مدل سازی رابطه نوسان آب‌های زیرزمینی با دبی رودخانه دز در دشت دزفول– اندیمشک

خدیجه کرد[۱]، هیوا علمیزاده[۲*]، حکیمه امانی‌پور[۳]

۱. کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی، گروه زمین شناسی دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران
۲. دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران
۳. دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۰ تاریخ **پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۳/۲۵

چکیده

محدوده مورد مطالعه بخشی از حوضه رودخانه دز به‌شمار می‌آید که در قسمت میانی تا بخش انتهایی آن قرار دارد. در این محدوده به علت شرایط اقلیمی، نامنظم بودن توزیع بارندگی از نظر زمانی و مکانی، افزایش تقاضا برای منابع آب و محدودیت منابع آب سطحی، وابستگی زیادی به آب‌های زیرزمینی منطقه وجود دارد. هدف اصلی در این پژوهش بررسی عوامل مؤثر بر نوسانات سطح ایستابی دشت دزفول- اندیمشک طی دوره آماری ۲۰ ساله است. به این منظور با استفاده از داده‌های تراز چاه‌های پیزومتری و لاگ چاه‌های محدوده مطالعاتی در نرم‌افزار WinLog، نقشه‌های سطح آب زیرزمینی و افت سطح ایستابی به روش IDW تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان داد که بیشترین افت در قسمت‌های شمال شرق، جنوب شرق و غرب محدوده مطالعاتی رخ داده است. با توجه به این‌که در این قسمت‌ها میزان بارش زیاد و مقدار تبخیر و دما بالا است، یکی از دلایل افت در این قسمت‌ها را می‌توان به عوامل اقلیمی منطقه نسبت داد. از دیگر عوامل موثر در افت سطح ایستابی، می‌توان به فاصله از کانال اصلی رودخانه و شیب زیاد منطقه اشاره کرد. مقایسه تغییرات سطح ایستابی با دبی رودخانه دز نشان داد که همبستگی بالایی بین تغییرات این دو پارامتر با فاصله زمانی یک سال وجود دارد. بنابراین می‌توان رودخانه را به‌عنوان عامل مهم تغذیه منابع آب زیرزمینی در محدوده‌ی مطالعاتی در نظر گرفت. با توجه به رونق فعالیت‌های کشاورزی، چنانچه برداشت از این منابع محدود، به طور علمی و اصولی مدیریت نشود، منطقه در آینده در معرض خطر جدی بحران آب قرار خواهد گرفت.

کلید واژه‌ها: رودخانه دز، دشت دزفول- اندیمشک، مدل سازی، نوسان سطح ایستابی، دبی.

مقدمه

منابع آب‌های زیرزمینی به‌عنوان بخش مهمی از آب‌های تجدیدپذیر جهان، یکی از مهم‌ترین و باارزش‌ترین منابع آب به به‌حساب می‌آیند که مدیریت صحیح و بهره‌برداری اصولی از آن‌ها می‌تواند نقش بسزایی در توسعه پایدار منابع آبی و

DOI: http://doi.org/10.22034/JEG.2023.17.1.1019171

* نویسنده مسئول: Elmizadeh@kmsu.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک داشته باشد. این منابع طبیعی از مهم‌ترین منابع استراتژیک طبیعی در جهان می‌باشد که به دلیل دمای ثابت، شیرین بودن، ترکیبات شیمیایی، ضریب آلودگی کمتر و سطح اطمینان بالاتر به عنوان یک منبع قابل اتکاء در تأمین منابع آب برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد (Ojha et al., 2020; Wang et al., 2019). با توجه به کمبود منابع آب سطحی، کاهش بارندگی، و نیز گسترش شهرنشینی و رشد سریع جمعیت، سفره‌های آب زیرزمینی نقش مهمی را در دنیای امروز ایفا نموده و وضعیت اقتصادی- اجتماعی و سلامت جامعه را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند. ازآنجاکه در چند دهه گذشته افزایش جمعیت و توسعه‌ی فعالیت‌های انسانی با رشد صنایع و بخش کشاورزی همراه بوده، استفاده روزافزون از مواد شیمیایی، کودها و افزایش ضایعات صنعتی در بخش‌های مختلف، در بسیاری از موارد به تعادل موجود در طبیعت آسیب وارد نموده، در نتیجه باعث آلودگی منابع آب خصوصاً آب‌های زیرزمینی شده است. یکی از راه‌کارهای موثر و کم‌هزینه، جلوگیری و پیش‌گیری از آلوده شدن آبخوان‌ها است که امروزه برای حفاظت از سفره‌های آب زیرزمینی در کشورهای پیشرفته به کار می‌رود (Wang et al., 2016; Jacob et al., 2018; Gue et al., 2018). باتوجه به تغییرات کمی و کیفی آبهای زیرزمینی، عدم شناخت صحیح و بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع خسارات جبران‌ناپذیری مانند کاهش منابع آب، تغییر الگوی جریان آب زیرزمینی، افت شدید و غیرقابل برگشت سطح آب زیرزمینی و کاهش دبی چاه‌ها و قنات‌ها را به دنبال خواهد داشت. از این رو برای آگاهی از وضعیت منابع آب‌های زیرزمینی و حفظ کیفیت و مدیریت بهینه آن، بررسی و مطالعه این منابع ضروری بوده و لازم است بررسی دقیقی از نوسانات سطح آب زیرزمینی، ارزیابی آسیب‌پذیری، شناسایی نواحی مستعد به آلودگی و تعیین عوامل اثرگذار بر آن‌ها انجام شود. شرایط اقلیمی کشور به گونه‌ای است که حتی در پرباران‌ترین دشت‌های مناطق مختلف نیاز به آب‌های زیرزمینی احساس می‌شود. با افزایش جمعیت و گرایش به زندگی شهرنشینی، میزان تقاضا و مصرف آب‌های زیرزمینی در اغلب دشت‌های کشور، به صورت روزافزون در حال افزایش است و هر ساله بر تعداد چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق در آن‌ها افزوده می‌شود. به طوری‌که برداشت بیش‌ازحد سفره‌های آب زیرزمینی توام با رخداد خشکسالی‌ها و افزایش مصارف خانگی و صنعتی سبب افت مستمر سطح آب و خالی شدن سفره‌ها شده است (علایی‌طالقانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ رضایی و همکاران، ۱۴۰۱؛ روستایی و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به اینکه حجم برداشت در این دشت‌ها، معمولا بیشتر از ظرفیت تجدید پذیری آن است، این مسأله موجب افت سفره‌های آب زیرزمینی در بخش وسیعی از دشت‌های کشور گردیده است. به طوری‌که طی سالیان گذشته برداشت مداوم و تغذیه نامناسب سفره‌ها، سبب سیر نزولی سطح آب‌های زیرزمینی این دشت‌ها شده‌است. پیامد افت سطح آب‌های زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های ایران، مشکلاتی مانند نشست زمین، کاهش سطح ایستابی، خشک شدن چاه‌ها، تداخل سفره‌های آب‌شور و شیرین، نشر و انتقال آلاینده‌های مختلف، کاهش دبی و کیفیت آب رودخانه‌ها را به دنبال داشته که به‌صورت یک چالش اساسی و جدی بروز نموده و می‌تواند جبران‌ناپذیر باشد. به‌طوری‌که ممکن است سبب ایجاد آلودگی‌های شدید این منابع و حتی خشک شدن برخی چاه‌ها شود و به دلیل افت سطح ایستابی، دیگر مقرون به صرفه نباشند و نتوان از این منابع با ارزش استفاده نمود (Sabzevari et al., 2015; Minaei and Irannezhad, 2016; Abbaspour et al., 2019; Aghajari et al., 2019). مدیریت بهینه و پیش‌بینی تراز آب‌های زیرزمینی از طریق مدل‌سازی و روش‌های کمی، نیازمند اطلاعات کافی از نوسانات و تغییرات سطح آبخوان مورد مطالعه می‌باشد. به طوریکه در طول

