روستا و توسعه، سال ۲۵، شماره ۹۷، بهار ۱۴۰۱

DOI: 10.30490/RVT.2021.351733.1271

مقاله پژوهشی

کمیّت و کیفیت آب کشاورزی و تأثیر آن بر تولیدات کشاورزی و پایداری سکونت‌گاه‌های روستایی (مورد مطالعه: دشت فیروزآباد)

مرضیه کشاورز[۱]، بابک اجتماعی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۷

چکیده

آب عامل اصلی تضمین‌کننده پایداری نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی موجود در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. با وجود این، تغییر اقلیم و مدیریت ناپایدار منابع آب موجب بروز کم‌آبی در این مناطق شده است. به‌منظور حفظ توازن میان نیاز بخش کشاورزی به آب و ظرفیت منابع هر منطقه، بررسی رابطه بین آب، تولید و جمعیت ضروری است. لذا این پژوهش با هدف واکاوی تأثیر تغییرات کمی و کیفی آب بر تولیدات کشاورزی و جمعیت روستایی در دشت فیروزآباد فارس انجام شده است. داده‌های پژوهش از طریق بانک اطلاعاتی سازمان‌های

۱- نویسنده مسئول و دانشیار گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. (keshavarzmarzieh@pnu.ac.ir)

۲- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

جهاد کشاورزی و آب منطقه‌ای و نیز درگاه آمار ایران گردآوری شد. یافته‌ها نشانگر کاهش شدید ظرفیت منابع آب کشاورزی است؛ اما آسیب‌پذیری آب در منطقه یکسان نبوده و می‌توان کشاورزان را به سه گروه دارای دسترسی کم، متوسط و زیاد به آب تقسیم‌بندی نمود. با این حال، تحلیل سری زمانی نشان‌دهنده این است که ادامه روند کنونی مدیریت آب مزرعه به کاهش دسترسی هر سه گروه به آب خواهد انجامید. همچنین یافته‌های حاصل از تحلیل رگرسیون مؤید پیوند آب و تولید کشاورزی است. به‌نحوی‌که کاهش آب کشاورزی به‌همراه تنزل در میزان نزولات جوی، کاهش مصرف کود و سموم شیمیایی و همچنین ضریب مکانیزاسیون به افت میزان تولید محصولات زراعی انجامیده است. از سوی دیگر، میان آب و جمعیت روستایی نیز رابطه‌ای انکارناپذیر وجود دارد. به‌نحوی‌که تراکم جمعیت در روستاهای دارای دسترسی زیاد به آب در طول زمان افزایش یافته است. بر مبنای یافته‌ها، توصیه‌هایی برای ارتقای بهره‌وری آب، تولید و حفظ توازن آب و جمعیت ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: *آب تجدیدپذیر، آب کشاورزی، جمعیت روستایی، آسیب‌پذیری آب، مدیریت مزرعه.*

مقدمه

آب عامل اصلی تضمین‌کننده پایداری نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی موجود در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. آب نه‌تنها زمینه‌ساز پایداری محیط زیست است بلکه نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد اقتصادی و کاهش فقر دارد (Nazari et al., 2018). با وجود این، بروز تغییر اقلیم، وقوع خشکسالی‌ها و مدیریت ناپایدار منابع آب موجب بروز کم‌آبی در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک شده است (Zarei et al., 2020). به‌نحوی‌که ۴۰ درصد از جمعیت کره زمین درجات مختلفی از تنش آبی را تجربه می‌کنند (Ali et al., 2020). به همین دلیل امروزه، کمبود آب به‌عنوان یکی از چالش‌برانگیزترین مسایل جهان مطرح شده است. بدیهی است کم‌آبی و کمبود آب، پیامدهای اقتصادی و اجتماعی مختلفی همچون ناامنی معیشت، فقر فزاینده، ناامنی غذایی، بیکاری و مهاجرت را به همراه دارد (Keshavarz et al., 2017). به همین دلیل، تخریب آب را می‌توان به مثابه از بین رفتن سرمایه‌های اجتماعی- اقتصادی-

اکولوژیکی قلمداد نمود. بنابراین، تحقق اهداف پایداری جوامع، به‌خصوص جوامع روستایی و مدیریت مطلوب سرمایه‌های اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی در گرو مدیریت بهینه منابع آب است (Nazari et al., 2018). بدیهی است مدیریت بهینه منابع آب نیازمند حفظ کارکردهای هیدرولوژیکی، بیولوژیکی و شیمیایی زیست‌بوم و تطبیق فعالیت‌های انسانی با ظرفیت اکولوژیک زیست‌بوم است (Russo et al., 2014). این در حالی است که در بسیاری از مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه همچون ایران، بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی که اصلی‌ترین تأمین‌کننده نیازهای آبی جامعه است، بدون در نظر گرفتن ظرفیت زیستی این منابع انجام می‌گیرد. با در نظر گرفتن این واقعیت که توسعه منابع آب زیرزمینی ساده و کم‌هزینه نیست (Chen et al., 2016) می‌بایست مدیریت و بهره‌برداری پایدار این منابع و نظارت بهینه بر نحوه مصرف آب زیرزمینی مورد توجه خاص قرار گیرد (Omarova et al., 2019).

مروری بر وضعیت منابع آب در ایران نشانگر آن است که افزایش روزافزون مصارف آب، عدم صرفه‌جویی در استفاده از این منبع کمیاب و مدیریت نامطلوب آن موجب شده است که کشور با چالش‌ها و معضلات جدی در زمینه تأمین آب مواجه شود (Nazari et al., 2018). به‌عنوان نمونه، بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۷۱ درصد از منابع آب تجدیدپذیر کشور در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Naseri et al., 2017). این در حالی است که بهره‌وری آب کشاورزی در ایران تقریباً ۴۵ درصد است (Heydari, 2014) و بر اساس آمار ارائه‌شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی تنها ۲۰ درصد از اراضی کشور به سامانه‌های نوین آبیاری مجهز هستند. هرچند در مقایسه با سایر کشورها، بهره‌وری آب در بخش کشاورزی پایین است، اما نمی‌توان از تخصیص کافی آب به این بخش اجتناب نمود؛ چرا که بخش کشاورزی، محور اقتصاد روستایی است و تأمین‌کننده ۱۳ درصد GDP، ۲۰ درصد از اشتغال و ۸۵ درصد از مواد خام مورد نیاز صنایع غذایی است (Zarafshani et al., 2020).

