

ارزیابی پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت دز با استفاده از GIS و روش زمین آمار

الهام اکبری^{1*}، حامد پورصمصام²، کاظم حمادی³

- 1- کارشناس ارشد عمران- مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران)
(Elliakbari@yahoo.com)
- 2- کارشناس آبیاری مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان دزفول ، خوزستان، ایران).
(Hamed_Poorsamsam@yahoo.com)
- 3- دکترای هیدرولوژی و منابع آب، مدیریت فنی و مهندسی سازمان آب و برق خوزستان، اهواز، ایران)
(hemmadi.kazem@gmail.com)

چکیده

امروزه به دلیل کاهش بارندگی ، جفر تعداد زیاد چاه های عمیق در سالهای اخیر و برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی در دشتهای و عدم توجه به مقوله آبخوان-داری و انجام تغذیه مصنوعی ، توجه بیشتر به آبهای زیرزمینی امری اجتنابناپذیر و مهم محسوب میگردد، و بررسی وضعیت کمی و کیفی سفره های آب زیرزمینی از جمله این امور است. بدین منظور در تحقیق حاضر ، با استفاده از نرم افزار GIS و بهکارگیری روش زمین آماری کربجینگ به ترسیم پهنه بندی آینده آبهای زیرزمینی دشت دز پرداخته شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار آینده چاه های این دشت طی سال های 1398=1390 با نوسانات کاهشی قابل توجهی مواجه شده است. همچنین بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی حاکی از مطلوب نبودن کیفیت آب در قسمت شرق و جنوب شرق دشت دز می باشد که مهمترین دلیلی آن افزایش تکرار خشکسالی و افت زیاد تراز سطح سفره های آب زیرزمینی ، اضافه برداشت آب و مصرف در بخش کشاورزی ، تغذیه نشده سفره ها و نیز وجود سازندهای نامناسب در این مناطق است. لذا استفاده از سیستمهای نوین آبیاری قطره ای در مزارع با توجه به بالا بودن شوری و خطر سدیم در این مناطق از دشت ، اعمال روشهای مناسب زراعی شامل آبشویی و نمک زدایی جهت جلوگیری از تخریب اراضی و کویری شدن ، کشت محصولات با نیاز آبی کم و مقاوم به شوری ، اجرای طرح های تغذیه مصنوعی و نفوذ به سفره آب زیرزمینی از جمله روش های توصیه شده برای این مناطق از دشت دز می باشد.

واژه های کلیدی: نرم افزار GIS، روش زمین آماری کربجینگ ، سفره های آب زیرزمینی، سیستم-های نوین آبیاری ، دشت دز

1- مقدمه

تغییر در کیفیت آبهای زیرزمینی که معمولاً پرائر مدیریت نادرست بهره‌برداری از آب زیرزمینی رخ میدهد، مقدمه‌ای بر تخریب منابع آب و سایر منابع چه به‌صورت مستقیم و چه به‌صورت غیرمستقیم است. (Zehtabiyani et al., 2010). منابع آبهای زیرزمینی به دلیل اطمینان پذیری بالا به عنوان ذخیره استراتژیک برای شرایط تنش آبی شناخته می‌شود؛ لذا حفاظت از این ذخایر نقشی مهم در توسعه پایدار کشور دارد. عدم توجه به حفظ ذخیره استراتژیک میتواند خسارات جبرانناپذیری را به همراه داشته و موجب تغییر مسیر سرنوشت یک جامعه گردد. متأسفانه سالهاست که در ایران این مفهوم مهم به فراموشی سپرده شده و این منابع آب بی‌همتا در حال افت مستمر است و شور شدن سفره های آب زیرزمینی و کاهش تراز سطح آب در آبخوانها از مهمترین عواقب این فراموشی میباشد بنابراین، اتخاذ تدابیر مناسب در قالبهای مدیریتی با رعایت اصول و ضوابط پدافند غیر عامل، ضروری است سامانه های اطلاعات مکانی به عنوان ابزاری برای تصمیم گیری بهینه در مدیریت بحران ناشی از تهدیدات نقش عمده ای ایفا میکنند. بهره‌گیری از سیستم های سنجش از دور و مطالعات جغرافیایی به عنوان یکی از مباحث مهم در برنامه‌ریزی ها مطرح می باشد.