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

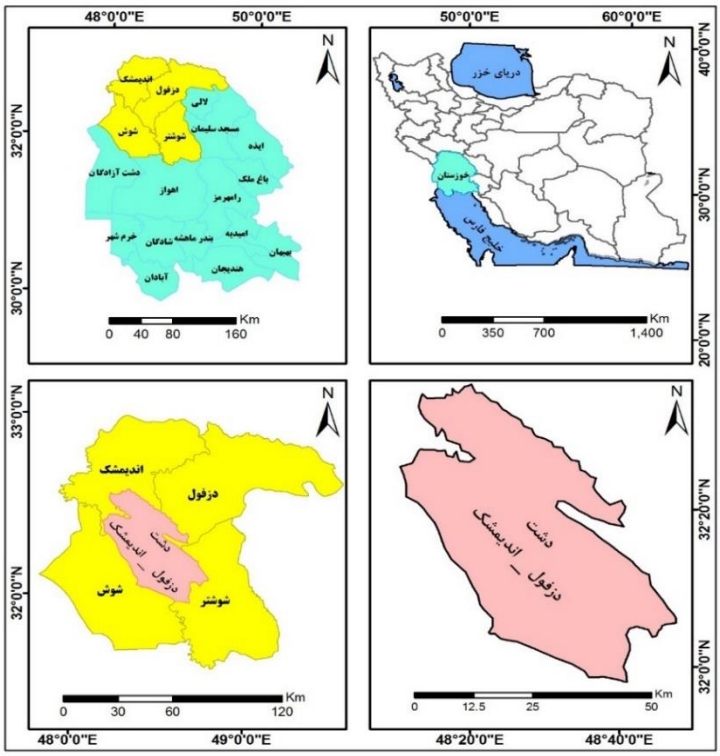
سال‌های اخیر، با اثبات کارایی و توانایی کاربرد این مدل‌ها در زمینه مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی روند افزایشی داشته است. در این رابطه پژوهش‌های مفیدی در ارتباط با روند نوسانات سطح سفره‌های دشت‌های داخلی انجام شده که بیشتر این مطالعات نشان دهنده کاهش سطح سفره‌های آب زیرزمینی طی سال‌های اخیر هستند (احمدیان و درویش، ۱۳۹۴؛ جمالی-زاده و همکاران، ۱۳۹۹ و صالحی‌پور میلانی و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین جمع‌بندی پژوهش‌های مرتبط نشان می‌دهد که از مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی می‌توان برای بررسی مشکلات عمده برنامه‌ریزی و مدیریتی نوسانات سطح آبهای زیرزمینی و پیش‌بینی و ارزیابی خطر افت آب زیرزمینی استفاده نمود (Cheng, 2019; Cao et al., 2020; Zhang et al., 2020; Zhuang et al., 2022). مدل‌سازی نوسانات سطح آب‌های زیرزمینی به عنوان یک ابزار پیش‌بینی کننده ارزشمند در مدیریت منابع آب زیرزمینی، می‌تواند تغییرات سفره را تحت اثر مکانیسم‌های مختلفی مانند تغذیه و برداشت در سفره‌ها نشان دهد (Zakharova et al., 2020; Sarma et al., 2022; Sun et al., 2020). همچنین مدل‌سازی برای مطالعه سنجش انواع اجزای شبیه‌سازی مانند مرزهای فیزیکی، پارامترهای هیدرولیکی (Shi and Wang., 2015)، رابطه بین آب‌های سطحی و زیرزمینی و بارندگی (Ganesh et al., 2018; Jin et al., 2019; Qi, 2019; Ling et al., 2021)، تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی بر منابع آب زیرزمینی (House et al., 2017; Chacuttrikul et al., 2018; Ohba et al., 2022.)، فهم بهتر آلودگی و شبیه‌سازی حرکت آلودگی و پایش کیفیت و آلودگی منابع آب و رودخانه (Xiao et al., 2018; Ogrinc et al., 2019; Corcoran, 2019; Panneerselvam et al., 2020)، تاثیر فعالیت‌های آبیاری و سناریوهای توسعه کشاورزی بر منابع آب زیرزمینی (Łapiński et al., 2019; Lee et al., 2020; Dench and Morgan, 2021; Szatyłowicz and Krasowska, 2020)، تعیین جهت جریان آب زیرزمینی و فعل و انفعالات بین آب‌های زیرزمینی و رودخانه‌ها (Matiatos et al., 2018) و کاربرد مدل هیدرولوژیکی داده‌های ماهواره‌ای و شبیه‌سازی جریان در مدیریت منابع آب (Hiep et al., 2018; Belay et al., 2019; Roy et al., 2021; Aliye et al., 2020; Almazroui et al., 2021) مفید و کارامد ارزیابی گردیده‌است. در منطقه مطالعاتی دزفول- اندیمشک رودخانه‌ها و زهکش‌های متعددی وجود دارد که نقش عمده‌ای در آبیاری زمین‌های کشاورزی منطقه ایفا می‌کنند. از این رو هدف اصلی در این پژوهش مدل‌سازی رابطه نوسان آب‌های زیرزمینی با دبی رودخانه و بررسی عوامل مؤثر بر نوسانات سطح ایستابی رودخانه دز در محدوده دشت دزفول- اندیمشک به منظور استفاده صحیح از منابع آب‌های زیرزمینی می‌باشد که نتایج آن می‌تواند در برنامه‌ریزی بخش آب، کشاورزی و منابع طبیعی به منظور سازگاری و مقابله با پدیده تغییر اقلیم در آینده مفید باشد.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی دزفول- اندیمشک بخشی از حوضه آبریز رودخانه دز است که از شمال، به حوضه سراب جلدون، از شمال غرب به حوضه مولاب، از غرب به حوضه اوان، از جنوب غرب به حوضه دشت عباس شرقی و حوضه چنانه- سرخه، از جنوب به حوضه آهو دشت، از جنوب شرق به حوضه میان‌آب شوشتر، از شرق به حوضه گتوند عقیلی، از شمال شرق به حوضه‌های لالی و بختیاری منتهی می‌گردد (شکل۱). در دشت دزفول- اندیمشک بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی توسط چاه‌های عمیق و نیمه عمیق صورت می‌گیرد. تراکم چاه‌ها بخصوص در نیمه شمالی دشت به علت آبدهی مناسب، بیشتر است. در این دشت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

علاوه بر چاه‌های بهره‌برداری، به‌طور گسترده‌ای از آب رودخانه‌های جاری در دشت از طریق نصب موتورپمپ و ایستگاه‌های پمپاژ جهت تأمین آب موردنیاز مصارف مختلف کشاورزی، شرب و صنعت استفاده می‌گردد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی

Fig. 1. Geographical location of the study area

برای انجام این پژوهش از داده‌های سطح آب چاه‌های پیزومتری محدوده مطالعاتی دزفول - اندیمشک و همچنین دبی ایستگاه‌های هیدرومتری از سازمان آب و برق خوزستان استفاده گردید. اطلاعاتی مانند تعداد و نوع لایه‌های آب‌دار، ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان (از طریق پمپاژ چاه‌های اکتشافی) مربوط به حفاری‌ها، وضعیت سفره آب‌های زیرزمینی از نظر ضخامت و نوع آبرفت در مناطق مختلف دشت، سازندهای زمین‌شناسی و شناخت جنس سنگ کف جهت بررسی دقیق‌تر و اطلاع از تغییرات سطح ایستابی استفاده شده است. به‌این‌ترتیب که پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل آماری در محیط Excel و طبق سال آبی در بازه زمانی ۱۳۹۹-۱۳۷۹ انجام گرفت و با استفاده از روش درون‌یابی IDW در محیط GIS، نقشه‌های پهنه‌بندی ترسیم شد. به این صورت که اقدام به تهیه نقشه‌های درون‌یابی طبق سه کمیت میانگین سالانه و دو فصل تر و خشک گردید و در نهایت بر اساس این داده‌ها تحلیل‌های افت سطح ایستابی انجام شد. همچنین برای بررسی تغییرات سطح ایستابی و ارزیابی و تحلیل داده‌های تغییرات و افت سطح ایستابی به دلیل اینکه در ابتدای دوره آماری بسیاری از چاه‌ها خشک بودند و یا داده نداشتند، از چاه‌هایی که داده‌های کامل‌تری داشتند، استفاده گردید. در ادامه با استفاده از نرم افزار WinLog لاگ چاه‌های بهره‌برداری موجود در منطقه مطالعاتی دشت دزفول- اندیمشک ترسیم گردید. این داده‌ها در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

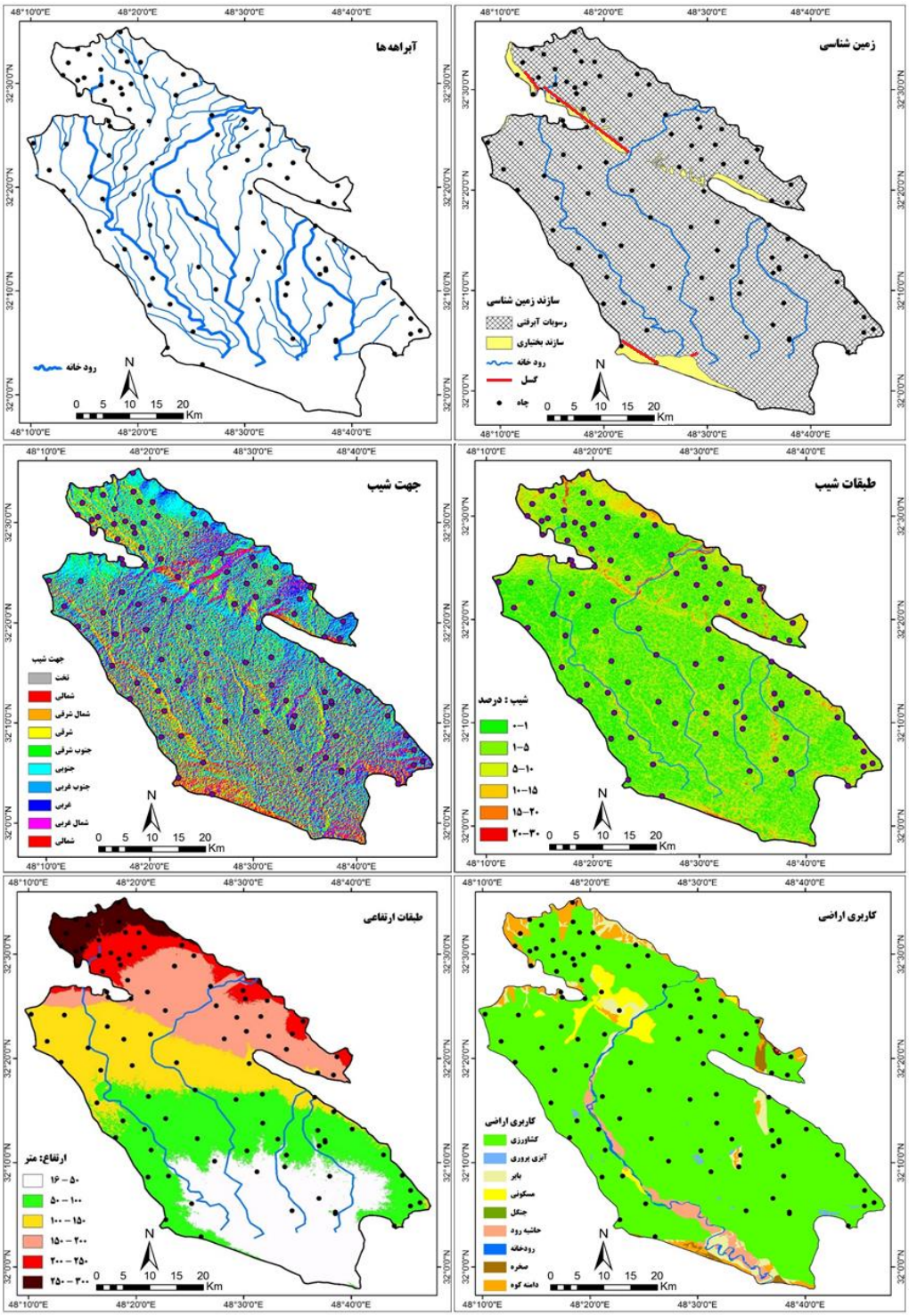
نهایت با داده‌های اقلیمی، داده‌های تراز آب‌های زیرزمینی چاه‌های و گزارش‌های زمین‌شناسی، نوسانات و تغییرات سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی محدوده مطالعاتی مورد تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

محدوده موردمطالعه دارای ۹۹ حلقه چاه پیزومتری می‌باشد و به علت اینکه بیشترین کاربری منطقه اختصاص به کشاورزی و باغات دارد، تعداد زیادی چاه در آن مشاهده می‌شود که بسیاری از آن‌ها بدون مجوز توسط باغداران و کشاورزان حفر گردیده است. با توجه به (شکل۲) چاه‌هایی که در مسیر رودخانه‌های اصلی و زهکش‌ها و به ویژه مجاورت رودخانه دز قرار دارند، سطح آب بالاتری نسبت به بقیه چاه‌ها دارند. طبق نقشه طبقه‌بندی ارتفاعی سطح ایستابی در محدوده مطالعاتی با افزایش ارتفاع بالاتر می‌رود. همچنین در قسمت‌های شمالی به دلیل وجود سازند کنگلومرای بختیاری و رسوبات درشت‌دانه چاه‌های حفر شده سطح آب پایین دارند. در این رابطه با افزایش شیب، سطح آب چاه‌ها به نسبت کمتر شده و چاه‌هایی که در جهت شرقی و جنوب شرقی می‌باشند، خشک و یا کم آب می‌باشند. اما چاه‌هایی که در جهت جنوب، جنوب غرب و غرب قرار دارند. به دلیل اینکه بسیاری از چاه‌های حفرشده در این ناحیه درون طبقات لهبری قرارگرفته‌اند، سطح آب بالاتری نسبت به دیگر قسمت‌ها دارند (شکل۲). با توجه به نقشه جهت شیب مشاهده می‌شود که بیشترین چاه‌های پیزومتری دزفول- اندیمشک در جهت جنوب آن واقع شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]



