Civil Infrastructure Researches, Vol. 6, Issue.2, Winter 2021, pp. 95-105

E. Fijani*

Assistant Professor, School of Geology, College of Science, University of Tehran.

e-mail: efijani@ut.ac.ir

S. Alikhani Joudaki

School of Geology, College of Science, University of Tehran.

e-mail: alikhani.saba@ut.ac.ir

M. Mozafari

Assistant Professor, School of Geology, College of Science, University of Tehran.

e-mail: mmozafari@ut.ac.ir

Investigating the Factors Affecting Groundwater Level Decline in Kouhdasht Aquifer, Lorestan Province

Quantitative management of groundwater resources is very important, especially in arid and semi-arid regions. Like other plains of Iran, Kouhdasht plain has been also facing a groundwater decline in recent years. This study is aimed to investigate the factors affecting groundwater decline in Kouhdasht aquifer. For this purpose, precipitation data from the Kouhdasht synoptic station, groundwater level data in observation wells and groundwater abstraction data in the study area have been applied. The representative hydrograph for a period of 29 years (1989-2018) showed that the aquifer water level decreased by 22.50 meters (average 77 cm per year) during this period. Groundwater decline maps also indicated that the groundwater level in the north and south of the plain has been decreased more than in the middle. According to the results, overexploitation from authorized and unauthorized abstraction wells, occurrence of drought (according to the calculated groundwater drought index), reduction of surface water resources and recharge from rainfall are the most important effective factors in the groundwater drawdown in Kouhdasht aquifer.

Keywords: Kouhdasht Aquifer, Groundwater Drawdown, Groundwater Drought Index, Representative Hydrograph.

* Corresponding author
Received 22 May 2021, Revised 14 June 2021, Accepted 16 June 2021.
DOI: 10.22091/cer.2021.6978.1253

بررسی عوامل مؤثر بر افت آب‌های زیرزمینی در آبخوان کوهدشت، استان لرستان

الهام فیجانی*
استادیار، دانشکده زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران.
پست الکترونیک:
Efijani@ut.ac.ir

صبا علیخانی جودکی
دانشجوی کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران.
پست الکترونیک:
alikhani.saba@ut.ac.ir

مرتضی مظفری
استادیار، دانشکده زمین شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران.
پست الکترونیک:
mmozafari@ut.ac.ir

مدیریت کمی منابع آب‌های زیرزمینی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت بسیاری برخوردار است. همانند سایر دشت‌های ایران، دشت کوهدشت نیز در سال‌های اخیر با افت سطح آب‌های زیرزمینی مواجه بوده است. هدف از این مطالعه بررسی عوامل مؤثر بر افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان کوهدشت است. به این منظور از داده‌های بارش ایستگاه سینوپتیک کوهدشت، داده‌های سطح آب‌های زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای و نیز آمار برداشت از آب‌های زیرزمینی در محدوده مطالعاتی استفاده شده است. آبنمود معرف ترسیم شده برای یک دوره ۲۹ ساله (۱۳۶۸-۱۳۹۷) نشان داد که در طی این دوره تراز آب آبخوان به میزان ۲۲/۵۰ متر (به طور متوسط ۷۷ سانتیمتر در سال) کاهش داشته است. همچنین نقشه‌های هم افت بیانگر این بود که سطح آب زیرزمینی در شمال و جنوب دشت نسبت به قسمت‌های میانی آن کاهش بیشتری یافته است. با توجه به نتایج به دست آمده، برداشت بیش از حد از چاه‌های بهره‌برداری مجاز و غیر مجاز، وقوع خشکسالی (با توجه به شاخص خشکسالی آب زیرزمینی محاسبه شده)، کاهش منابع آب سطحی و کاهش میزان تغذیه از بارندگی از مهمترین عوامل مؤثر بر افت سطح آب‌های زیرزمینی در آبخوان کوهدشت می‌باشد.

واژگان کلیدی: آبخوان کوهدشت، افت آب‌های زیرزمینی، شاخص خشکسالی آب زیرزمینی، آبنمود معرف.

۱- مقدمه

آب‌های زیرزمینی مهم‌ترین منبع آب شیرین در جهان هستند، که درصدی از منابع آب شرب دنیا از آن تأمین می‌شود. طی دهه‌های اخیر، به دلیل افزایش جمعیت و تغییرات اقلیمی تقاضا برای مصرف آب زیرزمینی افزایش یافته به گونه‌ای که مقادیر برداشت آب‌های زیرزمینی از میزان تجدید آن فراتر رفته و کاهش شدید این ذخایر ارزشمند را به دنبال داشته است. همچنین تغییرات آب و هوا و گسترش کشاورزی تأمین آب را در برخی مناطق به یک مشکل بزرگ تبدیل کرده است. کشور ایران در اقلیمی خشک و نیمه خشک قرار دارد، که از نظر تأمین آب شرب، کشاورزی و صنعت به آب‌های زیرزمینی وابستگی زیادی دارد. برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی مشکلات جبران ناپذیری از جمله فرونشست زمین، شور شدن و کاهش کیفیت آب‌ها را در پی دارد. بررسی عوامل کاهش تراز آب دشت‌ها توسط پژوهشگران مختلفی مطالعه شده است. پژوهشگران به بررسی تغییرات مکانی تراز آب زیرزمینی در شمال چین پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که سطح آب زیرزمینی در پانزده سال گذشته حدود ۶ متر افت داشته

* نویسنده مسئول
تاریخ: دریافت ۱۴۰۰/۰۳/۰۱، بازنگری ۱۴۰۰/۰۳/۲۴، پذیرش ۱۴۰۰/۰۳/۲۶.
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/cer.2021.6978.1253

است [۱]. در تحقیقی دیگر، یمانی[1] و همکاران با بررسی ارتباط فرونشست زمین و افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت قره بلاغ استان فارس نشان دادند که به ازای هر ۲۶۰ سانتی‌متر پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی در سال به طور متوسط ۱۱/۸ سانتی‌متر سطح اراضی دشت قره بلاغ دچار فرونشینی تدریجی می‌شود [۲]. اکبری و همکاران، افت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS در آبخوان دشت مشهد را بررسی کردند. در این پژوهش، ابتدا آمار ۷۰ چاه مشاهده‌ای در طی ۲ دوره ۱۰ ساله (۶۶-۷۶ و ۷۷-۸۷) مورد بررسی قرار گرفت. پس از درون‌یابی، نقشه‌های خطوط هم‌پتانسیل و پهنه بندی افت سطح آب زیرزمینی تهیه گردید. نتایج نشان می‌داد که سطح آب زیرزمینی در بخش‌های مرکزی و غربی آبخوان تا ۳۰ متر کاهش داشته است. تمرکز چاه‌های با دبی بالا بیانگر این مطلب بود که به دلیل خشکسالی، برداشت بی‌رویه، ازدیاد جمعیت، افزایش سطح زیر کشت و تعداد زیاد چاه‌های برداشت طی ۲۰ سال ۱۲/۱ متر سطح آب زیرزمینی دشت کاهش یافته است [۳].