درحالی‌که بخش کشاورزی، تأمین‌کننده اصلی نیاز غذایی کشور در شرایط تشدید تحریم‌های اقتصادی است و بر اساس چشم‌انداز ترسیم‌شده نیز می‌بایست موجبات دستیابی به

امنیت کامل غذایی در افق ۱۴۰۴ را فراهم نماید، آمارها حاکی از کاهش سطح زیرکشت و تولید برخی محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. عوامل متعددی بر شکل‌گیری روند کاهشی سطح زیرکشت و تولید محصولات دارای نیاز آبی بالا تأثیر دارند که از آن جمله می‌توان به افزایش فراوانی وقوع و شدت خشکسالی‌ها، بروز سایر پدیده‌های اقلیمی مانند سیل، سرما و یخ‌بندان، کاهش حاصلخیزی خاک و شیوع آفات و بیماری‌ها اشاره نمود؛ اما به‌نظر می‌رسد کاهش کمیّت و کیفیت آب کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، نقش بسزایی در افزایش نوسان تولید دارد (Salehi Rezaabadi et al., 2020).

از سوی دیگر، مروری بر آمار جمعیت کشور نشانگر سیر نزولی جمعیت روستایی است. بر اساس آمارهای رسمی اعلام شده توسط مرکز آمار ایران، جمعیت مناطق روستایی از ۶۹ درصد در سال ۱۳۳۵ هجری شمسی به ۲۶ درصد در سال ۱۳۹۵ کاهش یافته است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که از جمله عوامل زمینه‌ساز کاهش جمعیت روستایی در کشور، کاهش منابع آب کشاورزی و به تبع آن، کاهش فرصت‌های شغلی روستایی و افزایش مهاجرت جوانان روستایی است (Keshavarz et al., 2013; Zarei et al., 2020). بدیهی است مهاجرت نیروهای جوان به شهرها می‌تواند روند تولید روستا را با وقفه روبرو سازد و موجبات تعطیلی فعالیت‌های تولیدی کشاورزی را نیز فراهم سازد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که با خشکیدن چشمه‌ها و کم شدن آب قنات‌ها و چاه‌های آب، تولید کشاورزی در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک استان فارس کاهش یافته است. ناپایداری نظام تولید کشاورزی، برای خانوارهای کم‌بضاعت روستایی که گذران زندگی روزمره آنها موکول به تولیدات سالانه است، چاره‌ای جز ترک روستا و ادامه حیات در مناطق دیگر و احتمالاً حاشیه شهرها باقی نمی‌گذارد (Keshavarz et al., 2013). بنابراین، به‌منظور حفظ توازن میان نیاز بخش کشاورزی به آب و ظرفیت منابع آب هر منطقه، بررسی تأثیر تغییرات کمی و کیفی آب بر پایداری تولید و سکونت‌گاه‌های روستایی ضروری است.

پژوهش‌های مختلفی به بررسی رابطه بین آب و تولید کشاورزی اختصاص یافته است. به‌طور مثال صالحی رضاآبادی و همکاران (Salehi Rezaabadi et al., 2020) به واکاوی اثرات کاهش کیفیت آب کشاورزی بر عملکرد محصولات مختلف و نیز تأثیر تغییرات کمی و کیفی آب بر تولید کشاورزی استان کرمان پرداختند و نشان دادند افت کیفیت و کمیت آب موجب کاهش معنی‌دار سطح زیرکشت و تولید محصولات مختلف زراعی و باغی شده است. مطالعه انجام شده در نواحی روستایی دهستان شاندیز شهرستان مشهد (Qanbarzadeh and Behniafar, 2009) نیز نشانگر کاهش شدید سطح زیرکشت در سال‌های مواجهه با بحران آب کشاورزی بوده است. این در حالی است که پژوهش انجام شده توسط فتحی و همکاران (Fathi et al., 2014) در شهرستان لنجان نشان داد علیرغم کاهش منابع آب، سطح زیرکشت محصولات باغی در این شهرستان افزایش یافته است؛ اما از حجم تولید محصولات باغی کاسته شده است. از سوی دیگر، مطالعه انجام شده توسط ملک و وربرگ (Malek and Verburg, 2018) در مناطق مدیترانه‌ای نشان داد کم‌آبی و کاهش بهره‌وری آب کشاورزی موجب کاهش معنی‌دار سطح زیرکشت و عملکرد محصولات زراعی مختلف شده است. پژوهش‌های انجام شده در پاکستان (Ahmed et al., 2020; Zulfiqar and Thapa, 2017) نیز نشان دادند نوسان منابع آب کشاورزی موجب ناپایداری تولید می‌شود. در سال‌هایی که بحران کم‌آبی در مناطق مورد مطالعه حاکم بوده است، کاهش یا عدم افزایش تولید گزارش شده است.

برخی مطالعات نیز تأثیر منابع آب بر پایداری سکونت‌گاه‌های روستایی را مورد بررسی قرار داده‌اند. به‌طور مثال نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده در مناطق روستایی حوضه زاینده‌رود و منطقه زرین‌دشت فارس (Keshavarz et al., 2013; Kiani Salmi, 2012; Rahmani Fazli and Salehian Badi, 2017) نشان داد ناپایداری منابع آب کشاورزی موجب افزایش روند مهاجرت و کاهش جمعیت روستایی شده است. این در حالی است که مطالعات محدودی به بررسی همزمان پیوندهای موجود میان آب کشاورزی، تولید کشاورزی و جمعیت روستایی اختصاص یافته‌اند. لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تغییرات کمی و

کیفی آب کشاورزی بر پایداری تولیدات کشاورزی و سکونت‌گاه‌های روستایی دشت فیروزآباد استان فارس صورت پذیرفته است.