اطلاع از وضعیت کیفی و کمی آبهای زیرزمینی این امکان را فراهم میسازد تا ضمن استفاده از آن در موارد مختلف شیوه‌هایی اتخاذ شود تا کمترین آسیب به این منابع وارد شود (Pardo et al., 2015). روشهای مختلفی برای سنجش کیفیت آبهای زیرزمینی در سطح دنیا مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است که از آن میان شاخصهای کیفی آب یکی از روشهای پرکاربرد و ساده است (Machiwala and Jhab, 2015) بدینترتیب که با پهنه‌بندی و ارائه تصویر صحیح از وضعیت کیفی آبهای زیرزمینی (Osati et al., 2011) علاوه بر افزایش مشارکت مردمی در حفظ سلامت و کیفیت آبهای زیرزمینی ابزاری مفید در اختیار قرار داده میشود تا هرگونه تصمیمگیری مدیریتی که اثرات زیست محیطی آن مستقیم یا غیرمستقیم متوجه آبهای زیرزمینی کشور باشد، به سهولت انجام گیرد. افت سطح سفره‌های آب زیرزمینی مشکلاتی نظیر خشکسالی، کاهش کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و استحصال آب را به دنبال دارد. علاوه بر مشکلات گفته شده، خطر فرونشست که حرکت قائم یا نشست تدریجی یا فرورفتن ناگهانی سطح زمین است، بسیاری از دشتهای ایران را تهدید میکند (تورانی و همکاران، 1395؛ اصغری و همکاران، 1399).

زمین آمار شاخه‌ای از علم آمار کاربردی است که قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمینگرهای آماری به منظور برآورد خصوصیت مورد نظر در مکانی که نمونه‌برداری نشده با استفاده از اطلاعات حاصله از نقاط نمونه‌برداری شده میباشد. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی میتواند مقادیر عظیمی از داده‌ها را با سرعت زیاد و هزینه بسیار کم، نگهداری و بازیابی نمود. همچنین استفاده از GIS امکان تحلیلهای زمین آماری را برای کاربر فراهم میکند (Ahmadi & Sedghamiz, 2008).

سابقه مطالعات نشان از توانایی و کارایی بالای روشهای زمین آمار در پهنه‌بندی کیفیت آبهای زیرزمینی دارد (اژدری و حسینی، 1397؛ فتحی هفشجانی و همکاران، 1393؛ احمدپور و همکاران، 1393). بنابراین این مطالعه در تلاش است با استفاده از روش درونابی کریجینگ و با استفاده از نرم افزار ARCGIS تغییرات کمی و کیفی مکانی توزیع آب زیرزمینی را در دشت دز برای مصرف کشاورزی و مدیریت بهتر این منابع پهنه‌بندی کند.

2- مواد و روشها

2-1- روش زمین‌آماري کریجینگ

کریجینگ برآوردگری است که بر منطق میانگین متحرک وزندار استوار است ، مقادیر یک متغیر را در نقاط نمونه برداری نشده بصورت ترکیبی خطی از مقادیر همان متغیر در نقاط اطراف آن در نظر میگیرد و برای برآورد نقاط ناشناخته ، به هریک از نمونه ها وزنی نسبت داده و بهترین برآورد کننده خطی نااریب است معادله (1).

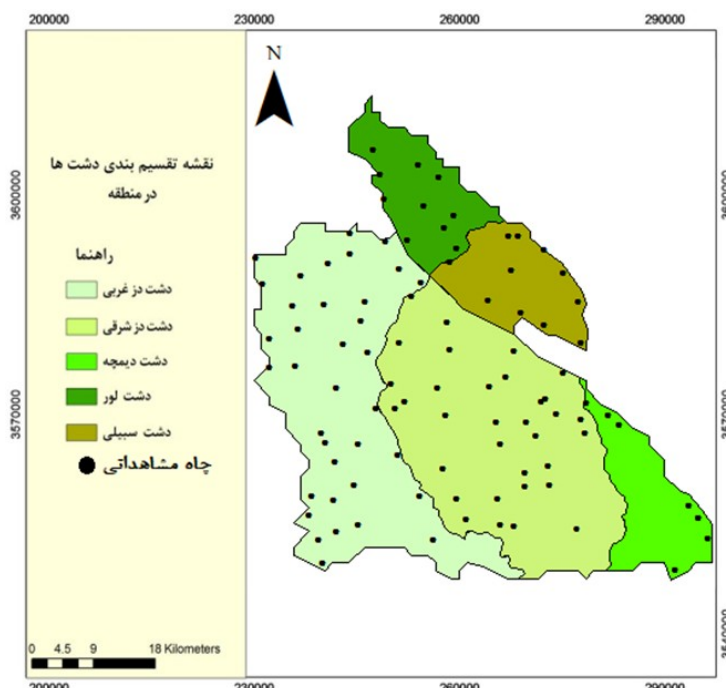
$$Z_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_i \quad (1)$$

که در آن $Z(x_i)$ مقدار اندازه گیری شده متغیر در مکان (x_i, Z_0) مقدار برآورد شده متغیر در نقطه (x_i, λ_i) وزن یا اهمیت کمیت وابسته به نمونه λ_i ام که بر اساس مقدار کمیت وابسته به نمونه در نقاط معلوم، به پارامتر مورد نظر داده میشود و n تعداد نقاطی که متغیر در آنها اندازه گیری شده است (تعداد چاه، چشمه و قنات) (زهتاییان و همکاران، 1389 رضایی و همکاران 1389).

