa*، *Nicotiana Rustica* و *Hordeum Vulgare* کشت می‌شود. این منطقه فاقد رودخانه دائمی است و فقط دو رودخانه فصلی به نام‌های شور و کل جریان دارد (شکل ۱).

داده‌های مورد استفاده

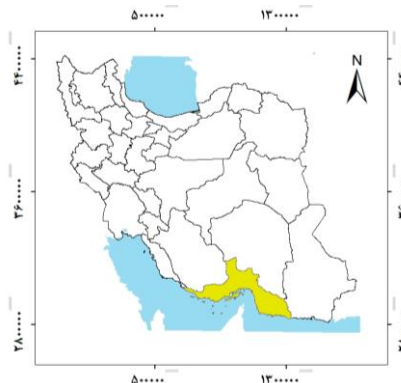
داده‌های زمینی

به‌منظور تعیین روند تغییرات کیفیت و کمیت آب زیرزمینی در دشت ایسین شرقی و غربی در طول چهار سال آماری، اطلاعات کمی ۱۹ و ۲۰ چاه پیزومتری و مشاهده‌ای در سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۹، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۹ به‌دلیل مطابقت با سال‌های آماربرداری سراسری و سری زمانی ۹۹-۱۳۸۲ مورد استفاده قرار گرفت.

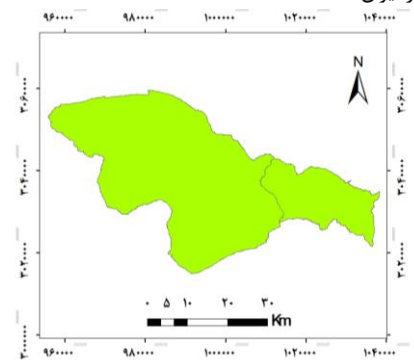
جلگه ایسین به وسعت 230 km^2 در 20 km شمال بندرعباس و در $27^\circ 14'$ تا $27^\circ 26'$ عرض شمالی و $56^\circ 1'$ تا $56^\circ 21'$ طول شرقی واقع شده و ارتفاع آن بین 120 m (در دامنه کوه گنو) تا 60 m (در خط‌القعر دشت) از سطح دریا متغیر می‌باشد. مساحت آبخوان ایسین $101/48 \text{ km}^2$ می‌باشد که با توجه به شبکه آبراهه‌ها، دشت به دو حوضه آبریز ایسین شرقی و ایسین غربی تقسیم می‌شود. میانگین درازمدت بارندگی در بازه زمانی ۹۹-۱۳۷۳ در این منطقه $182/211 \text{ mm}$ است که سیلاب‌های حاصله تأثیری ناچیزی در تغذیه آبخوان دارند (نگارندگان). در مجموع 642 حلقه چاه در دشت ایسین وجود دارد که 309 حلقه چاه فعال، 292 حلقه چاه غیرفعال و 41 حلقه چاه متروکه می‌باشد. از این تعداد 275 حلقه چاه دارای پروانه بهره‌برداری است. کل حجم تخلیه آب از چاه‌های بهره‌برداری مطابق با آماربرداری سال $12/2944 \text{ MCM}$ در منطقه ایسین شرقی و غربی، در سال بوده است (نگارندگان). همچنین در دشت ایسین شرقی سه رشته قنات با حجم تخلیه $0/3831 \text{ MCM}$ وجود دارد



ب) موقعیت شهرستان بندرعباس در استان هرمزگان



الف) موقعیت استان هرمزگان در کشور ایران



ج) دشت ایسین

شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

بدین منظور اقدام به میان‌یابی کیفیت و کمیت آب‌زیرزمینی بر اساس روش‌های میان‌یابی زمین‌آماري و قطعی در محیط نرم‌افزار ArcMap جهت شناسایی مناطق با کمینه افت تراز آب زیرزمینی و بیشینه هدایت الکتریکی شد. در ابتدا سه روش میان‌یابی شامل روش معکوس فاصله وزنی، کریجینگ و کوکریجینگ برای تعیین وضعیت کیفی و کمی آب زیرزمینی دشت ایسین مورد استفاده قرار گرفت. سپس آماره RMSE برای ارزیابی عملکرد روش‌ها محاسبه شد.

تصاویر ماهواره‌ای

برای بررسی تغییرات نوع استفاده از زمین در فصل کشت همگام با تعیین روند تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در دشت ایسین شرقی و غربی از دو نوع داده تصاویر ماهواره‌ای و واقعیت زمینی برای طبقه‌های تغییر کاربری اراضی استفاده گردید. بدین منظور داده‌های ماهواره‌ای که شامل تصاویر ماهواره‌ای چند زمانی لندست ۵ در سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۹، ۱۳۹۶ و تصاویر لندست ۸ و سنتینل ۲ در سال ۱۳۹۹ برای ماه فوریه از سایت USGS به دست آمد. بطوریکه برای بررسی دقیق و برآورد بهتر نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۹۹ علاوه بر داده‌های لندست ۸ از تصاویر سنتینل ۲ مربوط به آن تاریخ استفاده شد (جدول ۱).

پس از تهیه تصاویر مربوطه به کمک نرم‌افزارهای ENVI5 و ARCGIS 10.8.3 و استفاده از الحاقیة تصحیحات اتمسفری و رادیومتریکی انجام و اطلاعات مربوطه به اصلاحات در فایل متنی که بر هر تصویر ضمیمه شده است، استخراج شد. با بازدیدهای میدانی مختصات پیکسل‌های معرف تعیین و هفت طبقه کاربری اراضی باغ‌ها، سبزیجات، زمین‌های بایر، مناطق مسکونی و صنعتی، زمین‌های شور و گونه‌های

برای تفکیک پوشش‌های مختلف از یکدیگر استفاده شد. داده‌های واقعیت زمینی در قالب نقاط مرجع جمع‌آوری شده با استفاده از GPS^۲ و همچنین استفاده از گوگل ارث و بازدید میدانی دقیق همراه با مختصات مورد صحت‌سنجی قرار گرفت و مجدد درهم‌آمیختگی دو نوع کاربری با بازدید میدانی اصلاح و تحلیل طبقه‌بندی بیشینه احتمال یکبار دیگر انجام شد و مقدار ضریب کاپا و دقت کلی افزایش یافت.

ارزیابی دقت بخش ضروری و حیاتی مطالعه طبقه‌بندی تصاویر و در نتیجه تشخیص تغییرات کاربری اراضی به منظور درک و تخمین دقیق تغییرات است که مقدار تطابق بین آنچه روی زمین است و نتایج طبقه‌بندی را نشان می‌دهد (۱۴). در پژوهش حاضر، ارزیابی دقت برای داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ و سنتینل ۲ انجام گردید. بدین منظور برای بررسی مقدار صحت، بین کاربری‌های تولید شده و واقعیت زمینی ماتریس خطا ایجاد گردید و در این ماتریس دقت تهیه‌کننده، دقت کاربر، دقت کلی و ضریب کاپا محاسبه شد (۸). در پایان نقشه نوع استفاده از اراضی و نقشه میان‌یابی سطح تراز آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی در محیط نرم‌افزاری ARC Map10.5 تلفیق و رویهم‌گذاری شد.

جدول ۱. مشخصه‌های مربوط به داده‌های رقومی ماهواره‌ای استفاده شده

سال شمسی	تاریخ میلادی	ماهواره	سنجنده	گذر/ ردیف	قدرت تفکیک مکانی (متر)
۱۳۸۲/۱۱/۰۵	۲۰۰۴/۰۱/۲۵	Landsat 5	TM	۴۱/۱۶۰	۳۰
۱۳۸۹/۱۰/۱۲	۲۰۱۱/۰۱/۰۲	Landsat 5	TM	۴۱/۱۶۰	۳۰
۱۳۹۶/۱۰/۲۳	۲۰۱۸/۰۱/۱۳	Landsat 5	TM	۴۱/۱۶۰	۳۰
۱۳۹۹/۱۱/۰۵	۲۰۲۱/۰۱/۲۴	Sentinel 2	L1C	-	۱۰، ۲۰
۱۳۹۹/۱۰/۲۷	۲۰۲۱/۰۱/۱۶	Landsat 8	OLI	۴۱/۱۶۰	۳۰

