فصلنامه علوم محیطی، دوره نوزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰

۱۶۹-۱۸۶

# افت سطح آب‌های زیرزمینی و مدیریت عوارض ناشی از آن (مطالعه موردی: دشت چهاردولی اسدآباد)

**پیام یدالهی[۱]*، بابک ظهرابی[۲]، حمیدرضا جعفری[۳]، نعمت حسنی[۱]، علی‌اصغر مرتضوی[۱] و عادل قاسمی[۴]**

[۱] گروه مهندسی در سوانح طبیعی(سیل و زلزله)، دانشکده مهندسی عمران آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۲] گروه مهندسی در سوانح طبیعی(سیل و زلزله)، پژوهشگاه مهندسی بحران‌های طبیعی شاخص پژوه، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

[۳] گروه مهندسی در سوانح طبیعی(سیل و زلزله)، دانشکده مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۴]دفتر مدیریت رودخانه و سواحل شرکت آب منطقه‌ای استان همدان، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۷/۱۲

**یدالهی، پ.، ب. ظهرابی، ح.ر. جعفری، ن. حسنی، ع.ا. مرتضوی و ع. قاسمی. ۱۴۰۰.** افت سطح آب‌های زیرزمینی و مدیریت عوارض ناشی از آن (مطالعه موردی: دشت چهاردولی اسدآباد). فصلنامه علوم محیطی. ۱۹(۲):۱۶۹-۱۸۶.

**سابقه و هدف:** یکی از چالش‌های بزرگ آب‌های زیرزمینی مصرف بیش از حد آن در بخش کشاورزی است. از این‌رو توجه به مدیریت منابع آب جهت جلوگیری از افت سطح آب زیرزمینی ضروری است. دشت چهاردولی در استان همدان، طی سال‌های اخیر به‌دلیل کمبود منابع آب‌های سطحی با افزایش برداشت از آب‌های زیرزمینی مواجه شده است. در این مطالعه با توجه به محدودیت منابع آب و استفاده بی‌رویه از آب زیرزمینی، ضرورت بررسی افت سطح ایستابی و مدیریت آن در آبخوان دشت چهاردولی اسدآباد مورد توجه قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها:** تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش جمع‌آوری داده‌ها، به دو صورت اسنادی و پیمایشی است. در روش اسنادی از آمار و اطلاعات بارش‌های سالانه در یک دوره ۲۷ ساله اداره کل هواشناسی استان، و میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی (۴۳ حلقه چاه) از اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای همدان و اطلاعات سازمان جهادکشاورزی بهره گرفته شد. در روش پیمایشی با کشاورزان بهره‌بردار از منابع آب زیرزمینی دشت چهاردولی (۵۶ نفر) و کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای استان (۴۰نفر) مصاحبه شد و ابزار لازم برای بررسی افت سطح آب زیرزمینی و مدیریت عوارض ناشی از آن، طرح‌ریزی گردید. آلفای کرونباخ ابزار ۰/۸۶ به‌دست آمد که نشان داد از پایایی مناسبی برخوردار می‌باشد.

**نتایج و بحث:** نتایج نشان داد سطح آب زیرزمینی طی ۲۷ سال به‌طور متوسط سالیانه ۶۷/۱ سانتی‌متر افت داشته است. در مقابل نمودار بارندگی نشان می‌دهد در هر سال به‌طور متوسط ۳۰۳/۳ میلی‌متر ریزش‌های جوی اتفاق افتاده است. ضمن آن‌که مقدار سنجه SPI نیز در ۲۱ سال اولیه مطالعاتی منفی بوده است. ضریب همبستگی بین افت سطح آب با میزان بارش برابر r =۰/۱۴ و p =۰/۰۸ نیز نشان می‌دهد ارتباط افت سطح آب زیرزمینی با بارش معنادار نیست. در زمینه بررسی نظرهای کشاورزان و کارشناسان در مورد مشکل‌های مدیریتی منابع آب، ۹عامل مؤثر از دیدگاه شرکت‌کنندگان بررسی و اولویت‌بندی شد. شرکت در کلاس‌های روش‌های مدیریت آب در مزرعه از دیدگاه

*Corresponding Author: *Email Address.* p.yadollahy@alumni.sbu.ac.ir
http://dx.doi.org/10.52547/envs.34059

کارشناسان و وجود برنامه‌های آموزشی رادیو و تلویزیون از دیدگاه کشاورزان دو اولویت اصلی در زمینه بخش آموزش و ترویج شناخته شدند. اولویت‌ها و زمینه‌های فکری کشاورزان و کارشناسان در مورد عامل‌های مسئولیت‌پذیری، ریسک‌پذیری و درک شدت تخریب منابع آب به‌طور کامل مشابه یگدیگر است. در بخش حفاظت از منابع آب عدم تسطیح زمین‌های به‌عنوان اولویت اول هر دو گروه کارشناسان و کشاورزان بود. در بخش برنامه‌ریزی اولویت اول کشاورزان و کارشناسان تدوین قوانین مطلوب توزیع آب، جهت استفاده بهینه از منابع آب بود. در عامل مدیریت بهره‌وری آب، اولویت اول کارشناسان و کشاورزان، جایگزینی محصولات دیم با محصولات دارای نیاز آبی بالا بوده و مشکل‌های مالی آخرین عامل مورد بررسی بود. از دیدگاه کارشناسان، نبود بودجه مناسب و به‌موقع در رتبه یک در حالیکه کشاورزان کاهش قیمت محصولات تولیدی در زمان فروش را اولویت اول دانستند.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش نشان داد مشکل‌های مدیریتی با افت سطح آب‌های زیرزمینی منطقه مرتبط است. با توجه به هم‌سو بودن نظر کارشناسان و کشاورزان در مسئولیت‌پذیری هر دو گروه از تخریب منابع آب و مؤثر دانستن برنامه‌های آموزشی به‌نظر می‌رسد آگاه‌سازی افراد به‌وسیله‌ی برنامه‌های آموزشی و ارتقاء آموزش و ترویج ادارات آب منطقه‌ای و جهاد کشاورزی شرایط مساعدتری جهت افزایش تمایل به حفظ آب‌های زیرزمینی فراهم آورده شود. بنابر نتایج افت سطح آب‌های زیرزمینی با میزان بارش مرتبط نیست و عامل‌های انسانی در این پدیده نقش مهمتری دارند. بنابراین در کاهش این مشکل هم کاربران دشت یعنی کشاورزان و هم کارشناسان و مسئولان منابع آب، جهاد کشاورزی و محیط زیست نقش دارند. بنابراین این سازمان‌ها باید در برنامه‌های مدون و یکپارچه برنامه‌های کوتاه مدت و بلندمدت جهت حفظ منابع آب زیرزمینی را در اولویت هدف‌های خود داشته باشند. همچنین براساس نتایج پژوهش روند نزولی سطح آبخوان در چندسال آینده نیز ادامه خواهد داشت که بازنگری جدی قوانین برداشت آب در سطح دشت را ضروری می‌نماید.

**واژه‌های کلیدی:** مشکل‌های مدیریتی آبخوان، خشکسالی، فرونشست زمین، دشت چهاردولی

## مقدمه

یکی از چالش‌های توسعه کشاورزی و صنعت ایران طی دهه‌های اخیر، انطباق نداشتن رشد جمعیت و توسعه اقتصادی با ظرفیت محدود منابع آب زیرزمینی است. افت سطح آب زیرزمینی به‌واسطه برداشت بدون جایگزین، مشکل‌هایی مانند خشک‌شدن چاه‌های آب، نشست زمین، افت کیفیت آب، کاهش دبی رودخانه، افزایش هزینه‌های پمپاژ و استحصال آب را به‌دنبال دارد (Souza and Silva, 2014). وقوع خشکسالی‌های متناوب و طولانی، نوسانات زیاد آب و هوایی و سوء مدیریت بر منابع آب زیرزمینی سبب تشدید کمبود در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است (Bebran and Honarbakhsh, 2014). به‌همین دلیل مدیریت منابع آب در سال‌های اخیر از یک موضوع فرعی و کم اهمیت، به دانشی کاربردی، محوری و پراهمیت با هدف ظرفیت‌سازی در زمینه‌های محیط زیستی، سیاسی، حقوقی و سازمانی تبدیل شده است (Hasani, 2015; Zareabyaneh *et al.*, 2018). به‌اعتقاد (Khoshhal *et al.* 2017) برداشت بی‌حساب از آب‌های زیرزمینی، منجر به افت آب آبخوان، کاهش حجم آبخوان، تراکم برگشت‌ناپذیر آبخوان، از دست رفتن توان نگهداری آب و آسیب‌پذیری تمام سازندها و ساختگاه‌های آبخوان می‌گردد. از این‌رو مدیریت منابع آب باید هر چه بیشتر مورد توجه سیاست‌گزاران قرار گیرد تا هم‌گام با توسعه پایدار کشاورزی و صنعت بتوان از ادامه روند کنونی افت سطح آب و فرونشست زمین جلوگیری کرد (Haddad and Khorasani, 2019). بررسی‌های Henry *et al.* (2011) در اردن نشان دادند بهینه‌سازی مصرف آب آبیاری با مدیریت منابع آب از طریق انتخاب نسبی محصولات کم آب‌بر در قالب الگوی کشت کشاورزان قابل تحقق است. Ketabchi and Ashtiani (2015) یکی از راه‌کارهای ممانعت از افت سطح آب زیرزمینی در دشت عجب‌شیر را بهینه‌سازی میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی گزارش نمودند.