2-2- اشکال و جداول

وضعیت آینده منابع آب زیرزمینی دشت دز

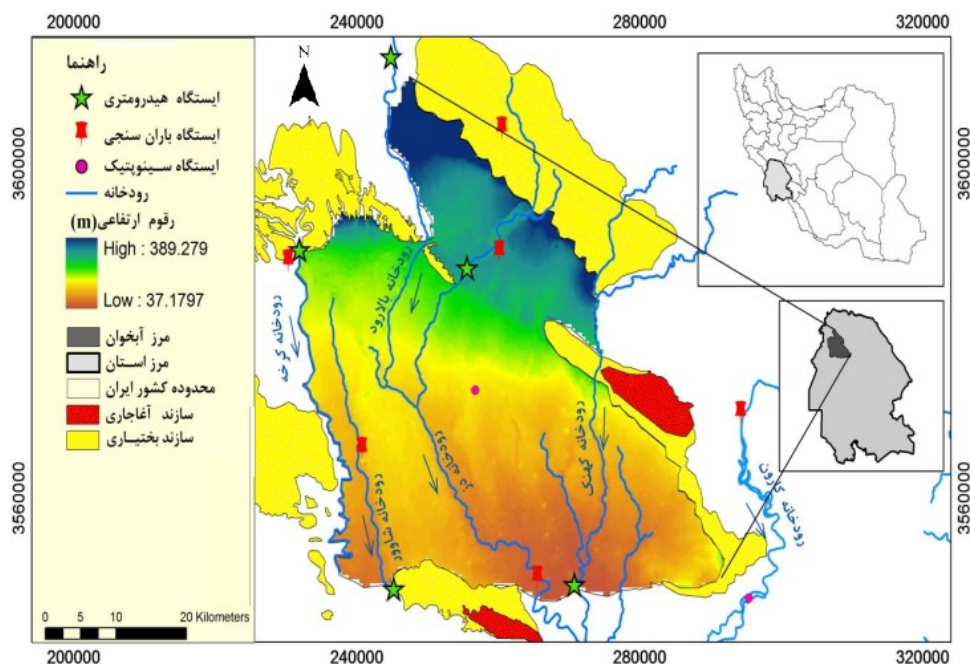
دشت دز به عنوان یکی از وسیع ترین دشت های ایران ، دارای پنج زیر دشت به نام های دشت سیلی واقع در شمال شرقی شهرستان دزفول ، دشت لور واقع در شمال غربی شهرستان دزفول ، دشت های دز شرقی و دز غربی به ترتیب در شرق و غرب رودخانه دزو دشت دیمچه واقع در غرب رودخانه کهنک می باشد (شکل 1). به دلیل وجود سازند نفوذ پذیر کنگلومرای بختیاری و امکان تغذیه آبخوان های موجود در اکثر مناطق دشت ، بیش از 3000 حلقه چاه به صورت مجاز و غیر مجاز حفر شده است (Khajeh por et al., 2011) در قسمت اعظمی از محدوده مطالعاتی ، بهره برداری از آب سطحی توسط شبکه گسترده آبیاری و زهکشی سد دز انجام می شود. در دشت دیمچه ، برداشت از سد تنظیمی گتوند توسط کانال های انتقال آب و در برخی مناطق برداشت مستقیم از رودخانه دز صورت می گیرد. منابع اصلی تامین آب سطحی منطقه سد مخزنی دز، رودخانه و شبکه آبیاری پایین دست سد و سد تنظیمی گتوند می باشد. علاوه بر آب سطحی منبع دیگر تامین آب منطقه، منبع آب زیرزمینی با استفاده از چاه های عمیق و نیمه عمیق در سطح دشت است که تراکم چاه ها بخصوص در نیمه شمالی دشت به علت ابدهی مناسب و عدم وجود شبکه آبیاری، بیشتر است. نیازها در دشت های دز غربی، دز شرقی و سیلی از دو منبع آب سطحی و زیرزمینی تامین می شود. در دشت لور تمام نیازها از آب زیرزمینی تامین می شود و در دشت دیمچه نیز که کاملاً به کشت نیشکر اختصاص دارد، آب کشاورزی از منبع آب سطحی و آب شرب از منبع آب زیرزمینی تامین می گردد.