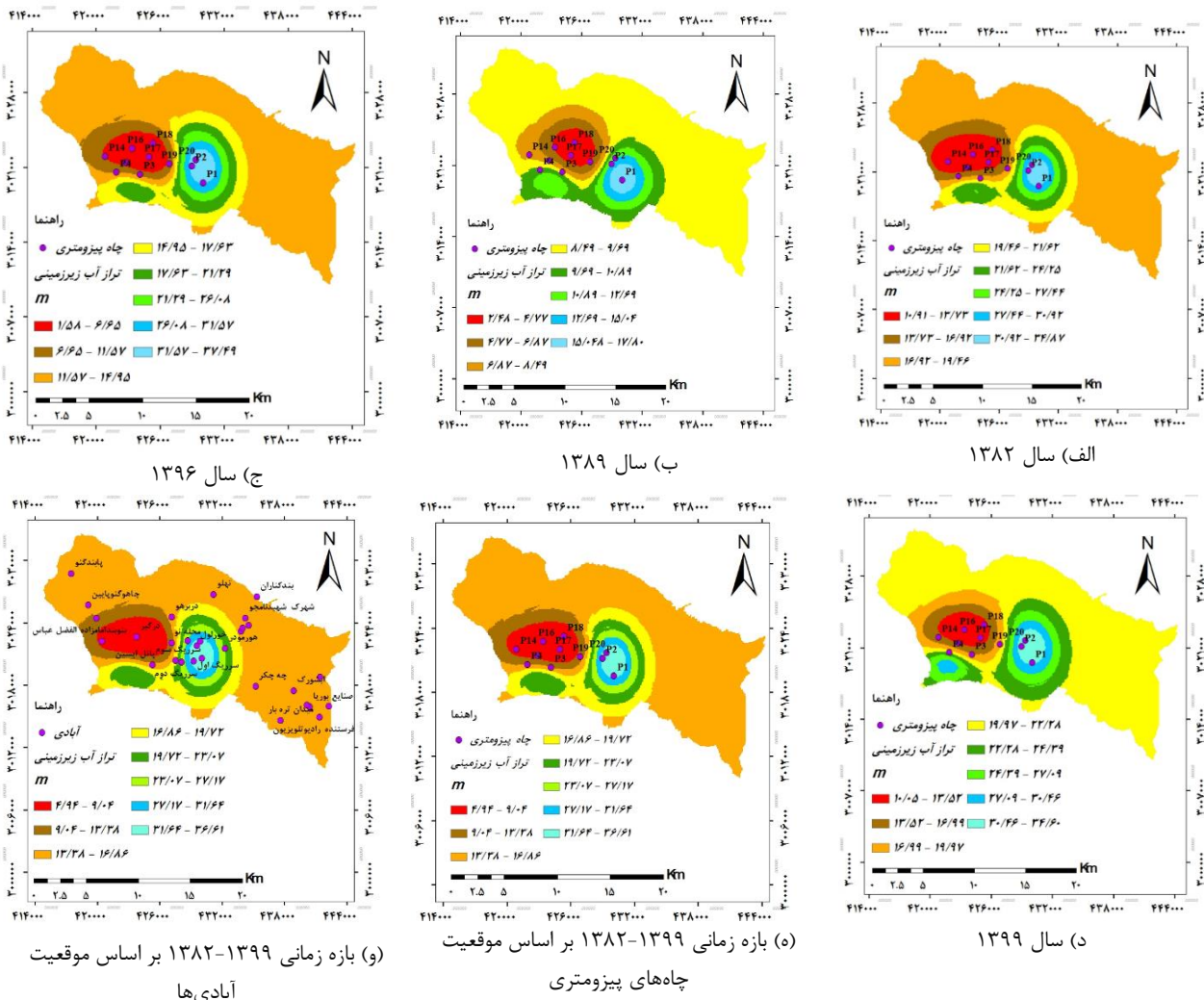
² Global Positioning System

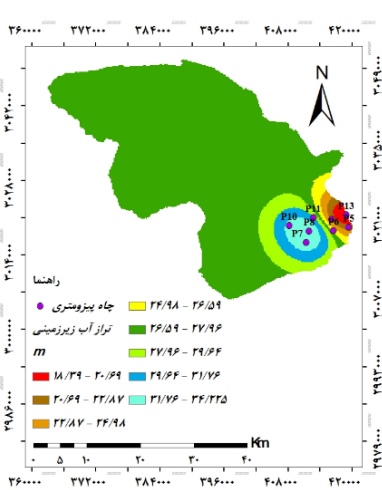
¹ Maximum Likelihood Algorithm

نتایج

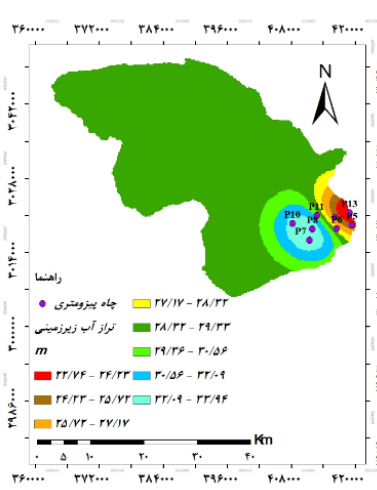
مشخص بود، در دشت ایسین شرقی تراز آب زیرزمینی در نواحی غرب، جنوب غرب و تا حدودی شمال غرب در اطراف پیژومترهای $P_3, P_4, P_{14}, P_{15}, P_{16}, P_{17}, P_{18}, P_{19}$ بیشترین افت به مقدار $۱۳/۳۸-۴/۹۴$ را داشت (شکل ۲-۵) که در حوالی آبادی‌های درگیر، بنوبند، محله نو و امامزاده ابوالفضل‌العباس بود (شکل ۲-۵). به‌طوریکه در پیژومتر شماره ۱۷ تراز آب زیرزمینی منفی شده بود که دلیل آن می‌تواند تراکم چاه‌های کشاورزی باشد (شکل ۳-الف). کمترین افت تراز در دشت ایسین شرقی در قسمت‌های مرکزی دشت و تا حدودی نواحی جنوب‌غربی دشت اطراف پیژومترهای P_1, P_2, P_{20} بود (شکل ۲-۵). در دشت ایسین غربی بیشینه افت سطح ایستابی به مقدار $۲۲/۴۴$ m - $۱۷/۷۷$ در نواحی جنوب‌شرقی اطراف پیژومترهای P_5, P_{13} و P_{14} بود (شکل ۳-و) که در حوالی روستاهای بنوبند پاتل و قدمگاه امام رضا قرار داشت (شکل ۳-ز).

برای بررسی تغییرات مکانی تراز سطح ایستابی و هدایت الکتریکی آب زیرزمینی، روش‌های معکوس فاصله وزنی، کریجینگ و کوکریجینگ به کار رفت و برای تولید نقشه‌های پهنه‌بندی تراز سطح ایستابی و هدایت الکتریکی از روش کریجینگ با توجه به مقدار RMSE کمتر استفاده گردید. البته برای پهنه‌بندی هدایت الکتریکی سری زمانی $۱۳۸۲-۹۹$ از روش معکوس فاصله وزنی بهره گرفته شد. لازم به ذکر است الگوریتم درون‌یابی کوکریجینگ به دلیل عدم انطباق مکانی، در خروجی‌ها مورد استفاده قرار نگرفت. نقشه‌های پهنه‌بندی تراز سطح ایستابی در سال‌های $۱۳۸۲, ۱۳۹۶, ۱۳۹۹$ و سری زمانی $۱۳۸۲-۹۹$ دشت ایسین شرقی و غربی در شکل‌های (۲ و ۳) نشان داده شده است. همانطور که در نقشه‌های تخمین تراز آب زیرزمینی

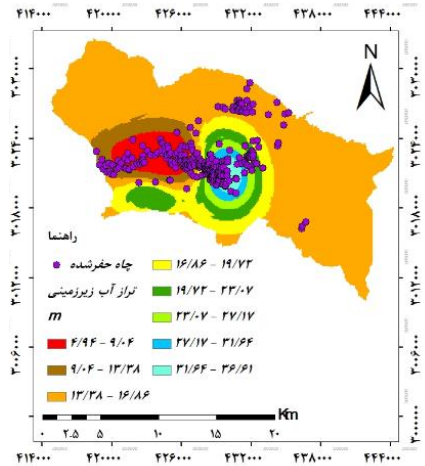




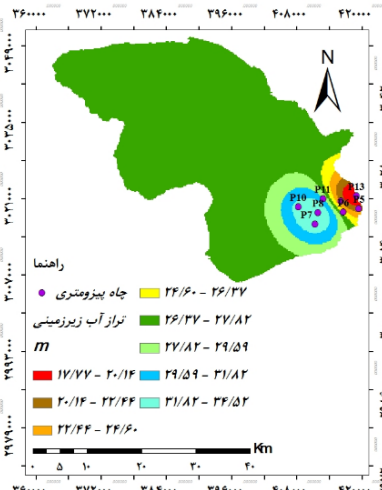
ج) دشت ایسین غربی سال ۱۳۸۹



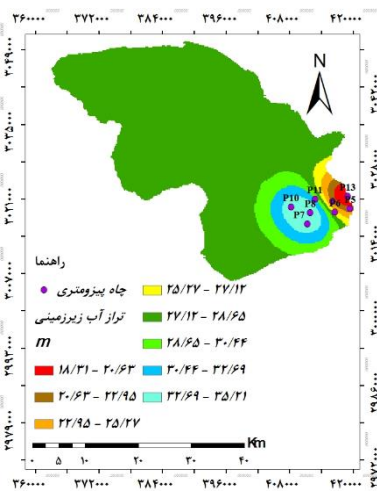
ب) دشت ایسین غربی سال ۱۳۸۲



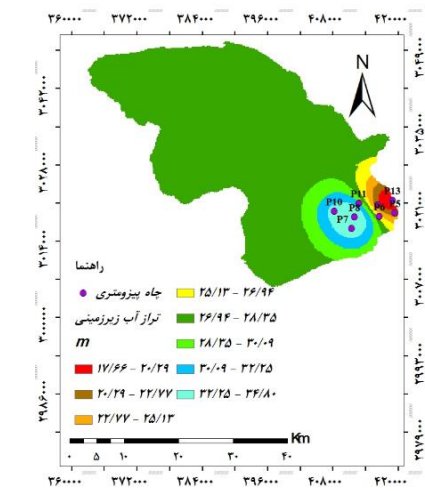
الف) دشت ایسین شرقی بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ بر اساس موقعیت چاه‌های حفر شده



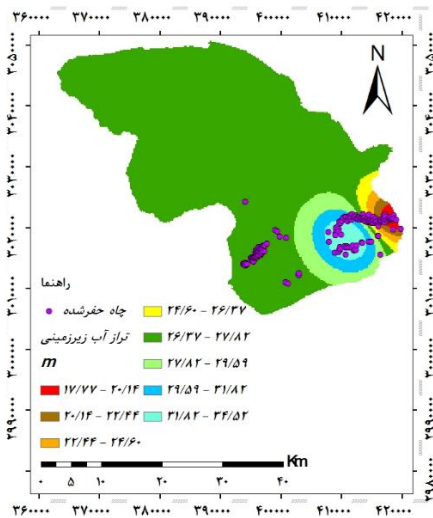
و) دشت ایسین غربی بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ بر اساس موقعیت چاه‌های پیزومتري



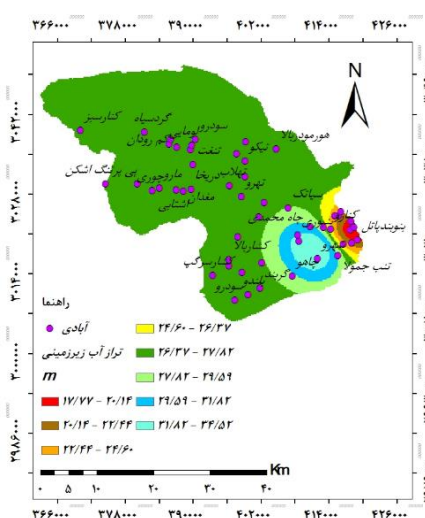
ه) دشت ایسین غربی سال ۱۳۹۹



د) دشت ایسین غربی سال ۱۳۹۶



ج) دشت ایسین غربی بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ بر اساس موقعیت چاه‌های حفر شده