در زمینه روند تغییرات تراز آب زیرزمینی، مطالعات متعددی انجام شده است. همچنین در دهه‌های گذشته روند منفی برای تراز آب زیرزمینی در نقاط مختلف ایران و جهان گزارش

شده است. به‌عنوان نمونه Zare Abiane *et al.*, (2012) به بررسی نوسانات عمق آب زیرزمینی در دشت ملایر پرداختند. بدین منظور از متغیرهای زمانی عمق آب زیرزمینی در حلقه و بارش سه ایستگاه بارانسنجی در آبخوان دشت ملایر طی چاه پیزومتری ۱۹ سال (۱۳۸۶ - ۱۳۶۸) استفاده کردند. آن‌ها روند را در سری داده‌های ماهانه، فصلی و سالانه با اعمال آزمون ناپارامتری تخمین‌گر سن محاسبه و تفسیر و زمان آغاز با به‌کارگیری آزمون گرافیکی من - کندال را انجام دادند و از شدت و جهت روند آن‌ها به این نتیجه رسیدند که مثبت بودن شیب روندها به معنای افت عمق آب زیرزمینی و ذخیره‌های آبخوان دشت ملایر است و با مقایسه تغییرات آماره تخمینگر سن Qmed بین سری‌های زمانی به این نتیجه رسیدند که شدت روند عمق دسترسی به آب زیرزمینی با شدت روند تغییرات فصلی و تغییرات ماهانه متفاوت است و در بررسی دلیل‌های تغییرات سالانه، شناخت روند فصلی و ماهانه لازم به نظر می‌رسد. Marofi and Tabari (2011) روند تغییرات سالانه، فصلی و ماهانه دبی رودخانه مارون را با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری من - کندال و سن و نین تحلیل پارامتری رگرسیونی مورد ارزیابی قرار دادند. همچنین بدین منظور از داده‌های دبی رودخانه در ۵ ایستگاه آب‌سنجی طی سال‌های ۸۷ - ۶۸ استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که دبی سالانه در همه ایستگاه‌ها، دارای روند نزولی در دو دهه اخیر بوده است. Shamsipourand Habibi (2008) در بررسی دشت‌های شمال همدان، دلیل کاهش سطح آب‌های زیرزمینی را تأثیر پارامترهای اقلیمی و خشکسالی در مدت ۱۷ سال آماری (۷۹ - ۶۳) با ضریب همبستگی ۴۲ درصد معرفی نمودند.

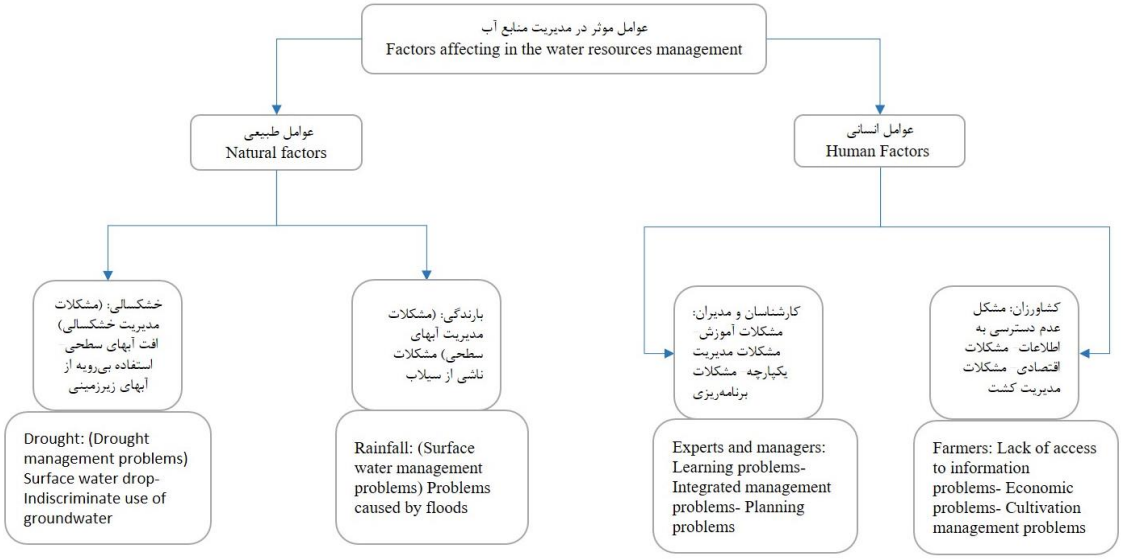
استان همدان از نظر توپوگرافی دارای شیب تندی است که امکان احداث سدهای بزرگ ذخیره‌ای را غیراقتصادی و غیرممکن ساخته است. به‌گونه‌ای‌که تأمین ۸۵/۵ درصد نیاز استان از منابع آب زیرزمینی به‌عنوان جایگزین منابع آب‌های سطحی و مصرف حدود ۹۰ درصد از آب استان در بخش کشاورزی می‌باشد (Regional Water Company of Hamadan, 2020).

دشت چهاردولی در استان همدان، طی سال‌های اخیر به‌دلیل کمبود منابع آب‌های سطحی و جانمایی نامناسب صنایع آب‌بر با افزایش برداشت از آب‌های زیرزمینی مواجه شده است. در این مطالعه با توجه به محدودیت منابع آب و استفاده بی‌رویه از آب زیرزمینی، ضرورت بررسی افت سطح ایستابی جهت مدیریت آن در آبخوان دشت چهاردولی اسدآباد مورد توجه قرار گرفت. محققان بر این باورند نبود مدیریت کارآمد در برداشت بیش از حد سفره‌های آب زیرزمینی بدون توجه به تأثیرهای محیط زیستی و مفهوم برداشت مجاز، منجر به کاهش سطح آب زیرزمینی و رفاه کشاورزان می‌گردد. بنابراین وضعیت موجود ایجاب می‌کند که هر چه بیشتر در مورد وضعیت آبخوان مطالعه و بررسی صورت گیرد، از طرفی با پیش‌بینی دقیق نوسانات سطح آب زیرزمینی می‌توان از آن در برنامه‌ریزی تأمین آب قابل اعتماد و نیز در مدیریت منابع آب استفاده نمود. برای تصمیم‌گیری بهتر و برنامه‌ریزی صحیح‌تر در مورد مدیریت و روش بهره‌برداری از اینگونه آبخوان‌ها، ضروری است وضعیت آب زیرزمینی این دشت‌ها در یک دوره طولانی مدت مورد بررسی قرارگرفته و راهکارهای مدیریتی جامع ارائه گردد. با توجه به بررسی پیشینه پژوهش به نظر می‌رسد که تاکنون مطالعات جامع در مورد روند تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت چهاردولی انجام نشده است. در این مطالعه وضعیت منابع آبی در یکی از دشت‌های استان همدان یعنی دشت چهاردولی طی ۲۷ سال اخیر مورد بررسی قرار گرفته و به ارزیابی اثرهای محیط زیستی تخلیه سفره آب زیرزمینی این دشت پرداخته می‌شود. بنابراین در این پژوهش، با توجه به ضرورت افزایش دانش و مشارکت اقشار جامعه در مدیریت منابع و حذف سیاست‌های نادرست مدیریتی سعی گردید تا با استفاده از داده‌های مقطعی چندساله و

براساس مشارکت کشاورزان و کارشناسان پیامدهای ناشی از برداشت بی‌رویه از سفره آب زیرزمینی، مسئله‌های و مشکل‌های مدیریتی آب در منطقه چهاردولی مطالعه گردد تا بتوان در برنامه‌ریزی‌های آینده از نتایج پژوهش استفاده کرد.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر، به لحاظ ماهیت داده‌ها از نوع کمّی، از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش جمع‌آوری داده‌ها، به دو صورت اسنادی و پیمایشی است. در روش اسنادی از آمار و اطلاعات اداره کل هواشناسی استان، اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای استان همدان، سازمان زمین‌شناسی، سازمان جهادکشاورزی و منابع دیگر بهره گرفته شد. در روش پیمایشی با کشاورزان بهره‌بردار از منابع آب زیرزمینی دشت چهاردولی و کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای استان مصاحبه و پرسش‌نامه‌های لازم برای بررسی و تحلیل افت سطح آب زیرزمینی و مدیریت عوارض آن، طرح‌ریزی گردید.