شکل ۲. نقشه‌های موضوعی دشت دزفول- اندیمشک

Fig. 2. Thematic maps of Dezful plain - Andimeshk

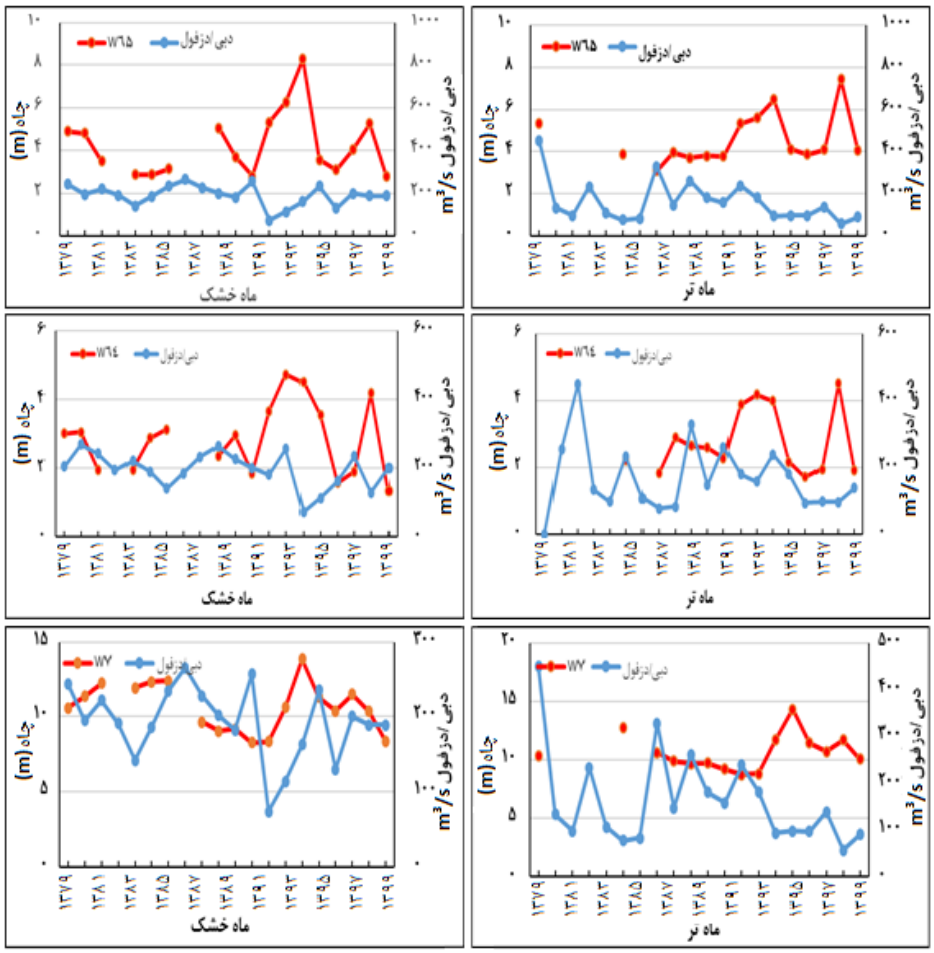
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

بررسی تغییرات سطح ایستابی در ارتباط با دبی و تحلیل هیدروگراف نشان می‌دهد که در فصل تر بیشترین انطباق دبی و سطح ایستابی، در فاصله زمانی یک سال می‌باشد و میزان تغییرات سطح ایستابی با یک تأخیر (یک سال بعد از بارندگی سطح ایستابی تغییر می‌کند) بیشترین انطباق را با سطح ایستابی نشان می‌دهد؛ به این‌ترتیب که باگذشت یک سال سطح ایستابی تغییر می‌کند (شکل۳). در فصل خشک نیز دبی رودخانه و سطح ایستابی با یک تأخیر بیشترین انطباق بین دبی و سطح ایستابی برقرار است. همچنین نتایج بررسی افت سطح ایستابی نشان می‌دهد که محدوده مطالعاتی در بیشتر دوره آماری با افت سطح آب مواجه بوده، هر چند دبی رودخانه از سال ۸۰-۷۹ تا ۸۶-۸۵ با اندکی نوسان افزایش داشته، در سال‌های ۸۶ تا ۸۸ سطح ایستابی نیز افزایش نشان می‌دهد که به میزان بارش و شرایط اقلیمی در آن سال‌ها ارتباط دارد (شکل۳). در این رابطه بیشترین میزان افت سطح ایستابی در محدوده مطالعاتی در قسمت‌های شمالی محدوده مشاهده می‌گردد و به طرف مرکز و جنوب تغییرات سطح ایستابی نسبت به تراز کمتر می‌شود (شکل‌های ۴ و ۵). دلیل افت سطح ایستابی را می‌توان پایین بودن میزان ذخیره آبی و دوری این مناطق از منابع تغذیه‌ای دانست. همچنین مناطق مرکزی دشت به دلیل ضخامت بیشتر رسوبات آبرفتی درشت‌دانه قابلیت بالایی در تامین آب دارا هستند که این موضوع سبب افت کمتر سطح آب در این مناطق نسبت به دیگر مناطق دشت شده است. این افت سطح ایستابی نشان می‌دهد تغییرات سطح ایستابی از تغییرات دبی متأثر است؛ به این صورت که با تغییر در میزان دبی رودخانه سطح ایستابی نیز تغییر خواهد کرد و ارتباط دبی رودخانه و سطح ایستابی ارتباطی مستقیم و خطی است. هرگاه مقدار دبی بالاتر از سطح ایستابی باشد، دبی عامل تغذیه چاه و هرگاه سطح چاه از دبی رودخانه بالاتر باشد، رودخانه از چاه تغذیه می‌کند. به این ترتیب دبی رودخانه یکی از عوامل اثرگذار بر نوسانات سطح ایستابی در محدوده مطالعاتی بوده و در سال‌هایی که سطح دبی رودخانه افزایش پیداکرده و روند صعودی دارد، رودخانه به‌عنوان عامل تغذیه سطح ایستابی عمل می‌کند و سطح ایستابی با یک تأخیر یک‌ساله افزایش پیدا می‌کند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

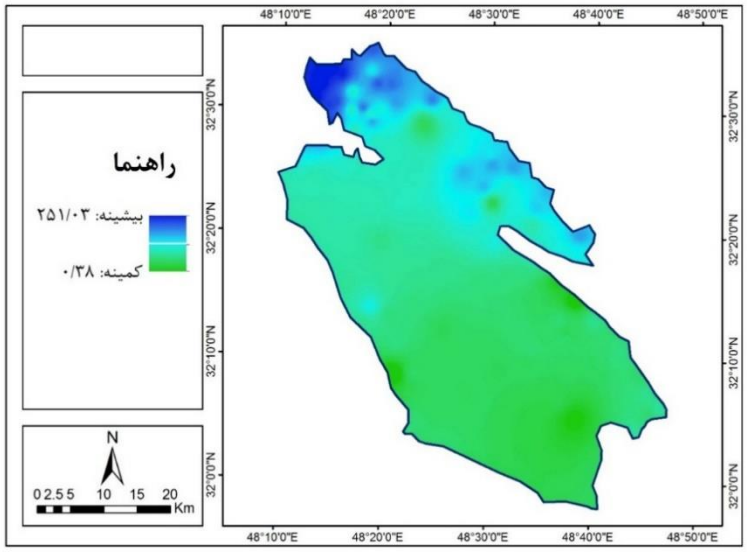


شکل ۳. هیدروگراف سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی و دبی دشت دزفول- اندیمشک

Fig. 3. Hydrograph of groundwater level and discharge of Dezful-Andimeshk plain

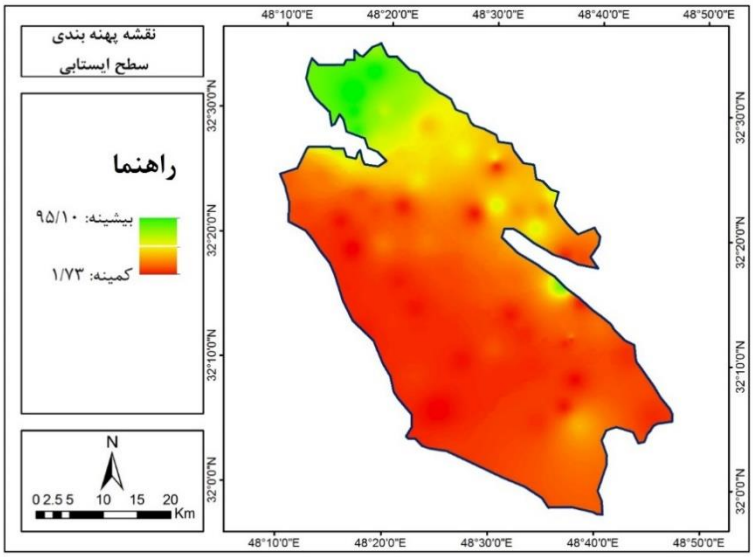
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]