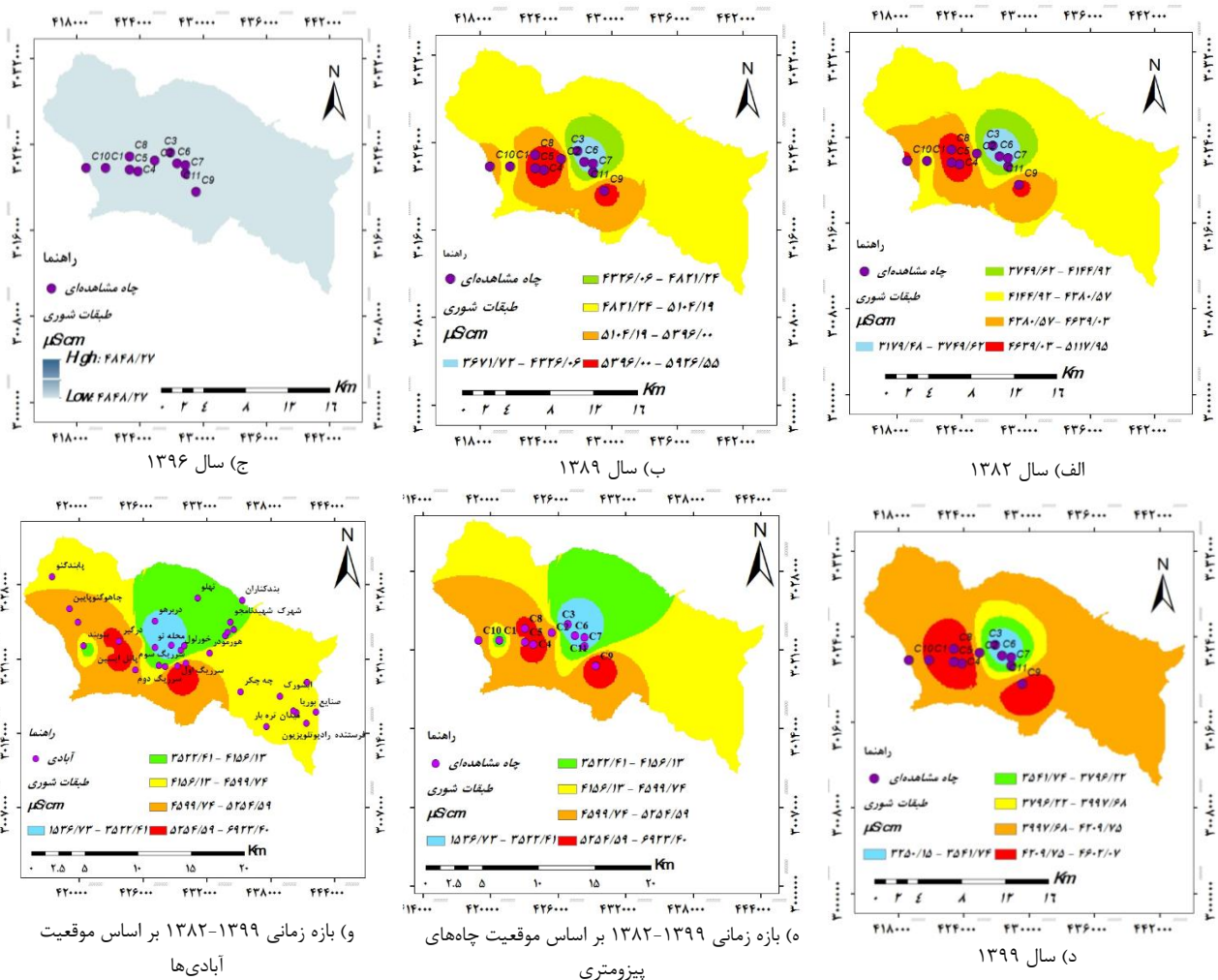


ز) دشت ایسین غربی بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ بر اساس موقعیت آبدی‌ها

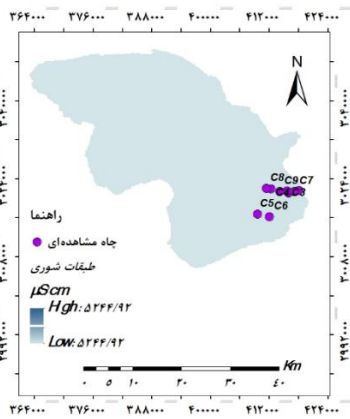
شکل ۳. توزیع مکانی متغیر تراز آب زیرزمینی در سال‌های مختلف در دشت ایسین

(شکل ۵-ز). در دشت ایسین شرقی و غربی مقدار شوری از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ افزایش یافت. علاوه بر این دامنه تغییرات طبقه‌بندی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی دشت ایسین غربی نسبت به دشت ایسین شرقی بیشتر بود با انطباق چاه‌های کشاورزی فعال موجود در دشت ایسین غربی بر روی نقشه پهنه‌بندی هدایت الکتریکی (شکل ۵-ح) مشاهده شد که موقعیت چاه‌های عمیق‌تر در مناطق با هدایت الکتریکی زیاد و بسیار زیاد برابر با $6697/88 \mu S/cm$ - $5350/83$ منطبق بود. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، آبخوان دشت ایسین و اراضی که از آبخوان مشروب می‌شوند مدنظر می‌باشد؛ منطقه مورد مطالعه به هفت طبقه کاربری *Prosopis*، *Cineraria and Juliflora*، زمین‌های شور، زمین‌های بایر و نواحی مسکونی و صنعتی طبقه‌بندی شد.

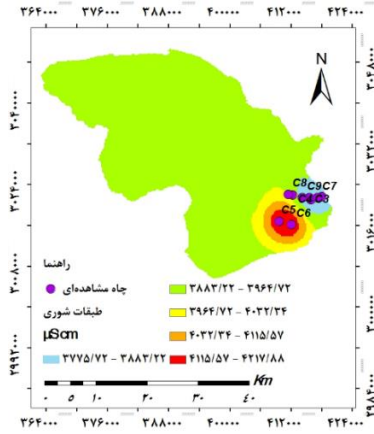
محدوده دشت ایسین بر اساس مقدار هدایت الکتریکی ثبت‌شده برای هر چاه مشاهده‌ای، با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ در سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۹، ۱۳۹۶، ۱۳۹۹ و روش درون‌یابی معکوس فاصله وزنی برای سری زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ پهنه‌بندی گردید (شکل‌های ۴ و ۵) که انتخاب روش درون‌یابی براساس کمترین مقدار RMSE بود. پایش دوره‌های نقشه‌های پهنه‌بندی شده، نشان داد در دشت ایسین شرقی در قسمت‌های جنوب، جنوب‌غرب و غرب بیشینه مقدار هدایت الکتریکی برابر با $6923/40 \mu S/cm$ - $4599/74$ اطراف پیزومترهای C₉، C₄، C₅ و C₈ وجود داشت (شکل ۴-ه) که در حوالی آبادی‌های بنوبند، درگیر و سرریگ اول بود (شکل ۴-و). در دشت ایسین غربی بیشترین مقدار هدایت الکتریکی برابر با $6697/88 \mu S/cm$ - $5350/83$ در قسمت جنوب‌شرقی اطراف پیزومترهای C₆ و C₅ بود (شکل ۵-و) که در حوالی آبادی شهر و قرار داشت



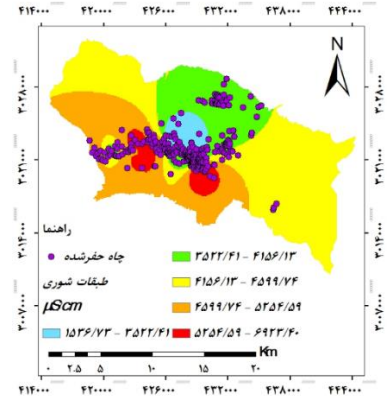
شکل ۴. توزیع مکانی متغیر EC دشت ایسین شرقی در سال‌های مختلف



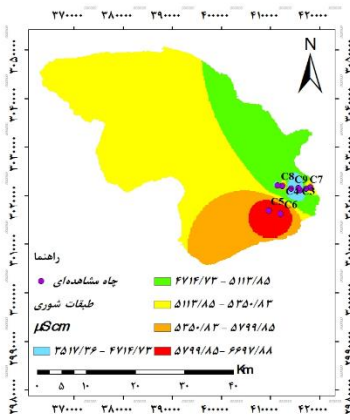
ج) ایسین غربی سال ۱۳۸۹



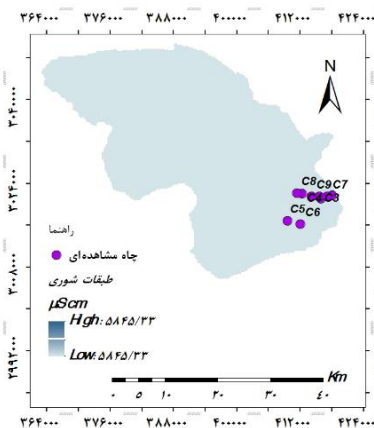
ب) ایسین غربی سال ۱۳۸۲



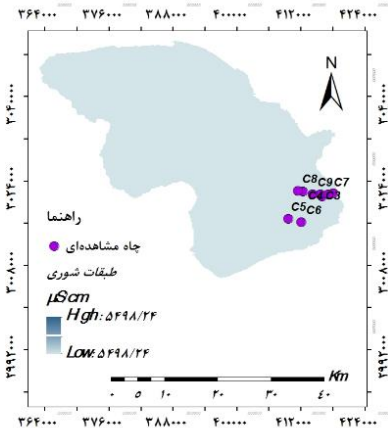
الف) ایسین شرقی در بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ بر اساس موقعیت چاه‌های حفر شده



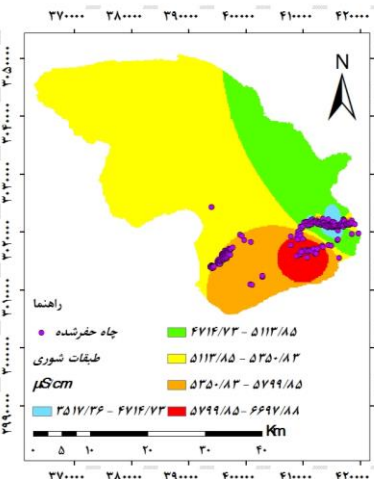
و) ایسین غربی در بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ بر اساس موقعیت چاه‌های پیژومتری