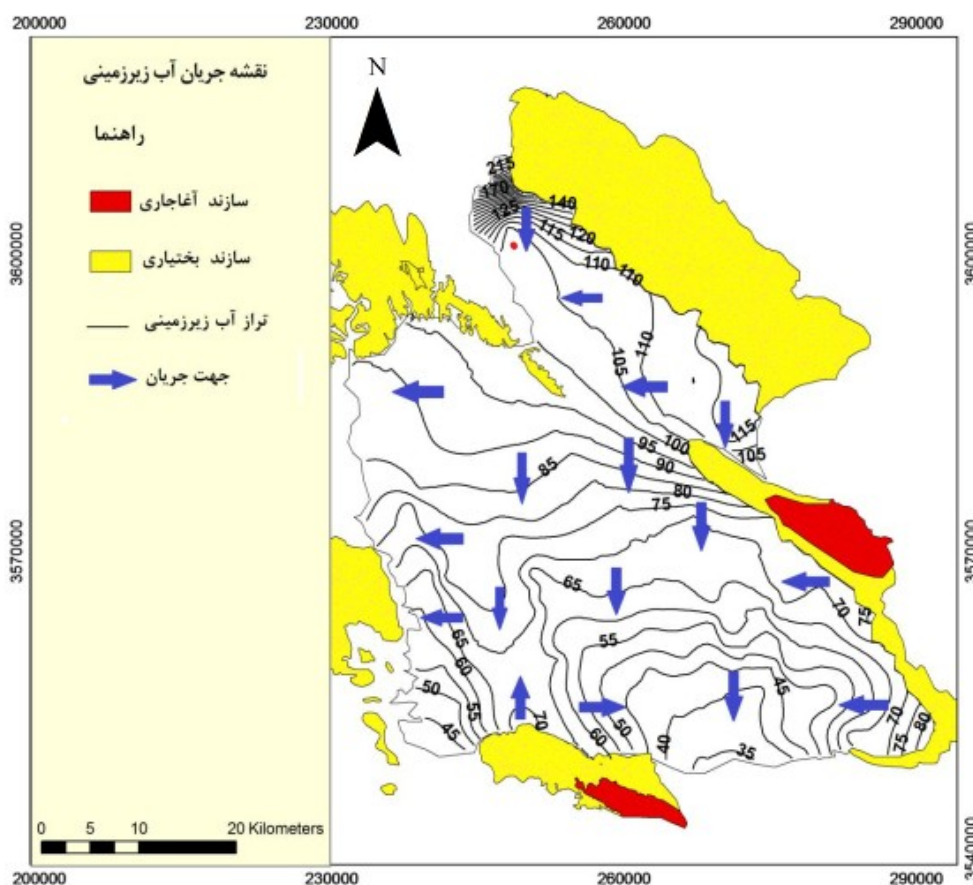
شکل 1: موقعیت دشت در و نقشه تقسیم بندی زبردشت ها در منطقه

برای بررسی میزان تغییرات کمی و کیفی آب های زیرزمینی این دشت از اطلاعات کمی و کیفی چندین حلقه چاه مشاهداتی برداشت شده توسط سازمان آب و برق خوزستان در طی سال های 1390 تا 1398 استفاده شده است. جهت بررسی آبهای زیرزمینی ، مطالعات طی مراحل زیر انجام گرفت.

- 1-تهیه نقشه های پایه (توپوگرافی و زمین شناسی و ...) و تعیین محدوده دشت در (شکل 2)
- 2-تهیه داده های مربوط به کمیت و کیفیت آبهای زیرزمینی دشت در و ایجاد یک بانک اطلاعاتی از این داده ها در محیط GIS
- 3-تهیه لایه های اطلاعاتی چاههای مشاهداتی کیفی در سیستم اطلاعات جغرافیایی و ترسیم نقشه های سطح آب زیرزمینی و جهت جریان.
- 4-ترسیم نقشه های همتراز و جهت جریان آبهای زیرزمینی دشت در بر اساس لایه اطلاعاتی چاههای مشاهداتی (شکل 3).
- 5-ترسیم نقشه هم هدایت الکتریکی SAR، Na، CL، EC آب زیرزمینی دشت بر اساس لایه اطلاعاتی چاههای نمونهداری به منظور بررسی کیفیت آب زیرزمینی و استفاده از آن در آبیاری اراضی کشاورزی



شکل 2: موقعیت جغرافیایی دشت در



شکل 3: نقشه تراز آب زیرزمینی و جهت کلی جریان آب زیرزمینی در دشت در
خطوط تراز آب زیرزمینی در شکل نشان می دهد که بطور کلی جهت جریان آب زیرزمینی
از شمال دشت به سمت جنوب است. در قسمت فوقانی دشت که در مجاورت ارتفاعات

