**مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان**

**سال هفتم، شماره بیست‌ویکم، زمستان ۱۳۹۷، صفحه ۷۵ـ۹۰**

# ارزیابی شدت بیابان‌زایی مبتنی بر تغییرات زمانی-مکانی آب زیرزمینی حاصل از توسعهٔ اراضی کشاورزی در دشت درگز خراسان رضوی

آذین نصریان[۱]، مرتضی اکبری[۲*]، علیرضا فرید حسینی[۳]، احسان نعمت‌الهی[۴]

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۶/۲۶** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۸**

## چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تغییرات کمّی و کیفی آب زیرزمینی ناشی از توسعهٔ کشاورزی در شدت بیابان‌زایی دشت درگز در شمال خراسان رضوی انجام شد. برای آنالیز کمّی، از شاخص افت سطح تراز آب و برای بررسی کیفی، از شاخص‌های هدایت الکتریکی آب، نسبت جذب سدیم و کلر استفاده شد. مبنای اطلاعات آماری، داده‌های بیش از ۱۲۴ حلقه چاه پیزومتر بود که برای مدت زمانی ۲۰ساله از ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ و در چهار دورهٔ ۵ ساله، به روش زمین‌آمار کریجیگ در محیط نرم‌افزاری GIS پهنه‌بندی و طبق مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی (IMDPA) طبقه‌بندی شدند. نتایج نشان داد میزان افت سطح آب در بخش‌های غربی و شمال غربی منطقه، بیشترین مقدار بوده که علت آن حفر چاه‌های عمیق غیرمجاز و برداشت بیش از حد آب است. از بُعد تغییرات کیفی هدایت الکتریکی، بخش‌های شرقی در کلاس شدید و گاه خیلی شدید بیابان‌زایی قرار دارد؛ به‌طوری که در مدت ۲۰ سال گذشته، از ۱۴ به ۲۳درصد رسیده و این نشان‌دهندهٔ وضعیت هشدار در مقدار شوری آب آبیاری و به‌تبع آن، افزایش شدت بیابان‌زایی است. به نظر می‌رسد در شرایط فعلی، مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت درگز باید به‌عنوان یک اولویت مدیریتی مورد توجه قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری، بیابان‌زایی، درون‌یابی، شوری، مدیریت منابع آب.

---

۱. دانش‌آموخته ارشد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، نویسنده مسئول/ m_akbari@um.ac.ir

۳. دانشیار گروه علوم مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴. دکتر اکولوژی زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

DOI: 10.22052/deej.2018.7.21.49

**مقدمه**

مدیریت منابع آب زیرزمینی در کشورهایی همچون ایران که عمدتاً اقلیم خشک و نیمه‌خشک دارد و در بیشتر مواقع نیز فاقد منابع آب سطحی قابل اعتماد و قابل ملاحظه است، از اهمیت وافری دارد؛ به‌نحوی که حفاظت و برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و بلندمدت، برای بهره‌وری بهینه از این منابع ارزشمند ضروری به نظر می‌رسد (اکبری، ۲۰۱۶). در وضعیت کنونی، بخش قابل ملاحظه‌ای از مصارف آب کشاورزی ایران، به‌خصوص در بخش شرب، توسط منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. شناخت کیفیت و کمّیت آب‌های زیرزمینی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و آسیب‌پذیرترین منابع تأمین آب در دهه‌های اخیر، امری کاملاً بدیهی است (خدایی و همکاران، ۲۰۰۶).

برای مدیریت بهینهٔ آب‌های زیرزمینی لازم است که اطلاعات کافی از مجموعهٔ ویژگی‌های کمّی و کیفی آبخوان‌ها جمع‌آوری و با شیوهٔ مناسب ارزیابی شوند. از میان روش‌های موجود، روش‌های زمین‌آمار، برای شناخت تغییرات مکانی پدیده‌ها و پیش‌بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی در نقاط فاقد آمار مناسب است. روش‌های زمین‌آماری ضمن در نظر گرفتن موقعیت مکانی و نحوهٔ پراکنش نقاط، اغلب دقت قابل قبولی ارائه می‌دهند (یزدان‌پناهی و همکاران، ۲۰۱۸؛ دلبری و همکاران، ۲۰۱۱). روش‌های زمین‌آماری ضمن درنظرگرفتن موقعیت مکانی و نحوهٔ پراکنش نقاط، اغلب دقت قابل قبولی را ارائه می‌دهند (هیگون و لینگ[1]، ۲۰۰۸). مطالعهٔ دقیق آب‌های زیرزمینی به‌منظور ارائهٔ راهکارهایی در جهت حفاظت، مدیریت و بهره‌برداری بهینهٔ آن‌ها، امری ضروری است. روش زمین‌آمار، قدمت چندانی ندارد، اما توسعهٔ روش‌های مختلف زمین‌آماری باعث شده برخی از مطالعات مربوط به سطح آب زیرزمینی در خصوص انواع روش‌ها مانند ارزیابی شبکهٔ چاه‌های مشاهده‌ای که مربوط به نقاط نمونه‌برداری فاکتورهای کمّی آب زیرزمینی هستند، انجام شود (حسینعلی‌زاده و یعقوبی، ۲۰۱۰؛ آذره و همکاران، ۲۰۱۴).

دربارهٔ تغییرات کمّی و کیفی آب‌های زیرزمینی در ایران و جهان، مطالعاتی صورت گرفته است که به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود. نادریان فر و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعهٔ خود نشان دادند که خشکسالی و برداشت بی‌رویهٔ آب برای مصارف کشاورزی، عامل اصلی افت سطح آب زیرزمینی در دشت نیشابور بوده است. ژوو[2] و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی در دوره‌های مختلف در مناطق بیابانی چین به این نتیجه رسیدند که وجود هم‌زمانی بین بهره‌برداری بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی و وقایع هیدرولوژی آب در منطقه، در افت کمّی و کاهش پایداری کیفی آبخوان‌ها تأثیر بسزایی گذاشته است. سان[3] و همکاران (۲۰۰۹) با مقایسهٔ سه روش درون‌یابی از جمله عکس مجذور فاصله، توابع پایهٔ شعاعی و کریجینگ برای پیش‌بینی تغییرات زمانی و مکانی عمق آب زیرزمینی در کویر مین کین در شمال چین، نشان دادند که روش کریجینگ معمولی روشی بهینه برای میان‌یابی عمق آب زیرزمینی است. می[4] و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی روند و تغییرپذیری زمانی و مکانی پارامترهای کیفی آب‌های سطحی در حد فاصل روستا، حومهٔ شهر و شهر به این نتیجه رسیدند که غلظت آلاینده‌ها در مناطق شهری، به‌دلیل تراکم زیاد جمعیت، بیشتر است. دمیر[5] و همکاران (۲۰۰۹) تغییرات مکانی عمق و شوری آب زیرزمینی مناطق کشاورزی در شمال ترکیه را با استفاده از روش زمین آمارکریجینگ و بر اساس داده‌های ماهیانهٔ یک سال در ۶۰ چاه مطالعاتی بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که قسمت شرقی اراضی کشاورزی در بخش‌های میانی دریای سیاه که زهکشی ضعیفی دارد، دارای بیشترین خطر شوری بوده است. رفیع شریف‌آباد و همکاران (۲۰۱۵) بر اساس دو معیار آب و اقلیم وضعیت بالفعل شدت بیابان‌زایی دشت یزد–اردکان را ارزیابی کردند. بر پایهٔ نتایج برآورده‌شده، شاخص افت آب زیرزمینی با ارزش عددی ۳/۸۴، بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقهٔ مورد مطالعه داشته است. داوری و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر اراضی کشاورزی در بیابان‌زایی بر اساس مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل شدت بیابان‌زایی[6] در منطقهٔ بیابانی دشت قاسم‌آباد بجستان