روش‌شناسی تحقیق

به‌منظور ارزیابی اثرات تغییرات کمی و کیفی آب بر میزان تولیدات کشاورزی و جمعیت روستایی نسبت به انجام مطالعه در دشت فیروزآباد از توابع شهرستان فیروزآباد واقع در استان فارس اقدام شد. فیروزآباد در محدوده جغرافیایی ″۰۶′۲۸°۲۸ تا ″۳۰′۱۵°۲۹ شمالی و ″۵۴′۰۶°۵۲ تا ″۴۲′۵۷°۵۲ غربی واقع شده و وسعت آن در حدود ۳۵۴۲ کیلومتر مربع است. این شهرستان شامل ۲ بخش مرکزی و میمند، ۵ دهستان و ۲۷۱ آبادی است (Statistical Center of Iran, 2016).

اقتصاد شهرستان فیروزآباد تا حد زیادی بر پایه کشاورزی استوار است. به‌نحوی‌که به ترتیب ۳۵/۲ و ۲۰ درصد از جمعیت شهرستان در فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری اشتغال دارند. درحالی‌که میانگین بلندمدت بارش در این شهرستان در سال‌های ۹۸-۱۳۶۸ حدود ۴۳۴/۸ میلی‌متر است، رخداد خشکسالی‌ها سبب کاهش شدید نزولات آسمانی در دو دهه اخیر شده است. همین امر موجب کاهش تراز آب زیرزمینی و بروز کم‌آبی در برخی مناطق شهرستان شده است. به‌نحوی‌که بر اساس آمار ارائه شده از سوی سازمان آب منطقه‌ای فارس، عمق برخی چاه‌ها به حدود ۱۴۰ متر رسیده است.

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان فیروزآباد

اطلاعات مربوط به وضعیت منابع آب دشت فیروزآباد در خلال چهار دهه اخیر و همچنین کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی از طریق بانک اطلاعاتی سازمان آب منطقه‌ای استان فارس استخراج شد. افزون بر این، داده‌های مربوط به سطح زیرکشت و میزان تولیدات کشاورزی، میزان مصرف کود و سموم شیمیایی و ضریب مکانیزاسیون (درصد بهره‌گیری از ماشین‌های کشاورزی) از طریق بانک اطلاعاتی سازمان جهاد کشاورزی استان فارس در دسترس قرار گرفت. همچنین، اطلاعات مربوط به جمعیت مناطق روستایی فیروزآباد در خلال سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ از طریق درگاه ملی آمار استخراج شد. اطلاعات مربوط

به میزان نزولات جوی ایستگاه‌های باران‌سنجی در خلال سال‌های مورد بررسی نیز از طریق اداره کل هواشناسی استان فارس در دسترس قرار گرفت.

برای ترسیم نقشه‌های تبیین‌کننده وضعیت منابع آب منطقه مورد مطالعه (شکل ۲) از نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از طریق نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. در این راستا، به‌منظور بررسی میزان دسترسی فعلی بهره‌برداران کشاورزی به منابع آب قابل استحصال از طریق چاه‌ها، تحلیل خوشه‌ای صورت گرفت. گروه‌بندی کشاورزان به خوشه‌های مربوطه، بر اساس میزان آب‌دهی چاه‌های تحت تملک آن‌ها در خلال سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ انجام شد. لازم به ذکر است که روش‌های انجام تحلیل خوشه‌ای را می‌توان به دو دسته سلسله‌مراتبی و غیر سلسله‌مراتبی تقسیم نمود. با توجه به زیاد بودن حجم داده‌ها، در این پژوهش از روش غیر سلسله مراتبی استفاده شد و از میان گزیدارهای موجود برای تحلیل غیرسلسله‌مراتبی، روش k-mean انتخاب شد. بدین ترتیب، بهره‌برداران کشاورزی بر اساس میزان آب‌دهی چاه به سه گروه کم، متوسط و زیاد تقسیم شدند. همچنین برای حصول اطمینان از وجود یا عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان دسترسی کمی و کیفی بهره‌برداران به آب کشاورزی از تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. از سوی دیگر، برای واکاوی وضعیت آتی منابع آب زیرزمینی از تحلیل سری زمانی بهره گرفته شد. در تحلیل سری زمانی، مقادیر کنونی و آینده بر اساس مقادیر گذشته برآورد می‌شوند. مدل‌سازی سری زمانی از طریق روش‌های مختلفی همچون میانگین متحرک، هموارسازی نمایی و ARIMA امکان‌پذیر است که در این مطالعه از روش ARIMA استفاده شد. همچنین برای تعیین تأثیر تفاوت در دسترسی به آب کشاورزی در تغییر سطح زیرکشت و تولید محصولات زراعی، از تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی LSD بهره گرفته شد. برای تبیین رابطه موجود میان آب و تولیدات کشاورزی و نیز آب و جمعیت روستایی نیز به ترتیب از تحلیل رگرسیون مرحله‌ای و تحلیل همبستگی پیرسون استفاده شد.