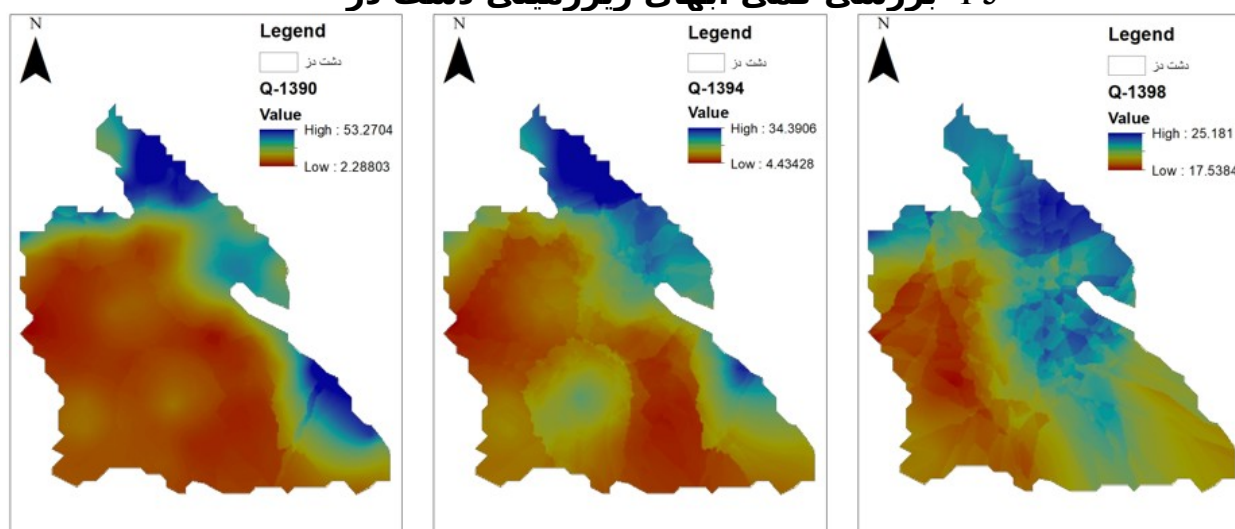
قرار گرفته است به دلیل نوع سازند و بافت خاک ، شیب هیدرولیکی بسیار شدید مشاهده میشود که سبب شده چاه های بهره برداری حفر شده در این محدوده هم از لحاظ کمیت و هم کیفیت آب در سطح بسیار خوبی قرار بگیرند.

3- نتایج و بحث

جهت بررسی میزان تغییرات دبی آب های زیرزمینی این دشت از اطلاعات کمی چاههای مشاهداتی برداشت شده توسط سازمان آب و برق خوزستان در طی سال های 1398-1390 استفاده شده است.

برای تهیه نقشه پهنبندی کمی و کیفی آب کشاورزی مطابق شکل های 4 و نقشه های کمی شامل میزان دبی خروجی و شکلهای 5 تا 8 نقشه های کیفی شامل هدایت الکتریکی ، به روش درونیایی کریجینگ تهیه شد. نتایج حاصل از رسم نقشه های پهنه بندی فراسنجهای مورد مطالعه نشاندهنده این موضوع هستند که وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی در قسمت های جنوب شرقی و شرق دشت در وضعیت مطلوبی قرار ندارند، این مطلب بصورت آشکار در نقشه های پهنه بندی رسم شده در تصاویر (5 تا 8) قابل مشاهده میباشد.