**شکل ۱- دیاگرام مطالعات حوزه مدیریت منابع آب**

**Fig. 1 - Diagram of studies in the field of water resources management**

با توجه به اینکه در بیشتر مطالعات قبلی به بررسی نقش عامل‌های هیدرولوژیکی و یا مدیریت منابع آب به‌طور جداگانه پرداخته شده، بنابراین در مقاله حاضر سعی شده است که بررسی روند بارش و همچنین عوامل انسانی در افت سطح آب زیرزمینی به‌طور هم‌زمان از دیدگاه کارشناسان منابع آب و کشاورزان به‌عنوان قشری که در مصرف آب‌های زیرزمینی نقش عمده‌ای دارند، پرداخته شود تا بتوان پیش‌بینی بهتری از آینده وضعیت آب دشت چهاردولی به‌دست آورد. در این راستا برای تکمیل اطلاعات پرسش‌نامه، ابتدا جامعه آماری اولیه از روی لیست بهره‌برداران چاه‌های کشاورزی دشت چهاردولی انتخاب و تعداد نمونه لازم که از رابطه کوکران در قالب رابطه ۱ تعیین گردید، استفاده شد.

$$n=\frac{N\times t^2\times s}{N\times d^2+t^2\times s} \qquad (۱)$$

که در آن $n$ تعداد نمونه مورد نیاز، $N$ تعداد جامعه آماری کشاورزان بهره‌بردار، $t$ آماره تی‌استیودنت، $s$ واریانس نمونه اولیه، $d$ خطای مدنظر در برآورد است. در دشت چهاردولی ۱۷۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق با متوسط دبی لحظه‌ای ۱۵ لیتر در ثانیه، حداقل دبی ۱/۵ و حداکثر ۳۰ لیتر در ثانیه حفر شده که به‌عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شد. پرسش‌نامه تهیه شده با استفاده از نظرهای

افراد خبره، رفع ابهام شد. پایایی ابزار تحقیق، با محاسبه ضریب آلفای کرونباخ از طریق تکمیل ۱۶ پرسش‌نامه توزیعی، ۸۶ درصد به‌دست آمد که نشان‌دهنده پایایی مناسب سؤال‌های پرسش‌نامه بود (Delavar, 2017). مقدار s براساس پرسش‌نامه‌های اولیه توزیعی بین کشاورزان ۰/۲۹ به‌دست آمد. بنابراین مقدار $n$ با لحاظ خطای ۵ درصد، مقدار آماره تی‌استیودنت ۱/۹۶ و واریانس ۰/۲۹، در رابطه ۱ برابر ۹۸ نفر محاسبه شد. پس از مشخص شدن تعداد نمونه هدف کار برای بهره‌برداران انتخابی بیان گردید و سپس پرسش‌نامه‌ها در اختیار آنان قرار گرفت.

در حدود نیمی از بهره‌برداران انتخابی به‌دلیل‌های خاص خود نظیر کهولت سن، نداشتن سواد، اعتماد نداشتن به‌دلیل هم‌سو پنداشتن هدف‌های پژوهش با هدف‌های شرکت آب منطقه‌ای و احتمال حذف یارانه‌های کشاورزی و معیشتی از همکاری لازم سرباز زدند. به‌همین دلیل برای حفظ حجم نمونه مطالعاتی ۹۸ نفر با نسبت ۵۸ بهره‌بردار و ۴۰ نفر کارشناس متخصص انتخاب گردید (Authors, 2020).

اطلاعات پرسش‌نامه شامل جمع‌آوری ویژگی‌های دموگرافیک پاسخگویان و اطلاعات بخش نظری تحقیق بود. پرسش‌نامه براساس مدل نظری تحقیق دارای ۹ عامل ۱) آموزش و ترویج با ۷ سؤال، ۲) مسئولیت‌پذیری با ۵ سؤال، ۳) ریسک‌پذیری با ۴ سوال، ۴) درک شدت تخریب منابع آب با ۳ سوال، ۵) درک موانع و مزایای حفاظت منابع آب با ۳ سؤال، ۶) برنامه‌ریزی با ۳ سؤال، ۷) مدیریت بهره‌وری آب در مزرعه با ۴ سؤال، ۸) مدیریت آب در مزرعه با ۳ سؤال و ۹) مشکل‌های مالی با ۳ سؤال و در مجموع ۳۵ سؤال(گویه) به‌عنوان پیش‌فرض درنظر گرفته شد.

**جدول ۱- پرسش‌نامه تحقیق**

**Table 1. The research questionnaire**

| عوامل<br>Factors | گویه<br>Item | کاملاً مخالفم<br>Strongly disagree | مخالفم<br>Disagree | نظری ندارم<br>Neutral | موافقم<br>Agree | کاملاً موافقم<br>Strongly agree |
|---|---|---|---|---|---|---|
| آموزش و ترویج<br>Training and promotion | شرکت در کلاس‌های آموزش روش‌های مدیریت آب در مزرعه<br>Participate in water management training course | | | | | |
| | برنامه‌های آموزشی رادیو و تلویزیون<br>Radio and television educational programs | | | | | |
| | شرکت‌های مشاوره فنی و خدمات آموزش‌های خصوصی<br>Technical consulting companies and private education services | | | | | |
| | مشورت با دوستان و آشنایان<br>Consult with friends and acquaintances | | | | | |
| | عدم دسترسی مناسب به تسهیلات خرید امکانات آبیاری قطره‌ای و بارانی<br>Lack of proper access to drip and sprinkler irrigation | | | | | |
| | پشتیبانی نامناسب از کشاورزان در تسطیح زمین‌ها برای مصرف بهینه آب<br>Inadequate support from farmers in leveling lands for optimal water consumption | | | | | |
| | ناکارآمدی برنامه‌های آموزشی شیوه‌های صرفه‌جویی در مصرف آب<br>Inefficiency of training programs on water use saving methods | | | | | |
| مسئولیت‌پذیری<br>Responsibility | احساس نگرانی در رابطه با تخریب منابع آب و مسائل ناشی از آن<br>Feeling anxious about the destruction of water resources | | | | | |
| | اهمیت رعایت صرفه‌جویی در مصرف آب از سوی همه افراد جامعه<br>The importance of saving water consumption by all members of society | | | | | |
| | تعهد اخلاقی نسبت به حفظ منابع آب<br>Moral commitment to conserving water resources | | | | | |
| | احساس نگرانی نسبت به مصرف آفت‌کش‌ها و آلودگی آب‌ها<br>Feeling anxious about the use of pesticides and water pollution | | | | | |
| | احساس مسئولیت تشویق دیگران به کاربرد تکنیک‌های حفاظت آب<br>A sense of responsibility to encourage others to use water conservation techniques | | | | | |

**ادامه جدول ۱- پرسش‌نامه تحقیق**

**Table 1. The research questionnaire**

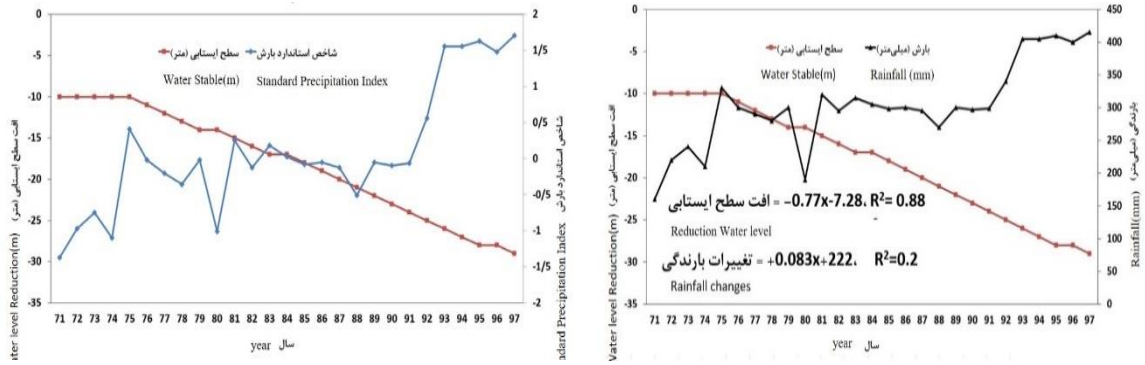
| عوامل<br>Factors | گویه<br>Item | کاملاً مخالفم<br>Strongly disagree | مخالفم<br>Disagree | نظری ندارم<br>Neutral | موافقم<br>Agree | کاملاً موافقم<br>Strongly agree |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ریسک‌پذیری<br>Risk-taking | تغییر شیوه آبیاری در صورت آگاهی از کم‌آبی<br>Change the irrigation method if you are aware of water deficit | | | | | |
| | ریسک به‌کارگیری روش‌های جدید برای حل مشکل‌های کم‌آبی مزرعه‌ها<br>Risk of using new methods to solve farm water shortage problems | | | | | |
| | بیمه کردن محصولات جهت مواجهه با مشکل‌های خشکسالی<br>Ensuring products to deal with drought problems | | | | | |
| | سرمایه‌گذاری در جایی غیر از مزرعه در صورت برخورد با بحران آب<br>Invest in a place other than the farm in the event of a water crisis | | | | | |
| درک شدت تخریب منابع آب<br>Understand the severity of water resources destruction | آسیب دیدن زمین‌های کشاورزی به‌دلیل کم‌آبی طی سال‌های اخیر<br>Damage to agricultural lands due to water shortage in recent years | | | | | |
| | کاهش بازده محصولات کشاورزی بر اثر کم‌آبی طی سال‌های اخیر<br>Decreased yields of agricultural products due to water shortages in recent years | | | | | |
| | کاهش درآمد حاصل از کشاورزی بر اثر کم‌آبی<br>Decreased income from agriculture due to water shortages | | | | | |
| درک موانع و مزایای حفاظت منابع آب<br>Understand the barriers and benefits of water conservation | عدم تسطیح زمین‌های به‌دلیل نداشتن امکانات مورد نیاز آن<br>Lack of land leveling due to lack of required facilities | | | | | |
| | شرکت نکردن در برنامه‌های حل مسئله‌های آب به‌دلیل نبود آگاهی<br>Failure to participate in water problem solving programs due to lack of awareness | | | | | |
| | عدم کارایی شرکت در برنامه‌های حل مسئله‌های آب در بهبود مشکل‌های آب<br>Inefficiency in participating in water problem solving programs in improvement water problems | | | | | |
| برنامه‌ریزی<br>Planning | تدوین قوانین مطلوب در توزیع آب، جهت استفاده بهینه از منابع آب<br>Develop appropriate water distribution rules for optimal use of water resources | | | | | |
| | نیاز به استراتژی‌های کوتاه‌مدت میان‌مدت و بلندمدت مدیریت منابع آب<br>Necessity of short-term, mid-term, and long-term water resource management strategies | | | | | |
| | تدوین قوانین روشن در زمینه اصلاح الگوی کشت<br>Develop clear laws to improve the cultivation pattern | | | | | |
| مدیریت بهره‌وری آب در مزرعه<br>Water productivity management on the farm | جایگزینی محصولات دیم با محصولات با نیاز آبی بالا در فصل کم‌آبی<br>Replacing rain-fed crops with high-water- requirement crops in the low water season | | | | | |
| | اختصاص بخشی از مزرعه به محصولات با نیاز آبی‌کم طی فصل زراعی<br>Allocate part of the farm to products with low water requirements during the cropping season | | | | | |
| | استفاده از بذر اصلاح شده برای مصرف بهینه آب<br>Use improved seeds for optimal water consumption | | | | | |
| | کاشت واریته‌های با بازدهی بالا در مزرعه برای مصرف بهینه آب<br>Planting high-yielding varieties on the farm for optimal water consumption | | | | | |
| مدیریت آب در مزرعه<br>Water management on the farm | استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی<br>Use of drip and sprinkler irrigation methods | | | | | |
| | تعیین میزان زمین‌های زیرکشت با توجه به سهم آب موجود<br>Determining the number of cultivated lands according to the share of available water | | | | | |
| | آبیاری در طول شب و یا ساعت‌های خنک روز جهت کاهش مصرف آب<br>Irrigation at night or during cool hours of the day to reduce water consumption | | | | | |
| مشکل‌های مالی<br>Financial problems | تخصیص نداشتن بودجه مناسب و به‌موقع جهت خرید امکانات و تجهیزات آبیاری<br>Lack of proper budget allocation and timely purchase of irrigation facilities and equipment | | | | | |
| | مشکل‌های افت قیمت محصولات در فصل فروش<br>Problems with falling product prices during the sales season | | | | | |
| | بالا بودن هزینه تعمیر و نگهداری تجهیزات استحصال آب و تجهیزات آبیاری<br>High cost of maintenance of water extraction equipment and irrigation equipment | | | | | |