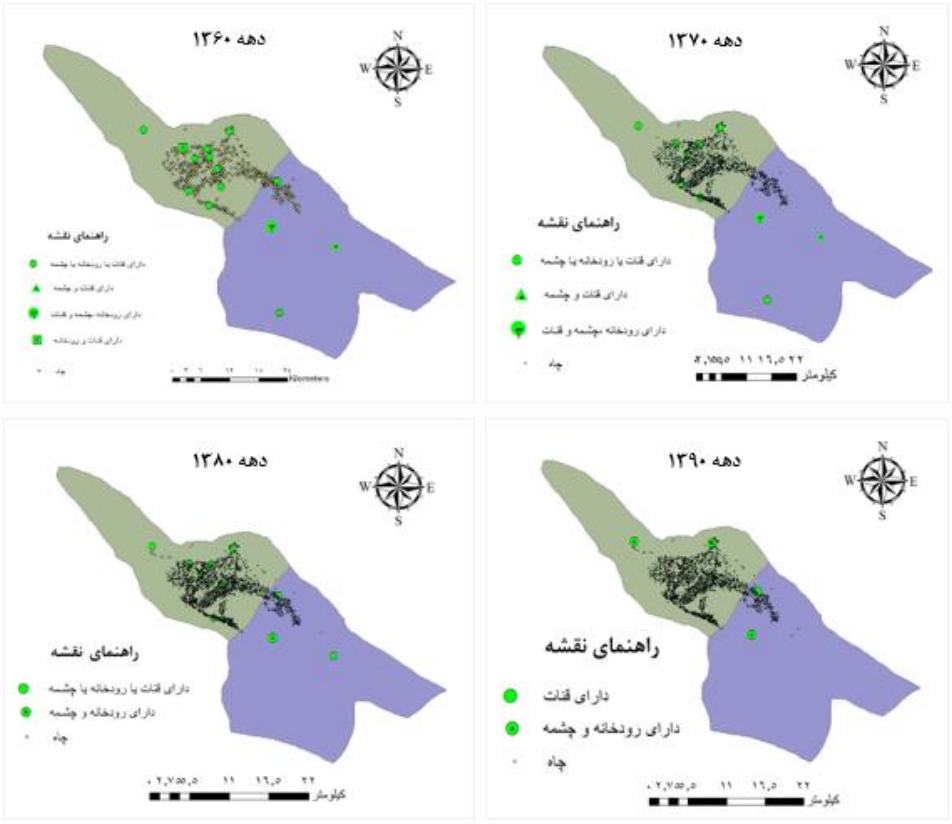
نتایج و بحث

۱) روند دسترسی به منابع آب کشاورزی

شکل ۲ نشانگر روند دسترسی بهره‌برداران کشاورزی دشت فیروزآباد به منابع آب در طی چهار دهه اخیر است. همان‌گونه‌که در این شکل نشان داده شده است، کشاورزان این منطقه به منابع مختلف آب سطحی (رودخانه و چشمه) و زیرزمینی (قنات و چاه) دسترسی داشته‌اند اما نوع و میزان دسترسی در مناطق مختلف یکسان نبوده است. به‌نحوی‌که تنها بهره‌برداران کشاورزی ساکن در روستاهای احمدآباد، جایدشت، حسین‌آباد، سرگر، دولت‌آباد، رودبال، روزبدان، کمال‌آباد، لهراسب و مورج شهرک قادر به بهره‌گیری از آب قنات بوده‌اند. از سوی دیگر، توزیع مکانی چشمه‌سارها و رودخانه‌ها نیز نامتوازن است (شکل ۲) و دسترسی به آب چشمه در روستاهای آتشکده، خرقه، ده‌برم و رودبال امکان‌پذیر بوده است. آبیاری از طریق جریان آب رودخانه‌های فصلی و دایمی نیز به روستاهای امین‌آباد، خویدجان، ده‌بین، سرگر، سهل‌آباد، مناروبه و موردستان محدود شده است.

از سوی دیگر، ساکنان روستای رودبال علاوه بر چاه‌های کشاورزی به قنات و چشمه نیز دسترسی داشته‌اند. با وجود این، کشاورزانی که اراضی آنها در روستاهای آتشکده، احمدآباد، امین‌آباد، جایدشت، حسین‌آباد، خرقه، خویدجان، دولت‌آباد، ده‌برم، ده‌بین، سرگر، سهل‌آباد، رودبال، روزبدان، کمال‌آباد، لهراسب، مناروبه، مورج شهرک و موردستان واقع شده است تنها قادر به بهره‌گیری از دو منبع تأمین‌کننده آب (چاه و قنات، چاه و چشمه یا چاه و رودخانه) بوده‌اند. این در حالی است که در خلال چهار دهه اخیر، کشاورزی ۵۰ روستا (۷۲/۴ درصد) تنها بر تأمین آب از چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق متکی بوده است. به‌بیان دیگر، چاه‌های کشاورزی همواره نقشی تعیین‌کننده در دوام و استمرار فعالیت‌های کشاورزی دشت فیروزآباد داشته‌اند. افزون بر این، بروز خشکسالی‌های مستمر به همراه مدیریت ناپایدار منابع آب کشاورزی موجب شده است که به مرور زمان، دسترسی بهره‌برداران به منابع آب سطحی و قنوات محدود شده و وابستگی بخش کشاورزی به چاه‌ها افزایش یابد (شکل ۲). به‌نحوی‌که در

دهه‌های ۷۰، ۸۰ و ۹۰ به ترتیب ۴۴/۴، ۶۶/۷ و ۷۷/۸ درصد از قنوات، خشک یا کم‌آب شده‌اند و بهره‌گیری کشاورزان از این منابع ناممکن شده است. بی‌آبی یا کم‌آبی رودخانه‌های فصلی و دایمی جاری در سطح منطقه در خلال دهه‌های ۱۳۸۰ و ۹۰ نیز وابستگی به منابع آب زیرزمینی را افزایش داده است. به‌همین دلیل در حال حاضر، چاه‌های کشاورزی به‌عنوان منبع اصلی تأمین‌کننده آب کشاورزی ۹۵/۶ درصد از مناطق روستایی دشت فیروزآباد محسوب می‌شوند.