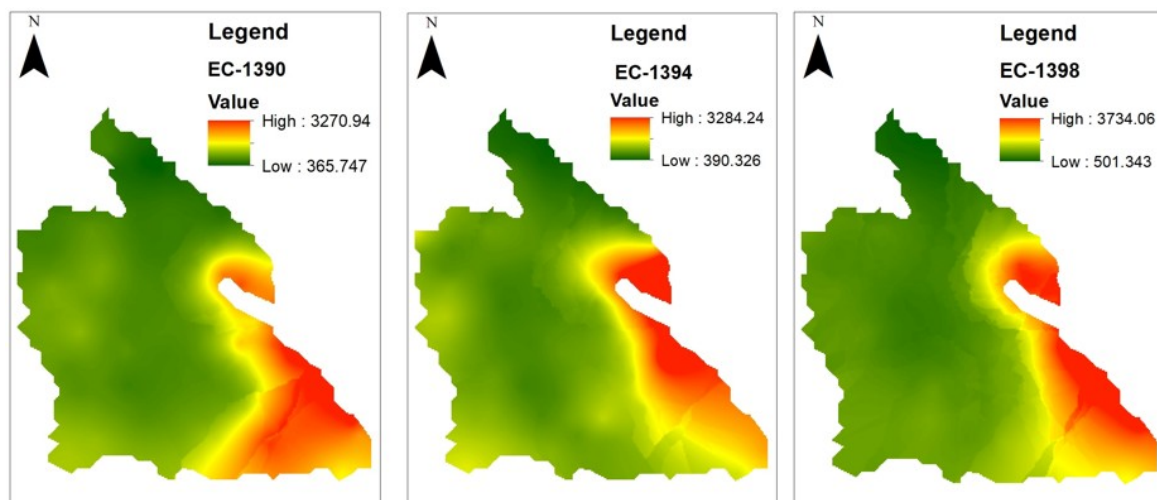
3-1- بررسی کمی آبهای زیرزمینی دشت در



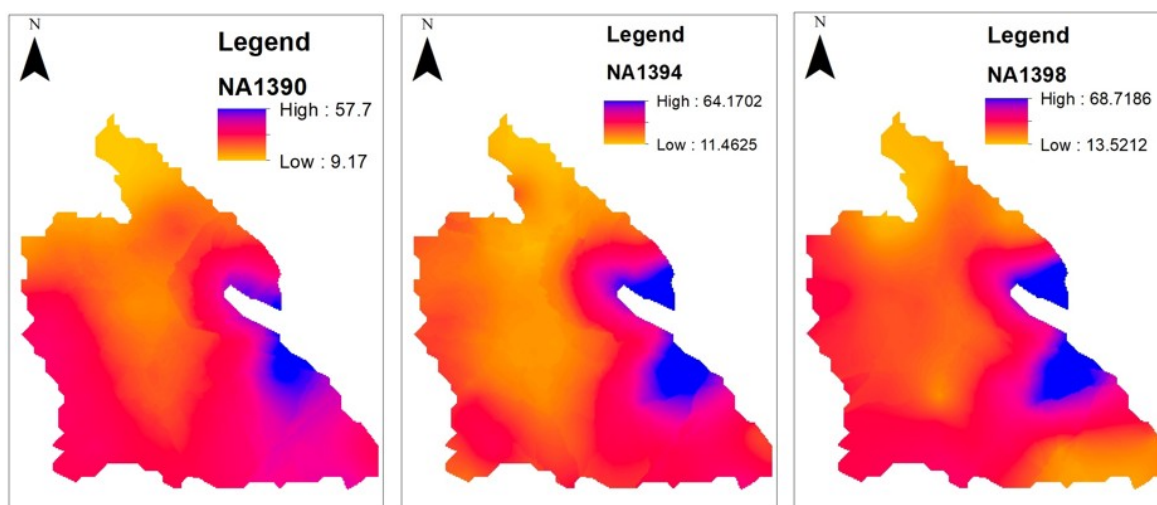
شکل 4 : تغییرات دبی آبهای زیرزمینی دشت در طی سالهای 1390، 1394 و 1398

نتایج نشان می دهد که ماکزیمم آبدهی چاه های مشاهداتی دشت در با افت قابل توجهی طی سالهای 1390 تا 1398 روبرو شده است و از مقدار 53.27 به 25.181 لیتر بر ثانیه کاهش یافته است. که این امر ناشی از برداشت بی رویه آب زیرزمینی و کاهش تغذیه آب زیرزمینی ناشی از خشکسالی می باشد آنچه قابل توجه است که تغییرات دبی در هر سال برای هر چاه مشاهداتی متفاوت است و این امر ناشی از تفاوت در سازند، ضریب آبگذری، شیب هیدرولیکی و میزان برداشت متفاوت از مناطق مختلف است.

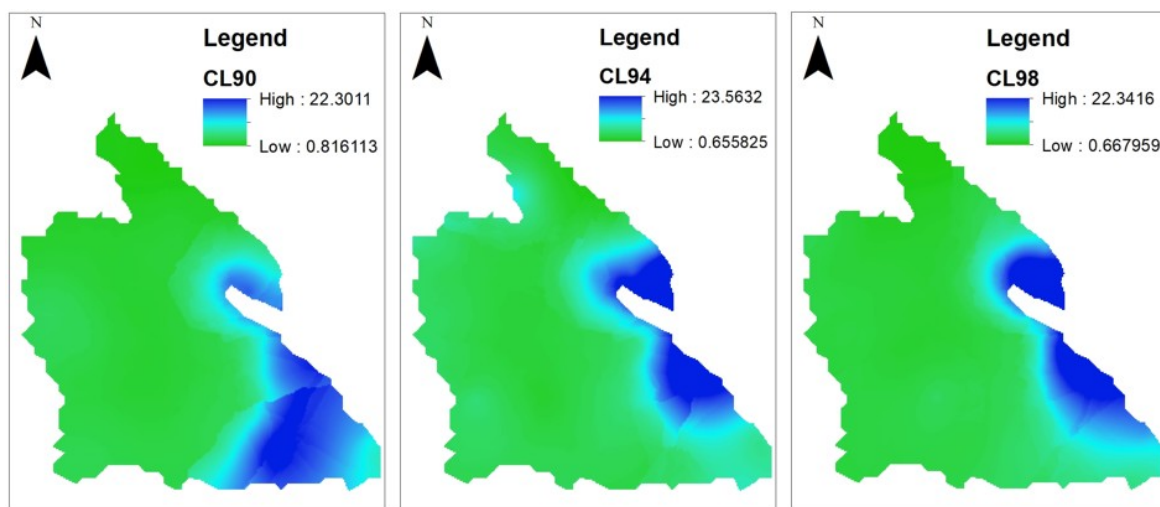
3-2- بررسی کیفی (پارامتر شوری EC، CL، Na، SAR) آبهای زیرزمینی دشت در