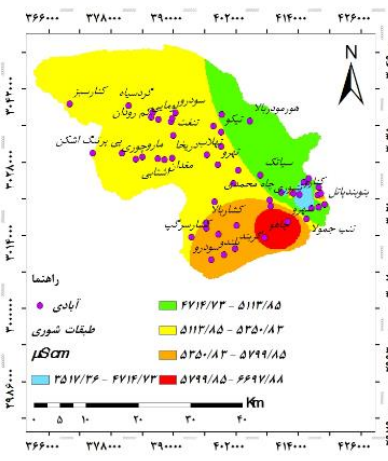
ه) ایسین غربی سال ۱۳۹۹



د) ایسین غربی سال ۱۳۹۶



ح) ایسین غربی در بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ بر اساس موقعیت چاه‌های حفر شده



ز) ایسین غربی در بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۹ بر اساس موقعیت آبادی‌ها

شکل ۵. توزیع مکانی پارامتر EC آب زیرزمینی در سال‌های مختلف در دشت ایسین

و ۰/۷۹ بود (جدول ۲ و ۳). به‌طوریکه مقدار ضریب کاپا ۰/۶۱-۰/۸ بیانگر صحت قابل قبول و خوب طبقه‌بندی و نقشه‌های به دست آمده است. همچنین اگر ضریب کاپا بین

نتایج به دست آمده نشان داد ضریب کاپا برای سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ به ترتیب ۰/۸۶، ۰/۸۹، ۰/۸۹ و برای سال ۱۳۹۹-لندست ۸ و ۱۳۹۹-سنتینل ۲ برابر با ۰/۹۰

تا ۱۳۸۹ کاهش و در سال‌های بعد افزایش مساحت داشت. کمترین مساحت حاصل از داده‌های ماهواره‌ای سنتینل ۲ مربوط به کاربری سبزیجات با مساحت $6/64 \text{ km}^2$ بود. مساحت کاربری سبزیجات و باغ‌ها از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ افزایش و در سال ۱۳۹۹ کاهش داشت. مساحت کاربری‌های صیفی‌جات، زمین‌های شور و نواحی مسکونی و صنعتی از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۹ افزایش داشت (جدول ۴ و شکل ۷-الف و ب).

وسعت کاربری‌های باغ‌ها، صیفی‌جات، سبزیجات، نواحی مسکونی و صنعتی و زمین‌های شور از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ به ترتیب به مقدار $2/07\%$ ، $1/11\%$ ، $0/95\%$ ، $0/89\%$ و $0/53\%$ افزایش و وسعت کاربری‌های زمین‌های بایر و گونه *Prosopis Cineraria and Juliflora* به مقدار $4/93\%$ و $0/62\%$ کاهش را نشان داد.

۰/۸۱-۰/۹۹ نشان‌دهنده این است که صحت طبقه‌بندی تقریباً کامل است (۱۵). طبقه‌بندی نوع استفاده از زمین برای سال‌های ذکر شده در شکل (۶) آورده شد.

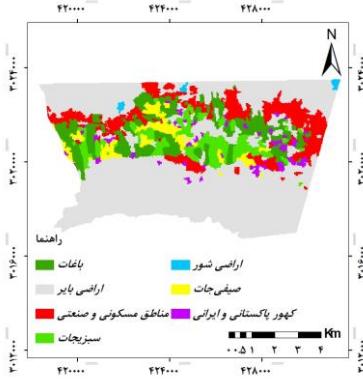
بیشترین وسعت اراضی در سال ۱۳۸۲، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ مربوط به اراضی بایر به ترتیب با مساحت $120/18 \text{ km}^2$ ، $111/47 \text{ km}^2$ و $96/5 \text{ km}^2$ بود. همچنین در سال ۱۳۹۹ بیشترین وسعت اراضی حاصل از داده‌های ماهواره‌ای سنتینل ۲ و لندست ۸ مربوط به اراضی بایر به مقدار $87/05 \text{ km}^2$ و $90/07 \text{ km}^2$ بود. به‌طوریکه روند تغییرات اراضی بایر از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۹ کاهش بود. کمترین مساحت از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۹ حاصل از داده‌های ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ متعلق به گونه *Prosopis Cineraria and Juliflora* به ترتیب با مساحت $5/34 \text{ km}^2$ و $4/24 \text{ km}^2$ ، $5/28 \text{ km}^2$ و $5/7 \text{ km}^2$ بود که از سال ۱۳۸۲

جدول ۲. ارزیابی دقت طبقه‌های کاربری سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ دشت ایسین

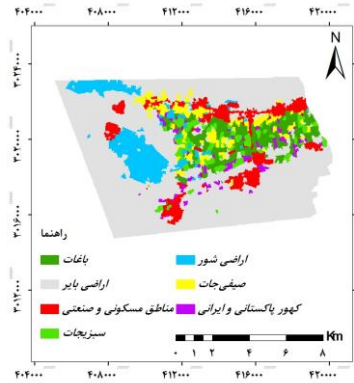
سال		۱۳۸۲		۱۳۸۹		۱۳۹۶	
طبقه کاربری	دقت تهیه‌کننده	دقت کاربر	دقت تهیه‌کننده	دقت کاربر	دقت تهیه‌کننده	دقت کاربر	دقت کاربر
باغات	۰/۸۸۲۳	۰/۸۳۳۳	۰/۹۰۴۷	۰/۹۰۴۷	۰/۹۰۹۰	۰/۹۰۹۰	۰/۹۰۹۰
سبزیجات	۰/۸۹۴۷	۰/۸۹۴۷	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۱۳۰	۰/۹۱۳۰	۰/۹۱۳۰
صیفی‌جات	۰/۹۰۴۷	۰/۹۰۴۷	۰/۹۰۹۰	۰/۹۰۹۰	۰/۸۶۳۶	۰/۸۶۳۶	۰/۹۰۴۷
کهور ایرانی و پاکستانی	۰/۹۱۶۶	۰/۹۱۳۰	۰/۹۵۴۵	۰/۹۵۴۵	۰/۹۰۹۰	۰/۹۰۹۰	۰/۹۰۴۷
اراضی شور	۰/۹۴۱۱	۰/۸۸۸۸	۰/۹۴۷۳	۰/۹۴۷۳	۰/۹۵۲۳	۰/۹۵۲۳	۰/۹۰۹۰
اراضی بایر	۰/۹۵۲۳	۰/۹۰۹۰	۰/۹۵	۰/۹۵	۱	۰/۹۴۷۳	۰/۹۴۷۳
مناطق صنعتی و مسکونی	۰/۸۶۹۵	۰/۸۵۷۱	۰/۸۶۹۵	۰/۸۶۹۵	۰/۹۱۳۰	۰/۸۶۹۵	۰/۸۶۹۵
دقت کلی	۰/۸۸۷۳		۰/۹۱۱۶		۰/۹۰۷۲		۰/۹۰۷۲
ضریب کاپا	۰/۸۶۸۳		۰/۸۹۶۸		۰/۸۹۱۸		۰/۸۹۱۸

جدول ۳. ارزیابی دقت طبقه‌های کاربری سال ۱۳۹۹

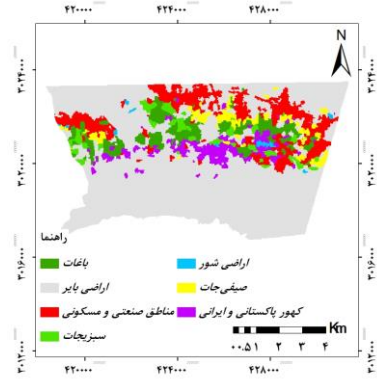
ماهواره		Landsat 8		Sentinel 2	
طبقه کاربری	دقت تهیه‌کننده	دقت کاربر	دقت تهیه‌کننده	دقت کاربر	دقت تهیه‌کننده
باغات	۰/۹۳۷۵	۰/۸۸۲۳	۰/۸۴۲۱	۰/۹۴۱۱	۰/۹۴۱۱
سبزیجات	۰/۹	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۸
صیفی‌جات	۰/۹۳۷۵	۰/۹۳۷۵	۰/۹۲۳۰	۰/۷۵	۰/۷۵
کهور ایرانی و پاکستانی	۰/۹۳۳۳	۰/۹۳۳۳	۰/۹۰۹۰	۰/۶۶۶۶	۰/۶۶۶۶
اراضی شور	۰/۹۶۵۵	۱	۰/۹	۰/۹۶۴۲	۰/۹۶۴۲
اراضی بایر	۱	۰/۹۳۷۵	۰/۸۱۲۵	۰/۸۱۲۵	۰/۸۱۲۵
مناطق صنعتی و مسکونی	۰/۷۵	۰/۸	۰/۶۱۱۱	۰/۷۳۳۳	۰/۷۳۳۳
دقت کلی	۰/۹۲۱۲۶		۰/۸۲۶۷۷۲		۰/۸۲۶۷۷۲
ضریب کاپا	۰/۹۰۷۲		۰/۷۹۵۶		۰/۷۹۵۶