1. Huiqun and Ling

2. Zhu
3. San_YO
4. Mie
5. Demir
6. IMDPA, Iranian Model of Desertification Potential Assessment

خراسان رضوی را بررسی کردند. نتایج ارزیابی آنان نشان داد توسعهٔ کشاورزی با شاخص الگوی کشت و کاربرد نهاده‌ها باعث روند بیابان‌زایی با شدت متوسط شده است. مسعودی و همکاران (۲۰۱۵) به‌منظور تعیین تغییر کمّی و کیفی آب زیرزمینی دشت کاشان از دو شاخص افت آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی[1] استفاده کردند. نتایج آنان نشان داد بیشترین مقدار افت و برداشت آب به‌طور میانگین در بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی دشت رخ داده است که می‌تواند به‌علت تمرکز زمین‌های کشاورزی در این دو منطقه باشد. السنافی[2] و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که استخراج و برداشت بیش از اندازهٔ آب‌های زیرزمینی در ناحیه‌ای از جنوب کویت، باعث افت کمّی و کیفی سفرهٔ آب زیرزمینی این منطقه شده؛ به‌طوری که سطح آب زیرزمینی حدود ۲۰ متر افت کرده است. پیش‌بینی شده است که ادامهٔ این روند موجب کاهش شدید کیفیت آب چاه‌های منطقه و به‌دنبال آن افزایش شوری خاک خواهد شد. اردکانی و همکاران (۲۰۱۴) برای ارزیابی غلظت برخی از فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی دشت قهاوند همدان که ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و توسعهٔ شهری است، مطالعه‌ای انجام دادند که طی آن نمونه‌برداری در فصول بهار و تابستان ۱۳۹۱ از ۲۰ حلقه چاه در سطح دشت انجام شد. نتایج نشان داد اگرچه در حال حاضر منابع آب زیرزمینی دشت قهاوند در معرض آلودگی بیش از حد مجاز به فلزات سنگین نیست، استفادهٔ بی‌رویه و طولانی‌مدت از نهاده‌های کشاورزی و همچنین استقرار صنایع آلاینده می‌تواند ضمن تهدید منابع آب زیرزمینی این منطقه، تبعات جبران‌ناپذیر از جمله مخاطرات بهداشتی برای مصرف‌کنندگان به دنبال داشته باشد. اکبری و همکاران (۲۰۱۶) با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی[3] به بررسی سطح آب زیرزمینی در دشت مشهد طی ۲۰ سال پرداختند و افت متوسط سالانهٔ ۶۰ سانتی‌متر را برآورد کردند. آن‌ها افزایش تعداد چاه‌ها در منطقه و خشکسالی را از جمله عوامل مؤثر در افت تراز آب‌های زیرزمینی بیان کردند.

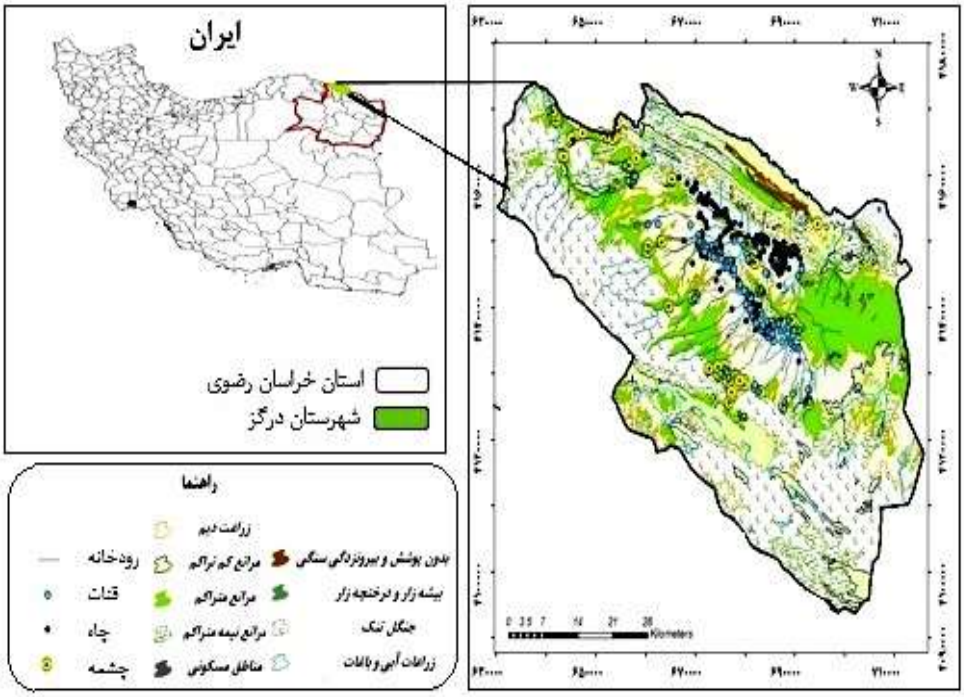
بنابراین با توجه به اهمیت موضوع (استفادهٔ غیراصولی از منابع آب برای انجام فعالیت‌های کشاورزی)، پژوهش حاضر با هدف بررسی روند تغییرات زمانی-مکانی منابع آب زیرزمینی در اثر فعالیت‌های کشاورزی در دشت درگز (به‌عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی) واقع در شمال استان خراسان رضوی انجام شد. نتایج این تحقیق، تهیهٔ نقشه‌های پهنه‌بندی تغییرات منابع آب زیرزمینی مبتنی بر پایش زمانی و همچنین بررسی شدت بیابان‌زایی بر اساس مدل IMDPA است. این نتایج می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد و مناسب در مدیریت منابع آب زیرزمینی منطقه و در راستای کاهش اثرات تخریب زمین و توسعهٔ بیابان‌زایی مورد استفاده قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

### معرفی خصوصیات منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در بخش شمال شرقی ایران و در شمال استان خراسان رضوی قرار دارد. شهرستان درگز دارای مساحتی در حدود ۳۷۶۴۵۹ هکتار و دارای مختصات جغرافیایی ′۳۶ °۳۷ عرض شمالی و ′۰۶ °۵۹ طول شرقی است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این دشت، یکی از قطب‌های کشاورزی در استان خراسان رضوی محسوب می‌شود. وسعت اراضی کشاورزی این منطقه در حدود ۷۲۵۷۶ هکتار است و ۱۲۴ حلقه چاه و ۱۱۱ رشته قنات نیز دارد که بیش از ۶۹ میلیون مترمکعب آب تولید می‌شود و به مصرف کشاورزی می‌رسد. مهم‌ترین محصولات زراعی و باغی شهرستان عبارت‌اند از: گندم، جو، یونجه، سیب، انگور و گردو (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۲۰۱۷). از نظر اقلیمی و هواشناسی، ویژگی‌هایی از جمله میزان بارندگی متوسط سالانهٔ ۲۳۰ میلی‌متر و متوسط درجه‌حرارت حداقل ۶٫۴ و حداکثر ۱۷٫۲ سانتی‌گراد دارد (ادارهٔ کل هواشناسی استان خراسان رضوی). با توجه به اینکه منطقهٔ مورد مطالعه بخشی از حوزهٔ رسوبی هزار مسجد-کپه داغ است، از نظر مشخصات کلی زمین‌شناسی از حوزهٔ مذکور تبعیت می‌کند (صیاد، ۲۰۱۲).

1. Electrical Conductivity, EC
2. Al-Senafy
3. Geographical Information System, GIS




**شکل (۱): مرز حوضهٔ آبریز و منابع آب شهرستان درگز**

**Figure (1): The catchment area of the Dargaz Township**

## جمع‌آوری داده‌ها و روش تحقیق

### معیار آب زیرزمینی

با توجه به وضعیت مناطق خشک ایران، به‌خصوص منطقهٔ مورد مطالعه، برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و محدودیت این منابع، اهمیت آن به‌عنوان معیار تعیین‌کننده در تمام روش‌های ارزیابی منابع آب برای بررسی شدت بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. به‌منظور بررسی تغییرات زمانی–مکانی معیار آب زیرزمینی، از دو زیرمعیار کمّیت مانند شاخص افت سطح آب زیرزمینی و کیفیت آب زیرزمینی مانند شاخص‌های هدایت الکتریکی آب، نسبت جذب سدیم و کلر استفاده شد. برای ارزش‌دهی و پهنه‌بندی شاخص‌های کمّی افت سطح آب زیرزمینی، از اطلاعات آماری چاه‌ها و قنات‌ها و با روش زمین‌آمار کریجینگ در محیط نرم‌افزاری Arc GIS استفاده شد. روش کریجینگ روشی مبتنی بر اطلاعات زمینی، میانگین‌گیری متحرک وزنی خطی از مشاهدات موجود در همسایگی نقاط موردِ برآورد است (جانستون[1] و همکاران، ۲۰۰۱؛ یزدان‌پناهی و همکاران، ۲۰۱۸).

## ارزیابی کمّی منابع آب زیرزمینی

با استفاده از میانگین اطلاعات آماری سطح آب چاه‌ها در سال‌های آبی مختلف و در مدت زمانی ۲۰ سال (۱۳۹۵ـ۱۳۷۵)، افت سالیانهٔ سطح آب زیرزمینی برای هریک از چاه‌ها در محیط GIS پهنه‌بندی شد و در نهایت با استفاده از جدول (۱)، نقشهٔ تغییرات کمی آب زیرزمینی طبقه‌بندی و نقشهٔ افت سطح تراز آب به دست خواهد آمد (مسعودی و همکاران، ۲۰۱۵؛ یزدان‌پناهی و همکاران، ۲۰۱۸).