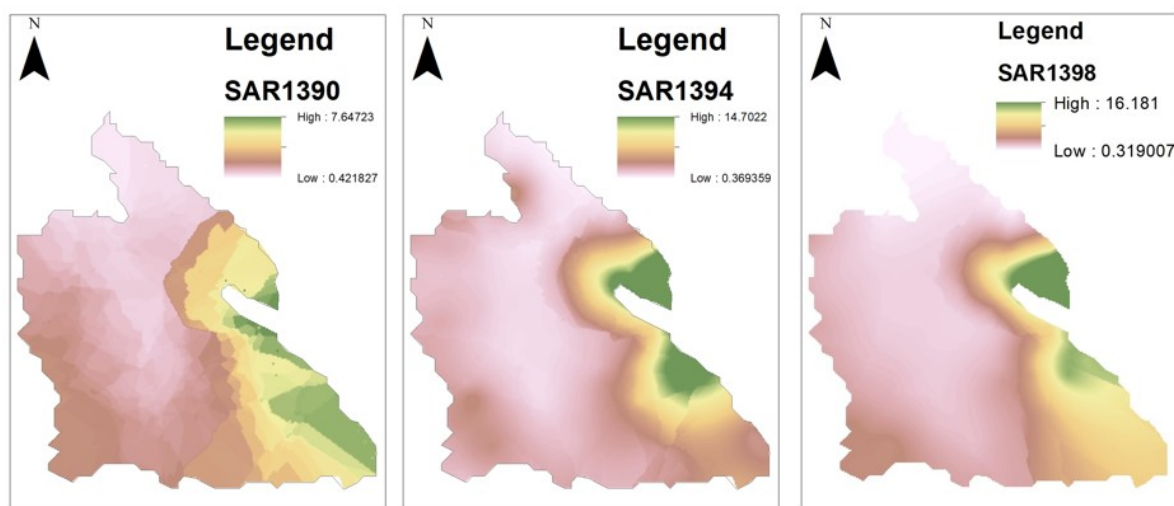
شکل 5: تغییرات شوری آبهای زیرزمینی دشت در طی سالهای 1390، 1394 و 1398



شکل 6: تغییرات Na آبهای زیرزمینی دشت در طی سالهای 1390، 1394 و 1398



شکل 7: تغییرات CL آبهای زیرزمینی دشت در طی سالهای 1390، 1394 و 1398



شکل 8: تغییرات SAR آبهای زیرزمینی دشت در طی سالهای 1390، 1394 و 1398

بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی حاکی از مطلوب نبودن کیفیت آب در قسمت شرق و جنوب شرق دشت در می باشد که مهمترین دلیلی آن افزایش تکرار خشکسالی و افت زیاد تراز سطح سفره های آب زیرزمینی ، اضافه برداشت آب و مصرف در بخش کشاورزی ، تغذیه نشده سفره ها و نیز وجود سازندهای نامناسب در این مناطق است. باتوجه به وضعیت کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی دشت در، سیستم هیدروژئولوژیک و مصارف آب زیرزمینی در بخشهای مختلف، بمنظور مدیریت بهتر منابع آب این اقدامات ضروری است:

- 1- کنترل و مسدود کردن چاه های غیرمجاز.
- 2- ترویج و توسعه روش های آبیاری نوین.
- 3- اصلاح الگوی کشت و یکپارچه سازی اراضی باتوجه به اجرای طرح آبیاری نوین.
- 4- نظارت بر برداشت آبهای زیرزمینی و نصب کنتورهای هوشمند.
- 5- مشارکت مردمی و تشکیل دوره های آموزشی ترویجی برای بهره بردارن از منابع.