فتحی و زیبایی در پژوهشی تحت عنوان کاهش رفاه ناشی از افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت فیروزآباد به بررسی کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و تأثیر آن بر روی کاهش رفاه و تولید محصول کشاورزان پرداختند. در این مطالعه مشخص شد که به علت برداشت بیش از حد منابع آب، رفاه کشاورزان به ازای هر متر افت سطح آب برای چاه‌های نیمه عمیق ۹۲۴۱۱۰ تومان و برای چاه‌های عمیق ۴۳۱۲۱۰ تومان کاهش می‌یافت [۴]. محمدی قلعه نویی و همکاران با مطالعه تغییرات ماهانه بارندگی در ۵ ایستگاه هواشناسی منطقه، دبی ماهانه ۳ ایستگاه هیدرومتری و سطح آب زیرزمینی ۶۳ حلقه چاه به ارزیابی تأثیر عوامل اقلیمی بر افت منابع آب زیرزمینی آبخوان دشت ساوه پرداختند. خشکسالی شدید در سال ۱۳۵۹، ۱۳۶۲ و ۱۳۷۵ فعالیت‌های انسانی (به ویژه احداث سد ساوه در سال ۱۳۷۳ بر روی رودخانه قره چای) مهم ترین دلیل افت سطح آب‌های زیرزمینی در آبخوان دشت ساوه می‌باشد [۵]. زایمینگ[2] و همکاران، تغییرات سطح آب زیرزمینی و پارامترهای کیفی آب در ۱۳۰ حلقه چاه در شمال چین را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تراز آب زیرزمینی کاهش شدیدی داشته و این افت در غرب منطقه بیشتر از شرق آن بوده است [۶].

علیپور و همکاران به بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف شرب و کشاورزی- پیش نیازی برای برنامه‌ریزی آمایش سرزمین در مناطق خشک و نیمه خشک ایران پرداختند. در این تحقیق که برای اولین بار تمام آبخوان‌های موجود در نیمه‌ی شرقی کشور را از لحاظ کیفیت آب شرب و کشاورزی بررسی کرده است. مشخص شد که بیشتر آبخوان‌ها از شوری آب رنج می‌برند (از نظر کاربری کشاورزی)، که این آلودگی توسط پساب‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری بیشتر نیز می‌شود [۷]. اسدی و همکاران به بررسی افت سطح آب‌های زیرزمینی و شیوه برداشت جبران‌گر در آبخوان دشت الشتر استان لرستان پرداختند و برای تعیین دقیق نقاط بحرانی دچار افت سامانه سیستم مدل ریاضی آبخوان را شبیه سازی کردند. در این پژوهش، میزان افت سطح آب زیرزمینی دشت در سال آماری ۸۱-۸۸ معادل ۴ متر برآورد شد. نتایج این مطالعه مقدار افت سالیانه در ۵ سال بعد را ۳/۵ متر پیش بینی می‌کرد [۸]. مسلمی و درویشی با بررسی آمار ۶ ساله چاه مشاهده‌ای در یک دوره ۲۰ ساله (۷۴-۹۴) راهکارهای کاهش افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت لاور را ارائه دادند. طبق محاسبات انجام شده در این پژوهش، سطح آب زیرزمینی دشت لاور به طور متوسط سالانه ۲۱ سانتیمتر افت داشته است [۹].