برای اندازه‌گیری نگرش پاسخ‌دهندگان از مقیاس ۵ درجه‌ای لیکرت در پاسخ سؤالات بهره گرفته شد (Ahmadi *et al*., 2018). اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آماره‌های میانگین و انحراف معیار مؤلفه‌های مدیریت منابع آب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به اینکه در روش مطالعات قبلی یا از روش زمینه‌یابی و یا از سنجه‌های بارش و خشکسالی جهت بررسی مشکل‌های مدیریتی منابع آب زیرزمینی استفاده شده، بنابراین نتایج مطالعات مؤلفه‌های کمتری را به‌طور همزمان مورد بررسی قرار داده‌اند، بنابراین در روش این مطالعه با ترکیب روش زمینه‌یابی و سنجه‌های بارش، به‌طور دقیق‌تری پدیده افت سطح آب و ارتباط آن با عامل‌های مدیریتی بررسی می‌شود.

با عنایت به نقش بارندگی در تغذیه آبخوان، سعی شد تا ارتباط بین فراسنجه بارش در دوره زمانی ۲۷ ساله از سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۹۷ به‌صورت متناظر با خشکسالی محاسبه شده و سنجه استاندار بارش[1] نیز بررسی گردید. امکان استفاده از سنجه SPI در مقیاس‌های زمانی مختلف و با هدف‌های متفاوت، قابلیت استفاده در اقلیم‌های مختلف به‌دلیل خاصیت نرمال‌سازی و سهولت در محاسبه‌ی خشکسالی از جمله دلیل‌های انتخاب این سنجه در بیشتر مطالعات عنوان شده است (Lalehzari and Tabatabaei, 2016). در انتها، ضمن تحلیل نشانه‌های میدانی افت سطح آب زیرزمینی، برخی عوارض آن نیز گزارش گردید.

## نتایج و بحث

شکل ۲ افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان دشت چهاردولی را براساس میانگین داده‌های آب زیرزمینی ۴۳ حلقه چاه موجود در منطقه در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۷ نشان می‌دهد. شکل ۲ (راست) نتیجه تجزیه و تحلیل آمار مربوط به افت سطح ایستابی و مقادیر بارندگی ایستگاه هواشناسی آغاجان‌بلاغی در مختصات "34°50'53 عرض شمالی و "48°03'07 طول شرقی است. همچنین نمودار خشکسالی براساس سنجه استاندارد بارش در ترکیب با نمودار افت سطح ایستابی آبخوان در شکل ۲ (چپ) ترسیم شد (Regional water company of Hamedan, 2020).




**شکل ۲- منحنی افت سطح ایستابی بلندمدت آبخوان (راست)، سنجه استاندارد بارش (چپ) و منحنی تغییرات بلند مدت بارندگی دشت چهاردولی**

**Fig. 2– Aquifer' long-term static surface level drop curve (right), standard precipitation index (left) and long-term rainfall change curve of Chahardoli Plain**

با توجه به شکل ۲ می‌توان نتیجه گرفت که افت سطح آب زیرزمینی طی دوره مطالعاتی ۱۸/۱۱ متر می‌باشد. به‌عبارت دیگر سطح آب زیرزمینی طی ۲۷ سال به‌طور متوسط سالیانه ۶۷/۱ سانتی‌متر افت داشته است. در مقابل نمودار بارندگی نشان می‌دهد در هر سال به‌طور متوسط ۳۰۳/۳ میلی‌متر ریزش‌های جوی اتفاق افتاده است. شکل ۲ نشان می‌دهد افت سطح آب زیرزمینی باوجود افزایش بارندگی‌ها بویژه افزایش چشم‌گیر بارندگی‌ها از ۲۹۹ میلی‌متر در سال ۱۳۹۱ به ۴۱۵ میلی‌متر در سال ۱۳۹۷ ادامه داشته است. مطالعه هیدروگراف واحد دشت نشان‌دهنده افت ممتد

سطح آب زیرزمینی بوده که این روند از سال ۱۳۷۵ شدیدتر شده است. شیب کلی معادله افت برازش یافته بر داده‌های سطح آب زیرزمینی ۰/۷۷- متر و شیب کلی معادله برازش یافته بر داده‌های بارندگی ۰/۰۸۳+ میلی‌متر است. این، به‌معنای بیشتر بودن شیب افت آب زیرزمینی نسبت به شیب افزایش بارندگی‌ها و عدم اثرگذاری بارندگی‌ها در جبران ذخیره-های آب زیرزمینی است. ضمن آن‌که مقدار سنجه SPI نیز در بخش اعظمی از دوره مطالعاتی، منفی بوده و مطابق نتایج شکل ۲ (چپ)، اقلیم منطقه شدت‌های متفاوتی از خشکسالی را تجربه است. به‌گونه‌ای‌که خشکسالی در ۲۱ سال ابتدایی دوره بر دشت چهاردولی حاکم بوده است. به‌نظر می‌رسد بارندگی‌ها در سال‌های مرطوب (بعد از سال ۱۳۹۲) بدون تأثیر معنی‌دار بر حجم ذخایر آبخوان، تا حدودی سبب تغییر شیب کاهشی سطح آب زیرزمینی شده است. در همین راستا عدم تأثیر معنی‌دار مقادیر بارندگی بر تغییرات سطح ایستابی در قالب ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد. ضریب همبستگی بین افت سطح آب با میزان بارش در سطح پنج درصد برابر $r = ۰/۱۴$ و $p = ۰/۰۸$ به‌دست آمد که معنادار نبود. بنابراین می‌توان گفت که تنها عامل اصلی افت سطح آب زیرزمینی کمبود بارش نبوده و چه‌بسا عامل‌های دیگری مانند مشکل‌های مدیریتی نیز در این امر دخیل هستند که با نتایج Jafari *et al.* (2016) در آبخوان دشت ساوه، Khoshhal *et al.* (2017) در آبخوان دشت دهگلان و Parhizkar *et al.* (2015) در آبخوان دشت دامغان هم‌خوانی دارد.

یافته‌های میدانی نیز گویای مواردی مانند خشک شدن تالاب‌ها و آب‌های سطحی (شکل ۳ الف)، کج شدن لوله چاه‌ها، تغییر شیب منطقه (شکل ۳ ب)، فرونشست زمین و به‌وجود آمدن ترک‌های نشستی (شکل ۳ ج)، تغییر مزه و سختی آب، گس شدن و شور شدن آب چاه‌ها می‌باشد. مشابه چنین شرایطی برای دشت اسدآباد در جوار دشت چهاردولی اسدآباد نیز مؤید نتایج مطالعه حاضر است (Lashkaripour *et al.*, 2013).

یافته‌های جدول ۲، نشان داد میانگین سن کشاورزان مورد مطالعه ۴۰ سال با انحراف معیار ۴/۳۲ بود و اطلاعات کارشناسان نیز نشان داد سن کارشناسان در بازه ۲۶ تا ۵۶ سال با میانگین ۳۹ سال و انحراف معیار ۵/۷۶ است.

به‌منظور آگاهی از اولویت مسئله‌ها و مشکل‌های مدیریت آب کشاورزی تعداد ۳۵ گویه به کشاورزان و کارشناسان داده و میانگین، انحراف معیار و اولویت پاسخ‌ها به‌تفکیک پاسخ‌گویان به‌شرح جدول ۳ استخراج شد. در این جدول، مقادیر میانگین، حاصل نظرهای کشاورزان و کارشناسان در مورد سؤال‌ها می‌باشد. نظرها از خیلی‌کم ۱ تا خیلی‌زیاد ۵ مشخص شده است.