شکل ۲. پراکنش منابع آب کشاورزی دشت فیروزآباد در چهار دهه اخیر

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۲) کمیت آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی: وضعیت کنونی و آینده

با توجه به اینکه میزان دسترسی بهره‌برداران کشاورزی به آب قابل استحصال از طریق چاه‌ها در دهه اخیر یکسان نبوده است، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای، نسبت به گروه‌بندی بهره‌برداران مبادرت شد (جدول ۱). بدین‌ترتیب چاه‌های کشاورزی منطقه به سه دسته دارای آب‌دهی کم (۸/۰۲)، متوسط (۱۱/۳۱) و زیاد (۱۷/۹۶) تقسیم شدند. همان‌گونه‌که در جدول ۱ نشان داده شده است، ۳۱/۳ درصد چاه‌های کشاورزی، آب‌دهی کمی داشته‌اند. این چاه‌ها در روستاهای اسلام‌آباد، بایگان، جایدشت، حسین‌آباد و سرتل واقع شده‌اند. همچنین ۴۰/۶ درصد از چاه‌ها، آب‌دهی در حد متوسط داشته‌اند. این چاه‌های کشاورزی در روستاهای امین‌آباد، خویدجان، خوید مبارکی، ده‌بین، ده‌خلوت، سلامت‌آباد، سهل‌آباد، کمال‌آباد، کی‌زرین، لهراسب، محمدآباد، مورج شهرک و نودران حفر شده‌اند. از سوی دیگر، تنها ۲۱/۸ درصد چاه‌های کشاورزی از آب‌دهی زیادی برخوردار بوده‌اند. این چاه‌ها به طور عمده در روستاهای احمدآباد، خویدجان، خوید مبارکی، روزبدان، کی‌زرین، محمدآباد و مورج شهرک واقع شده‌اند.

جدول ۱. گروه‌بندی بهره‌برداری‌های کشاورزی بر اساس میزان آب‌دهی چاه‌ها

میزان آب‌دهی منبع زیرزمینی	متوسط آب‌دهی منبع زیرزمینی*	درصد فراوانی	آماره F	سطح معنی‌داری
کم	۸/۰۲[a]	۳۱/۳		
متوسط	۱۱/۳۱[b]	۴۰/۶	۷۸/۳۶	۰/۰۰۱
زیاد	۱۷/۹۶[c]	۲۸/۱		

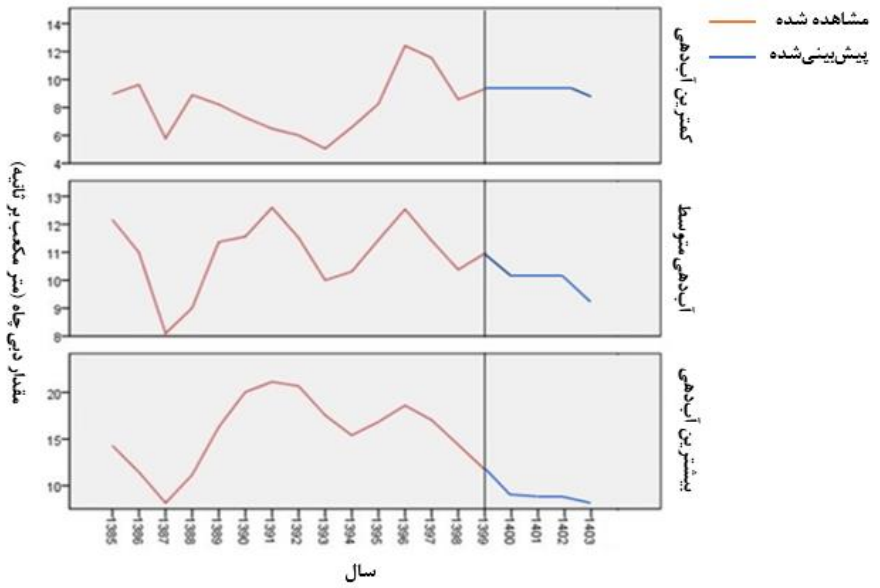
* در ستون، میانگین‌هایی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده‌اند، در سطح معنی‌داری ۵ درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار دارند.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

درحالی‌که بر اساس مندرجات جدول ۱، میزان دسترسی کشاورزان ساکن در روستاهای مختلف دشت فیروزآباد به آب چاه یکسان نبوده است، یافته‌های شکل ۳ نشانگر

تغییرپذیری شدید آب‌دهی چاه‌های کشاورزی است. به‌نحوی‌که بهره‌برداران چاه‌های کشاورزی هر سه گروه در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۳، کاهش شدید تراز آب زیرزمینی را تجربه نموده‌اند. اصلی‌ترین دلیل رویارویی کشاورزان با کم‌آبی‌های مذکور، بروز خشکسالی شدید و گسترده در منطقه بوده است. همچنین مروری بر شکل ۳ نشان می‌دهد که کم‌آبی از مشکلات اساسی بهره‌برداران چاه‌های دارای کمترین میزان آب‌دهی بوده است. به‌نحوی‌که به استثنای سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۹۶ در سایر سال‌های مورد بررسی، این دسته از بهره‌برداران دسترسی کمی به آب چاه داشته‌اند. همین امر تولیدات کشاورزی و معیشت خانوارهای کشاورز را به مخاطره انداخته است. بر اساس پیش‌بینی انجام شده، در سال‌های آینده نیز میزان آب‌دهی چاه‌های تحت مالکیت این گروه افزایش نخواهد یافت و در صورت تداوم روند کنونی بارش‌ها و شیوه‌های مدیریت آب، شاهد کاهش تدریجی آب‌دهی چاه‌های این گروه در سال ۱۴۰۲ خواهیم بود.

از سوی دیگر، شکل ۳ نشان می‌دهد که نوسانات آب‌دهی چاه‌های قرار گرفته در گروه دارای آب‌دهی متوسط نیز در دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ شدید بوده است. به‌نحوی‌که آب‌دهی چاه‌ها از میزان متوسط ۱۲ متر مکعب بر ثانیه در سال ۱۳۸۵ به ۸ متر مکعب بر ثانیه در سال ۱۳۸۷ تنزل یافته است؛ اما پس از اتمام خشکسالی، مجدداً میزان آب‌دهی چاه‌های این گروه افزایش یافته و این روند تا سال ۱۳۹۱ ادامه داشته است. هر چند سیکل کاهش و افزایش آب‌دهی چاه در دوره ۹۶-۱۳۹۱ نیز تکرار شده است؛ اما در سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۸، کاهش قابل توجه تراز آب زیرزمینی در این گروه تجربه شده است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که در صورت تداوم روند طی شده در دوره مورد بررسی، سیکل کاهشی- افزایشی تراز آب زیرزمینی تکرار نخواهد شد و بهره‌برداران چاه‌های کشاورزی این گروه، کاهش نسبی آب‌دهی چاه را تجربه خواهند نمود.