[1]- Yamani

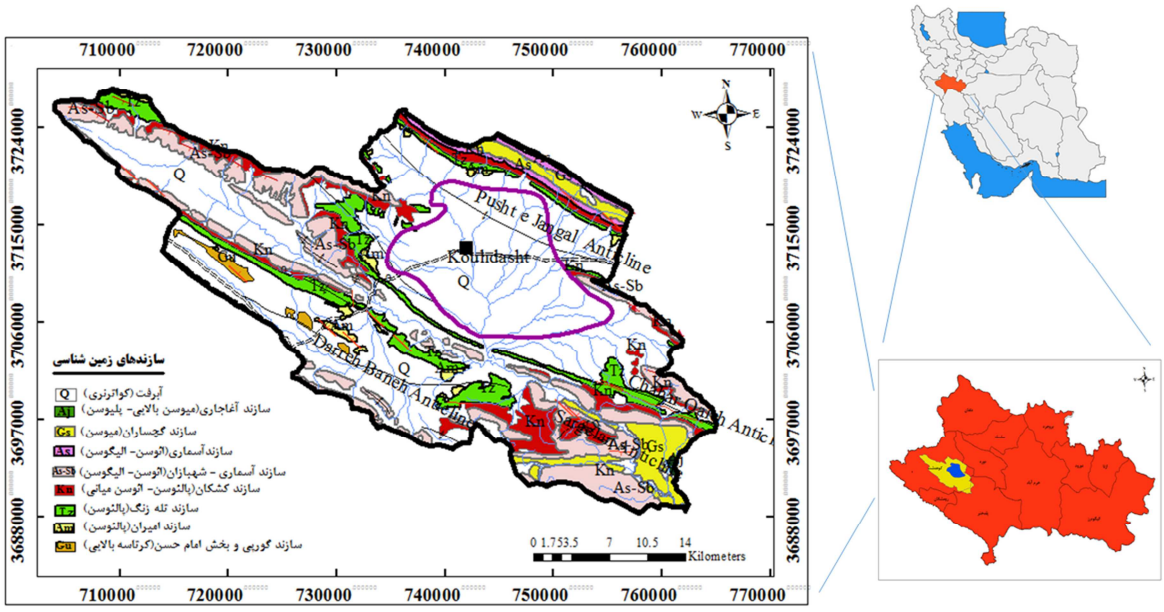
[2]- Zaiming

لیلاروبان و همکاران با بررسی شاخص خشکسالی آب زیرزمینی، همبستگی بین این شاخص‌ها و تراز سطح آب زیرزمینی در ۳۲ چاه در چند ایالت آمریکا را بررسی کردند و نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص‌های خشکسالی به منظور ارزیابی سریع تأثیر خشکسالی بر تراز سطح آب زیرزمینی بسیار مفید هستند [۱۰]. آشتیانی مقدم و همکاران به بررسی تعیین مقدار مناسب تغذیه در دشت دامغان ایران به منظور جلوگیری از افت سطح ایستابی پرداختند. در این بررسی با استفاده از روش فازی در قالب ۳ مدل و ۹ زیر مدل میزان تغذیه مناسب برای جبران کسری مخزن و جلوگیری از افت بی‌رویه سطح ایستابی ۲۱ میلیون مترمکعب برآورد شد [۱۱]. کدخدا و همکاران با بررسی مدل‌سازی عوامل اقلیمی مؤثر برافت سطح آب‌های زیرزمینی با رویکرد تغییر اقلیم در دشت مشهد نشان دادند که بیشترین نوسان سالانه آب‌های زیرزمینی متعلق به بخش جنوبی دشت بود. همچنین مدل‌سازی تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی در این دشت با استفاده از پارامترهای بارش، دما، تبخیر و تعرق حاکی از حداقل ۰/۲ متر و حداکثر ۰/۷ متر افت سطح آب زیرزمینی به دلیل برداشت و بهره‌برداری بی‌رویه بود [۱۲].

در سال‌های اخیر سطح آب‌های زیرزمینی در دشت کوهدشت افت چشمگیری یافته است به طوری که سطح آب‌های زیرزمینی در این مناطق به طور مداوم کاهش یافته و سبب کاهش ذخیره آب زیرزمینی، خشک شدن مناطق پایین دست و کم آبی و یا از بین رفتن چاه‌ها، قنات‌ها و چشمه‌ها شده است. کاهش سطح آب زیرزمینی اثرات زیست محیطی جبران ناپذیری را به دنبال خواهد داشت که از آن جمله می‌توان به ورود آب‌های شور یا آلوده به آبخوان آب شیرین و فرونشست زمین اشاره کرد. در تحقیق حاضر، روند تغییرات سطح آب زیرزمینی و عوامل مؤثر بر افت سطح آب‌های زیرزمینی در آبخوان کوهدشت بررسی شده است.

۲- منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی کوهدشت یکی از بخش‌های شهرستان کوهدشت واقع در غرب استان لرستان می‌باشد که بین طول‌های ´۱۲ °۴۷ تا ´۵۲ °۴۷ شرقی و عرض‌های ´۱۷ °۳۳ تا ´۴۱ °۳۳ شمالی قرار دارد. شکل ۱، موقعیت آبخوان دشت کوهدشت و نقشه زمین شناسی محدوده را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از شیت ایلام- کوهدشت با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)

محدوده مطالعاتی کوهدشت با وسعت ۱۱۲۹/۳ کیلومترمربع یکی از محدوده‌های مطالعاتی حوضه آبریز کرخه است و وسعت دشت آن ۲۴۸/۸ کیلومترمربع می‌باشد. مقدار متوسط بارش در ارتفاعات و دشت به ترتیب ۴۶۸ و ۴۵۱/۲ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت در ارتفاعات ۱۴/۷ درجه سانتی‌گراد و در دشت ۱۶ درجه سانتی‌گراد و نیز مقدار تبخیر در ارتفاعات ۲۰۳۰/۴ میلی‌متر در سال و در دشت ۲۱۲۴/۵ میلی‌متر در سال می‌باشد. در محدوده مطالعاتی کوهدشت رودخانه دائمی مادیان رود جریان دارد، که آب آن از رواناب‌های حاصل از بارش و آب خروجی ازچشمه‌های واقع در ارتفاعات تأمین می‌شود. ضخامت متوسط آبخوان کوهدشت ۷۸ متر برآورد شده است [۱۳]. از نظر زمین شناسی محدوده مورد مطالعه در کمربند چین خورده زاگرس واقع شده است. دشت کوهدشت در واقع حاصل فرسایش یال‌های دو تاقدیس بهم چسبیده است. محدوده مورد مطالعه، شامل واحدهای زمین شناسی مختلفی از دوران دوم تا دوران چهارم می‌باشد. بخش امام حسن و سازند گورپی (کرتاسه بالایی) قدیمی‌ترین واحد سنگی منطقه است، و جدیدترین آن نهشته‌های آبرفتی مربوط به دوره کواترنری است. نهشته‌های آبرفتی در محدوده مورد مطالعه شامل ماسه‌های درشت دانه، رس، سیلت، گراول و شن مربوط به مخروط افکنه‌ها و رسوبات موجود در بستر رودخانه‌ها و آبراهه‌ها می‌باشد.

۳- روش تحقیق

اندازه‌گیری نوسانات سطح آب در پیزومترها و چاه‌های مشاهده‌ای یکی از جنبه‌های مهم مطالعات آب زیرزمینی است. نوسانات سطح آب می‌تواند ناشی از طیف گسترده‌ای از پدیده‌های طبیعی و انسانی باشد [۱۴]. در این پژوهش، از داده‌های سطح آب‌های زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای، داده‌های بارش ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کوهدشت و نیز آمار برداشت از آب‌های زیرزمینی در محدوده مطالعاتی جهت ترسیم نقشه‌های هم تراز آب زیرزمینی و تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی و تهیه آبنمود معرف آبخوان استفاده شده است. برای تهیه نقشه‌های پهنه بندی تراز آب زیرزمینی از درونیابی به روش کریجینگ در نرم افزار ArcGIS استفاده گردید. به منظور بررسی تغییرات درازمدت و نوسانات سطح آب زیرزمینی، تشخیص دوره‌های افزایش و کاهش سطح آب و نیز تغییرات حجم مخزن، آبنمود معرف آبخوان در طول دوره آماری تهیه شده است. در این روش، متوسط سطح آب زیرزمینی برای هر ماه از سال در دوره زمانی معین برای کل آبخوان با استفاده از ترسیم چندضلعی تیسن به دست می‌آید و آبنمود معرف از ترسیم نمودار متوسط سطح آب زیرزمینی در برابر ماه‌های دوره زمانی مورد نظر حاصل می‌گردد. در ادامه، به منظور بررسی بیشتر تغییرات تراز آب‌های زیرزمینی از شاخص خشکسالی آب زیرزمینی (GRI[3]) در مقیاس ماهیانه استفاده شد. شاخص GRI در سال ۲۰۰۸ توسط مندسینو[4] و همکاران به عنوان شاخصی قابل اعتماد به منظور پایش وضعیت خشکسالی آب زیرزمینی پیشنهاد شد. مقدار شاخص GRI با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$GRI = \frac{D_{y,m} - \mu_{D,m}}{\sigma_{D,m}} \quad (۱)$$

که در آن $D_{y,m}$ مقادیر تراز سطح آب زیرزمینی در سال y و ماه m، $\mu_{D,m}$ و $\sigma_{D,m}$ به ترتیب میانگین و انحراف معیار مقادیر تراز آب زیرزمینی در ماه m در طول دوره آماری می‌باشند [۱۵].