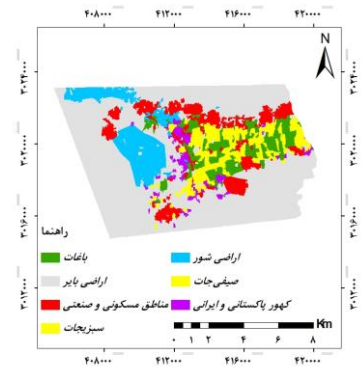
ج) ایسین شرقی سال ۱۳۸۹



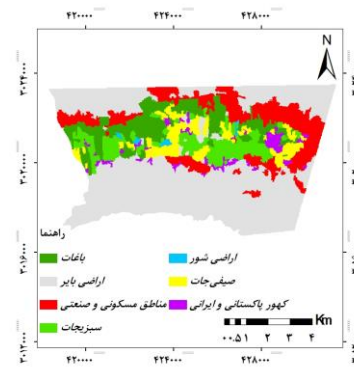
ب) ایسین غربی سال ۱۳۸۲



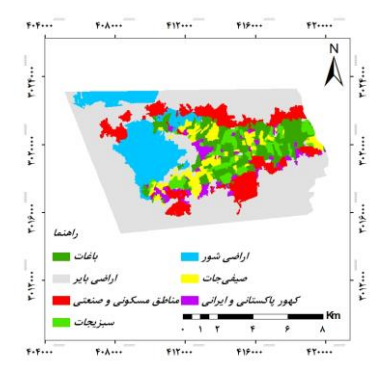
الف) ایسین شرقی سال ۱۳۸۲



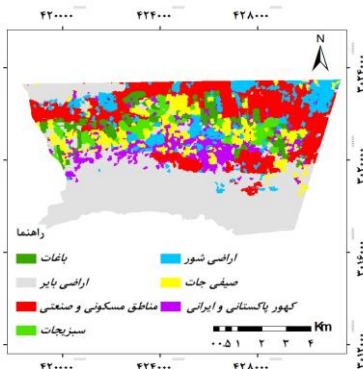
و) ایسین غربی سال ۱۳۹۶



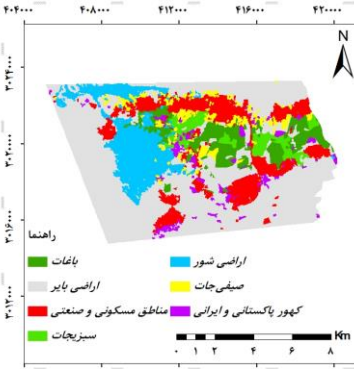
ه) ایسین شرقی سال ۱۳۹۶



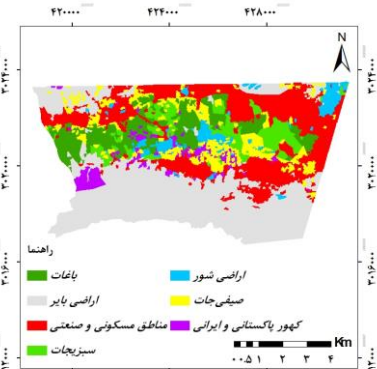
د) ایسین غربی سال ۱۳۸۹



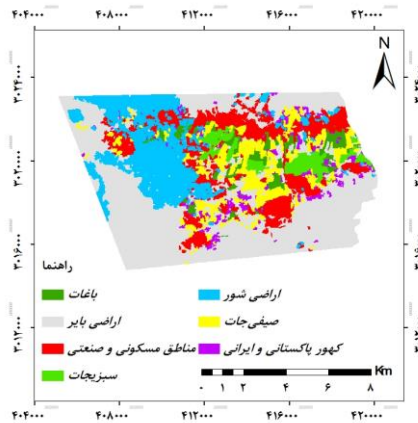
ط) ایسین شرقی ۱۳۹۹ - سنیتیل ۲



ح) ایسین غربی ۱۳۹۹ - لندست ۸



ز) ایسین شرقی ۱۳۹۹ - لندست ۸

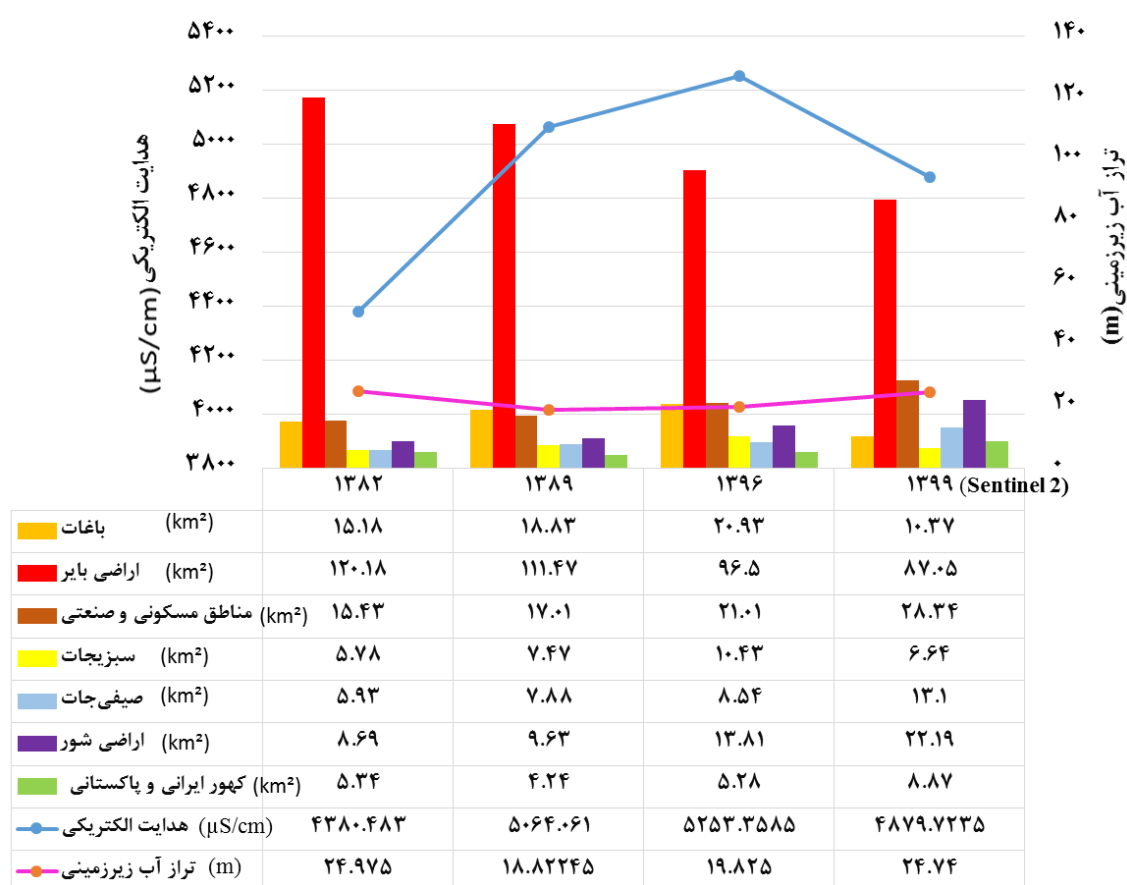


ی) ایسین غربی ۱۳۹۹ - سنیتیل ۲

شکل ۶. تغییر کاربری اراضی در سال‌های مختلف در دشت ایسین

جدول ۴. مساحت و درصد مساحت کاربری‌های مختلف دشت ایسین

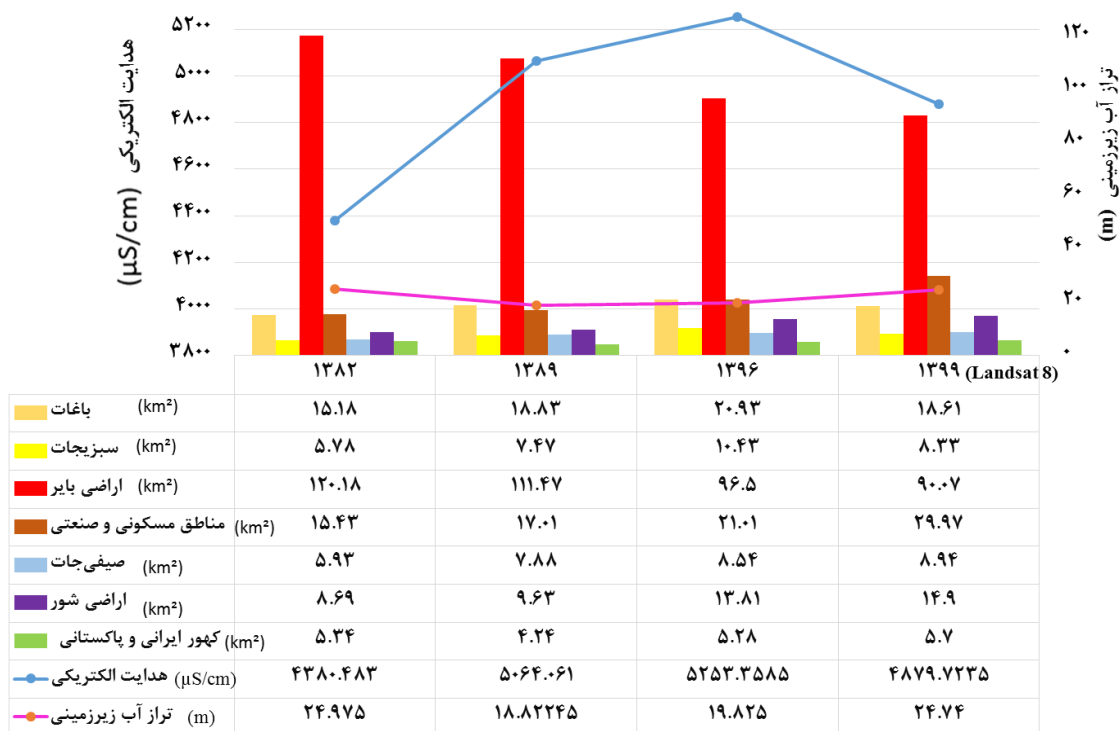
سال	۱۳۸۲		۱۳۸۹		۱۳۹۶		۱۳۹۹- سنیتینل ۲	
	مساحت (Km ²)	مساحت (%)	مساحت (Km ²)	مساحت (%)	مساحت (Km ²)	مساحت (%)	مساحت (Km ²)	مساحت (%)
باغ‌ها	۱۵/۱۸	۸/۶	۱۸/۸۳	۱۰/۶۷	۲۰/۹۳	۱۱/۸۶	۱۸/۶۱	۱۰/۳۷
سبزیجات	۵/۷۸	۳/۲۷	۷/۴۷	۴/۲۳	۱۰/۴۳	۵/۹۱	۸/۳۳	۴/۷۱
صیفی‌جات	۵/۹۳	۳/۳۶	۷/۸۸	۴/۴۶	۸/۵۴	۴/۸۴	۸/۹۴	۵/۰۶
زمین‌های بایر	۱۲۰/۱۸	۶۸/۰۷	۱۱۱/۴۷	۶۳/۱۴	۹۶/۵	۵۴/۶۷	۹۰/۰۷	۵۱/۰۲
زمین‌های شور	۸/۶۹	۴/۹۲	۹/۶۳	۵/۴۵	۱۳/۸۱	۷/۸۲	۱۴/۹	۸/۴۴
گونه‌های کهور ایرانی و پاکستانی	۵/۳۴	۴/۰۲	۴/۲۴	۲/۴۰	۵/۲۸	۲/۹۹	۵/۷	۳/۲۲
نواحی مسکونی و صنعتی	۱۵/۴۳	۸/۷۴	۱۷/۰۱	۹/۶۳	۲۱/۰۱	۱۱/۹۰	۲۹/۹۷	۱۶/۹۷



شکل ۷ الف. نمای کلی تغییر تراز آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی و کاربری‌اراضی در سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۹، ۱۳۹۶، ۱۳۹۹- سنیتینل ۲

ماهورهای حاصل از سنیتینل ۲، وسعت کاربری‌های زمین‌های شور، نواحی مسکونی و صنعتی، صیفی‌جات و گونه *Prosopis Cineraria and Juliflora* به ترتیب ۴/۱۴٪، ۲/۵۸٪، ۴/۷۴٪ و ۲/۰۳٪ افزایش و وسعت کاربری‌های زمین‌های بایر، باغ‌ها و سبزیجات به ترتیب به مقدار ۳/۶۴٪، ۱/۳۱٪، ۱/۱۹٪ کاهش داشت.