(الف) (ب) (ج)

**شکل ۳- الف) بیابانی شدن تالاب منطقه، ب) ایجاد شکاف و تغییر شیب در منطقه مورد مطالعه، ج) فرونشست زمین و تغییر ارتفاع در منطقه مورد مطالعه**

**Fig. 3- a) Desertification of the region's wetland; b) Breaking and changing the slope in the study area; c) Land subsidence and height change in the study area**

**جدول ۲- مشخصات دموگرافیک نمونه پژوهش**

**Table 2. Demographic characteristics of the research sample**

| | سن Age | | | تحصیلات Education | | | | وضعیت تاهل Marital status | | نوع مالکیت Type of ownership | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | میانگین Mean | انحراف معیار SD | بیسواد Illiterate | ابتدایی Elementary | راهنمایی و دیپلم Intermediate and diploma | کارشناسی و کارشناسی ارشد Undergraduate and graduate | مجرد Single | متاهل Married | مالک Landowner | مستاجر Renter |
| کشاورز Farmer | 40 | 4.32 | ٪24 | ٪36 | ٪30 | ٪10 | ٪10 | ٪90 | ٪86 | ٪14 |
| | سن Age | | تحصیلات Education | | سابقه کار Job experience | | استخدام Employment | | رضایت شغلی Job satisfation | |
| کارشناس Expert | میانگین Mean | انحراف معیار SD | فوق دیپلم Associate degree | کارشناسی و کارشناسی ارشد Undergraduate and graduate | میانگین Mean | انحراف معیار SD | رسمی Definite | پیمانی Contractual | میانگین Mean | انحراف معیار SD |
| | 39 | 5.76 | ٪11 | ٪89 | 16 | 1.13 | ٪26 | ٪31 | ٪27 | 1.21 |

**جدول ۳- میانگین و انحراف معیار مؤلفه‌های مشکل‌های مدیریت منابع آب از دیدگاه کشاورزان و کارشناسان منابع آب**

**Table 3. Mean and standard deviation of components of water resources management problems from the perspective of farmers and water resources experts**

| عوامل Factors | گویه Item | میانگین Mean | | انحراف معیار SD | | اولویت Rank | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کشاورز Farmer | کارشناس Expert | کشاورز Farmer | کارشناس Expert | کشاورز Farmer | کارشناس Expert |
| آموزش و ترویج Training and promotion | شرکت در کلاس‌های آموزش روش‌های مدیریت آب در مزرعه Participate in water management training course | 0.85 | 0.97 | 3.45 | 4.65 | 2 | 1 |
| | برنامه‌های آموزشی رادیو و تلویزیون Radio and television educational programs | 0.94 | 0.79 | 4.52 | 3.57 | 1 | 2 |
| | شرکت‌های مشاوره فنی و خدمات آموزش‌های خصوصی Technical consulting companies and private education services | 0.49 | 0.91 | 2.60 | 3.14 | 4 | 3 |
| | مشورت با دوستان و آشنایان Consult with friends and acquaintances | 0.88 | 0.52 | 3.04 | 2.56 | 3 | 4 |
| | عدم دسترسی مناسب به تسهیلات خرید امکانات آبیاری قطره‌ای و بارانی Lack of proper access to drip and sprinkler irrigation | 0.35 | 0.62 | 1.78 | 2.21 | 6 | 5 |
| | پشتیبانی نامناسب از کشاورزان در تسطیح زمین‌ها برای مصرف بهینه آب Inadequate support from farmers in leveling lands for optimal water consumption | 0.57 | 0.46 | 2.34 | 1.63 | 5 | 6 |
| | ناکارآمدی برنامه‌های آموزشی شیوه‌های صرفه‌جویی در مصرف آب Inefficiency of training programs on water use saving methods | 0.38 | 0.41 | 1.04 | 1.11 | 7 | 7 |
| مسئولیت‌پذیری Responsibility | احساس نگرانی در رابطه با تخریب منابع آب و مسئله‌های ناشی از آن Feeling anxious about the destruction of water resources | 0.91 | 0.94 | 4.42 | 4.36 | 1 | 1 |
| | اهمیت رعایت صرفه‌جویی در مصرف آب از سوی همه افراد جامعه The importance of saving water consumption by all members of society | 0.93 | 0.87 | 3.78 | 3.63 | 2 | 2 |
| | تعهد اخلاقی نسبت به حفظ منابع آب Moral commitment to conserving water resources | 0.81 | 0.79 | 2.74 | 2.96 | 3 | 3 |
| | احساس نگرانی نسبت به مصرف آفت‌کش‌ها و آلودگی آب‌ها Feeling anxious about the use of pesticides and water pollution | 0.67 | 0.73 | 2.24 | 2.13 | 4 | 4 |
| | احساس مسئولیت تشویق دیگران به کاربرد تکنیک‌های حفاظت آب A sense of responsibility to encourage others to use water conservation techniques | 0.46 | 0.35 | 1.53 | 1.72 | 5 | 5 |
| ریسک‌پذیری Risk-taking | تغییر شیوه آبیاری در صورت آگاهی از کم‌آبی Change the irrigation method if you are aware of the water deficit | 1.04 | 1.28 | 3.98 | 4.37 | 1 | 1 |
| | ریسک به‌کارگیری روش‌های جدید برای حل مشکل‌های کم‌آبی مزرعه‌ها Risk of using new methods to solve farm water shortage problems | 0.76 | 0.93 | 3.28 | 3.42 | 2 | 2 |
| | بیمه کردن محصولات جهت مواجهه با مشکل‌های خشکسالی Insuring products to deal with drought problems | 0.72 | 0.63 | 2.89 | 2.76 | 3 | 3 |
| | سرمایه‌گذاری در جایی غیر از مزرعه در صورت برخورد با بحران آب Invest in a place other than the farm in the event of a water crisis | 0.39 | 0.54 | 1.65 | 1.87 | 4 | 4 |

**ادامه جدول ۳- میانگین و انحراف معیار مؤلفه‌های مشکل‌های مدیریت منابع آب از دیدگاه کشاورزان و کارشناسان منابع آب**

**Table 3. Mean and standard deviation of components of water resources management problems from the perspective of farmers and water resources experts**

| عوامل Factors | گویه Item | میانگین Mean | | انحراف معیار SD | | اولویت Rank | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کارشناس Expert | کشاورز Farmer | کارشناس Expert | کشاورز Farmer | کارشناس Expert | کشاورز Farmer |
| درک شدت تخریب منابع آب Understand the severity of water resources destruction | آسیب دیدن زمین‌های کشاورزی به‌دلیل کم‌آبی طی سال‌های اخیر Damage to agricultural lands due to water shortage in recent years | 0.93 | 0.96 | 4.61 | 4.80 | 1 | 1 |
| | کاهش بازده محصولات کشاورزی بر اثر کم‌آبی طی سال‌های اخیر Decreased yields of agricultural products due to water shortages in recent years | 0.84 | 0.73 | 3.42 | 3.95 | 2 | 2 |
| | کاهش درآمد حاصل از کشاورزی بر اثر کم‌آبی Decreased income from agriculture due to water shortages | 0.55 | 0.63 | 2.21 | 2.88 | 3 | 3 |
| درک موانع و مزایای حفاظت منابع آب Understand the barriers and benefits of water conservation | عدم تسطیح زمین‌ها به‌دلیل نداشتن امکانات مورد نیاز آن Lack of land leveling due to lack of required facilities | 1.12 | 1.21 | 4.11 | 4.84 | 1 | 1 |
| | عدم شرکت در برنامه‌های حل مسئله‌های آب به‌دلیل عدم آگاهی Failure to participate in water problem solving programs due to lack of awareness | 0.84 | 0.73 | 3.63 | 2.78 | 2 | 3 |
| | عدم کارایی شرکت در برنامه‌های حل مسئله‌های آب در بهبود مشکل‌های آب Inefficiency in participating in water problem solving programs in improvement water problems | 0.69 | 0.96 | 2.96 | 3.59 | 3 | 2 |
| برنامه‌ریزی Planning | تدوین قوانین مطلوب در توزیع آب، جهت استفاده بهینه از منابع آب Develop appropriate water distribution rules for optimal use of water resources | 0.88 | 0.94 | 3.08 | 3.11 | 1 | 1 |
| | نیاز به استراتژی‌های کوتاه‌مدت میان‌مدت و بلندمدت مدیریت منابع آب Requiring short-term, mid-term, and long-term water resource management strategies | 0.41 | 0.68 | 1.58 | 2.47 | 3 | 2 |
| | تدوین قوانین روشن در زمینه اصلاح الگوی کشت Develop clear laws to improve the cultivation pattern | 0.47 | 0.39 | 2.96 | 1.55 | 2 | 3 |
| مدیریت بهره‌وری آب در مزرعه Water productivity management on the farm | جایگزینی محصولات دیم با محصولات با نیاز آبی بالا در فصل کم‌آبی Replacing rain-fed crops with high-water-requirement crops in the low water season | 1.11 | 0.97 | 4.13 | 4.52 | 1 | 1 |
| | اختصاص بخشی از مزرعه به محصولات با نیاز آبی‌کم طی فصل زراعی Allocate part of the farm to products with low water requirements during the cropping season | 0.94 | 0.71 | 2.72 | 3.66 | 3 | 2 |
| | استفاده از بذر اصلاح شده برای مصرف بهینه آب Use improved seeds for optimal water consumption | 0.83 | 0.58 | 1.86 | 2.90 | 4 | 3 |
| | کاشت واریته‌های با بازدهی بالا در مزرعه برای مصرف بهینه آب Planting high-yielding varieties on the farm for optimal water consumption | 0.70 | 0.82 | 3.54 | 2.43 | 2 | 4 |
| مدیریت آب در مزرعه Water management on the farm | استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی Use of drip and sprinkler irrigation methods | 1.43 | 1.08 | 4.28 | 4.31 | 1 | 1 |
| | تعیین میزان زمین‌های زیرکشت با توجه به سهم آب موجود Determining the number of cultivated lands according to the share of available water | 0.84 | 0.45 | 3.41 | 3.29 | 2 | 2 |
| | آبیاری در طول شب و یا ساعات خنک روز جهت کاهش مصرف آب Irrigation at night or during the cool hours of the day to reduce water consumption | 0.76 | 0.67 | 2.78 | 2.84 | 3 | 3 |
| مشکل‌های مالی Financial problems | عدم تخصیص بودجه مناسب و به‌موقع جهت خرید امکانات و تجهیزات آبیاری Lack of proper budget allocation and timely purchase of irrigation facilities and equipment | 1.12 | 1.06 | 4.03 | 2.67 | 1 | 3 |
| | مشکل‌های افت قیمت محصولات در فصل فروش Problems with falling product prices during the sales season | 0.98 | 0.83 | 3.21 | 3.81 | 2 | 1 |
| | بالا بودن هزینه تعمیر و نگهداری تجهیزات استحصال آب و تجهیزات آبیاری High cost of maintenance of water extraction equipment and irrigation equipment | 0.78 | 0.85 | 2.22 | 3.40 | 3 | 2 |