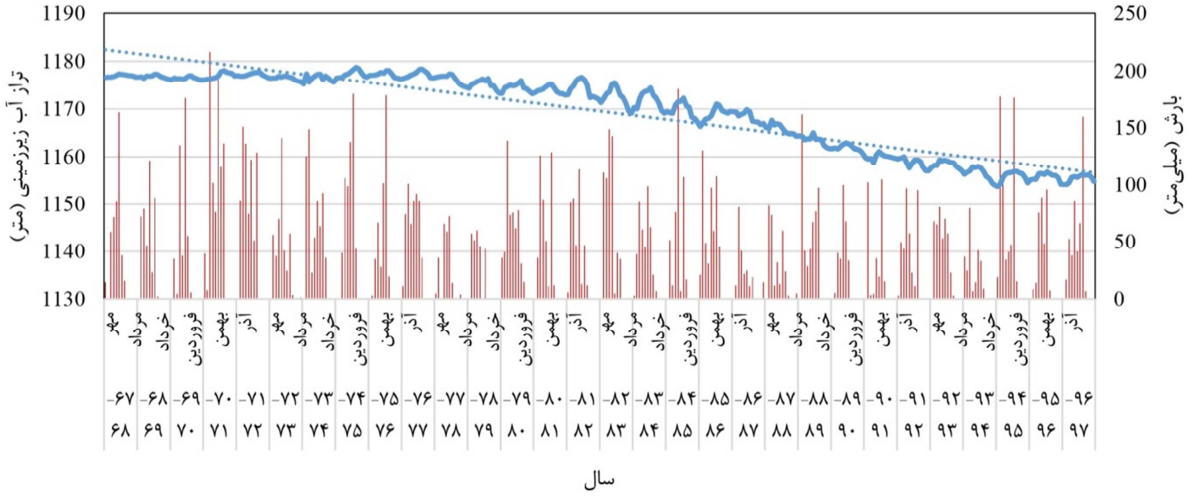
۴- تجزیه و تحلیل داده ها

۴-۱- تغییرات درازمدت سطح آب زیرزمینی

برای بررسی تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی دشت کوهدشت طی سال‌های آبی ۶۷-۶۸ تا ۹۶-۹۷، آبنمود

[3]- Groundwater Resource Index
[4]- Mendicino

معرف آبخوان براساس داده‌های ۲۶ حلقه چاه مشاهده‌ای ترسیم و در شکل ۲ ارائه گردید. همچنین در این شکل، سری زمانی تغییرات بارش براساس داده‌های بارندگی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کوهدشت ترسیم شده است. بررسی تغییرات تراز آب زیرزمینی در طول دوره آماری یاد شده حاکی از آن است که تراز آب زیرزمینی طی دو دهه گذشته با افت مداوم و روندی نزولی مواجه بوده و سطح آب زیرزمینی در طول این دوره ۲۲/۵ متر کاهش داشته است. با توجه به این مقدار افت و با در نظر گرفتن مساحت و متوسط ضریب ذخیره آبخوان معادل ۳/۵ درصد براساس آزمون‌های پمپاژ انجام شده است [۱۳]. حجم مخزن آب زیرزمینی در ۲۹ سال گذشته ۱۶۵/۲۲ میلیون مترمکعب کاهش یافته، به عبارت دیگر متوسط کسری حجم مخزن آبرفتی حدود ۵/۷ میلیون مترمکعب در سال بوده است. می‌توان گفت که در سال‌های گذشته علاوه بر مصرف کامل ذخیره تجدیدشونده بخش قابل‌توجهی از ذخیره پایدار آبخوان نیز مورد بهره‌برداری قرارگرفته است. با توجه به ارقام آبنمود معرف، متوسط افت سالیانه تراز آب زیرزمینی در این دوره برابر ۰/۷۷ متر محاسبه می‌شود. همچنین مقدار افت در سال آبی ۹۶-۹۷ برابر با ۰/۹ متر بوده که از میانگین کل دوره آماری بیشتر است.

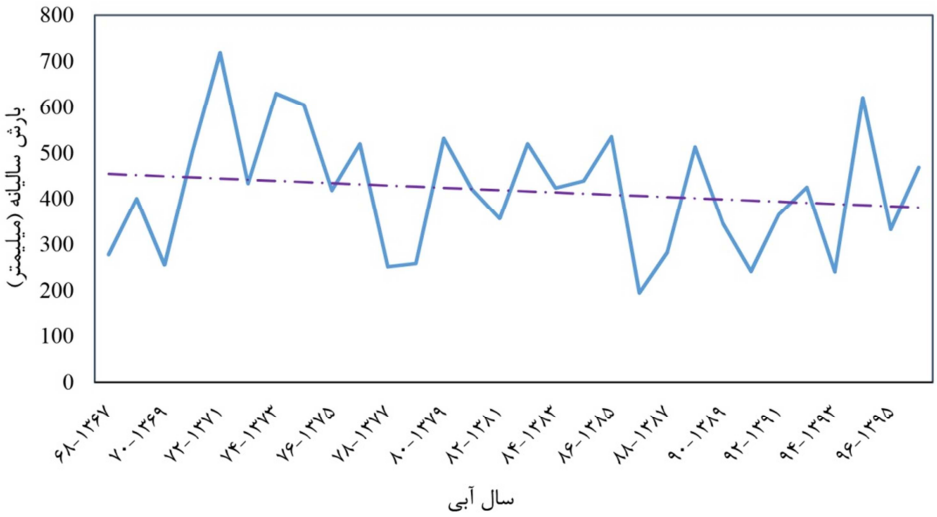


شکل ۲- آبنمود معرف آب زیرزمینی دشت کوهدشت مربوط به دوره آماری ۲۹ ساله از سال آبی ۶۷-۶۸ تا ۹۶-۹۷