**جدول (۱): کلاس‌ها و درجات خطر شاخص افت آب زیرزمینی (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴a)**

**Table (1): Classes and degrees of risk of groundwater drop index (Zehtabian et al., 2014a)**

| درجهٔ خطر | کلاس خطر بیابان‌زایی | دامنهٔ تغییرات افت آب زیرزمینی (سانتی‌متر در سال) |
|---|---|---|
| ۱ | بی‌خطر | عدم افت |
| ۲ | کم | ۲۰–۰ |
| ۳ | متوسط | ۳۰–۲۰ |
| ۴ | شدید | ۵۰–۳۰ |
| ۵ | خیلی شدید | ≥ ۵۰ |

1. Johnston

## ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی

به‌منظور ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی، از شاخص‌های هدایت الکتریکی، کلر و نسبت جذب سطحی سدیم[1] استفاده شد. اطلاعات مربوط به آب‌های زیرزمینی (چاه و قنات) از سازمان جهاد کشاورزی و ادارهٔ آب منطقه‌ای استان و همچنین ادارات شهرستان درگز برای یک دورهٔ ۲۰ ساله (۱۳۷۵ـــ۱۳۹۵) به دست می‌آید. جدول (۲) کلاس‌ها و درجات خطر شدت بیابان‌زایی را بر اساس تغییرات شاخص نسبت جذب سدیم نشان می‌دهد. شایان ذکر است که بخشی از منطقه فاقد کاربری کشاورزی بوده و در طبقه‌بندی‌ها به‌عنوان سایر اراضی در نظر گرفته شد.

**جدول (۲): کلاس‌ها و درجات خطر شاخص نسبت جذب سدیم (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴a)**

**Table (2): Classes and degrees of risk of the index of sodium absorption ratio (Zehtabian et al., 2014a)**

| درجهٔ خطر | کلاس خطر بیابان‌زایی | دامنهٔ تغییرات نسبت جذب سدیم |
|---|---|---|
| ۱ | بی‌خطر | ۱۰-۰ |
| ۲ | کم | ۱۸-۱۰ |
| ۳ | متوسط | ۲۶-۱۸ |
| ۴ | شدید | ۳۲-۲۶ |
| ۵ | خیلی شدید | ≥ ۳۲ |

شاخص هدایت الکتریکی (EC) نمایانگر میزان املاح کاتیونی و آنیونی محلول موجود در آب است که می‌تواند هدایت جریان الکتریسیته در آب را تسریع کند. هرچه میزان هدایت الکتریکی یک نمونه آب بیشتر باشد، میزان املاح موجود در آن بیشتر و با توجه به تقسیم‌بندی‌های کیفی می‌تواند نشانگر کیفیت نامطلوب آب باشد. جدول (۳) کلاس‌ها و درجات خطر شدت بیابان‌زایی را بر اساس شاخص هدایت الکتریکی (EC) و جدول (۴) کلاس‌ها و درجات خطر شاخص کلر (CL) را نشان می‌دهند.

**جدول (۳): کلاس‌ها و درجات خطر شاخص هدایت الکتریکی (EC) (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴a)**

**Table (3): Classes and degrees of risk of electrical conductivity index (EC) (Zehtabian et al., 2014a)**

| درجهٔ خطر | کلاس خطر بیابان‌زایی | دامنهٔ تغییرات شاخص هدایت الکتریکی EC (میلی‌گرم بر لیتر) |
|---|---|---|
| ۱ | بی‌خطر | ۱۲۵-۰ |
| ۲ | کم | ۲۵۰-۱۲۵ |
| ۳ | متوسط | ۵۰۰-۲۵۰ |
| ۴ | شدید | ۱۵۰۰-۵۰۰ |
| ۵ | خیلی شدید | ≥ ۱۵۰۰ |

**جدول (۴): کلاس‌ها و درجات خطر شاخص کلر (CL) (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴a)**

**Table (4): Classes and degrees of risk of the Clare index (CL) (Zehtabian et al., 2014a)**

| درجهٔ خطر | کلاس خطر بیابان‌زایی | دامنهٔ تغییرات شاخص کلر (میلی‌گرم بر لیتر) |
|---|---|---|
| ۱ | بی‌خطر | ۱۲۵-۰ |
| ۲ | کم | ۲۵۰-۱۲۵ |
| ۳ | متوسط | ۵۰۰-۲۵۰ |
| ۴ | شدید | ۱۵۰۰-۵۰۰ |
| ۵ | خیلی شدید | ≥ ۱۵۰۰ |

ارزیابی شدت تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی بر اساس محاسبهٔ میانگین هندسی مقادیر متوسط وزنی شاخص‌های هدایت الکتریکی، کلر و نسبت جذب سطحی سدیم طبق رابطهٔ (۱) و طبق مدل IMDPA به دست آمد. ارزیابی شدت معیار آب زیرزمینی از رابطهٔ (۲) محاسبه گردید. جدول (۵) کلاس‌های شدت تخریب منابع آب زیرزمینی را نشان می‌دهد.

$$GWQI = [EC * CL * SAR]^{1/3} \quad (۱)$$

GWQI: شاخص کیفی آب زیرزمینی (Groundwater Quality Index)

EC: هدایت الکتریکی، SAR: نسبت جذب سدیم، CL: میزان کلر

$$GWI = [GWQI * GWLI]^{1/2} \quad (۲)$$

GWI: شاخص آب زیرزمینی (Groundwater Index)

GWLI: شاخص کمّی آب زیرزمینی (Groundwater Level Index)

1. Sodium Adsorption Ratio

جدول (۵): کلاس‌های شدت تخریب منابع آب زیرزمینی (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴b)

Table (5): Groundwater Damage Severity Classes (Zehtabian et al., 2014b)

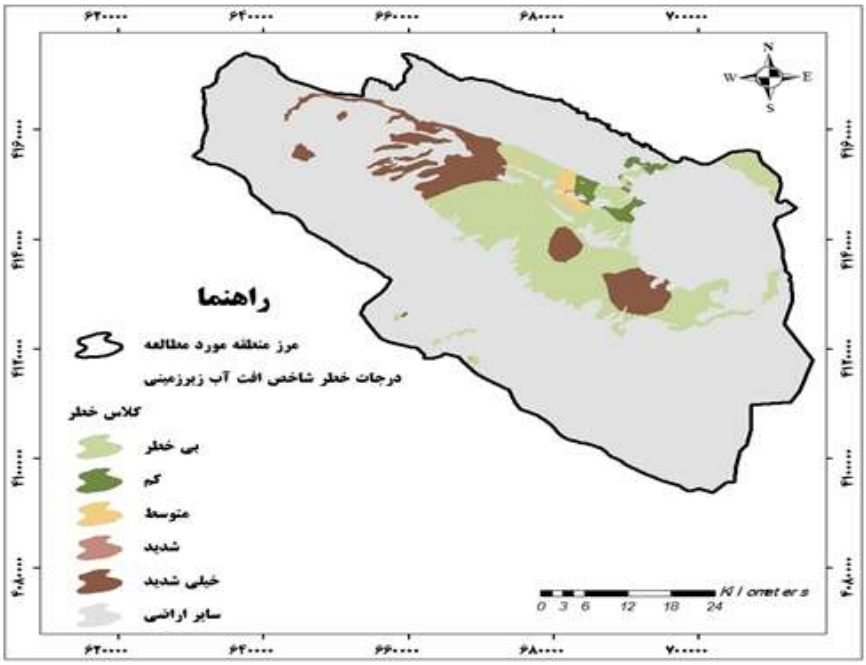
| درجهٔ خطر | کلاس خطر بیابان‌زایی | دامنهٔ تغییرات شدت تخریب منابع آب زیرزمینی |
|---|---|---|
| ۱ | بی‌خطر | ۱-۰ |
| ۲ | کم | ۱,۵-۱ |
| ۳ | متوسط | ۲,۵-۱,۶ |
| ۴ | شدید | ۳,۵-۲,۵ |
| ۵ | خیلی شدید | ۴-۳,۶ |

### بررسی میزان انطباق و صحت مدل با واقعیت زمینی

برای انطباق مدل با واقعیت زمینی می‌توان از آزمون ناپارامتری من-ویتنی[1] استفاده کرد (آرامی و همکاران، ۲۰۱۳؛ سیلاخوری و همکاران، ۲۰۱۴). این آزمون برای انطباق نقشه‌هایی که به‌صورت کیفی امتیازدهی می‌شوند، کاربرد دارد (من و ویتنی، ۱۹۷۴). نتایج این آزمون، بین ۱ و ۱- متغیر است؛ به‌طوری که اگر جواب مدل بزرگ‌تر از نظر کارشناسی و واقعیت زمینی باشد، عدد ۱ کوچک‌تر از واقعیت زمینی (۱-) و در صورت یکسان بودن نتایج، صفر در نظر گرفته شد. از آزمون آماری کای اسکوئر نیز برای بررسی معنی‌داری تفاوت مساحت‌ها استفاده شد.