شکل ۴. اختلاف تراز و سطح ایستابی دشت دزفول- اندیمشک

Fig. 4. The difference in level and water level of Dezful-Andimeshk plain



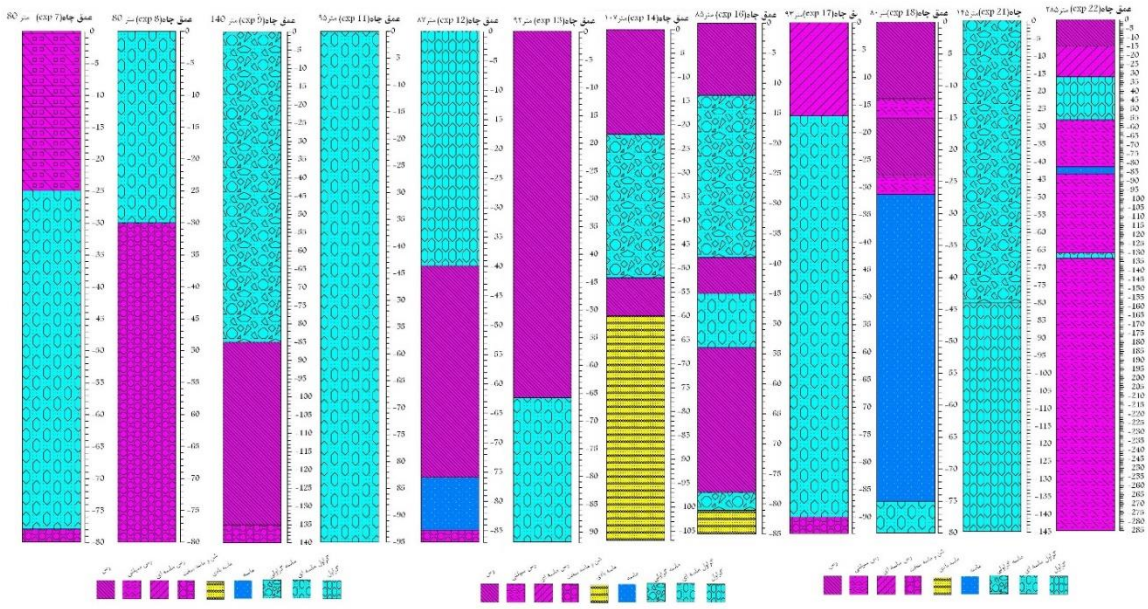
شکل ۵. نقشه پهنه‌بندی سطح ایستابی دشت دزفول- اندیمشک

Fig. 5. Zoning map of the water level Dezful-Andimeshk plain

بررسی لاگ چاه‌ها در دشت دزفول- اندیمشک نمایانگر آن است که سازند بختیاری با کنگلومراهای سخت و فشرده به عنوان سنگ کف قسمت‌های شمالی دشت دزفول- اندیمشک را شامل می‌شود و این بخش‌ها به ویژه مناطق دشت لور و قسمتی از دشت سبیلی و دز شـرقی و غربی دارای وضعیت دانه بندی آبرفتی بسیار مناسبی می‌باشند. همچنین قسمت‌های حاشیه‌ای دشت دز شرقی و غربی که دارای رسوبات رسی هستند، سطح آب زیرزمینی بالا دارند. در این رابطه رس‌های ضخیم و فشرده قهوه‌ای و قرمز آجری رنگ در رسوبات لهبری نیز به عنوان سنگ کف قسمت‌های جنوبی و شرقی منطقه مشخص می‌باشند. در این مناطق سازند آغاجاری که به صورت محدود رخنمون دارد، به دلیل وجود رسوبات دانه‌ریز در حد ماسه و سیلت از

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

نفوذپذیری چندانی برخوردار نیست. همچنین ارتباط مستقیم آن با آبخوان در قسمت‌های شمالی توسط رسوبات ضخیم بختیاری محدود شده است؛ در نتیجه نقش چندانی در تغذیه آبخوان ایفا نمی‌کند. خصوصیات ضرائب هیدرودینامیکی لایه‌های سازند آغاجاری به علت وجود لایه‌های رسی، مارنی و ژیپس و ماسه سنگ‌های سخت در حد بسیار پایینی بوده و به طور کلی از نظر هدایت، ذخیره و آبدهی ضعیف می‌باشند و می‌توان گفت که اصولاً اثر مثبتی بر تغذیه سفره‌ها ندارد.

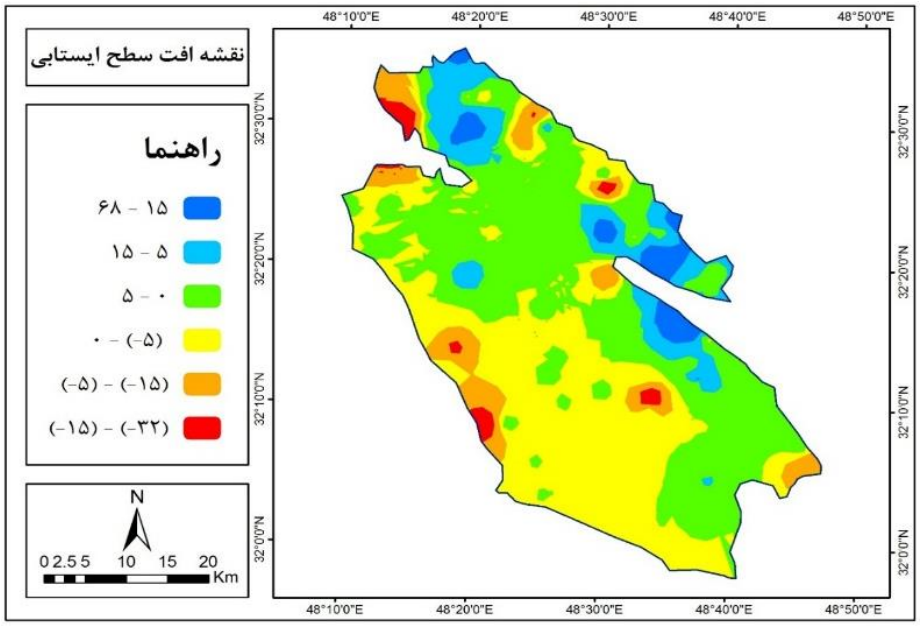


شکل ۶. لاگ حفاری چاه‌های بهره‌برداری موجود در منطقه مطالعاتی دشت دزفول- اندیمشک
Fig. 6. The log of the exploitation wells in the study area of Dezful-Andimshek plain