از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۶ وسعت کاربری‌های زمین‌های شور، نواحی مسکونی و صنعتی، سبزیجات، باغ‌ها، گونه *Prosopis Cineraria and Juliflora* و صیفی‌جات به ترتیب به مقدار ۲/۳۷٪، ۲/۲۷٪، ۱/۶۸٪، ۱/۱۹٪، ۱/۵۹٪ و ۰/۳۷٪ افزایش و وسعت کاربری‌های زمین‌های بایر به مقدار ۸/۴۷٪ کاهش داشت. از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹ در داده‌های



شکل ۷ ب. نمای کلی تغییر تراز آب زیرزمینی، هدایت الکتریکی و کاربری اراضی در سال‌های ۱۳۸۲، ۱۳۸۹، ۱۳۹۶ - لندست ۸

همچنین نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای لندست ۸ (شکل ۸-ب) نشان داد کمترین تراز آب زیرزمینی به ترتیب در کاربری‌های زمین‌های شور، باغ‌ها، گونه‌های *Prosopis Cineraria and Juliflora*، سبزیجات، صیفی جات، زمین‌های بایر و نواحی مسکونی و صنعتی به مقدار ۱۷/۷۳m، ۱۷/۱۵m و ۱۹/۴۷m بود.

در دشت ایسین غربی نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای لندست ۲ با تغییرات تراز آب زیرزمینی (شکل ۸-ج) نشان داد کمترین تراز آب زیرزمینی به ترتیب در کاربری‌های سبزیجات، گونه‌های *Prosopis Cineraria and Juliflora*، زمین‌های بایر، صیفی جات، نواحی مسکونی و صنعتی، باغ‌ها و زمین‌های شور به مقدار ۲۵/۶۷m، ۲۵/۹۴m، ۲۶/۰۴m، ۲۶/۱۸m، ۲۶/۲۶m، ۲۶/۴۷m و ۲۶/۶۹m وجود داشت. همچنین در نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای لندست ۸ با تغییرات تراز آب زیرزمینی (شکل ۸-د) کمترین تراز آب زیرزمینی به ترتیب در کاربری‌های سبزیجات، زمین‌های بایر، صیفی جات، نواحی مسکونی و صنعتی، گونه‌های *Prosopis Cineraria and Juliflora*، باغ‌ها و زمین‌های شور به مقدار ۲۵/۶۲m، ۲۵/۹۶m، ۲۶/۰۵m، ۲۶/۲۲m، ۲۶/۳۲m و ۲۶/۴۴m مشاهده شد.

در داده‌های ماهواره‌ای حاصل از لندست ۸، وسعت کاربری‌های نواحی مسکونی و صنعتی، زمین‌های شور، گونه *Prosopis Cineraria and Juliflora* و صیفی جات به ترتیب به مقدار ۰.۵/۰۷٪، ۰.۱/۶۱٪، ۰.۰/۲۴٪ و ۰.۰/۲۲٪ افزایش و وسعت کاربری‌های زمین‌های بایر، سبزیجات و باغ‌ها به ترتیب ۳/۶۴٪، ۱/۳۱٪ و ۱/۱۹٪ کاهش داشت. در سال ۱۳۹۹ نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای سنتینل ۲ بیشتر با واقعیت منطقه هم‌خوانی داشت به دلیل اینکه امکان کنترل زمینی آن به صورت نمونه آماری در زمان فعلی وجود داشت (جدول ۵).

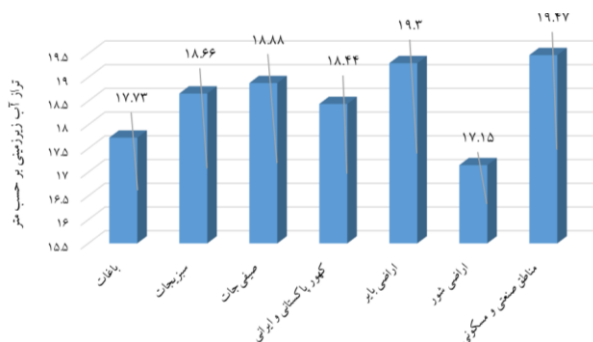
تغییرات تراز آب زیرزمینی (شکل ۸) و هدایت الکتریکی (شکل ۹) در دشت ایسین شرقی و غربی در هر تیپ کاربری محاسبه و مقدار متوسط هدایت الکتریکی و تراز آب زیرزمینی در هر کاربری مشخص شد. در دشت ایسین شرقی نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای سنتینل ۲ (شکل ۸-الف) نشان داد که کمترین تراز آب زیرزمینی به ترتیب در کاربری‌های باغ‌ها، صیفی جات، گونه‌های *Prosopis Cineraria and Juliflora*، زمین‌های شور، زمین‌های بایر، سبزیجات و نواحی مسکونی و صنعتی به مقدار ۱۸/۵۳m، ۱۸/۷۹m، ۱۸/۹۸m، ۱۹/۰۵m، ۱۹/۲m، ۱۹/۳m و ۱۹/۵۵m بود.

جدول ۵. تغییرات مساحت کاربری‌های مختلف دشت ایسین

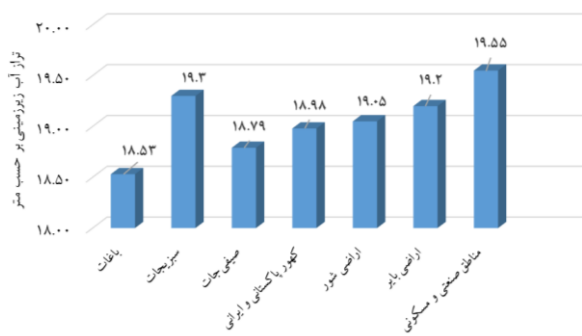
سال	۱۳۸۲-۱۳۸۹		۱۳۸۹-۱۳۹۶		۱۳۹۶-۱۳۹۹ (لندست ۸)		۱۳۹۶-۱۳۹۹ (سنیتینل ۲)	
پوشش / کاربری اراضی	مساحت (Km ²)	مساحت (%)	مساحت (Km ²)	مساحت (%)	مساحت (Km ²)	مساحت (%)	مساحت (Km ²)	مساحت (%)
باغ‌ها	۳/۶۵	۲/۰۷	۲/۱	۱/۱۹	-۱۰/۵۶	-۱/۳۱	-۲/۳۲	-۵/۹۸
سبزیجات	۱/۶۹	۰/۹۵	۲/۹۶	۱/۶۸	-۳/۷۹	-۱/۱۹	-۲/۱	-۲/۱۴
صیفی جات	۱/۹۵	۱/۱۰	۰/۶۶	۰/۳۷	۴/۵۶	۰/۲۲	۰/۴	۲/۵۸
زمین‌های بایر	-۸/۷۱	-۴/۹۳	-۱۴/۹۷	-۸/۴۷	-۹/۴۵	-۳/۶۴	-۶/۴۳	-۵/۳۷
زمین‌های شور	۰/۹۴	۰/۵۳	۴/۱۸	۲/۳۷	۸/۳۸	۰/۶۱	۱/۰۹	۴/۷۴
گونه کهور ایرانی و پاکستانی	-۱/۱	-۰/۶۲	۱/۰۴	۰/۵۹	۳/۵۹	۰/۲۴	۰/۴۲	۲/۰۳
نواحی مسکونی و صنعتی	۱/۵۸	۰/۸۹	۴	۲/۲۷	۷/۳۳	۵/۰۷	۸/۹۶	۴/۱۴

در دشت ایسین شرقی نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای سنیتینل ۲ و تغییرات هدایت الکتریکی (شکل ۹- الف) نشان داد که بیشترین مقدار هدایت الکتریکی به ترتیب در کاربری‌های زمین‌های بایر، صیفی جات، گونه‌های *Prosopis Cineraria* and *Juliflora* زمین‌های شور، نواحی مسکونی و صنعتی، سبزیجات و باغ‌ها به مقدار $۴۴۰۰/۲۶ \mu S/cm$ ، $۴۴۷۵/۲۲ \mu S/cm$ ، $۴۳۹۳/۲۹ \mu S/cm$ ، $۴۳۶۷/۳۴ \mu S/cm$ ، $۴۳۷۶/۶۳ \mu S/cm$ و $۴۳۰۸/۴۹ \mu S/cm$ وجود داشت.