## نتایج

تغییرات سطح آب زیرزمینی بر اساس آمار و اطلاعات سطح آب چاه‌های منطقه طبق شکل (۲) نشان داده شده است.




شکل (۲): نقشهٔ درجات خطر شاخص افت آب زیرزمینی در دورهٔ ۲۰ ساله (۱۳۷۵_۱۳۹۵)

Figure (8): Map of the Risk of Groundwater Drop Indicator in the 20 Years Period (1996-2016)

همان طور در شکل (۲) مشخص شده، در بخش‌های مرکزی دشت افت چندانی دیده نمی‌شود و بیشترین میزان افت سطح آب زیرزمینی مربوط به مناطق غربی و شرقی دشت است.

کلاس‌ها و تغییرات پارامترهای کیفی آب زیرزمینی هدایت الکتریکی، کلر و نسبت جذب سدیم بر اساس پایش زمانی و مکانی محاسبه و در جدول (۶) ارائه شده است.

همان طور که نتایج نشان می‌دهد، از نظر هدایت الکتریکی درصد فراوانی نسبی کلاس متوسط بیشترین سهم را داشته است، اما به‌تدریج از آن کاسته شده و به درصد فراوانی نسبی کلاس شدید و خیلی شدید افزوده شده است. منطقهٔ مورد مطالعه از لحاظ غلظت کلر در آب زیرزمینی در وضعیت مناسبی قرار دارد و از نظر شدت بیابان‌زایی کلاس بی‌خطر و کم‌خطر، به‌ترتیب بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. از لحاظ

1. Mann-Whitney test

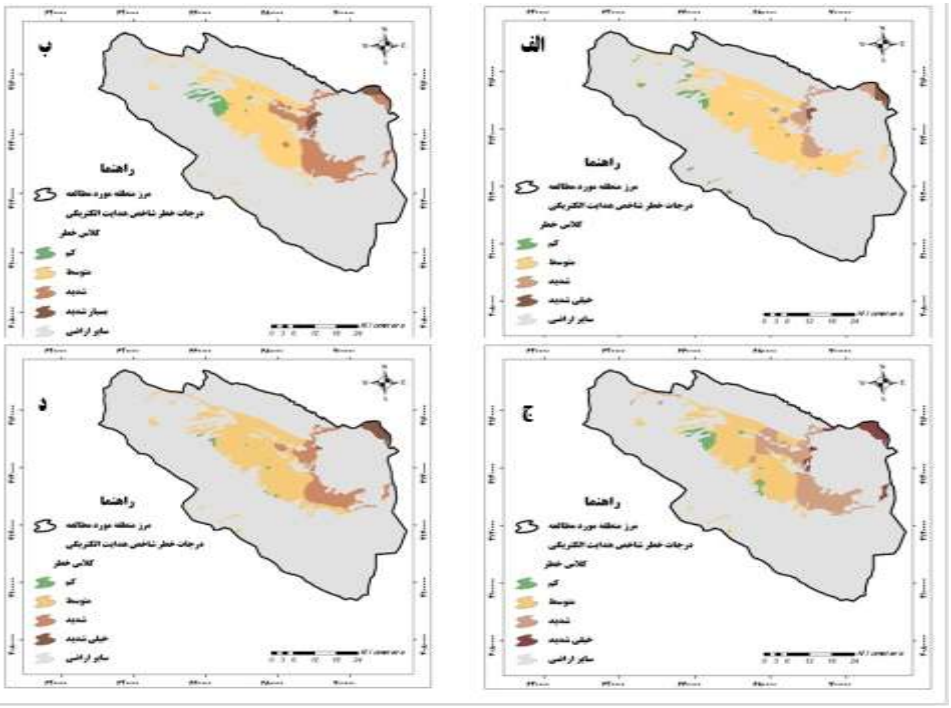
نسبت جذب سدیم (SAR) در آب زیرزمینی، دشت درگز در کلاس بی‌خطر و کم‌خطر قرار گرفت. مساحت و درصد فراوانی نسبی هریک از کلاس‌ها برای پارامترهای کیفی آب زیرزمینی دشت درگز در جدول (۶) نشان داده شده است.

نقشهٔ حاصل از درون‌یابی هریک از پارامترهای کیفی آب زیرزمینی طبق روش زمین آمار کریجیگ به‌ترتیب در شکل‌های (۳)، (۴) و (۵) نشان داده شده است. نمودار تغییرات کلاس‌های شاخص‌های کیفی نیز که در چهار دورهٔ آماری ۱۳۷۵ــ۱۳۸۰، ۱۳۸۵_۱۳۸۰_۱۳۹۰، ۱۳۹۵_۱۳۹۰ محاسبه شده، در شکل (۶) نشان داده شده است.

**جدول (۶): کلاس‌ها و تغییرات پارامترهای کیفی آب زیرزمینی**

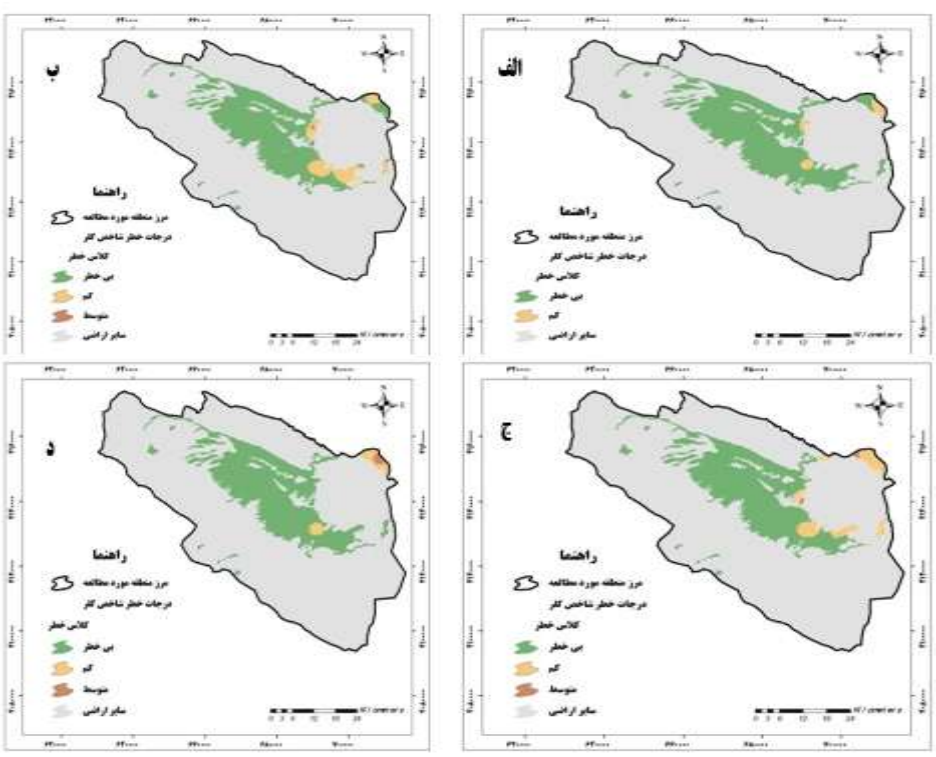
**Table (6): Classes and variations quantity parameters of groundwater**