نتیجه گیری

بررسی افت سطح آب زیرزمینی در دشت دزفول- اندیمشک نشان می‌دهد بیشترین متوسط افت صورت گرفته در سال آبی ۸۷-۸۸ و۸۹-۸۸ و حدود (۳۰-) متر افت متوسط آب در محدوده مطالعاتی رخ داده است. پس از آن بیشترین افت در سال آبی ۸۴-۸۳ و ۸۵-۸۴ اتفاق افتاده است. همچنین بررسی نقشه‌های افت سطح ایستابی (شکل ۷) نشان داد بیشترین افت در قسمت‌های شمال شرق، جنوب شرق و غرب محدوده مطالعاتی وجود داشته و با توجه به این‌که در این قسمت‌ها میزان بارش زیاد و مقدار تبخیر و دما بالا است، افت سطح ایستابی در این قسمت‌ها را می‌توان به عوامل اقلیمی، دوری از مسیر رودخانه و شیب زیاد نسبت داد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های (Belihu et al., 2020; Malik et al., 2021; Cui, 2020; Dong et al., 2022) همخوانی دارد. این نتایج نشان‌دهندهٔ این است که همبستگی بالایی بین تغییرات پارامترهای اقلیمی با افت سطح ایستابی وجود دارد. همچنین با توجه به نقشه کاربری اراضی محدوده، بیشترین افت در بخش کشاورزی محدوده مطالعاتی رخ‌داده است و با توجه به مصرف زیاد از آب‌های زیرزمینی توسط کشاورزان میزان افت در این مناطق بیشتر از بخش‌های دیگر می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]



شکل ۷. نقشه افت سطح ایستابی (۱۳۷۹-۱۳۹۹)

Fig. 6. Map of the Water Table Drawdown Dezful-Andimeshk plain (1379-1399)

مقایسه عمق چاه‌های آب در دشت دزفول ـ اندیمشک اختلاف قابل‌توجهی را نشان می‌دهند؛ به‌طوری‌که در قسمت شمالی محدوده مطالعاتی و مخروط افکنه‌های حاشیه ارتفاعات دشت شوش، عمق چاه‌ها بسیار زیاد بوده و سطح ایستابی در عمق بیشتری می‌باشد که می‌تواند متأثر از گسلی باشد که در این قسمت به‌عنوان یک مرکز تخلیه عمل می‌کند. همچنین امتداد لایه‌های لهبری در زیر آبرفت‌های قسمت جنوبی دشت دزفول- اندیمشک منبع تغذیه آب‌های زیرزمینی هستند، به‌طوری‌که بسیاری از چاه‌های حفرشده در این مناطق درون طبقات لهبری قرارگرفته‌اند و از آب موجود در لایه‌های آن بهره‌برداری می‌نمایند. بنابراین در بخش جنوب غربی دشت، سازند لهبری به‌عنوان تغذیه آب زیرزمینی عمل می‌نمایند. در بررسی سطح ایستابی با دبی استنباط شد که هیدروگراف دبی و سطح ایستابی متاثر از یکدیگر می‌باشند و تحت تاثیر هم تغییر می‌یابند. همچنین مقدار دبی بافاصله زمانی یک سال نسبت به سطح ایستابی انطباق بیشتری نشان می‌دهد، بنابراین بین سطح ایستابی و دبی همبستگی برقرار است و می‌توان رودخانه را به‌عنوان یک عامل تغذیه در نظر گرفت. با توجه به اینکه بیشتر محدوده مطالعاتی به بخش کشاورزی اختصاص دارد، در این مناطق با افت سطح ایستابی مواجه هستیم. بنابراین با توجه به رونق فعالیت‌های کشاورزی، اگر در استفاده و برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی مدیریت علمی و اصولی در منطقه مورد مطالعه صورت نگیرد، در معرض خطر جدی بحران آب قرار خواهد گرفت.

منابع

احمدیان، م.، چاوشیان، م.، درویش، م. ۱۳۹۴. بررسی نوسان‌های سطح سفره آب زیرزمینی به‌عنوان معیاری از تخریب اراضی مناطق خشک و نیمه‌خشک با استفاده از فنون زمین‌آمار (مطالعه موردی دشت کبودرآهنگ– فامنین)، فصلنامه علمی– پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۲۲، شماره۱، ص۱۰۹-۱۲۰.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

جمالی‌زاده، م.ع. بذرافشان، م. مهدوی. ۱۳۹۹. پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌های سری زمانی و GMS. مطالعه موردی: دشت رفسنجان. دوره ۷.شماره۱، ص۹۷-۱۰۹.

رجبی، معصومه، روستایی، شهرام، و جوادی، سیدمحمدرضا. (۱۴۰۰). ارزیابی نرخ فرونشست دشت همدان-بهار و ارتباط آن با پارامترهای محیطی. پژوهشهای ژئومورفولوژی کمّی، (۳) ۱۰. ص ۱۷۵-۱۸۶.

رضایی توابع، کامران، حیدری، اعظم، سیاح پور، محمد جواد. (۱۴۰۱). بررسی تراز آب زیرزمینی و شبیه‌سازی سناریوهای پیش‌بینی در حوضه آبریز پریشان. پژوهشهای ژئومورفولوژی کمّی، (۲) ۱۱. ص ۲۲۸-۲۱۰.

روستایی، شهرام، رضایی مقدم، محمد حسین، یاراحمدی، جمشید، نجف وند، سمیرا. (۱۴۰۱). بررسی مناطق مستعد ریسک فرونشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی با استفاده از روش FUZZY-AHP مطالعه موردی: دشت شبستر-صوفیان). پژوهشهای ژئومورفولوژی کمّی، doi: 10.22034/gmpj.2022.329254.1334.

سلطانی.ع. سلطانی.م. سلیمانی، ک. ۱۳۹۷. ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی شهرستان شوش برای شرب، نشریه اکوهیدرولوژی، دوره ۵، شماره ۴، ص:۱۱۳۵-۱۱۴۶.

صالحی‌پور میلانی، ع. لک، ر. یمانی،م. ۱۳۹۷. تاریخچه نوسانات ثبت آب دریاچه ارومیه در پلیوس توسن پایانی، مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی پژوهشی، دانشگاه گلستان،سال دهم،ص۲۳-۳۸.

علایی طالقانی، محمود، شفیعی، نجمه، رجبی، مرضیه. (۱۳۹۶). تأثیر عوامل ژئومورفولوژی بر تغذیه‌ی منابع آب زیرزمینی دشت میاندره کرمانشاه. هیدروژئومورفولوژی، ۴(۱۳)، ۴۱-۲۱.

Abbaspour, K.C.; Vaghefi, S.A.; Yang, H.; Srinivasan, R., 2019. Global Soil, Landuse, Evapotranspiration, Historical and Future Weather Databases for SWAT Applications. Scientific Data, 6, 263. https://doi.org/10.1038/s41597-019-0282-4

Aghajari, M.; Mozayyan, M.; Mokarram, M.; Chekan, A.A., 2019. Relationship between Groundwater Quality and Distance to Fault Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) and Geostatistical Methods (Case Study: North of Fars Province). Spatial Information Research, 27, 529–538.

Ali, M.Z.; Chu, H.; Burbey, T.J., 2020. Mapping and predicting subsidence from spatio-temporal regression models of groundwater-drawdown and subsidence observations. Hydrogeology Journal, 28, 2865–2876. DOI: 10.1007/s10040-020-02211-0.

Aliye, M.A.; Aga, A.O.; Tadesse, T.; Yohannes, P., 2020. Evaluating the Performance of HEC-HMS and SWAT Hydrological Models in Simulating the Rainfall-Runoff Process for Data Scarce Region of Ethiopian Rift Valley Lake Basin. Open Journal of Modern Hydrology, 10, 105–122. DOI: 10.4236/ojmh.2020.104007.

Almazroui, M.; Saeed, F.; Saeed, S.; Ismail, M.; Ehsan, M.A.; Islam, M.N.; Abid, M.A.; O'Brien, E.; Kamil, S.; Rashid, I.U., 2021. Projected changes in climate extremes using CMIP6 simulations over SREX regions. Earth Systems and Environment. 2021, 5, 481–497. DOI:10.1007/s41748-021-00250-5.