شکل ۳. روند تغییرات میزان آب‌دهی چاه‌های کشاورزی از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۳

شکل ۳ نشانگر آن است که گروه دارای بیشترین میزان آب‌دهی، نوسانات کمتری را در مقایسه با سایر گروه‌ها تجربه نموده‌اند و در دوره ۹۹-۱۳۸۵ بیشترین دسترسی را به آب داشته‌اند. هر چند مالکان این دسته از چاه‌های کشاورزی نیز در زمان رخداد خشکسالی‌های هواشناسی با کاهش آب مواجه شده‌اند؛ اما این کاهش در حدی نبوده است که تولیدات کشاورزی آنان را مختل سازد. به‌نحوی‌که کشاورزان این گروه در سال‌های مورد بررسی به کشت محصولات دارای نیاز آبی بالا همچون برنج مبادرت ورزیده‌اند. افزون بر این، نظام چندکشتی در روستاهای دارای چاه‌های کشاورزی پرآب رایج است. نکته قابل تأمل این است که بر اساس پیش‌بینی‌های انجام شده، وضعیت کنونی استمرار نیافته و کشاورزان این گروه نیز کاهش تراز آب زیرزمینی را تجربه خواهند نمود. به‌نحوی‌که بر اساس پیش‌بینی به عمل آمده میزان دسترسی مالکان چاه‌های کشاورزی دارای آب‌دهی متوسط و زیاد تقریباً برابر خواهد شد. بنابراین درصورتی‌که کشاورزان این گروه نسبت به بهبود مدیریت آب در مزرعه اقدام ننمایند، در برابر تنش‌های آبی و پدیده‌های اقلیمی آینده آسیب‌پذیر خواهند شد.

۳) کیفیت آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی

یافته‌های پژوهش حاکی از کاهش جریان آب سطحی و تراز آب زیرزمینی در دوره مورد بررسی است. در شرایط مواجهه با تنش آب، کاهش کیفیت منابع آب کشاورزی نیز می‌تواند لطمات جبران‌ناپذیری را به بخش کشاورزی وارد نماید. به همین دلیل نسبت به بررسی کیفیت آب در خلال سال‌های ۹۸-۱۳۹۰ اقدام شد. همان‌گونه‌که در جدول ۲ نشان داده شده است در سال‌های مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری میان غلظت پتاسیم (K)، سدیم (Na)، منیزیم (Mg) و کلسیم (Ca) آب چاه‌های کشاورزی دارای آب‌دهی کم، متوسط و زیاد وجود نداشته است. مقایسه میزان پتاسیم، سدیم و کلسیم موجود در آب با مقادیر استاندارد نیز نشان می‌دهد که غلظت این املاح در آب ناچیز بوده است. این در حالی است که مالکان چاه‌های دارای آب‌دهی متوسط در سال ۱۳۹۰ با مشکل افزایش غلظت منیزیم (۴/۲۳) مواجه شده‌اند. هر چند افزایش نزولات آسمانی و افزایش جذب سطحی آب در سال ۱۳۹۱ موجب کاهش غلظت منیزیم در این چاه‌ها شده است اما با توجه به اینکه پیش‌بینی می‌شود تراز آب در این چاه‌ها کاهش یابد، می‌بایست موضوع افزایش غلظت منیزیم در برنامه‌ریزی کاشت مورد توجه قرار گیرد. افزایش منیزیم در آب می‌تواند اثرات زیان‌باری بر حاصلخیزی خاک و بهره‌وری تولید داشته باشد.

بر اساس یافته‌های جدول ۲، میزان بی‌کربنات موجود در آب چاه‌های کشاورزی کمتر از حد استاندارد بوده است. با وجود این در سال ۱۳۹۸، اختلاف معنی‌داری میان غلظت بی‌کربنات موجود در آب چاه‌های دارای آب‌دهی متوسط و زیاد وجود داشته است. به‌نحوی‌که میزان بی‌کربنات در چاه‌های با آب‌دهی زیاد به‌صورت معنی‌داری کمتر از چاه‌های با آب‌دهی متوسط بوده است. از سوی دیگر، میزان اسیدیته-قلیائیت (PH) آب در کلیه چاه‌ها نرمال بوده است (جدول ۲). مطلوبیت میزان اسیدیته-قلیائیت، امکان کاشت مجموعه متنوعی از محصولات زراعی و باغی را برای کشاورزان منطقه فراهم می‌سازد. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهند که میزان هدایت الکتریکی (EC) آب چاه‌ها در تمام سال‌های مورد بررسی بالاتر از حد استاندارد بوده است (جدول ۲). هر چند در مقایسه با بسیاری از مناطق استان، میزان هدایت

الکتریکی آب در دشت فیروزآباد چندان زیاد نیست؛ اما افزایش شوری آب می‌تواند موجب کاهش بهره‌وری تولید در بخش کشاورزی شود. افزون بر این، افزایش هدایت الکتریکی آب، زمینه را برای افزایش شوری و تسریع فرسایش خاک مساعد می‌سازد.