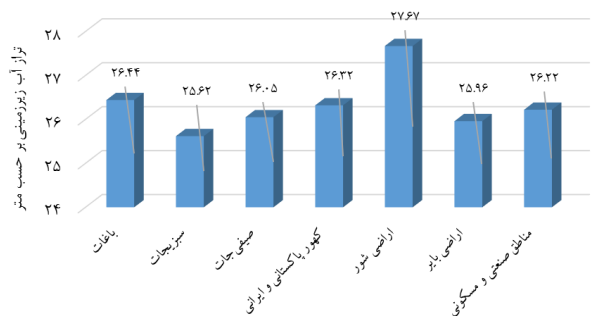
همچنین نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای لندست ۸ و تغییرات هدایت الکتریکی (شکل ۹- ب) نشان‌دهنده بیشینه مقدار هدایت الکتریکی به ترتیب در کاربری‌های *Prosopis Cineraria* and *Juliflora*، زمین‌های بایر، زمین‌های شور، نواحی مسکونی و صنعتی، صیفی جات، سبزیجات و باغ‌ها به مقدار $۴۴۱۸/۴۷ \mu S/cm$ ، $۴۴۲۸/۱ \mu S/cm$ ، $۴۶۱۰ \mu S/cm$ ، $۴۳۹۶/۹۵ \mu S/cm$ ، $۴۳۶۸/۲۶ \mu S/cm$ و $۴۳۳۵/۱۴ \mu S/cm$ و $۴۳۰۷/۰۱ \mu S/cm$ بود.



ب) ایسین شرقی - لندست ۸



الف) ایسین شرقی - سنیتینل ۲

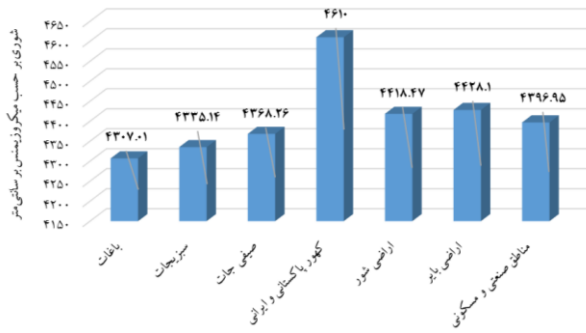


د) ایسین غربی - لندست ۸

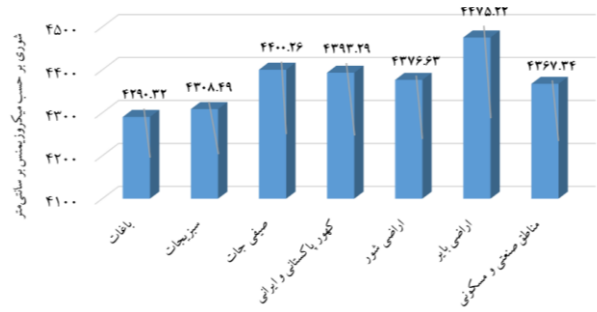


ج) ایسین غربی - سنیتینل ۲

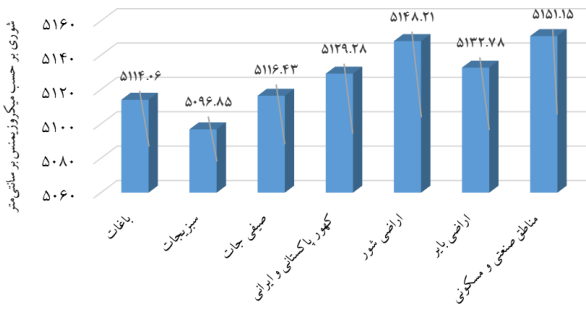
شکل ۸. نمودار تراز آب زیرزمینی در کاربری‌های مختلف دشت ایسین به تفکیک



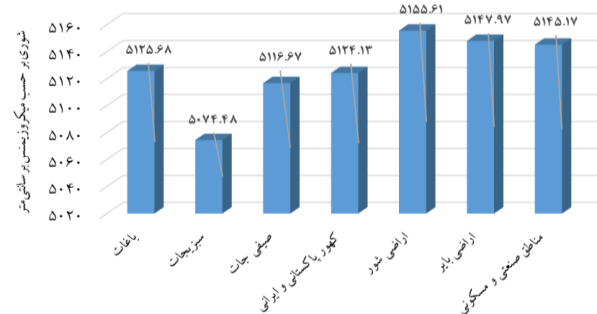
ب) ایسین شرقی - لندست ۸



الف) ایسین شرقی - سنتینل ۲



د) ایسین غربی - لندست ۸



ج) ایسین غربی - سنتینل ۲

شکل ۹. نمودار میانگین هدایت الکتریکی در کاربری‌های مختلف دشت ایسین به تفکیک

استفاده از زمین و تشخیص تغییر آن‌ها با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای رقومی پرداخته شد. از دو روش میان‌یابی برای پهنه‌بندی سطح ایستابی و هدایت الکتریکی استفاده شد. با مقایسه روش میان‌یابی قطعی معکوس فاصله وزنی و روش میان‌یابی زمین‌آمارى کریجینگ با فن‌آوری اعتبارسنجی و معیار آماری RMSE بهترین روش میان‌یابی برای تخمین تراز آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی، ابتدا روش زمین‌آمارى کریجینگ و سپس روش قطعی معکوس فاصله وزنی معرفی شد که با مقدار RMSE کمتر دارای دقت زیاد بود. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج تحقیق (۱۰، ۹، ۱۶، ۱) مبنی بر اینکه از بین روش‌های درون‌یابی مختلف، روش زمین‌آمارى کریجینگ در پهنه‌بندی هدایت الکتریکی و سطح آب زیرزمینی دارای کمترین خطا و بیشترین دقت است، مطابقت داشت. به‌طوریکه استفاده از روش‌های درون‌یابی مختلف می‌تواند منجر به تخمین‌های متفاوتی از مقادیر پارامترها در نقاط درون‌یابی و در نتیجه ایجاد نقشه‌های متفاوتی شود که تغییراتی را در مقادیر پارامترهای تحلیل شده ارائه می‌دهد. به همین دلیل، انتخاب یک روش مناسب عنصر کلیدی پژوهش می‌باشد (۱۷). بررسی نقشه‌های نوع استفاده از

در دشت ایسین غربی نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای سنتینل ۲ و تغییرات هدایت الکتریکی (شکل ۹-ج) نشان داد که بیشینه مقدار هدایت الکتریکی به‌ترتیب در کاربری‌های زمین‌های شور، زمین‌های بایر، نواحی مسکونی و صنعتی، باغ‌ها، گونه‌های *Prosopis Cineraria* and *Juliflora*، صیفی‌جات و سبزیجات به مقدار $5155/61 \mu\text{S/cm}$ ، $5145/17 \mu\text{S/cm}$ ، $5147/97 \mu\text{S/cm}$ ، $5124/13 \mu\text{S/cm}$ ، $5116/67 \mu\text{S/cm}$ و $5074/48 \mu\text{S/cm}$ وجود داشت. همچنین نتایج حاصل از داده‌های ماهواره‌ای لندست ۸ و نوسانات هدایت الکتریکی (شکل ۹-د) نشان‌دهنده بیشترین مقدار هدایت الکتریکی به‌ترتیب در کاربری‌های نواحی مسکونی و صنعتی، زمین‌های شور، زمین‌های بایر، باغ‌ها و *Prosopis Cineraria* and *Juliflora*، صیفی‌جات، باغ‌ها و سبزیجات به‌مقدار $5151/15 \mu\text{S/cm}$ ، $5148/21 \mu\text{S/cm}$ ، $5132/78 \mu\text{S/cm}$ ، $5129/28 \mu\text{S/cm}$ ، $5116/43 \mu\text{S/cm}$ و $5096/85 \mu\text{S/cm}$ بود.

■ بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، به بررسی تغییرات مکانی سطح ایستابی و هدایت الکتریکی و رابطه آن‌ها با روند تغییرات نوع

زمین دشت ایسین شرقی و غربی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر نشان داد از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۹ وسعت کاربری‌های صیفی‌جات، زمین‌های شور و نواحی مسکونی و صنعتی افزایش و وسعت زمین‌های بایر کاهش یافته بود. وسعت کاربری گونه‌های *Prosopis Cineraria and Juliflora* از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ کاهش و از ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ افزایش یافته بود. وسعت کاربری‌های سبزیجات و باغ‌ها از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۶ افزایش و در سال ۱۳۹۹ کاهش یافته بود. سطح تغییرات نوع استفاده از زمین از دسته‌ای به دسته دیگر متفاوت بود. مقدارهای دقت کلی و ضریب کاپا بیش از ۰/۷۹ و ۰/۸۲ و بیانگر صحت قابل قبول طبقه‌بندی و نقشه‌های به دست آمده بود که این نتایج با نتایج (۱۵، ۱۸، ۱۳، ۱۹) مبنی بر کارآمد بودن روش طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر ماهواره‌ای چند زمانی برای تشخیص تغییرات در یک محیط در حال تغییر مطابقت داشت.

نتایج برآمده از هم‌پوشانی نقشه‌های نوع استفاده از زمین و نوسانات مکانی تراز آب زیرزمینی به‌طور کلی بیانگر هم‌خوانی موقعیت مکانی کاربری کشاورزی بخصوص باغات در دشت ایسین شرقی و سبزیجات در دشت ایسین غربی با پهنه‌های بیشینه کاهش سطح ایستابی است. به‌طوریکه برای آبیاری سبزیجات و باغ‌ها از روش آبیاری غرقابی استفاده می‌کنند و به‌دلیل مقرون به‌صرفه نبودن، پراکندگی و کوچک بودن کرت‌های سبزیجات، شیوه کشت و همچنین انتقال آفت‌ها و بیماری‌ها به‌واسطه رطوبت بالای محیط امکان استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی وجود ندارد و امکان هدررفت آب زیاد است. علاوه بر این نیاز آبی سبزیجات نسبت به صیفی‌جات بیشتر است که می‌تواند بر افت تراز آب زیرزمینی تأثیرگذار باشد. به‌طوریکه در دشت ایسین شرقی بیشترین افت تراز آب زیرزمینی وجود داشت. همچنین مقدار میانگین هدایت الکتریکی در کاربری‌های مختلف حاصل از داده‌های ماهواره‌ای متفاوت بود. به‌طوریکه نتایج برآمده از هم‌پوشانی نقشه نوع استفاده از زمین حاصل از داده‌های لندست ۸ و نوسانات مکانی هدایت الکتریکی نشان‌دهنده بیشترین مقدار هدایت الکتریکی در کاربری کهور ایرانی و پاکستانی در دشت ایسین شرقی بود که ممکن است به دلیل شوری زیاد، زمین‌های کشاورزی رها شده و