Belay, A.S.; Fenta, A.A.; Yenehun, A.; Nigate, F.; Tilahun, S.A.; Moges, M.M.; Dessie, M.; Adgo, E.; Nyssen, J.; Chen, M.; et al., 2019. Evaluation and Application Of Multi-Source Satellite Rainfall Product CHIRPS To Assess Spatio-Temporal Rainfall Variability on Data-Sparse Western Margins of Ethiopian Highlands. Remote Sensing, 11, 2688. https://doi.org/10.3390/rs11222688.

Belihu, M.; Tekleab, S.; Abate, B.; Bewket, W., 2020. Hydrologic Response to Land Use Land Cover Change in the Upper Gidabo Watershed, Rift Valley Lakes Basin, Ethiopia. Hydroresearch, 3, 85–94.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

Cao, R.; Jiang, R.; Zhao, Y.; Xie, J.; Yu, X., 2021. Spatiotemporal characteristics of groundwater depth in Xingtai city on the North China Plain: Changing patterns, causes and prediction. Applied Ecology and Environmental Research, 18, 6605–6622.

Chacuttrikul, P., Kiguchi, M., & Oki, T., 2018. Impacts of climate and land use changes on river discharge in a small watershed: a case study of the Lam Chi subwatershed, northeast Thailand. Hydrological Research Letters, 12(2), 7–13. doi:10.3178/hrl.12.7.

Cheng, X., 2019. Prediction of spatio-temporal characteristics of temperature and precipitation over the upstream of the Yangtze River basin based on CMIP5 mode. Hydropower Energy Scince, 37, 13–16.

Corcoran, S., 2019. Nitrate pollution and nitrogen isotope compositions in the Bazile groundwater management area-a water quality study. Creighton, NE. Bachelor's Thesis, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE, USA. https://digitalcommons.unl.edu/envstudtheses.

Cui, Y.; Liao, Z.; Wei, Y.; Xu, X.; Song, Y.; Liu, H., 2020. The response of groundwater level to climate change and human activities in Baotou City, China. Water, 12, 1078.

Dench, W.E.; Morgan, L.K., 2021. Unintended consequences to groundwater from improved irrigation efficiency: Lessons from the Hinds-Rangitata Plain, New Zealand. Agricultural Water Management, 245, 106530. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106530.

Dong, L.; Guo, Y.; Tang, W.; Xu, W.; Fan, Z., 2022. Statistical evaluation of the influences of precipitation and river level fluctuations on groundwater in Yoshino River Basin, Japan. Water, 14, 625.

Ganesh, K., Jai Sankar, G., Jagannadha Rao, M., & C.S.V. Prasad, A., 2018. Multi criterion Analysis for Ground water Potential Zones along River Gostani and surroundings of Visakhapatnam, Andhra Pradesh, India. International Journal of Engineering & Technology, 7(3.31), 186. doi:10.14419/ijet.v7i3.31.18295.

Gue, A., Grasby, S. E., & Mayer, B., 2018. Influence of saline groundwater discharge on river water chemistry in the Athabasca oil sands region–A chloride stable isotope and mass balance approach. Applied Geochemistry, 89, 75–85. doi:10.1016/j.apgeochem.2017.10.004.

Hiep, N. H., Luong, N. D., Viet Nga, T. T., Hieu, B. T., Thuy Ha, U. T., Du Duong, B., Lee, H., 2018. Hydrological model using ground- and satellite-based data for river flow simulation towards supporting water resource management in the Red River Basin, Vietnam. Journal of Environmental Management, 217, 346–355. doi:10.1016/j.jenvman.2018.03.100.

House, A., Acreman, M., Sorensen, J., Thompson, J., 2017. Hydroecological impacts of climate change modelled for a lowland UK wetland, Geophysical Research Abstracts, Vol. 17, PP.2015-4671.

Jacob, N., 2018. Letter to the Editor: Radon isotope assessment of Submarine Groundwater Discharge (SGD) in Coleroon River Estuary, Tamil Nadu, India. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 317(3), 1495–1495. doi:10.1007/s10967-018-5999-6.

Jin, H.; Qin, J.; Zhen, Q.; Dong, X.; Hao, Z., 2019. Future climate change prediction in the source region of Yangtze River based on integrated method. Water Power, 45, 9–13.

Łapiński, D.; Wiater, J.; Szatyłowicz, E., 2019. The Content of Heavy Metals in Waste as an Indicator Determining the Possibilities of Their Agricultural Use. Journal of Ecological Engineering, 20, 225–230. https://doi.org/10.12911/22998993/103013.

Lee, C.M.; Hamm, S.Y.; Cheong, J.Y.; Kim, K.; Yoon, H.; Kim, M.; Kim, J., 2020. Contribution of nitrate-nitrogen concentration in groundwater to stream water in an agricultural head watershed. Environmental Research, 184, 109313. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109313.

Ling, M.; Han, H.; Wei, X.; Lv, C., 2021. Temporal and spatial distributions of precipitation on the Huang-Huai-Hai Plain during 1960-2019, China. J. Water Climate Change, 12, 2232–2244.

Malik, M.S.; Shukla, J.P.; Mishra, S., 2021. Effect of groundwater level on soil moisture, soil temperature and surface temperature. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 49, 2143–2161.

Matiatos, I., Paraskevopoulou, V., Lazogiannis, K., Botsou, F., Dassenakis, M., Ghionis, G., Poulos, S. E., 2018. Surface–ground water interactions and hydrogeochemical evolution in a fluvio-deltaic setting: The

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

case study of the Pinios River delta. Journal of Hydrology, 561, 236–249. doi:10.1016/j.jhydrol.2018.03.067.

Mei, Jinling, Hong Cao, Guanyong Luo, and Hong Pan., 2022. Analytical Method for Groundwater Seepage through and Beneath a Fully Penetrating Cut-off Wall Considering Effects of Wall Permeability and Thickness. Water, 14, no. 23: 3982. https://doi.org/10.3390/w14233982

Minaei, M., & Irannezhad, M., 2016. Spatio-temporal trend analysis of precipitation, temperature, and river discharge in the northeast of Iran in recent decades. Theoretical and Applied Climatology, 131(1-2), 167–179. doi:10.1007/s00704-016-1963-y.

Ogrinc, N.; Tamše, S.; Zavadlav, S.; Vrzel, J.; Jin, L., 2019. Evaluation of geochemical processes and nitrate pollution sources at the Ljubljansko polje aquifer (Slovenia): A stable isotope perspective. Science of the Total Environment, 646, 1588–1600. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.245.

Ohba, M.; Arai, R.; Sato, T.; Imamura, M.; Toyoda, Y., 2022. Projected future changes in water availability and dry spells in Japan: Dynamic and thermodynamic climate impacts. Weather and Climate Extremes, 38, 100523. https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100523.

Ojha, C.; Werth, S.; Shirzaei, M., 2020. Recovery of aquifer-systems in Southwest US following 2012–2015 drought: Evidence from InSAR, GRACE and groundwater level data. Journal of Hydrology, 587, 124943.

Panneerselvam, B.; Karuppannan, S.; Muniraj, K., 2020. Evaluation of drinking and irrigation suitability of groundwater with special emphasizing the health risk posed by nitrate contamination using nitrate pollution index (NPI) and human health risk assessment (HHRA). Human and Ecological Risk Assessment, 27, 1324–1348. DOI:10.1080/10807039.2020.1833300.

Qi, H., 2019. Responsive change in groundwater table in karst to precipitation and Yellow River in Pingyin County. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 38, 94–100. DOI : 10.13522/j.cnki.ggps.20190093.