| شاخص | دوره | طبقات | مساحت (هکتار) | درصد فراوانی نسبی |
|---|---|---|---|---|
| نسبت جذب سدیم | ۱۳۸۰_۱۳۷۵ | بی‌خطر | ۷۱۲۴۰/۹ | ۹۸/۱۶ |
| | | کم | ۱۱۶۲/۷ | ۱/۸۴ |
| | ۱۳۸۵_۱۳۸۰ | بی‌خطر | ۷۱۲۶۰/۵ | ۹۸/۳۹ |
| | | کم | ۱۱۶۵/۳ | ۱/۶۱ |
| | ۱۳۹۰_۱۳۸۵ | بی‌خطر | ۷۲۲۰۲/۲ | ۹۹/۴۸ |
| | | کم | ۲۰۶/۶ | ۰/۵۲ |
| | ۱۳۹۵_۱۳۹۰ | بی‌خطر | ۷۱۹۸۹/۳ | ۹۹/۲۹ |
| | | کم | ۴۳۹/۷ | ۰/۷۱ |
| نسبت کلر | ۱۳۸۰_۱۳۷۵ | بی‌خطر | ۶۹۵۹۶/۱ | ۹۵/۸۹ |
| | | کم | ۲۸۱۵/۳ | ۴/۱۱ |
| | ۱۳۸۵_۱۳۸۰ | بی‌خطر | ۶۳۵۲۸/۹ | ۸۷/۷۶ |
| | | کم | ۸۶۴۴/۹ | ۱۱/۹۱ |
| | | متوسط | ۱۶۰/۲ | ۰/۲۲ |
| | ۱۳۹۰_۱۳۸۵ | بی‌خطر | ۶۳۶۳۴/۸ | ۸۷/۶۸ |
| | | کم | ۸۳۵۸/۹ | ۱۱/۲۲ |
| | | متوسط | ۳۷۳/۳ | ۰/۵۸ |
| | ۱۳۹۵_۱۳۹۰ | بی‌خطر | ۶۸۱۰۸/۳ | ۹۳/۸۴ |
| | | کم | ۳۶۲۵/۸ | ۵/۲۵ |
| | | متوسط | ۶۶۳/۳ | ۰/۹۱ |
| شاخص هدایت الکتریکی | ۱۳۸۰_۱۳۷۵ | کم و ناچیز | ۳۳۵۹/۳ | ۴/۷۳ |
| | | متوسط | ۵۶۸۳۴/۵ | ۷۸/۶۱ |
| | | شدید | ۹۹۳۷/۴ | ۱۳/۶۹ |
| | | بسیار شدید | ۲۱۳۰/۵ | ۲/۹۷ |
| | ۱۳۸۵_۱۳۸۰ | کم و ناچیز | ۴۱۳۰/۳ | ۵/۷۹ |
| | | متوسط | ۴۲۷۱۸/۴ | ۵۸/۸۶ |
| | | شدید | ۲۲۴۶۸/۱ | ۳۱/۵۶ |
| | | بسیار شدید | ۲۹۴۶/۳ | ۴/۰۶ |
| | ۱۳۹۰_۱۳۸۵ | کم و ناچیز | ۳۵۰۲/۷ | ۴/۸۳ |
| | | متوسط | ۴۰۲۲۷/۵ | ۵۵/۷۳ |
| | | شدید | ۲۳۶۸۰/۷ | ۳۲/۶۳ |
| | | بسیار شدید | ۴۸۳۱/۴ | ۶/۸۶ |
| | ۱۳۹۵_۱۳۹۰ | کم و ناچیز | ۷۸۹/۰ | ۱/۴۹ |
| | | متوسط | ۵۲۲۹۶/۷ | ۷۲/۰۶ |
| | | شدید | ۱۶۲۶۲/۳ | ۲۲/۴۳ |
| | | بسیار شدید | ۳۰۳۶/۷ | ۴/۱۸ |



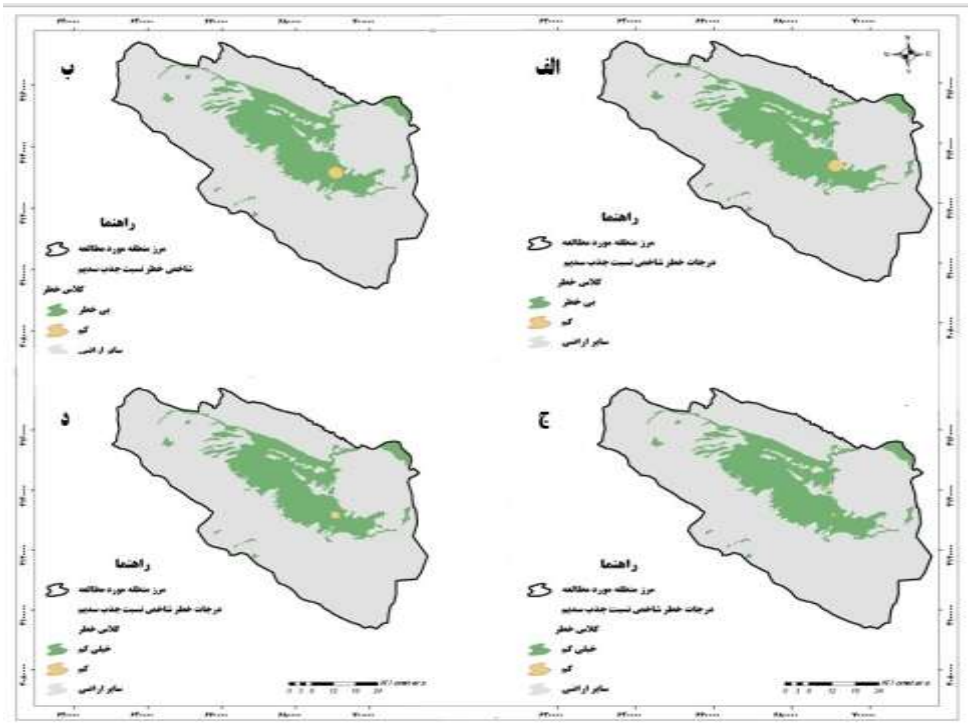

شکل (۳): نقشهٔ میانگین میزان هدایت الکتریکی در سال‌های الف: ۱۳۷۵ـ۱۳۸۰، ب: ۱۳۸۰ـ۱۳۸۵، ج: ۱۳۸۵ـ۱۳۹۰، د: ۱۳۹۰ـ۱۳۹۵

**Figure (2): Map of the average electric conductivity in years A: 1996-2001, B: 2001-2006, C: 2006-2011, D: 2011-2016**



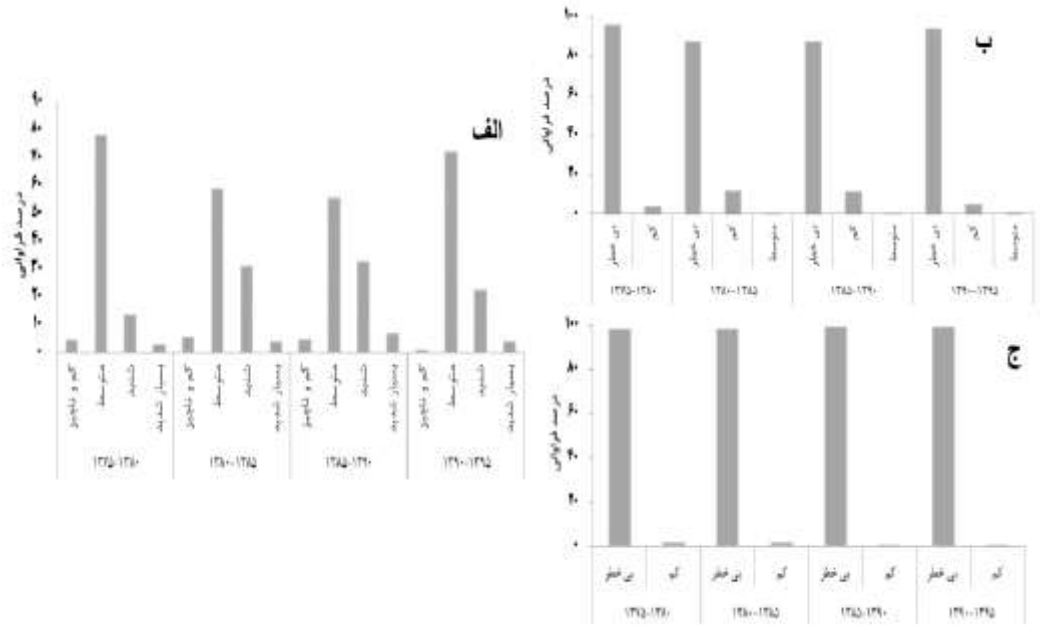

شکل (۴): نقشهٔ میزان میانگین شاخص کلر در سال‌های الف: ۱۳۷۵ـ۱۳۸۰، ب: ۱۳۸۰ـ۱۳۸۵، ج: ۱۳۸۵ـ۱۳۹۰، د: ۱۳۹۰ـ۱۳۹۵