بررسی‌های اولیه نشان داد در حدود ۸۳ درصد کشاورزان و ۷۲/۵ درصد کارشناسان اعتقاد دارند که دشت چهاردولی با مسئله کم آبی شدید مواجه است و خشکسالی و کمبود بارندگی عامل اصلی این موضوع می‌باشد. شکل ۲ نشان داد باوجود مثبت بودن شیب بارندگی‌های طولانی مدت منطقه سطح آب زیرزمینی کماکان افت داشته است. ضمن آنکه دشت چهاردولی در ۶۳ درصد از طول دوره مطالعاتی شدت‌های مختلفی از خشکسالی را تجربه نموده است. بنابراین عوامل دیگری مانند مشترک بودن دشت بین دو استان همدان و کردستان و برداشت بی‌رویه از آبخوان به‌دلیل وابستگی شدید مردم به منابع آب نیز در بروز مشکل‌ها بی‌تأثیر نیست. در مجموع می‌توان یافته‌های این پژوهش را در زمینه مشکل‌های مدیریتی منابع آب با نتایج Fathi and Zibaei (2011), Ghamarnia and Sepehri (2013), Parhizkar *et al.* (2015), Lalezari and Tabatabaei (2016), Safaei *et al.* (2016), Hosseinzad *et al.* (2016), Seyedan and Bahramloo (2019) هم‌راستا دانست.

نتایج این پژوهش گویای مدیریت مناسب بهره‌برداری به‌عنوان راه‌کاری مؤثر و عملی در ممانعت از افت سطح آب زیرزمینی است. بنابراین آگاهی و آموزش کشاورزان نقش اساسی را در مدیریت منابع آب بازی می‌کند. شرکت در کلاس‌های روش‌های مدیریت آب در مزرعه از دیدگاه کارشناسان و وجود برنامه‌های آموزشی رادیو و تلویزیون به‌عنوان آموزش‌های مورد پسند و قابل دسترس از دیدگاه کشاورزان دو اولویت اصلی در زمینه بخش آموزش و ترویج شناخته شدند (جدول ۲). اولویت‌ها و زمینه‌های فکری کشاورزان و کارشناسان در مورد مسئولیت‌پذیری، ریسک‌پذیری و درک شدت تخریب منابع آب به‌طور کامل مشابه یکدیگر است. مقادیر میانگین نظرهای کشاورزان و کارشناسان در بخش مسئولیت‌پذیری به‌ترتیب ۰/۹۴، ۰/۹۱، در بخش ریسک‌پذیری ۱/۲۸، ۱/۰۴ و در بخش درک شدت تخریب منابع آب ۰/۹۳ و ۰/۹۶ محاسبه شد. اشتراک‌های فکری و اولویت‌های یکسان کارشناسان و بهره‌برداران نشانه وابستگی و انتفاع اقتصادی هر دو گروه از دشت چهاردولی است. در مورد نقش اقتصادی دشت می‌توان به رابطه شغلی کارشناسان و کشاورزان با منابع آب به‌واسطه تخصص، مهارت، تجربه و عدم جایگزینی معاش اقتصادی دیگر در صورت شدت بحران منابع آب و صدمه دیدن زندگی فردی و خانوادگی هر دو گروه اشاره داشت. در بخش حفاظت از منابع آب عدم تسطیح زمین‌ها به‌عنوان اولویت اول هر دو گروه کارشناسان و کشاورزان در پاسخ به سؤال مشکل‌های مدیریتی منابع آب بود. تسطیح زمین‌ها یکی از عملیات پرهزینه در کشاورزی است که نقش مهمی در راندمان آبیاری سطحی به‌عنوان روش غالب آبیاری دشت دارد.

برنامه‌های آموزشی یکی از دغدغه‌های فکری هر دو گروه است. کارشناسان به عدم مشارکت کشاورزان در برنامه‌های مربوط به مسئله‌ها و مشکل‌های آب و کشاورزان به عدم کارایی برنامه‌های پیش‌بینی شده نظر دادند. به‌عبارتی دیگر از نظر کشاورزان نفع برنامه‌های آموزشی اجرا شده توسط کارشناسان کمتر از برنامه‌های آموزشی رادیو و تلویزیون است. شاید یکی از دلیل‌های این امر جذاب‌تر بودن برنامه‌های رادیو و تلویزیون، طرح مناسب مسئله‌ها و مشکل‌های منابع آب، فهم ساده و عامه‌پسند برنامه‌های رادیو و تلویزیون باشد. بنابراین شایسته است تا شرکت‌های آب منطقه‌ای از پتانسیل وسایل ارتباط جمعی در جهت نیل به اهداف سازمانی و افزایش سطح آگاهی کشاورزان در مورد مشکل‌های منابع آب و دادن راهکارهای مقابله با آن بهره‌گیری نمایند. مشابه چنین شرایطی در بخش برنامه‌ریزی برای منابع آب مشاهده گردید. اولویت اول کشاورزان و کارشناسان در این بخش تدوین قوانین مطلوب توزیع آب، جهت استفاده بهینه از منابع آب بود. اولویت دوم کارشناسان، تدوین قوانین اصلاح الگوی کشت از سوی سازمان جهادکشاورزی

معرفی گردید و اولویت دوم کشاورزان داشتن سیاست‌های کوتاه‌مدت میان‌مدت و بلندمدت مدیریت منابع آب را اولویت دوم دانستند. به‌نظر می‌رسد اولویت دوم کشاورزان می‌تواند به‌طور عام متوجه بخش اجرایی تمام اداره‌های مرتبط با منبع‌های آب اعم از سازمان جهادکشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای باشد.

مدیریت آب در قالب مدیریت بهره‌وری با اولویت نیاز آبی محصول‌ها و مدیریت آب در سطح مزرعه با اولویت روش‌های آبیاری مورد سؤال قرار گرفت. به‌نظر می‌رسد دیدگاه کارشناسان با تعریف بهره‌وری آب مبنی بر افزایش عملکرد از طریق کاشت ارقام دارای بازدهی بالا (رتبه دوم) و یا اختصاص بخشی از مزرعه به محصول‌های دارای نیاز آبی کمتر (رتبه سوم) قابلیت اجرایی بهتری داشته باشد. در حالیکه بنابر نتایج جدول ۳ برای بهبود وضعیت مدیریت آب مزرعه، اولویت‌بندی پاسخ کارشناسان و کشاورزان به راهکارهای پیشنهادی، مشابه یکدیگر بود. بنابر نظر آنان استفاده از روش‌های نوین آبیاری بارانی و قطره‌ای رتبه یک، تعیین سهم زمین‌های قابل کشت براساس حقابه کشاورزان رتبه دوم و جابجایی ساعت‌های آبیاری به زمان‌های خنک یا آبیاری شبانه رتبه سوم را کسب نمود.