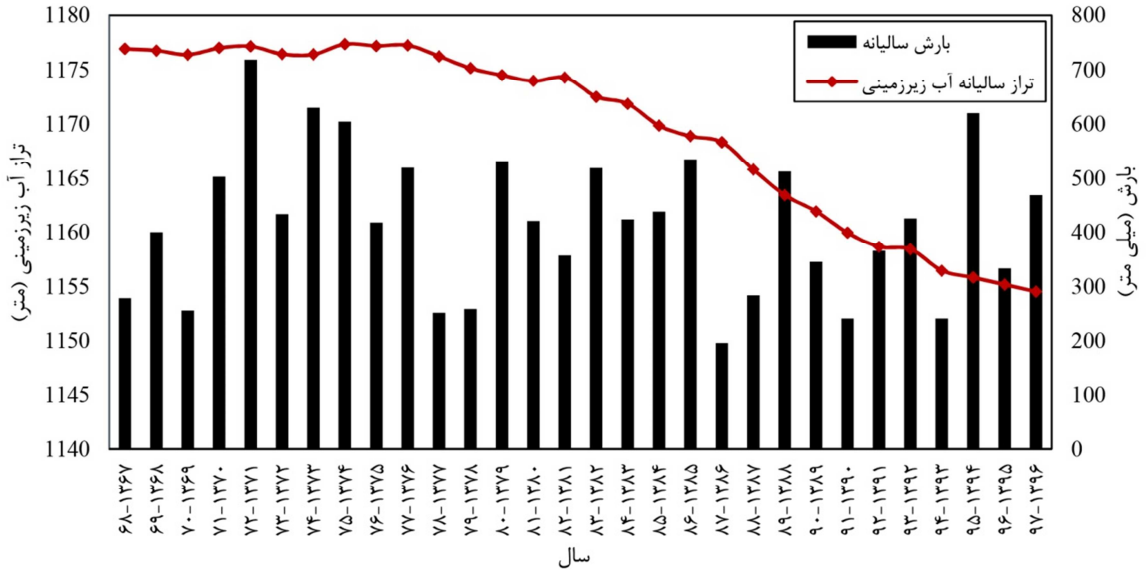
به منظور بررسی بیشتر مقادیر بارش و تأثیر آن بر نوسانات سطح آب زیرزمینی، نمودارهای مقادیر متوسط بارش سالیانه در طول دوره آماری و همچنین نمودار تغییرات همزمان بارش سالیانه و متوسط تراز آب‌های زیرزمینی در آبخوان کوهدشت در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. براساس شکل ۳، روند کلی بارش در منطقه به صورت نزولی بوده، اما در سال آبی ۹۴-۱۳۹۵ میزان بارش افزایش داشته است و انتظار می‌رود در سال‌هایی که بارش افزایش یافته، بر سطح آب زیرزمینی هم افزوده شود، اما تغییرات همزمان بارش سالیانه و متوسط تراز آب‌های زیرزمینی در شکل ۴ نشان می‌دهد که سطح آب زیرزمینی در محدوده، روند کاهشی داشته و علیرغم افزایش بارش سالیانه، متوسط تراز آب‌های زیرزمینی در آبخوان با افت مواجه بوده است که ممکن است بارش‌های صورت گرفته در این سال‌ها با شدت زیاد اتفاق افتاده باشد به طوری که آب باران فرصت تغذیه به آبخوان را پیدا نکرده باشد، اما با توجه به تداوم روند کاهشی عوامل دیگری نیز می‌تواند بر افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت تأثیر بگذارد.

۴-۲- نقشه‌های تغییرات سطح آب زیرزمینی

نقشه هم تراز آب زیرزمینی و جهت جریان بر اساس سطح آب اندازه‌گیری شده در مهرماه سال ۱۳۹۶ در شکل ۵ نشان داده شده است.



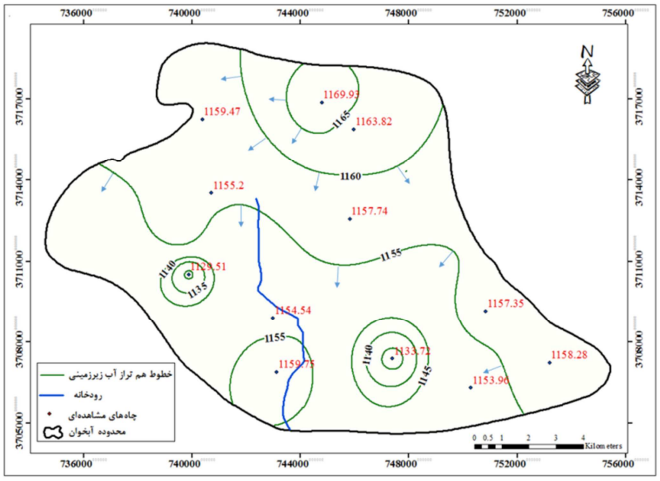
شکل ۳- مقادیر متوسط بارش سالیانه در طول دوره آماری ۲۹ ساله از سال آبی ۶۷-۶۸ تا ۹۶-۹۷



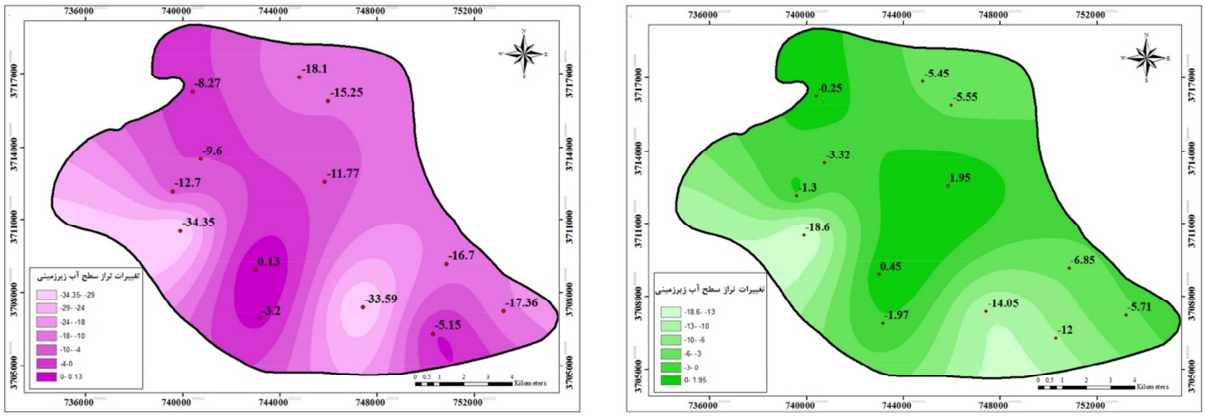
شکل ۴- تغییرات همزمان بارش سالیانه و متوسط تراز آب‌های زیرزمینی در آبخوان کوهدشت طی سال‌های آبی ۶۷-۶۸ تا ۹۶-۹۷

براساس شکل ۵، بیشترین تراز آب زیرزمینی ۱۱۶۹ متر و مربوط به شمال آبخوان (در کله گاو راه) است و با حرکت به سمت جنوب از ارتفاع آب به تدریج کم شده به طوری که در جاده کتوله به حدود ۱۱۲۹ متر می‌رسد. جهت عمومی جریان آب زیرزمینی در آبخوان کوهدشت از شمال به سمت جنوب است.