**Figure (4): Map of average chlorine index in years A1996-2001, B: 2001-2006, C: 2006-2011, D: 2011-2016**




**شکل (۵): نقشهٔ میزان میانگین شاخص نسبت جذب سدیم در سال‌های الف: ۱۳۷۵ـ۱۳۸۰، ب: ۱۳۸۰ـ۱۳۸۵، ج: ۱۳۸۵ـ۱۳۹۰، د: ۱۳۹۰ـ۱۳۹۵**

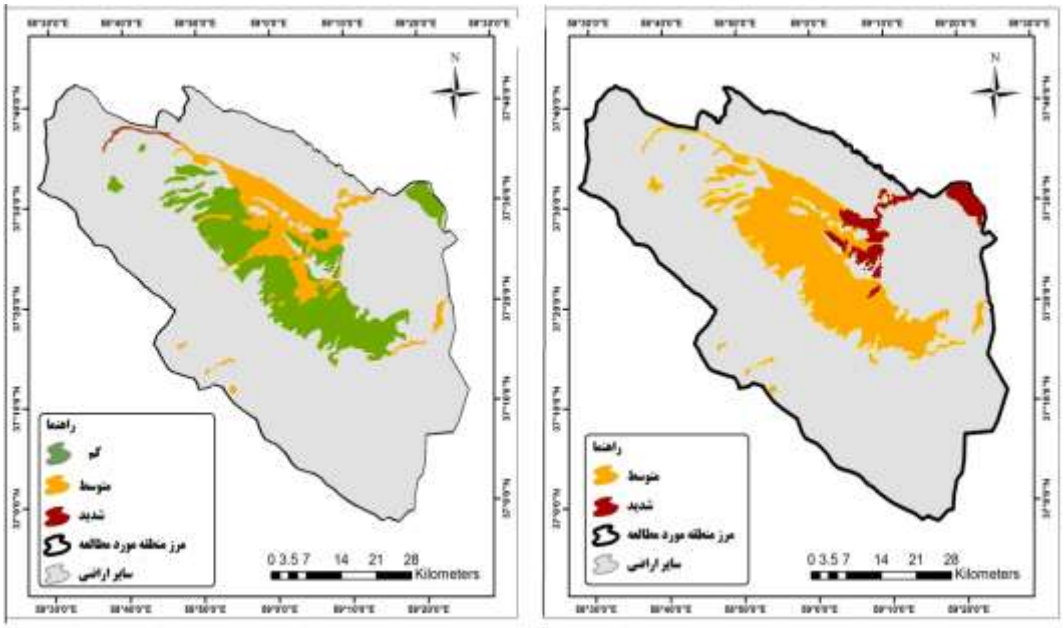
**Figure (5): Map of the average index of sodium absorption ratio in years A: 1996-2001, B: 2001-2006, C: 2006-2011, D: 2011-2016**




**شکل (۶): نمودارهای تغییرات کلاس‌های شاخص الف: هدایت الکتریکی، ب: کلر، ج: نسبت جذب سدیم در ۴ دورهٔ ۱۳۷۵ـ۱۳۸۰، ۱۳۸۰ـ۱۳۸۵، ۱۳۸۵ـ۱۳۹۰، ۱۳۹۰ـ۱۳۹۵**

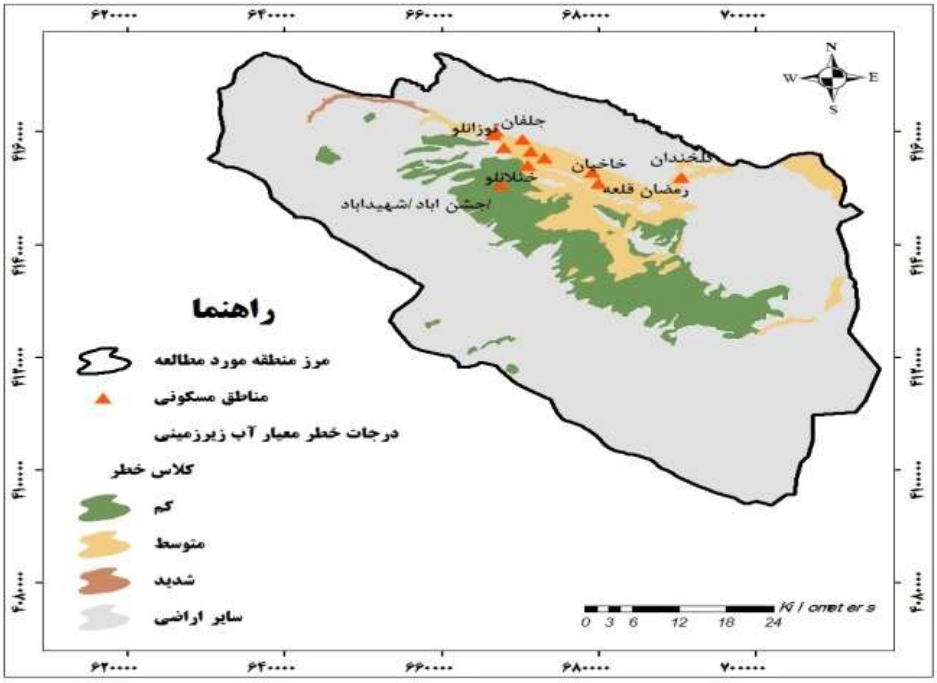
**Figure (6): Chart of changes in the classes of A: EC, B: CL and C: SAR index in the 4 periods of 1996-2001, 2006-2001, 2006-2011, 2011-2016**

با توجه به محاسبهٔ میانگین وزنی کل منطقهٔ پهنه‌بندی‌شده در هر واحد کاری، طبقات مربوط به شاخص کمّی و کیفی آب زیرزمینی در شکل (۷) نشان داده شده است. شکل (۸) نقشهٔ درجات خطر معیار آب زیرزمینی را در منطقهٔ مورد مطالعه نشان می‌دهد.




شکل (۷): نقشهٔ درجات خطر شاخص‌های معیار آب زیرزمینی: الف. شاخص کیفی، ب. شاخص کمی

**Figure (7): Map of the Risk Level Indicators of Groundwater: A. Quality Index, B. Quantitative Index**




شکل (۸): نقشهٔ درجات خطر معیار آب زیرزمینی

**Figure (8): Mapping the Groundwater Risk Level**

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، با توجه به افت سطح آب در قسمت شمال غربی، و کاهش کیفیت آب زیرزمینی در منطقهٔ شمال شرقی، از مجموع این دو عامل کل منطقه در سه کلاس خطر کم، متوسط و شدید از لحاظ معیار آب زیرزمینی قرار می‌گیرد (جدول ۷).

جدول (۷): کلاس‌ها و تغییرات کیفیت و کمیت آب زیرزمینی و معیار آب زیرزمینی

Table (7): Classes and changes in the quality and quantity of groundwater and groundwater standards

| معیار | شاخص | طبقات | مساحت (هکتار) | درصد فراوانی نسبی |
|---|---|---|---|---|
| | کمیت آب زیرزمینی | کم | ۲۴۹۳۶/۶ | ۳۴/۳۵ |
| | | متوسط | ۴۴۸۴۹/۳ | ۶۱/۸۰ |
| | | شدید | ۲۷۹۰/۶ | ۳/۸۵ |
| | کیفیت آب زیرزمینی | متوسط | ۶۰۱۸۲/۲ | ۸۲/۹۷ |
| | | شدید | ۹۶۷۱/۶ | ۱۷/۰۳ |
| معیار آب زیرزمینی | | کم | ۴۵۱۷۳/۲ | ۶۳/۶۰ |
| | | متوسط | ۲۵۴۷۷/۵ | ۳۴/۲۵۵ |
| | | شدید | ۱۷۷۸/۲ | ۳/۱۵ |
| | کای اسکوئر | | ۴۸۷۸۹ | ۶۷/۵۶ |
| | | | معنی‌دار در سطح ۱درصد | معنی‌دار در سطح ۱درصد |

صحت‌سنجی نقشهٔ معیار آب زیرزمینی طبق آزمون ناپارامتری من-ویتنی با حقایق زمینی، بر اساس مشاهدات میدانی (۸۹ نقطهٔ زمینی) و نظر کارشناسی، نشان داد در سطح اطمینان ۵ درصد و با P-Value معادل ۰/۴۱۶ اختلاف معنی‌داری ندارد.