4- نتیجه گیری

تهیه نقشه های بهنگام تغییرات آبدی آبخوانها میتواند گامی مهم در بهره برداری صحیح از منابع آب باشد بدین منظور در تحقیق حاضر، با استفاده از نرم افزار GIS و بهکارگیری روش زمین آماری کربجینگ به ترسیم پهنه بندی آبدی آب های زیرزمینی دشت در پرداخته شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار آبدی چاه های این دشت طی سال های 1390-1398 با نوسانات کاهشی قابل توجهی مواجه شده است بطوریکه ماکزیمم دبی خروجی از چاهها از 53.27 به 25.18 لیتر بر ثانیه کاهش یافته است. که این درصد نشان دهنده آمار قابل تامل برانگیزی از برداشت بی رویه توسط بهره برداران، افزایش جمعیت و تغییر کاربری اراضی می باشد. لذا انجام اقداماتی همچون عدم صدور مجوزهای جدید حفاری، استفاده از سیستم های نوین آبیاری، حفاظت از سفره و تغذیه مصنوعی آن، تهیه الگوی کشت بهینه، جلوگیری از تغییر کاربری اراضی و ... میتواند در کاهش میزان افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن مؤثر باشد. همچنین نتایج پهنه بندی نشان داد که وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی قسمتهای شرق و جنوب شرق دشت دزفول در وضعیت نامطلوبی قرار دارند. لذا بررسی و ارائه راهکارهایی برای کنترل و پیشگیری از عواقب ناشی از پیشروی خطر شوری سفره های آب زیرزمینی اراضی در دشت ضروری به نظر می رسد. لذا استفاده از سیستمهای نوین آبیاری قطره ای در مزارع با توجه به بالا بودن شوری و خطر سدیم در این مناطق، اعمال روشهای مناسب زراعی شامل آبشویی و نمک زدایی جهت جلوگیری از تخریب اراضی و کویری شدن، کشت محصولات با نیاز آبی کم و مقاوم به شوری، اجرای طرح های تغذیه مصنوعی و نفوذ به سفره آب زیرزمینی از جمله روش های توصیه شده برای این مناطق از دشت می باشد.

مراجع

- احمدپور، ح، خالدیان، م. ر، اشرف زاده، اف، و رضایی، م. (1393). پهنه بندی مکانی و زمانی هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول آب های زیرزمینی دشت گیلان. *پژوهش آب در کشاورزی*، 28(3):667-676.
- اژدری، ز و حسینی، سید ز. (1397). تغییرپذیری مکانی ویژگی های کیفی آب های زیرزمینی با استفاده از زمین آمار (مطالعه موردی: دشت سگری، اصفهان). *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، 20(3):63-80.
- اصغری سراسکانرود، ص و محمدزاده شیشه گران، م و قلعه، الف، (1399). بررسی رفتار فرونشست زمین با استفاده از تکنیک تداخل سنجی راداری مطالعه موردی: شهرستان سرعین، دومین کنفرانس مدیریت شهری، و شهرسازی و معماری با رویکرد اقتصاد و عمران شهری، تبریز.
- تورانی، م، آق اتابای، م و رویتایی، م. (1395). مطالعه فرونشست در شهر گرگان با استفاده از روش تداخل سنجی راداری، *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، بهار 1397، 8(27):117-128.
- رفیع شریف آباد، ج، نوحه گر، الف، زهتاییان، غ، خسروی، ح، غلامی، ح. (1395). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی بر روی کیفیت آب زیرزمینی دشت یزد-اردکان. *فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)*، 7(1)، 189-199.
- رضایی، م، دوانگر، ن، تاجداري، خ و ابول پور، ب. 1389. بررسی تغییرات برخی شاخصهای کیفی آبهای زیرزمینی استان گیلان با استفاده از زمینآمار. *نشریه آب و خاک (دانشگاه فردوسی مشهد)*، 24(5):932-941.
- زهتاییان، غ، جان فز، ع.، محمدعسگری، ح و نعمت الهی، م. (1389). مدلسازی توزیع مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی آبهای زیرزمینی (مطالعه موردی در حوزه آبخیز گرمسار). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران* 17(1):61-73.
- فتحی هفشجانی، الف، بیگی هرچگانی، ح، داودیان دهکردی، ع و طباطبایی، سید ح. (1393). مقایسه چند روش درون یابی مکانی و انتخاب مناسب ترین روش برای پهنه بندی نیترات و فسفات در آب زیرزمینی شهرکرد. *نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران* 4(3):51-63.
- Ahmadi, S.H., Sedghamiz, A., 2008. Application and evaluation of kriging and cokriging methods on groundwater depth mapping. *Environment Model Assessment*, Vol. 138, pp. 357-368.
- Khajeh por, M., khayami, M. and Gheyasi, M. (2011). Optimal Water Utilization Management in Irrigated and Irrigated Agricultural Lands (Case Study: Network Lands Dez irrigation), 5th National Conference on Watershed Management and Water Resources Management, Kerman. [in Persian]
- Machiwala, D; K. Jhab, M. (2015). Identifying Sources of Groundwater Contamination in a Hard-rock Aquifer System using Multivariate Statistical Analyses and GIS-based Geostatistical Modeling Techniques, *Hydrology: Regional Studies*, No. 1, p. 31.
- Pardo-Igúzquiza, E.; Chica-Olmo, M.; Luque-Espinar, Juan A; Rodríguez-Galiano, V. (2015). Compositional Cokriging for Mapping the Probability Risk of Groundwater Contamination by Nitrates. *Science of the Total Environment*, 532:162-175