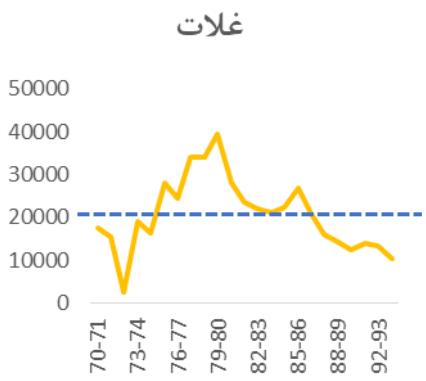
جدول ۲. کیفیت آب کشاورزی در دشت فیروزآباد

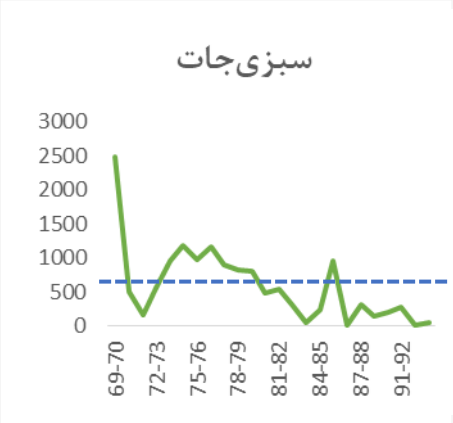
پارامتر	واحد	سال	میزان آب‌دهی چاه			آماره F	سطح معنی‌داری	استاندارد*
			کم	متوسط	زیاد			
K	mg/kg	۱۳۹۰	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱	۰/۰۴۴	۰/۱۳۷	۰/۸۷۲	۰/۱۰
		۱۳۹۴	۰/۰۴۰	۰/۰۳۸	۰/۰۳۹	۰/۰۳۵	۰/۹۶۶	
		۱۳۹۸	۰/۰۴۲	۰/۰۴۷	۰/۰۳۹	۰/۴۹۲	۰/۶۱۷	
Na	mg/l	۱۳۹۰	۱/۰۸	۱/۱۳۰	۱/۲۶	۰/۰۳۹	۰/۹۶۲	۳/۴
		۱۳۹۴	۰/۶۲۴	۰/۴۱۸	۰/۹۴۷	۱/۳۰۳	۰/۲۸۹	
		۱۳۹۸	۱/۰۲	۱/۱۷	۱/۱۱	۰/۱۴۸	۰/۸۶۳	
Mg	mg/l	۱۳۹۰	۳/۳۴	۴/۲۳	۳/۵۱	۱/۲۰۵	۰/۳۱۶	۴/۱
		۱۳۹۴	۴/۰۰	۳/۵۵	۴/۰۰	۰/۱۸۱	۰/۸۳۵	
		۱۳۹۸	۳/۳۲	۳/۷۲	۲/۹۹	۰/۲۸۸	۰/۷۵۲	
Ca	mg/l	۱۳۹۰	۳/۵۱	۳/۳۰	۳/۶۱	۰/۰۳۲	۰/۹۶۸	۷/۵۰
		۱۳۹۴	۳/۷۱	۳/۸۰	۳/۷۱	۰/۰۰۵	۰/۹۹۵	
		۱۳۹۸	۳/۷۳	۴/۱۳	۳/۴۴	۰/۲۵۸	۰/۷۷۵	
Hco_3	mg/l	۱۳۹۰	۳/۴۷	۴/۳۴	۴/۰۴	۲/۹۰	۰/۰۷۳	۱۰/۰
		۱۳۹۴	۴/۹۰	۵/۴۰	۵/۵۷	۰/۸۷۶	۰/۴۲۸	
		۱۳۹۸	۴/۰۳^{ab}	۴/۴۲^{a}	۳/۷۹^{b}	۳/۴۰	۰/۰۴۹	
PH	-	۱۳۹۰	۷/۴۲	۷/۵۶	۷/۵۱	۰/۳۳۲	۰/۷۲۰	۶/۵ – ۸/۵
		۱۳۹۴	۷/۷۵	۷/۶۷	۷/۵۶	۰/۵۴۰	۰/۵۸۹	
		۱۳۹۸	۷/۴۸^{b}	۷/۲۸^{a}	۷/۳۵^{ab}	۳/۹۷۷	۰/۰۳۱	
EC	ds/m	۱۳۹۰	۷۵۸/۲	۸۳۰/۸	۸۱۱/۶	۰/۱۹۲	۰/۸۲۷	۷۰۰
		۱۳۹۴	۸۰۱/۰	۷۶۲/۱	۸۳۴/۷	۰/۰۷۱	۰/۹۳۲	
		۱۳۹۸	۷۸۸/۹	۸۷۱/۹	۷۲۸/۷	۰/۲۴۸	۰/۷۸۲	

* مقادیر استاندارد توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایران تعیین شده‌اند. مأخذ: یافته‌های پژوهش

۴) روند تولید محصولات کشاورزی

شرایط مساعد اقلیمی، حاصلخیزی مناسب خاک و نیز کیفیت نسبتاً مطلوب آب کشاورزی، زمینه را برای تولید مجموعه متنوعی از محصولات کشاورزی در دشت فیروزآباد مساعد ساخته است. به‌نحوی‌که محصولاتی همچون ارزن، بادمجان، برنج، پیاز، توتون و تنباکو، جو، چغندرقند، خربزه، خیار سبز، ذرت دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای، سبزیجات، سیب‌زمینی، شبدر، عدس، کلزا، کنجد، گندم، گوجه‌فرنگی، لوبیا، ماش، نخود، هندوانه و یونجه در اراضی کشاورزی این منطقه تولید شده‌اند. به‌منظور تسهیل در روند بررسی تغییرات سطح زیرکشت و تولید، نسبت به گروه‌بندی این محصولات در قالب غلات، حبوبات، سبزیجات، محصولات جالیزی، نباتات علوفه‌ای و محصولات صنعتی اقدام شد. شکل ۴ نشانگر روند تغییرات سطح زیرکشت محصولات کشاورزی آبی در چند دهه اخیر است.