Roy, D.K.; Biswas, S.K.; Saha, K.K.; Ibn Murad, K.F., 2021. Groundwater level forecast via a discrete space-state modelling approach as a surrogate to complex groundwater simulation modelling. Water Resources Management, 35, 1653–1672. DOI: 10.1007/s11269-021-02787-6.

Sabzevari, A. A., Zarenistanak, M., Tabari, H., & Moghimi, S., 2015. Evaluation of precipitation and river discharge variations over southwestern Iran during recent decades. Journal of Earth System Science, 124(2), 335–352. doi:10.1007/s12040-015-0549-x.

Sarma, R.; Singh, S.K. A., 2020. comparative study of data-driven models for groundwater level forecasting. Water Resource Management, 36, 2741–2756.

Shi, H., & Wang, G., 2015. Impacts of climate change and hydraulic structures on runoff and sediment discharge in the middle Yellow River. Hydrological Processes, 29(14), 3236–3246. doi:10.1002/hyp.10439.

Sun, J.; Hu, L.; Li, D.; Sun, K.; Yang, Z., 2022. Data-driven models for accurate groundwater level prediction and their practical significance in groundwater management. Journal of Hydrology, 608, 127630.

Szatyłowicz, E.; Krasowska, M., 2020. Assessment of heavy metals leaching from fly ashes as an indicator of their agricultural use. Desalination and Water Treatment, 199, 288–296. doi: 10.5004/dwt.2020.25743.

Wang, X., Liu, Z., Wang, C., Ying, Z., Fan, W., & Yang, W., 2016. Occurrence and formation potential of nitrosamines in river water and ground water along the Songhua River, China. Journal of Environmental Sciences, 50, 65–71. doi:10.1016/j.jes.2016.05.021.

Wang, Y., Dong, R., Zhou, Y., & Luo, X., 2019. Characteristics of groundwater discharge to river and related heavy metal transportation in a mountain mining area of Dabaoshan, Southern China. Science of The Total Environment, 679, 346–358. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.04.273.

Zakharova, E., Nielsen, K., Kamenev, G., & Kouraev, A., 2020. River discharge estimation from radar altimetry: Assessment of satellite performance, river scales and methods. Journal of Hydrology, 583, [124561]. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124561.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

Zhang, M.; Wang, Y.; Wang, X.; Zhou, W., 2021. Groundwater depth forecasting using a coupled model. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2021, 6614195.

Zhuang, F.; Guo, Z.; Zhao, H., 2022. Evaluation of shallow groundwater quality in Liaocheng City and suggested countermeasures. Shandong Water Resour, 9, 54–55.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

Modeling the relationship between groundwater fluctuation and Dez river discharge in Dezful-Andimshek plain

Khadijeh kord[1], Heeva Elmizadeh[2*], Hakimeh Amanipoor [3]

1. MA Student of Geomorphology, Faculty of marine natural resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran
2. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology
3. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology

***Corresponding author:** elmizadeh@kmsu.ac.ir

Received: 30 Mar 2023 Accepted: 15 Jun 2023

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

Abstract

The study area is a part of the Dez River Basin, which is located in the central part of the basin. In this area, due to the climatic conditions, the irregular availability in terms of time and space, the increasing use of water resources and surface water resources, there is a great dependence on the underground water of the region. The main objective of this research is to investigate the factors influencing the fluctuations of the water level in the Dezful-Andimeshk plain during a statistical period of 20 years. For this purpose, using piezometric well level data and well logs of the study area in WinLog software, maps of the groundwater level and the bottom level of reservoir were prepared using theIDW method. The results of the research showed that the greatest drawdown occurred in north-eastern, south-eastern and western parts of the study area. Asthe amount of precipitation, evaporation and temperature are high in this part, one of the reasons for the decline in these parts can be attributed to the climatic factors of the region. Other factors in the decline of the reservoir level are the main river channel and the high slope of the area. Comparing the changes in the reservoir level with the flow of the Dez River showed that there is a high correlation between the changes in these two parameters with a time interval of one year. Therefore, according to agricultural activities, these limited resources should be harvested, scientifically and fundamentally, the region will be at risk of a serious water crisis in the future.

Keywords: Dez River, Dezful-Andimeshk plain, modeling, water table fluctuation, discharge.

Introduction

Due to the la scarcity ck of surface water resources, the decrease in rainfall, and the expansion of urbanization and rapid population growth, groundwater level play an important role in today's world and affectng the -socio- economic situation and the health of society. As the past few decades, the increase in population and the development of human activities have been accompanied in recent

*Corresponding author: elmizadeh@kmsu.ac.ir

DOI: http://doi.org/10.22034/JEG.2023.17.1.1019171

decades by the growth of industry and agricultural, the increased use of chemicals and fertilizers and the increase in industrial waste in various sectors have in many cases disturbed the balance of nature. This has resulted in the pollution of water sources, especially underground water. In the study area of Dezful-Andimeshk, there are many rivers and drains that play an important role in the irrigation of agricultural lands in the region. Therefore, the main goal of this research is to model the relationship between groundwater fluctuations and river discharge and to investigate the factors affecting the fluctuations of the Dez River floodplain in the Dezful-Andimeshk plain in order to properly use groundwater resources. The results can be useful for planning the water, agriculture and natural resources sectors in order to adapt and cope the phenomenon of climate change in the future.

Materials and Methods

The Dezful-Andimeshk study area is a part of the Dez River basin area. In Dezful-Andimeshk plain, groundwater is exploited by deep and semi-deep wells. To conduct this research, the water level data of piezometric wells as well as the discharge of hydrometric stations of Dezful-Andimeshk study area were used. After data collection, statistical analysis was carried outin Excel for the period of 2000-2020 and zoning maps were created using IDW interpolation method in GIS environment. In this way, interpolation maps were made according to the three average annual amounts and two seasons of wet and dry, and finally, based on these data, the analysis of water level decline was made. Wells with complete data were also used to study the changes in water levels and to evaluate and analyze the data on changes and drops in water levels. Finally, the changes in groundwater levels in the study area were analyzed using well logs, 1:50000 topographic maps, 1:100000 geological maps, climatic data and geological reports.Results and Discussion.

In order to investigate the changes in the reservoir level as a function ofdischarge and to draw the hydrograph from among 99 piezometric wells, the data from three wells in the north, center and south, which had more complete data, were used. The results show that in the study area, the highest water level drop in the study area is observed in the northern parts of the range and the water level changes are less toward the center and south. In the central areas of the plain, due to the greater thickness of the coarse-grained alluvial sediments, they have a high water holding capacity , which has resulted in lower water level drop in these areas than in other areas of the plain. The drop in water level shows that changes in water level are influenced by changes in discharge; thus, as river discharge changes, so does water level, and the relationship between river discharge and water level is a direct and linear one.

Conclusions

The study of the decline of the groundwater level in the Dezful-Andimeshk plain shows that the highest average decline occurred in the water years 2008-2009, when the average water level decline in the study area was about (-30) metres. After that, the largest decrease occurred in the water year 2004-2005. Also, the analysis of water level drop maps showed that the highest drop was in the northeastern, southeasternand western parts of the study area, and the water table drop in these parts can be attributed to climatic factors, distance from the river and high slope. Also, according to the land use map of the area, the largest decline has occurred in the agricultural sector of the study area, and due to the high consumption of underground water by farmers, the amount of decline in these

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]

areas is more than other sectors. Therefore, in view of the boom in agricultural activities, the study area will be exposed to a serious risk of water crisis if there is no scientific and principled management in the use and extraction of underground water resources.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOI: 10.22034/JEG.2023.17.1.1019171]