عملیات آماده‌سازی زمین دیگر صورت نگرفته و منجر به رویش خودرو *Prosopis Juliflora* شده و از آنجایی که این گونه قدرت ریشه‌دوانی و مقاومت زیادی به شوری دارد، گسترش پیدا کرده است و در دشت ایسین غربی بیشترین مقدار هدایت الکتریکی متعلق به کاربری نواحی مسکونی و صنعتی بود. در داده‌های حاصل از سنتینل ۲ مقدار میانگین هدایت الکتریکی در کاربری اراضی بایر-ایسین شرقی و در کاربری اراضی شور-ایسین غربی قابل ملاحظه بود. به‌طوریکه اراضی بایر در دوره ۱۳۹۹-۱۳۸۲ بیشترین وسعت منطقه را در برداشته و اراضی شور روند افزایشی داشت. با توجه به بازدیدهای میدانی و مصاحبه با کشاورزان مختلف به دلیل شور شدن آب زیرزمینی بعضی از زمین‌های کشاورزی رها و تبدیل به زمین‌های بایر و شور شده است. همچنین کشاورزان در بعضی از آبادی‌های منطقه به دلیل همسایگی زمین‌های کشاورزی با نواحی مسکونی سعی در تغییر نوع استفاده از زمین دارند که نتایج حاصل با نتایج (۷، ۱، ۶، ۲) مبنی بر ارتباط نوع استفاده از زمین با افت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی، مطابقت داشت. به‌طوریکه عوامل ایجاد این تغییرات می‌تواند عواملی اقلیمی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، عوامل اقتصادی-اجتماعی و ... باشد که بر حسب شرایط در مناطق مختلف می‌تواند متفاوت باشد. چنان‌که شوری آب زیرزمینی این منطقه علاوه بر مدیریت نامناسب آب زیرزمینی می‌تواند متاثر از نقش عوامل زمین‌شناسی و نوع سازندهای موجود هم باشد (۱۱). افزایش وسعت کاربری کشاورزی بخصوص باغات و سبزیجات و هم‌خوانی با پهنه‌هایی با بیشترین افت تراز آب زیرزمینی نشان‌دهنده استخراج بی‌رویه آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی است. از طرفی وسعت قابل توجه اراضی بایر و روند افزایشی اراضی شور و مناطق مسکونی و صنعتی و هم‌خوانی با پهنه‌هایی با هدایت الکتریکی بالا و انطباق میانگین بیشینه هدایت الکتریکی با کاربری گونه‌های *Prosopis Cineraria and Juliflora* می‌تواند هشدار برای وضعیت نامناسب آبخوان دشت ایسین باشد که در دراز مدت موجب رها شدن اراضی کشاورزی، کم شدن ارزش زمین‌های کشاورزی و تبدیل آنها به کاربری مسکونی-صنعتی و همچنین پیامدهای اقتصادی و اجتماعی دیگر می‌شود.

■ سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از شرکت سهامی آب منطقه‌ای هرمزگان به‌خاطر حمایت‌های مادی و معنوی و همچنین در اختیار قرار دادن داده‌های موردنیاز، به عمل می‌آورند. همچنین تشکر ویژه خود را از معاونت محترم حفاظت و بهره‌برداری، گروه محترم تحقیقات کاربردی و مدیریت گرمای مطالعات پایه منابع آب آن شرکت ابراز می‌دارند.

در پایان پیشنهاد می‌شود اندازه‌گیری و ثبت تغییرات مقدار هدایت الکتریکی به‌صورت ماهانه انجام گیرد که امکان برآورد دقیق‌تر نتایج حاصل از پهنه‌بندی مکانی تغییرات هدایت الکتریکی باشد. همچنین برای تفکیک دقیق‌تر کاربری‌ها از داده‌های ماهواره‌ای با رزولوشن بالاتر مانند کوئیک‌برد^۱ استفاده گردد. علاوه بر این با توجه به اختلاف کم بازتاب عوارض مانند سبزیجات، صیفی‌جات و گونه‌های کهور، و اراضی بایر و شور جهت افزایش دقت تفکیک عوارض از تصاویر ماهواره‌ای فراطیفی^۲ و خوارزمیک‌های ریاضی بیشتر استفاده شد.

■ References

1. Abedini, M., & Mohammadzadeh Shishagaran, M. (2022). Investigation of land use changes and its relationship with groundwater level (case study: Mallard county), *Environmental Hazards Management*, 9(1), 31-44. DOI: <https://doi.org/10.22059/jhsci.2022.339360.709> [In Persian]
2. Akbarzadeh, P., Nikoo, Sh. (2022). The Investigation of the effects of the regional development in the form of change in land use on the groundwater aquifer level (a case study: Damghan watershed). *Geography and Environmental Sustainability*, 12 (3), 1-21. DOI: <https://doi.org/10.22126/ges.2022.7594.2512> [In Persian]
3. Bellot, J., Bonet, A., Sanchez, J. R., & Chirino, E. (2001). Likely effects of land use changes on the runoff and aquifer recharge in a semiarid landscape using a hydrological model. *Landscape and Urban planning*, 55(1), 41-53. DOI: 10.1016/S0169-2046(01)00118-9
4. Bergh, J., & Löfström, J. (2012). *Interpolation spaces: an introduction*, Springer Science & Business Media.
5. Cheruto, M. C., Kauti, M. K., Kisangau, D. P., & Kariuki, P. C. (2016). Assessment of land use and land cover change using GIS and remote sensing techniques: a case study of Makueni County, Kenya, *Journal of Remote Sensing & GIS*, 5(4), 1-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.4172/2469-4134.1000175>
6. DustMohammadian, A. H., Mohammady, M., Amiri, M., & Kianian, M. K. (2021), investigating quantitative changes of groundwater in the Semnan plain, *Water Resources Engineering*, 13(47), 61-70. DOI: 20.1001.1.20086377.1399.13.47.5.2 [In Persian]
7. Emadodin, S., Shadiee Majd, N., & Arekhi, S. (2020). Analysis of the impact of land use change on groundwater level drop (Case study: Mahidasht, Kermanshah province), *Journal of Natural Environmental Hazards*, 9(25), 125-142. DOI: 10.22111/JNEH.2020.31698.1565 [In Persian]
8. Eskandari Damaneh, H., Gholami, H., Khosravi, H., Mahdavi Najafabadi, R., Khoorani, A., & Li, G. (2020). Modeling spatial and temporal changes in land-uses and land cover of the Urmia lake basin

²Hyperspectral

¹ Quick bird

- applying cellular automata and markov chain, *Geography and Environmental Sustainability*, 10(2), 57-72. DOI: <https://doi.org/10.22126/ges.2020.5303.2238> [In Persian]
9. Gunarathna, M. H. J. P., Nirmanee, K. G. S., & Kumari, M. K. N. (2016). Are geostatistical interpolation methods better than deterministic interpolation methods in mapping salinity of groundwater? *International Research and Innovations in Earth Science*, 3(3), 59-64.
 10. Hazbavi, Z., & Gharachorlu, M. (2022). Spatio-temporal variations of groundwater level in Meshgin plain aquifer, Ardabil province, *Watershed Management Research*, 2(35), 45-59. DOI: <https://doi.org/10.22092/wmrj.2021.356299.1437> [In Persian]
 11. Hormozgan Regional Water Joint Stock Company. (2018). *Report on the extension of the Isin Plain ban*. [In Persian]
 12. Midekisa, A., Holl, F., Savory, D. J., Andrade-Pacheco, R., Gething, P. W., Bennett, A., & Sturrock, H. J. (2017). Mapping land cover change over continental Africa using Landsat and Google Earth Engine cloud computing, *Public Library of Science*, 12(9), e0184926. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184926>
 13. Mishra, P. K., Rai, A., & Rai, S. C. (2020). Land use and land cover change detection using geospatial techniques in the Sikkim Himalaya, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23(2), 133-143. DOI: 10.1016/j.ejrs.2019.02.001
 14. Owojori, A., & Xie, H. (2005). *Landsat image-based LULC changes of San Antonio, Texas using advanced atmospheric correction and object-oriented image analysis approaches*. In 5th international symposium on remote sensing of urban areas, Tempe, Arizona.
 15. Seymohammadi, S., Tavakoli, K., Mahdizadeh, H., & Amiri, F. (2021). Investigation of the process of land use change in Mahidasht plain watershed using Remote Sensing images, *Journal of Sustainability, Development & Environment*, 2(2), 56-70. DOI: 20.1001.1.24233846.1400.2.2.4.7 [In Persian]
 16. Shahmohammadi-Kalalagh, S., & Taran, F. (2020). Evaluation of the classical statistical, deterministic and geostatistical interpolation methods for estimating the groundwater level. *International Journal of Energy and Water Resources*, 5, 33-42. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42108-020-00094-1>
 17. Sreenivasulu, V., & Bhaskar, P. U. (2010). Change detection in land use and land cover using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(12), 7758-7762.
 18. Taloor, A. K., Kumar, V., Singh, V. K., Singh, A. K., Kale, R. V., Sharma, R., & Chowdhary, N. H. (2020). Land use land cover dynamics using remote sensing and GIS Techniques in Western Doon Valley, Uttarakhand, India. *Geoecology of landscape dynamics*, 37-51. DOI:10.1007/978-981-15-2097-6_23
 19. Tariq, A., Shu, H., Siddiqui, S., Imran, M., & Farhan, M. (2021). Monitoring land use and land cover changes using geospatial techniques, a case study of Fateh Jang, Attock, Pakistan. *Geography, Environment, Sustainability*, 14(1), 41-52. DOI: 10.24057/2071-9388-2020-117

20. Trojan, M. D., Maloney, J. S., Stockinger, J. M., Eid, E. P., & Lahtinen, M. J. (2003). Effects of land use on ground water quality in the Anoka Sand Plain Aquifer of Minnesota. *Groundwater*, 41(4), 482-492. DOI: 10.1111/j.1745-6584.2003.tb02382.x
21. Xiong, J., Thenkabail, P. S., Gumma, M. K., Teluguntla, P., Poehnelt, J., Congalton, R. G., & Thau, D. (2017). Automated cropland mapping of continental Africa using Google Earth Engine cloud computing. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 126, 225-244. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2017.01.019
22. Zhou, Y., & Li, W. (2011). A review of regional groundwater flow modeling. *Geoscience frontiers*, 2(2), 205-214. DOI:10.1016/j.gsf.2011.03.003