## بحث و نتیجه‌گیری

دشت درگز به‌دلیل قرار گرفتن در مجاورت صحرای قره قوم واقع در کشور ترکمنستان تا حدودی از آب‌وهوای گرم برخوردار است. تعداد چاه‌ها در طی ۳۸ سال گذشته، از ۴۶ حلقه به ۲۴۷ حلقه چاه افزایش یافته است. این تعداد حلقه چاه، میزان بهره‌برداری از سطح آب‌های زیرزمینی را افزایش داده و مدیریت غیراصولی در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی برای توسعهٔ کشاورزی،[1] باعث افت سطح تراز آب و کاهش ارزش کیفی منابع آب زیرزمینی در این دشت شده و این منطقه را به یکی از کانون‌های بحران فرسایش بادی تبدیل کرده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که میزان هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در قسمت‌های شرقی منطقه دارای کلاس شدید و خیلی شدید است؛ میانگین وزنی در هر واحد کاری در چهار کلاس کم و ناچیز، متوسط، شدید و بسیار شدید طبقه‌بندی شد. این مقدار بیانگر آن است که مقدار هدایت الکتریکی از کلاس متوسط به طرف کلاس شدید در نوسان است؛ به‌طوری که از ۱۴درصد در ابتدای دوره به ۳۲درصد در انتهای دوره رسیده است که اعلام زنگ خطری برای منطقه بوده و شوری خاک نیز در نتیجهٔ آبیاری گستردهٔ اراضی کشاورزی با آب شور افزایش یافته است. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش اکبری و همکاران (۲۰۰۹)، رفیع شریف‌آباد (۲۰۱۵)، داوری و همکاران (۲۰۱۶)، ژوو و همکاران (۲۰۰۴) و دمیر و همکاران (۲۰۰۹) که بهره‌برداری بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی و آبیاری اراضی با آب شور باعث کاهش ارزش کیفی آب شده، مطابقت دارد. منطقهٔ مورد مطالعه به‌عنوان بستر اصلی فعالیت‌های شهری و روستایی در شمال شرق خراسان رضوی، باعث شده است که عوامل زیادی در افت و کاهش سطح تراز آب‌های زیرزمینی مؤثر باشد. عواملی همچون خشکسالی در چند دههٔ اخیر باعث افزایش دما و کاهش بارندگی شده است. علاوه بر آن، افزایش جمعیت و به‌تبع آن بهره‌برداری بیشتر از سفره‌های آب زیرزمینی، از دیگر عوامل مؤثر در روند افت آب‌های زیرزمینی دشت درگز است. نتایج این پژوهش نشان داد میزان افت سطح آب زیرزمینی در قسمت‌های غربی و

۱. بر اساس گزارش‌های موجود تقریباً ۴۶۰۰۰ مترمربع از اراضی شهرستان درگز طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ دچار تغییر کاربری شده است.

شمال غربی منطقهٔ مورد مطالعه بیشترین مقدار است که دلیل اصلی آن بر اساس نظر کارشناسان ادارات اجرایی منطقهٔ حفر چاه‌های عمیق و بدون مجوز و برداشت بیش از حد آب زیرزمینی بوده است که این شرایط باعث افزایش شوری آب نیز شده است. این نتایج، بررسی و مطالعات سایر پژوهشگران از جمله اردکانی و همکاران (۲۰۱۴)، مسعودی و همکاران (۲۰۱۵) و السنافی و همکاران (۲۰۰۴) را نیز تأیید می‌کند.

با توجه به اینکه برای ارزش‌گذاری معیارهای کمّی و کیفی آب زیرزمینی، از شاخص‌های مدل ایرانی IMDPA استفاده شده و در این مدل نیز الگوریتم (خوارزمیک) محاسباتی بر مبنای میانگین هندسی است و نه حسابی، ممکن است ارزش عددی برخی از کلاس‌ها (با ارزش عددی زیاد) توسط برخی دیگر از کلاس‌ها (با ارزش عددی کم) تعدیل گردد. بنابراین، با این توضیح، با توجه به اینکه بر اساس جدول‌های موجود در مدل IMDPA ارزش عددی فاکتورهای کلر و نسبت جذب سدیم در بیشتر واحدهای مطالعاتی که همان اراضی کشاورزی است، کم و یا متوسط به دست آمده، اثر زیاد هدایت الکتریکی را در برخی از واحدهای مطالعاتی تا حدی تعدیل کرده است. هرچند مدل IMDPA براساس شرایط اقلیمی مختلف در ایران کالیبره شده است، به‌دلیل تغییرات شرایط محلی، پیشنهاد می‌شود برخی از شاخص‌ها و دامنهٔ تغییرات آنان اصلاح شود.

روند و تغییرپذیری زمانی و مکانی پارامترهای کیفی و کمّی آب زیرزمینی با استفاده از روش‌های زمین‌آماری مناسب و کاربردی بوده است (انطباق با مطالعات ژوو و همکاران، ۲۰۰۴؛ دمیر و همکاران، ۲۰۰۹) و نتایج پهنه‌بندی نشان داد تقریباً در تمامی منطقه، به‌خصوص شمال شرق از سطح پایینی برخوردار است. این روند با توجه به خشکسالی‌های اخیر و تغییر پارامترهای اقلیمی تشدید شده که بایستی مدیریت منابع آب باید به‌عنوان یک اولویت در تمام ادارات و سازمان‌های مربوط قرار گیرد. دربارهٔ موضوع افت تراز آب زیرزمینی، عواملی که می‌تواند تا حدودی وضعیت نامناسب را بهبود بخشد، عبارت‌اند از: ارزش نهادن به آب به‌عنوان باارزش‌ترین مادهٔ موجود در طبیعت، جلوگیری از برداشت چاه‌های غیرمجاز، جلوگیری از توسعهٔ باغ‌ها در سرشاخه‌های رودخانه‌ها، حفظ بستر و حریم رودخانه‌ها به‌عنوان بهترین بستر برای تغذیهٔ آبخوان، تغییر الگوی کشت و صرفه‌جویی آب در بخش کشاورزی، استفاده از پس آب تصفیه‌شدهٔ فاضلاب و جایگزینی آن با بخش کشاورزی، ترویج فرهنگ استفادهٔ صحیح از آب. با نگاه به بخش شرقی و شمال شرقی منطقه که با افزایش شوری خاک روبه‌روست، عملکرد محصولات کم خواهد شد و به‌تبع کم شدن عملکرد محصولات سبب زیر کشت رفتن زمین‌های جدید و هم‌جوار می‌شود و این روند به‌شدت بیابان‌زایی می‌افزاید. علاوه بر آن، گسترش فعالیت‌های کشاورزی مشکلاتی مانند افت سطح آب‌های زیرزمینی و تغییر کیفیت آب زیرزمینی، افزایش هزینهٔ پمپاژ و نشست زمین را به دنبال دارد؛ به این موضوع در مطالعهٔ مسعودی و همکاران (۲۰۱۵) نیز اشاره شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده به نظر می‌رسد مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت درگز به‌عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی استان خراسان رضوی، باید در اولویت مدیریتی مسئولان و کارشناسان ادارات اجرایی قرار گیرد.

## سپاسگزاری

تحقیق حاضر، نتایج بخشی از پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد مدیریت مناطق خشک و بیابانی در دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد است. لذا از همکاری بی‌دریغ و خالصانهٔ همهٔ کسانی که در این تحقیق ما را یاری کرده‌اند و همچنین از کارشناسان ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی و شهرستان درگز، بسیار سپاسگزاری می‌شود.