به منظور بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در سال‌های اخیر، پهنه بندی تغییرات پنج ساله و ده ساله تراز آب زیرزمینی ترسیم شده است (شکل ۶). مطابق شکل ۶- الف در طی پنج سال بیشترین کاهش تراز آب زیرزمینی در نواحی جنوب غربی و جنوب شرقی با افتی بیش از ۱۵ متر بوده و بخش‌های مرکزی منطقه کمترین تغییرات را داشته‌اند. در بخش کوچکی از منطقه افزایش سطح آب زیرزمینی دیده می‌شود که به احتمال زیاد سطح آب در این نقاط به علت نزدیکی به رودخانه مادیان رود (شکل ۵) به طور محلی افزایش یافته است. همچنین در طی ده سال بیشترین کاهش تراز آب زیرزمینی در نواحی جنوب غربی و جنوب شرقی با بیش از ۳۰ متر افت و در قسمت‌های شمالی با بیش از ۱۵ متر افت مشاهده شده است و کمترین افت به مقدار ۰/۴ متر در قسمت‌های مرکزی منطقه بوده است (شکل ۶- ب).



شکل ۵- تراز آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در مهرماه ۹۶ و خطوط جریان آب زیرزمینی

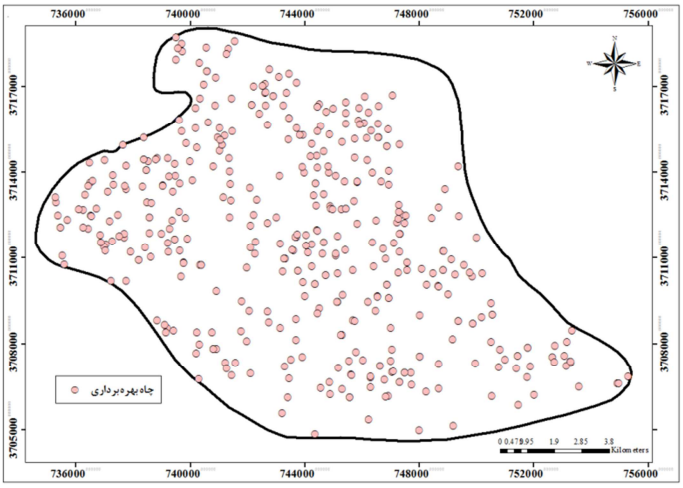


(ب) (الف)

شکل ۶- نقشه تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی برای دوره (الف) ۵ ساله ۱۳۹۱-۱۳۹۶ و (ب) ۱۰ ساله ۱۳۸۶-۱۳۹۶

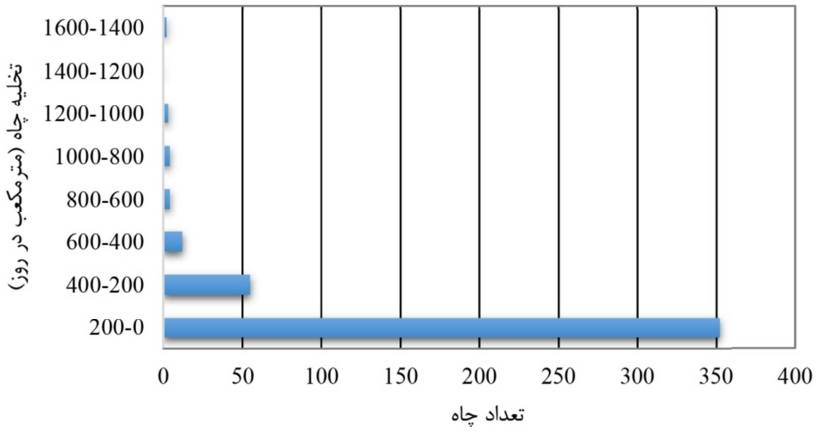
۳-۴- میزان بهره برداری از آب‌های زیرزمینی

در محدوده مطالعاتی حدود ۹۵ حلقه چاه کم عمق، ۳۰۹ حلقه چاه عمیق و ۵۳ دهنه چشمه وجود دارد. بیشتر حجم تخلیه آب‌های زیرزمینی محدوده از چاه‌های بهره‌برداری صورت می‌گیرد. شکل ۷ موقعیت چاه‌های بهره‌برداری در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بیشترین مصرف منابع آبی در این منطقه مربوط به بخش کشاورزی و پس از آن مصرف شرب است.



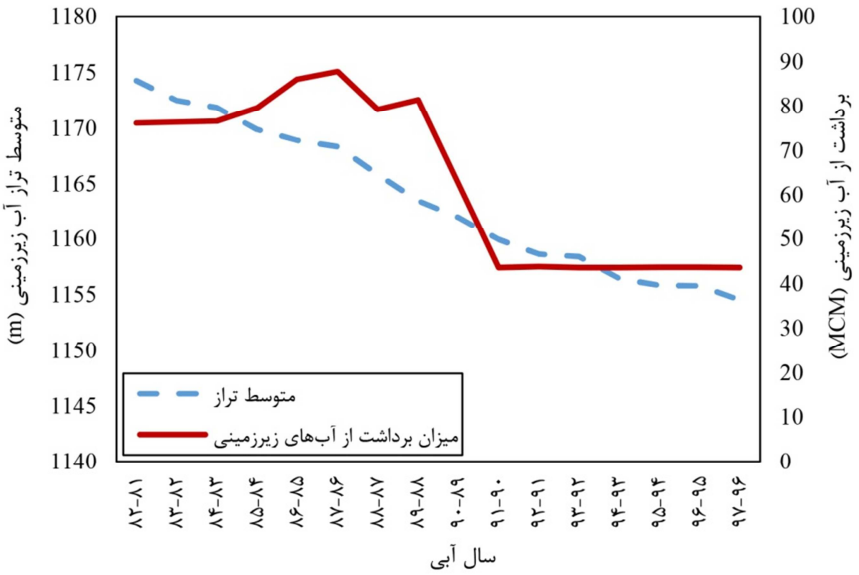
شکل ۷- موقعیت چاه‌های بهره‌برداری در آبخوان کوهدشت