مشکل‌های مالی آخرین عامل مورد بررسی بود که در قالب سه گویه عدم تخصیص بودجه مناسب و به‌موقع جهت خرید امکانات و تجهیزات آبیاری، کاهش قیمت محصول‌ها در زمان فروش و بالا بودن هزینه تعمیر و نگهداری منابع آب و تجهیزات آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفت. از دیدگاه کارشناسان، نبود بودجه مناسب و به‌موقع در رتبه یک و گران بودن هزینه‌های تعمیر و نگهداری در رتبه سه بود در حالیکه کشاورزان برعکس نظر کارشناسان کاهش قیمت محصول‌های تولیدی در زمان فروش با میانگین ۳/۸۱ را بزرگترین مشکل و نبود بودجه‌های لازم با میانگین ۲/۶۷ را آخرین مشکل پیش‌رو دانستند. کشاورزان استان همدان به‌طور معمول در عرضه محصول‌های تولیدی خود که به انت‌های فصل تابستان برخورد می‌کند و هوا روبه خنکی می‌رود، با مشکل افت قیمت مواجه‌اند. شهرستان اسدآباد نیز از جمله منطقه-های سردسیر استان همدان است که کشاورزان به‌دلیل مشکل کاهش قیمت و رونق نداشتن محصولات تابستانی در زمان عرضه رنج بیشتری را متحمل می‌شوند. بنابراین تحت همین شرایط موجود یعنی قبل از اختصاص بودجه مناسب و به‌موقع، می‌بایست فروش محصول‌های کشاورزان را با برنامه‌ریزی مناسب زراعی، مشاوره‌های کشاورزی و یا راه‌اندازی صنایع تبدیلی حمایت گردد. دومین مشکل مالی از نظر کشاورزان بر خلاف نظر کارشناسان بالا بودن هزینه تعمیر و نگهداری تجهیزات استحصال آب و تجهیزات آبیاری با میانگین ۰/۸۵ و انحراف معیار ۳/۴۰ است.

بنابر یافته‌ها، کشاورزان گزارش نمودند که افت سطح ایستابی منجر به افزایش هزینه‌های پمپاژ، کاهش دسترسی به آب، کاهش تولید و در نتیجه کاهش سطح رفاه کشاورزان می‌گردد. در همین راستا می‌توان اظهار داشت که تجربه چند دهه اخیر نشان می‌دهد که الگوی کنونی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، از کارایی لازم برخوردار نیست و ضرورت مشارکت آب‌بران و توجه به مشکل‌های آنان امری لازم است. بنابر نتایج جدول ۳ تخصیص نداشتن بودجه مناسب و به‌موقع جهت خرید امکانات و تجهیزات آبیاری در اولویت سوم از نظر کشاورزان قرار دارد که می‌تواند بیان‌گر استفاده غیرکارآمد از بودجه‌های اختصاص یافته فعلی باشد.

## نتیجه‌گیری

وابستگی کشاورزی دشت چهاردولی به منابع آب، ضرورت انتخاب سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریتی مناسب برای بهره‌برداری را دوچندان می‌کند. اما مشترک بودن این منابع بین کشاورزان و بین دو استان همدان و کردستان از یک‌سو و کنترل برداشت از سوی شرکت آب منطقه‌ای

(بدون مشارکت آب‌بران) از سوی دیگر، موجب برداشت بی‌رویه برخی بهره‌برداران شده است. برخی کشاورزان بر این باورند که عدم برداشت از منابع آب زیرزمینی، موجب استفاده دیگران و خشک شدن چاه کشاورزان باورمند می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد افت سطح آب زیرزمینی تنها به‌دلیل خشکسالی در منطقه نبوده و چه‌بسا دلیل‌های دیگری در آن دخیل است. از جمله دلیل‌هایی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت، ارتباط مشکل‌های مدیریتی با افت سطح آب‌های زیرزمینی منطقه بود. دسته‌بندی پاسخ‌ها نشان داد که کشاورزان و کارشناسان به‌دلیل تفاوت دیدگاهی و فکری در ارتباط با مسئله‌های مدیریتی دارای اختلاف نظر هستند. در برخی از بخش‌ها، کشاورزان به دیدگاه کوتاه مدت اعتقاد دارند و به دنبال منافع خود می‌باشند در حالیکه کارشناسان از دیدگاه توسعه پایدار به موضوع می‌نگرند. در برخی از بخش‌ها کارشناسان به ناکارآمدی قوانین و ناکافی بودن بودجه‌ها اعتقاد دارند و به تدوین قوانین جدید و دریافت بودجه‌های کلان‌تر می‌اندیشند. در حالیکه کشاورزان انتظار اجرای درست قوانین موجود و صرف مناسب بودجه‌های فعلی را دارند.

با توجه به هم‌سو بودن نظر کارشناسان و کشاورزان در مسئولیت‌پذیری هر دو گروه در تخریب منابع آب و مؤثر دانستن برنامه‌های آموزشی به‌نظر می‌رسد آگاه‌سازی افراد به‌وسیله‌ی نصب بیلبوردهای شهری، توزیع بروشور، برنامه‌های آموزشی رادیو و تلویزیون، ارتقاء دادن برنامه‌های آموزشی ادارات آب منطقه‌ای و جهادکشاورزی شرایط مساعدتری جهت افزایش تمایل به حفظ آب‌های زیرزمینی فراهم آورده شود.

از سویی دیگر با استفاده از نتایج این تحقیق و تغییرات کمی آب هریک از چاه‌های منطقه طی ۲۷ سال گذشته این دشت مورد بررسی قرار گرفت. بدیهی است که هیچ دلیلی وجود ندارد که روند فعلی تا ۱۰ سال بعد هم ادامه نیابد ولی فرض بالا می‌تواند ابعاد مشکل را در صورت ادامه روند فعلی تاحدی مشخص سازد. نتایج بیانگر آن است که در صورت ادامه روند کنونی شرایط تغذیه و تخلیه و عدم انجام اقدام‌های جدی و عملی جهت کاهش برداشت بی‌رویه، طی چند سال آینده سطح آب زیرزمینی دشت حدود ۲۰ متر دیگر افت خواهد کرد. با توجه به این موارد، پیش‌بینی می‌شود که کشاورزی منطقه پس از رونق زودگذر فعلی به‌دلیل رعایت نکردن مسئله‌های محیط زیستی و برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، با آسیب‌های زیادی مواجه شود. بنابراین وضعیت اقتصادی دشت که وابستگی زیادی به محصول‌های کشاورزی دارد با بحران جدی‌تری روبرو خواهد شد. در ارزیابی آسیب‌های اقتصادی برداشت بی‌رویه از سفره‌ها، باید افزون بر محاسبه میزان خسارت‌های وارده به زمین‌های کشاورزی و کاهش تولید و تلف شدن دام، طیور و حیات وحش، به خسارت‌های ناشی از نشست زمین، افزایش سیل‌خیزی، افزایش مصرف انرژی، هزینه استحصال، انتقال آب شرب و کشاورزی، افزایش بیماری بر اثر استفاده از آب‌های ناسالم نیز توجه شود.

با توجه به اینکه بیشترین میزان آب برداشتی از منابع آب زیرزمینی صرف آبیاری زمین‌های کشاورزی می‌شود، با حفاظت آب در کشاورزی و بهبود روش‌های آبیاری همچنین انجام اقدام‌هایی مانند بیان مشکل‌ها و افزایش سطح دانش بهره‌برداران، عدم صدور مجوزهای جدید حفاری، طولانی نمودن دوره آبیاری در طی خشکسالی‌ها، تغییر الگوی کشت و کنترل دقیق در برداشت از منابع آب زیرزمینی با نصب کنتورهای حجمی و تعیین قیمت مناسبی به‌عنوان آب‌بهای کشاورزی، می‌توان میزان افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن را به حداقل رساند. لازم به بیان است داشتن انگیزه، تصمیم‌گیری قاطع، عزم جدی و عمومی و بهره‌گیری از دانش روز با ملاحظه شرایط زمانی و مکانی از ضروریات هر اقدام سازنده‌ای است. همچنین به‌کارگیری یک راهکار به تنهایی نمی‌تواند مثمرثمر واقع شود، بنابراین راه حل

مشکلات، اجرای تلفیقی از راهکارهای قابل اجرا در جهت بهره‌برداری حداکثری از آب‌های سطحی به‌همراه استفاده از انواع روش‌های حفاظت از آبخوان‌ها و کاهش و بهینه-سازی مصرف می‌باشد. با توجه به ادامه روند افت آب زیرزمینی و کسری حجم مخزن در دشت پیشنهاد می-شود که محدودیت‌های قانونی از لحاظ بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی دشت چهاردولی ایجاد گردد.

## منابع


Ahmadi, S., Mir-Fardi, A. and Zarei, G.H., 2018. Investigate the relationship between accountability and trend to conserve water. Journal of Applied Sociology. 24(2), 185-200. (In Persian with English abstract).

Bebran, S. and Honarbakhsh, N., 2014. Critical water situation in the world and Iran, Journal of Strategy. 16(48), 193-212.

Chunping, T., Jianping, Y. and Man, L., 2015. Temporal- Spatial variation of drought indicated by SPI and SPEI in Ningxia Hui Autonomous Region, China. Journal of Atmosphere 6, 1399- 1421.

Delavar, A., 2017. Probability and Applied Statistics. Roshd Publications. Tehran, Iran.

Eghtedarnejad, M., Bazrafshan, A. and Sadeghi, A., 2017. Evaluation of SPI, RDI AND SDI in analysis of characteristics of meteorological and hydrological drought (case study: Bam plain). Journal of Science of Soil and Water 26, 69- 81. (In Persian with English abstract).

Fathi, F. and Zibaei, M., 2011. Decreased welfare due to the drop in groundwater level in Firoozabad plain Journal of Agricultural Economics and Development. 25(1), 10-19. (In Persian with English abstract).

Ghamarnia, H. and Sepehri, S., 2013. Investigation of annual fluctuations in the aquifer level of Chahardoli plain in Kurdistan province due to drought in recent years (2001-2008). 2th National Conference on the effects of drought and its management strategies. Esfahan, Iran. (In Persian with English abstract).

Haddad, A. and Khorasani, E., 2019. Groundwater level changes effect on the subsidence in Semnan plain. Geosciences Journal. 28(112), 181-190. (In Persian with English abstract).