## منابع


1. Agricultural Jihad Department in Dargaz, 2017 Interview with agricultural, Interview with agricultural experts at the Agricultural Jihad Department in Dargaz.
2. Akbari, M., 2016. Proposing an Early Warning System for Desertification Hazard (Case study: Semi desert region of the Gorgan Plain, Golestan Province, Iran), Ph.D. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 403 p.
3. Akbari, M., Jargeh, M.R., Madani Sadat, H., 2009. Investigation of groundwater loss using geographic information system (Case study: Mashhad plain aquifer). Journal of aquatic resources research 16(4), 78-63.
4. Akbari, M., Ownegh, M., Asgari, H.R., Sadoddin, A. and Khosravi, H., 2016. Desertification risk assessment and management program. Global Journal of Environmental Science and Management 2(4), 365-380.
5. Al-Senafy, M. and J. Abraham., (2004). Vulnerability of groundwater resources from agricultural activities in Southern Kuwait. Agric. Water Manage. Pp. 1-15.
6. Arami, A., Ownegh, M., Sheikh, V. B., 2013. Assessment of desertification risk in semi-arid Agh-Band Region, Golestan Province, Iran. International Journal of Agricultural Crop Science 5, 1901-1908.
7. Ardakani, S., Rcban, SH., Mani J.O, M., 2014. Evaluation of concentration of some heavy metals in groundwater resources of Ghahavand plain of Hamadan. Monthly Journal of Kermanshah University of Medical Sciences 18(6), 348-339.
8. Azareh, A., Rafiei Sardoii, E., Nazari Samani, A., Masoudi, R., and Khosravi, H., 2014. Study on Spatial and Temporal Variations of Groundwater Level in Garmsar Plain. Journal of Desert Management 3, 11-20.
9. Davari, S., Rashki, A. L., Akbari, M., 2016. Impact of agricultural lands on desertification based on the IMDPA model of the study area: Desert region of Ghasemabad, Bajestan, Khorasan Razavi, National Conference on Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment, Gorgan.
10. Delbari, M. Afrasiab, P. and Miremadi, S. R., 2011. Spatio-temporal Variability Analysis of Groundwater Salinity and Depth (Case study: Mazandaran province). Iranian Journal of irrigation and drainage 3(4), 359-374.
11. Demir, Y. Et al., 2009. "Spatial Variability of Depth and Salinity of Groundwater under Irrigated Ustifluvents in the Middle Black Sea Region of Turkey", Environmental Monitoring and Assessment 158(1), 279-294.
12. Hosseinalizadeh, M., and Yaghubi, A., 2010. Spatiotemporal Variability of Ground Water Using Geostatistic. Iran Watershed Management Science & Engineering 4(10): 63-68 pp.
13. Huiqun, M., Ling, L., 2008. Water quality assessment using artificial neural network. In International Conference on Computer Science and Software Engineering 5-13 December, USA.
14. Johnston K., VerHoef J. M., Krivoruchko K., and Lucas N., 2001.Using Arc-GIS.Geostatistical analyst. ESRI, 300 p. California, E.U.A.
15. Khodai, K., Shahsavari, A., Etebari,B., 2006. Evaluation of Jowin groundwater changes using Drastic and Gods methods. Geological Journal of Iran 2 (4), 73-87.
16. Mann, H. B., and Whitney, D. R., 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. The Annals of Mathematical Statistics 18: 50-60.
17. Masoudi, R., Zehtabian, G, R., Ahmadi, H., Malkian, A., 2015. Evaluation of the quantitative and qualitative changes of groundwater in Kashan Plain. Desert Management Journal 5, 80-67.
18. Mei, K., Liao, L., Zhu, Y., Lu, P., Wang, Z., Dahlgren, R. A., and Zhang, M., 2014. Evaluation of spatial-temporal variations and trends in surface water quality across a rural-suburban-urban interface. Environmental Science and Pollution Research 21(13), 8036-8051.
19. Naderianfar, M., Ansari, H., Ziaie, A., and davary, K., 2011. Evaluating the groundwater level fluctuations under different climatic conditions in the basin Neyshabour, Iranian of Irrigation & Water Engineering, 1(3), 22-37.
20. Natural Resources, 2008. Natural Resources Reports of Khorasan Razavi.

21. Rafi sharifabad, G., Zehtabian, G, R., 2015. Assessment of the actual state of desertification of Yazd-Ardakan plain based on two criteria of water and climate, Journal of Management of Desert 3, 60-51.
22. Sayad, H., 2012. Assessment of quantitative and qualitative of groundwater of Dargaz Plain in Dargaz Township. MSc Thesis. Ferdowsi university of Mashhad. Faculty of Science.
23. Silakhori, A., Ownegh, M., Sadoddin, A. 2014. Desertification risk and hazard assessment in Sabzevar region using MICD model. Emergency Management Journal, 91: 89-99.
24. Sun, Y., Kang, S., Li, F., and Zhang, L., 2009. Comparison of interpolation methods for depth to groundwater and its temporal and spatial variations in the Minqin oasis of northwest China. Environmental Modelling & Software 24(10), 1163-1170
25. Yazdanpanahi, A., Akabri, M., Behrangmanesh, M. 2018. Spatio-temporal variable of groundwater parameters using Geo-statistical methods in Mashhad plain, Extension and Development of Watershed Management, 6(20): 25-34
26. Zehtabian, G, R., Khosravi, H., Azareh, A., 2014a. The effect of agricultural activities on land degradation in Khatam. Journal of Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources 67(1), 72-61.
27. Zehtabian, G, R., Khosravi, H., Masoudi, R., 2014b. Desertification Evaluation Models (Criteria and Indicators). Tehran University Press, pp. 3480. 258.
28. Zhu, Z., 1998. Concept, cause and control of desertification in China. Quaternary Sciences II, pp. 145-15.

# Spatio-temporal Monitoring of Groundwater Changes on Desertification Intensity in Agricultural Areas in Dargaz Plain, Khorasan Razavi Province

Azin Nasrian[1], Morteza Akbari[2], Alireza Faridhosseini[3], Ehsan Neamatollahi[4]

Received: 17/09/2018 Accepted: 29/12/2018

**Expanded abstracts**

**Introduction:** A lot of part of Iran is covered by dry and semi-arid climate. In these regions, due to the lack of rainfall, agriculture is heavily dependent on groundwater resources. The continuing drought in recent decades and the excessive withdrawal of groundwater aquifers for agricultural development, has led to more land degradation and desertification. Understanding the quality and quantity of groundwater as one of the most important and most vulnerable sources of water supply in recent decades which is so necessary. For optimal groundwater management, it is necessary to collect sufficient information from a set of quantitative and qualitative characteristics of aquifers in different regions and to be evaluated in appropriate ways. Therefore, due to the importance of this issue (non-systematic use of water resources for agricultural activities), the present study aims to assess the process of ground water changes due to the agricultural activities in Dargaz county of Khorasan Razavi province along with the presentation and proposal of management plans for risk reduction Desertification was carried out. Demir et al. (2009) investigated the spatial variation of depth and salinity of groundwater in agricultural areas in northern Turkey using the statistical method of the earthquake. The results of their research showed that the eastern part of agricultural lands in the middle parts of the Black Sea, which has poor drainage, has the highest salinity risk. Akbari et al. (2009), using the Geographic Information System, studied the groundwater level in Mashhad Plain during the twenty years and estimated the average annual loss of 60 centimeters. Their results indicated that the increase in the number of wells in the area and drought, were the main causes of groundwater subsidence decline.

**Methodology:** The study area is located in northeastern part of Iran and in the north of Khorasan Razavi province. Dargaz County has an area of about 376459 ha. Dargaz Plain is considered as one of the agricultural poles in Khorasan Razavi province. In order to study the process of water change, two sub-criteria of groundwater quantity such as the groundwater table index, and quality indices were used such as water conductivity, sodium adsorption ratio, and chlorine index. For evaluation and zonation of quantitative indices of groundwater level, 124 wells and 111 aqueducts were used and the analyzed using geo-statistical interpolation such as Kriging method in GIS software environment. In addition, groundwater quality criteria has evaluated during the 20 years period of 1996-2016 and in the 5 years' time period.

**Validation and verification of the model:** The non-parametric Mann-Whitney Test (Mann and Whitney, 1947) in the Minitab environment was employed to test the model validity. The non-parametric Mann-Whitney test is used to compare two independent categorical groups. The Mann-Whitney test relies on these null and alternative

1. M.Sc. Graduate of Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
2. Assistant Professor of faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
Corresponding Author: m_akbari@um.ac.ir
3. Associate Professor of faculty of Water Resources Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
4. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran.
DOI: 10.22052/deej.2018.7.21.49

hypotheses: H0: There is no difference between the two groups, H1: There is a difference between the two groups. In the Mann-Whitney test, N is the number of samples randomly selected from the map and sampled in the field. The Mann-Whitney value is compared with the value identified by consulting the significance table

**Results:** The results showed that the highest rate of groundwater was in the northwestern part of this region. The research area was not badly affected by changes in chlorine concentration and sodium absorption ratio in groundwater, and classified into very low and low. Finally, two quantitative and qualitative indicators of groundwater in the severity of the risk of desertification, the region is located in three low, moderate and severe risk classes, respectively.

**Discussion and Conclusions:** At present, uncontrolled management of underground water utilization, the development of agricultural land in the traditional way, and the release of lands, have made these areas one of the centers of the erosion crisis. The amounts of changes in the electrical conductivity index in the eastern parts of this region fluctuated from extreme to very intense. It has risen from 14 percent in 1996 to 32 percent in 2011 and finally reaches 23 percent at the end of the year (2016). This condition indicates an early warning stage for the salinity of irrigation water in this area. The results indicate that the rate of groundwater loss in the western and northwest parts of the study region is the highest, mostly, due to the deep and unannounced drilling of wells and the excessive removal of groundwater. Given the current situation and recent droughts, Dargaz Plain Underground Water Management should be considered as a priority for crisis management by officials and experts in executive agencies.

**Keywords**: Irrigation, Desertification, Interpolation, Salinity, Water Resources Management.