در نمودار شکل ۸ تعداد و میزان تخلیه از چاه‌های بهره‌برداری در آبخوان نمایش داده شده است. میزان برداشت از بیشتر چاه‌ها در محدوده تا ۲۰۰ مترمکعب در روز می‌باشد. با توجه به افت سطح آب زیرزمینی از سال ۱۳۸۱ تا سال ۱۳۸۶ و با توجه به محدودیت عوامل تغذیه کننده آبخوان و برداشت قابل توجه از سفره آب زیرزمینی، این محدوده مطالعاتی در سال ۱۳۸۹ در فهرست دشت‌های ممنوعه قرار گرفته است.



شکل ۸- تعداد و میزان تخلیه از چاه‌های بهره‌برداری در آبخوان کوهدشت

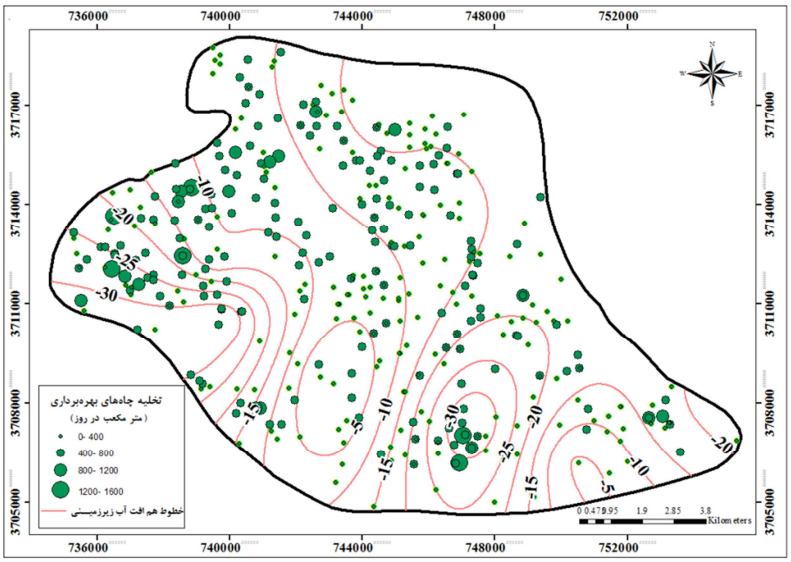
شکل ۹ تغییرات متوسط تراز آب زیرزمینی و میزان برداشت از چاه‌های بهره برداری واقع در دشت کوهدشت طی سال‌های آبی ۸۱-۱۳۸۲ تا ۹۶-۱۳۹۷ را نشان می‌دهد. مطابق این شکل، متوسط تراز آب زیرزمینی در کل این دوره روند نزولی داشته است. از طرفی میزان برداشت آب‌های زیرزمینی از سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ روند افزایشی داشته که با توجه به روند کاهشی سطح آب زیرزمینی در این دوره، نشان از افزایش بی رویه بهره برداری از منابع آب آبخوان دارد.



شکل ۹- تغییرات متوسط تراز آب زیرزمینی و میزان برداشت از چاه‌های بهره برداری در یک دوره ۱۶ ساله (سال‌های آبی ۸۱-۱۳۹۷)

شکل ۱۰ نقشه موقعیت چاه‌های بهره‌برداری در منطقه و خطوط هم تغییرات ده ساله آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. در این شکل چاه‌های بهره‌برداری با دایره‌هایی نشان داده شده که قطر هر دایره با میزان تخلیه از چاه‌های بهره‌برداری رابطه مستقیم دارد به طوری که دایره‌های بزرگتر نشان دهنده میزان برداشت بیشتر از

چاه است. همانطور که در این شکل مشخص است در مناطقی که میزان برداشت از چاه‌های بهره‌برداری بیشتر است (در جنوب و غرب آبخوان)، مقدار افت سطح آب زیرزمینی نیز بیشتر است. بنابراین، یکی از دلایل اصلی افت سطح آب زیرزمینی برداشت بیش از حد از آبخوان می‌باشد.



شکل ۱۰- نقشه موقعیت چاه‌های بهره‌برداری در منطقه و خطوط هم تغییرات ۱۰ ساله آب زیرزمینی (۱۳۹۶-۱۳۸۶)

شایان ذکر است پس از اعلام ممنوعیت دشت کوهدشت، مقدار برداشت آب زیرزمینی از آبخوان ثابت مانده، با این وجود کاهش بارندگی در انتهای دوره باعث ادامه افت سطح آبهای زیرزمینی شده است. اما با توجه به شکل ۳ مشخص می شود که در برخی سال‌ها با وجود افزایش میزان بارش، سطح آب‌های زیرزمینی همچنان روند کاهشی داشته است. بنابراین امکان دارد مقادیر برداشت آب زیرزمینی از طریق چاه‌ها بیشتر از میزانی باشد که در آماربرداری‌ها ثبت گردیده است؛ به عبارتی احتمالا تعداد زیادی چاه بهره‌برداری غیرمجاز در دشت وجود دارد که داده‌های آن ثبت نشده است.

۴-۴- محاسبه شاخص خشکسالی آب‌های زیرزمینی (GRI)

جهت بررسی شاخص منبع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی کوهدشت از داده‌های ۲۹ ساله مربوط به سال (۱۳۹۶-۱۳۶۷) استفاده شده است. نتایج محاسبه شاخص خشکسالی در شکل ۱۱ نمایش داده شده است. براساس این نمودار، شاخص GRI به طور کلی روندی نزولی دارد و از سال ۱۳۸۶ این روند شدت گرفته و تا پایان دوره آماری مقادیر شاخص GRI منفی شده است. شدیدترین خشکسالی آب زیرزمینی در مهرماه ۱۳۹۴ با رقم شاخص ۲/۰۵۵- به وقوع پیوسته است.