Hassani, Y. 2015. Optimal water resources allocation planning and evaluation of agricultural water policies with integrated water resources management approach (case study: Qazvin plain), Ph.D thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (In Persian with English abstract).

Henry, A., Gowda, V.R.P., Torres, R.O., McNally, K.L. and Serraj, R., 2011. Variation in root system architecture and drought response in rice (Oryza sativa): phenotyping of the OryzaSNP panel in rainfed lowland fields. Field Crops Research. 120, 205–214.

Hosseinzad, J., Farnam Nia, H., Hayati, B. and Abedi, S., 2016. The effect of groundwater consumption reduction policies on the volume of these resources, income and cultivation pattern of farmers in the catchment area of Lake Urmia. Biennial Conference on Agricultural Economics,



## سپاسگزاری

در پایان از همکاری جناب آقای دکتر زارع ابیانه، همه کارکنان شرکت آب منطقه‌ای استان همدان، سازمان جهاد کشاورزی استان و همچنین کشاورزان دشت چهاردولی تشکر و قدردانی می‌شود.


## پی‌نوشت

[1] Standard Precipitation Index

Kerman, Iran. (In Persian with English abstract).

Jafari, F., Javadi, S., Golmohammadi, G. and Karimi, M., 2016. Numerical simulation of grownd water flow and aquifer- system compaction using simulation and inSAR technique: Saveh basin, iran, Environ Earth Sience. 75, 823- 833. (In Persian with English abstract).

Ketabchi, H. and Ataie-Ashtiani, B., 2015. Review: coastal groundwater optimization - advances, challenges, and practical solutions. Special Issue optimization for groundwater characterization and management. Hydrogeology Journal 23(6), 1129-1154. (In Persian with English abstract).

Khoshhal, J., Ghayour, H. and Moradi, M., 2017. The effect of drought on groundwater in the water basin Dehgolan- Kurdistan. Natural Geography Research. 44(79), 19-36. (In Persian with English abstract).

Lalehzari, R. and Tabatabaei, S.H., 2016. Simulating the impact of subsurface dam construction on the change of nitrate distribution. Environmental Earth Sciences. 74(4), 3241-3249. (In Persian with English abstract).

Lashkaripour, G.R., Ghafouri, M., Moradi, T. and Rostami Barani, H.R., 2013. Decline in groundwater level and survey of land subsidence in Asadabad plain. 11th Conference of Iranian Geological Society. Ferdowsi University, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract).

Marofi, S. and H. Tabari, H., 2011. Detection of Maroon river flow trends using parametric and non-parametric methods. Journals Management System. 26, (101), 125-146. (In Persian with English abstract).

Moghaddam, A.R., Ghaleban Takmehdash, M. and Esmaili, K., 2012. Investigating the process of temporal and spatial changes of water quality parameters of Mashhad plain using geographical information system, Journal of Water and Soil Conservation Research. 20(3), 225-221. (In Persian with English abstract).

Parhizkar, S., Ajdary, K.h., Kazemi, G. h. and Emamgholizadeh, S., 2015. Predicting water level drowdown and assessment of land subsidence in Damghan aquifer by combining GMS and GEP models, Geopersia. 5, 63- 80. (In Persian with English abstract).

Regional Water Company of Hamadan Province, Basic Studies of Surface and Groundwater Resources Regestry, 2020. Available online at: www.hmrw.ir.

Safaei, H., Asghari, K. and Safavi, H.R., 2016. Comparison of Groundwater Drying Index (GRI) with Standard Precipitation Index (SPI) case study: Kuhpayeh-Segzi aquifer, 7th National Congress of Civil Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, 17th-18th May, Zahedan, Iran. (In Persian with English abstract).

Seyedan S.M. and Bahramloo R., 2019. The effect of excessive water extraction from groundwater resources on the welfare of farmers in the Malayer plain. Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 22(4), 357-370. (In Persian with English abstract).

Shamsipour, A. and Habibi, A.K., 2008. Assessing the effects of drought on groundwater (a case study in north plains of Hamedan) Proceedings of the drought conference in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord University. (In Persian with English abstract).

Souza, E.V. and Silva, M.A., 2014. Management system for improving the efficiency of use water systems water supply. 12th International

Conference on Computing and Control for the Water Industry, HAGAPLAN, Sao Paulo – SP, Brazil. 70, 458 – 466.

Zafari, H. and Rouhani, S.M., 2017. Investigation of the consequences of the crisis of groundwater loss (a case study of Tehran). Crisis Management Quarterly. 8 (31), 124-97. (In Persian with English abstract).

Zare Abianeh, H., Bayat Varkeshi M. and Maroufi, S., 2012. Investigating water table depth fluctuation in the Mlayer plain. Water and Soil Science (Agriculture Science). 2(22), 173-192. (In Persian with English abstract).

Zareabyaneh, H., Yazdani, V. and Azhdari, K.H., 2018. A comparative study of four meteorological drought index based on relative yield of wheat in the province. Physical Geography Research. 69, 35- 49. (In Persian with English abstract).

Environmental Sciences Vol.19 / No.2 / Summer 2021

**169-186**

# Evaluation of groundwater level drop and management of its effects (case study: Chahardoli Plain of Asadabad)

**Payam Yadollahi [1*], Babak Zohrabi [2], HamidReza Jafari [3], Nemat Hassani [1], AliAsghar Mortazavi [1] and Adel Ghasemi [4]**

[1] Department of Natural Disaster Engineering (Flood and Earthquake), Faculty of Civil Engineering, Water and Environment, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Collage of Engineering in Natural Disasters (Flood and Earthquake), Isfahan Institute of Natural Crisis Engineering Shakhes Pajouh, Isfahan University, Isfahan, Iran
[3] Department of Natural Disaster Engineering (Flood and Earthquake), Faculty of Environmental Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
[4] River and Coastal Management Office of Hamedan Regional Water Company, Hamedan, Iran

Received: 2020.05.18 Accepted: 2020.10.03

**Yadollahi, P., Zohrabi, B., Jafari, H.R., Hassani, N., Mortazavi, A.A. and Ghasemi, A., 2021.** Evaluation of groundwater level drop and management of its effects (case study: Chahardoli Plain of Asadabad). Environmental Sciences. 19(2):169-186.

**Introduction:** One of the major challenges of groundwater is its over-consumption in agriculture. Therefore, it is necessary to pay attention to water resources management to prevent the drop in groundwater levels. Chahardoli Plain in Hamadan Province has faced an increase in groundwater abstraction in recent years due to the lack of surface water resources. In this study, due to limited water resources and irregular use of groundwater, the drop in water level and its management in the aquifer of Chahardoli Plain of Asadabad was considered.

**Material and methods:** This is an applied study in which both documentary and survey methods were used for data collection. In the documentary method, the statistics of annual rainfall in a 27-year period of the General Meteorological Department of the province, and the amount of groundwater level drop (43 wells) were used. In the survey method, interviews with farmers that used groundwater resources of Chahardoli Plain (56 subjects), experts of the regional water company (40 subjects), and the necessary tools were designed to investigate the decrease in groundwater level and its side effects. Cronbach's alpha of the instrument was 0.86, which showed that it had good reliability.

[*] Corresponding Author: *Email Address.* p.yadollahy@alumni.sbu.ac.ir
http://dx.doi.org/10.52547/envs.34059

**Results and discussion:** The results showed that the groundwater level has dropped by an average of 67.1 cm per year over 27 years. In contrast, the rainfall chart showed an average of 303.3 mm of precipitation per year. The overall slope of the equation for the drop in groundwater level data was -0.77 m and the overall slope of the equation for the rainfall data was 0.083 mm. This means that the slope of the groundwater was higher than the slope of the increase in rainfall. Meanwhile, the SPI index was negative in the first 21 years. The correlation coefficient between the drop in water level and precipitation was equal to r = 0.14 and p = 0.08. This showed that the relationship between groundwater level drop and precipitation was not significant. In order to interview farmers and experts on water management problems, according to the results, nine factors were examined and prioritized from the perspective of participants. Participating in farm water management courses from the experts' point of view and the existence of educational programs on radio and television for the farmers were the two main priorities. The priorities of farmers and experts regarding the factors of responsibility, risk-taking, and understanding the severity of water resource degradation were quite similar. In the case of water resources protection, non-leveling of lands was the first priority of both groups of experts and farmers. In the planning section, the first priority of farmers and experts was to develop optimal water distribution laws for the optimal use of water resources. In the case of water productivity management, the first priority of both was to replace rain-fed crops with products with high water requirements. In financial problems, according to experts, the lack of a proper and timely budget was the first priority, while farmers considered it to be reducing the price of manufactured products at the time of sale.

**Conclusion:** The results showed that management problems were related to the drop in groundwater levels in the region. Considering the consensus of experts and farmers on taking responsibility for the destruction of water resources and the effectiveness of educational programs, it seems that the preparation of educational programs on radio and television and improving educational programs of regional water departments and agricultural institutions will increase the desire to maintain groundwater. According to the results, the decrease of groundwater level is not related to the amount of precipitation and human factors have a more important role in this regard. Therefore, all users of the plain, i.e., farmers, experts, officials in charge of water resources, agricultural jihad, and the environmental organizations have a role in reducing this problem. Therefore, these organizations should prioritize their goals in codified and integrated plans for short-term and long-term plans to conserve groundwater resources. Also, according to the results of the research, the downward trend of the aquifer level will continue in the next few years, which necessitates a serious review of water abstraction laws in the plain.

**Keywords:** Aquifer management problems, Drought, Land subsidence, Chardoli Plain