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش، عوامل مؤثر بر افت سطح آب‌های زیرزمینی در آبخوان کوهدشت بررسی شده است. بررسی تغییرات درازمدت سطح آب زیرزمینی با استفاده از آبنمود معرف محدوده مطالعاتی نشان داد که تراز آب زیرزمینی طی دوره ۲۹ ساله (۱۳۹۶-۱۳۶۷) دارای روندی نزولی بوده و مقدار ۲۲/۵۰ متر افت داشته، همچنین با در نظر گرفتن خواص ذخیره‌ای آبخوان، حجم مخزن آب زیرزمینی در طی این دوره ۱۶۵/۲۲ میلیون مترمکعب کاهش یافته است. در سال آبی ۹۴-۱۳۹۵ با اینکه میانگین بارش سالانه زیاد است، اما تاثیر آنچنانی در تراز آب زیرزمینی نداشته است، که ممکن است شدت بارش فرصت تغذیه از آبخوان را گرفته باشد. بررسی نقشه‌های تغییرات سطح آب زیرزمینی آبخوان در دو بازه پنج و ده

ساله نشان می‌دهد که بیشترین کاهش تراز آب زیرزمینی در نواحی جنوب غربی و جنوب شرقی (با بیش از ۳۰ متر افت در طی سال‌های ۸۶-۱۳۹۶) و و کمترین افت در قسمت‌های مرکزی محدوده بوده است.

شکل ۱۱- تغییرات شاخص GRI در آبخوان کوهدشت برای دوره ۲۹ ساله (۹۶-۱۳۶۷)

بررسی همزمان برداشت از آب‌های زیرزمینی و خطوط هم تغییرات ده ساله آب زیرزمینی مؤید این مطلب است که یکی از دلایل اصلی افت سطح آب زیرزمینی برداشت بی رویه از چاه‌های بهره‌برداری در آبخوان می‌باشد. محاسبه شاخص منبع آب زیرزمینی (GRI) درمحدوده مطالعاتی کوهدشت در یک بازه ۲۹ ساله (۱۳۹۶-۱۳۶۷) نشان داد که به طور کلی مقادیر این شاخص روندی نزولی داشته و از سال ۱۳۸۶ این روند حالت شدیدتری به خود گرفته و تا پایان دوره آماری مقادیر شاخص منفی شده است. با در نظر گرفتن موارد فوق می‌توان نتیجه گرفت که برداشت و بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی از مؤثرترین عوامل افت سطح آب در آبخوان بوده است. اما با در نظر گرفتن ممنوعه اعلام شدن دشت از سال ۱۳۸۹ که تراز آب زیرزمینی همچنان روند کاهشی داشته، می‌توان به عواملی همچون وقوع خشکسالی‌ها (با توجه به شاخص GRI محاسبه شده)، کاهش منابع آب سطحی، کاهش میزان تغذیه از بارندگی و نیز وجود چاه‌های بهره برداری غیرمجاز اشاره کرد. با توجه به اینکه بیشترین افت در آبخوان مربوط به بخش‌های شمالی و جنوبی منطقه بوده است، پیشنهاد می‌گردد در این مناطق به منظور افزایش تغذیه به آبخوان، طرح‌های تغذیه مصنوعی اجرا شود و نیز در بخش مصارف کشاورزی از روش‌های نوین آبیاری استفاده گردد.

مراجع

[1] Hu, K., Huang, Y., Li, H., Li, B., Chen, D., & White, R. E. (2005). “Spatial variability of shallow groundwater level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China Plain”, *Environment international*, *31*(6), 896-903.
[2] Yamani, M., Najafi, E., & Abedini, M. H. (2009). “The relationship between land subsidence and groundwater level drop in Qarabolagh plain of Fars province”, *Geography*, *3*(8-9), 9-27.
[3] Akbari, M., Jargeh, M., & Madani Sadat, H. (2009). “Investigation of Groundwater Leakage Using Geographic Information System (GIS) (Case Study: Mashhad Plain Aquifer)”, *Water and Soil Conservation Research*, *16*(4), 63-78.
[4] Fathi, F., & Zibaee, M. (2011). “Decreased welfare due to falling groundwater levels in Firoozabad plain”, *Economics and Agricultural Development*, *25*(1), 10-19.
[5] Mohammadi Ghaleni1, M., Ebrahimi, K., & Araghinejad, S. H. (2013). “Evaluation of the effect of climatic factors on the decline of groundwater resources (Case study: Saveh plain aquifer)”, *Journal of Water and Soil Conservation*, *19*(4), 189-200.

[6] Zhou, Z., Zhang, G., Yan, M., & Wang, J. (2012). “Spatial variability of the shallow groundwater level and its chemistry characteristics in the low plain around the Bohai Sea, North China”, *Environmental monitoring and assessment*, *184*(6), 3697-3710.
[7] Alipour, A., Rahimi, J., & Azarnivand, A. (2017). “Groundwater Quality Analysis for Drinking and Agricultural Purposes-a Prerequisite for Land Use Planning in the Arid and Semi-arid Regions of Iran”, *Journal of Range and Watershed Managment*, *70*(2), 423-434.
[8] Asadi, N., Kaki, M., & Jamoor, R. (2016). “Groundwater level decline and compensating withdrawal plan in Aleshtar plain, Lorestan province, Iran”, *Journal of Natural Environmental Hazards*, *5*(9), 107-124.
[9] Moslemi, H., & Darvishi, R. (2018). “Strategies to Reduce Groundwater Level Decline (The Case Study ofLavar Plain inHormozgan Province)”, *Land Management Journal*, *5*(2), 125-135.
[10] Leelaruban, N., Padmanabhan, G., & Oduor, P. (2017). “Examining the relationship between drought indices and groundwater levels”, *Water*, *9*(2), 82.
[11] Ashtianimoghaddam, G., Mahdavi M., Malekian, A., & Motamed, V. B. (2018). “Determining the Appropriate Recharge in Damghan Plain, Iran to Prevent from declining of Water Table”, *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, *12*(42), 112-120.
[12] Kadkhoda, E., Fallah, G. H., Baaghideh, M., & Farid Hossaini, A. (2019). “Modeling Climatic Factors Affecting Groundwater Level with Climate Change Approach (Case Study: Mashhad Plain)”, *Iran Water Research*, *13*(3), 27-38.
[13] Sepahan Comprehensive Consulting Engineers. (2017). *Prohibition Report on the Study Areas of Kuhdasht and Romishgan*, Regional Water Company of Lorestan.
[14] Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology*, Third Edition, John Wiley and Sons, Inc.
[15] Mendicino, G., Senatore, A., & Versace, P. (2008). A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a Mediterranean climate. *Journal of Hydrology*, *357*(3-4), 282-302.