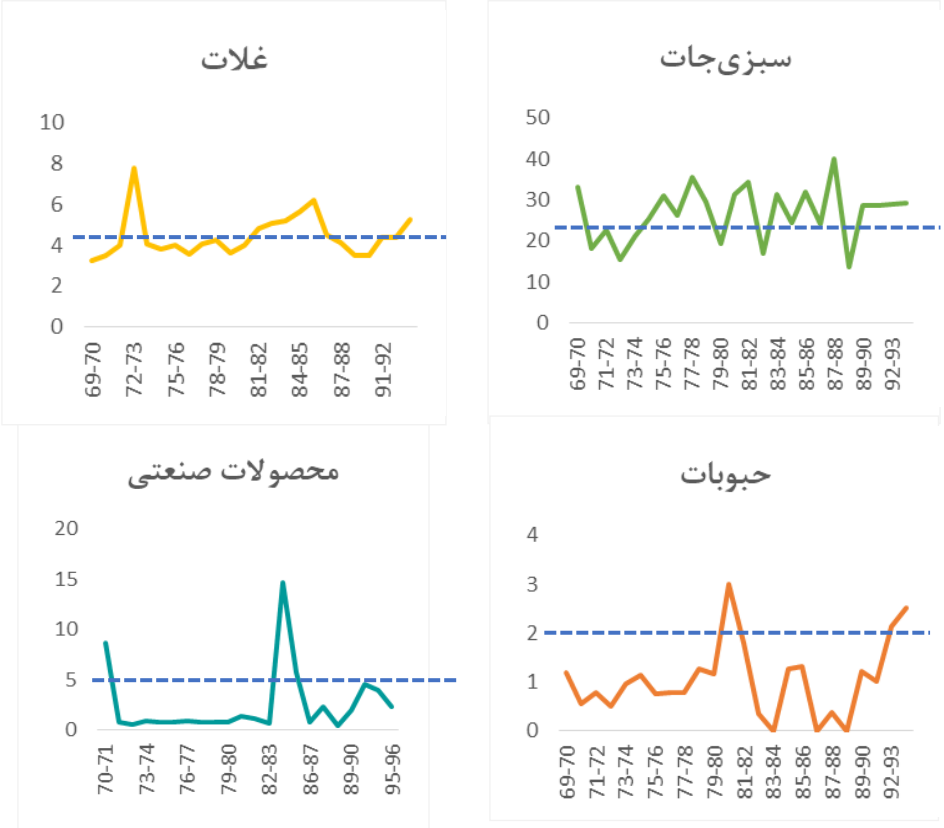


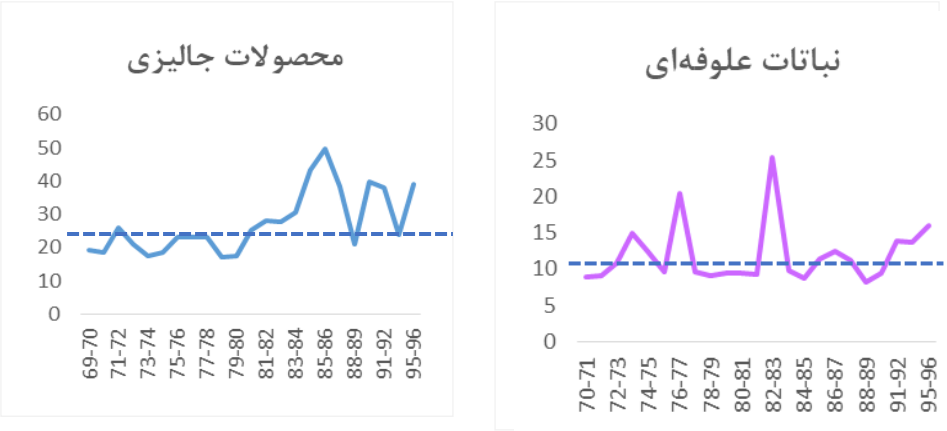


شکل ۴. روند تغییرات سطح زیرکشت آبی محصولات کشاورزی (واحد: هکتار)

همان‌گونه‌که در شکل ۴ نشان داده شده است، سطح زیرکشت محصولات کشاورزی در چند دهه اخیر دستخوش تغییرات قابل توجهی شده است. به‌نحوی‌که سطح زیر کشت حبوبات، سبزیجات، محصولات جالیزی، نباتات علوفه‌ای و محصولات صنعتی در بیشتر سال‌های مورد بررسی کمتر از متوسط بلندمدت منطقه بوده است. درحالی‌که نمودارهای ترسیم شده، نشانگر شیب نزولی سطح زیرکشت محصولات زراعی در دوره مورد بررسی هستند، بیشترین کاهش سطح زیر کشت در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ تجربه شده است. از سوی دیگر، شکل ۵ نشانگر تغییرات میزان بازدهی اراضی کشاورزی در منطقه مورد مطالعه است. مروری

بر این شکل نشان می‌دهد، شیب بازده تولید حبوبات و محصولات جالیزی تقریباً صعودی بوده است. درحالی‌که روند بازده تولید غلات، سبزیجات و نباتات علوفه‌ای تقریباً ثابت بوده است. از سوی دیگر، مقایسه میزان بازده تولید محصولات کشاورزی مختلف با میانگین بازده تولید درازمدت منطقه نشانگر آن است که میزان بازده تولید حبوبات و محصولات صنعتی در بیشتر سال‌های مورد بررسی کمتر از میانگین منطقه بوده است. این در حالی است که میزان بازده تولید غلات و نباتات علوفه‌ای در اغلب سال‌ها در حد متوسط بازده تولید منطقه بوده است. از سوی دیگر، در خلال سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۲، بازده تولید حبوبات با کاهش چشمگیر مواجه شده است اما در همین دوره، بازده تولید محصولات جالیزی روند افزایشی داشته است.





شکل ۵. روند تغییر عملکرد محصولات زراعی در واحد سطح (واحد: تن در هکتار)

۵) بررسی رابطه آب و تولید کشاورزی

به‌منظور واکاوی تأثیر میزان آب‌دهی چاه‌های کشاورزی بر تولیدات زراعی، نسبت به بررسی سطح زیرکشت و میزان تولید محصولات گندم، برنج، کلزا، هندوانه، یونجه و ذرت دانه‌ای در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۹-۱۳۹۸ اقدام شد. همان‌گونه‌که در جدول ۳ نشان داده شده است، در سال‌های مورد مطالعه، بیشترین سطح زیرکشت به ترتیب به دو محصول گندم و ذرت دانه‌ای اختصاص داشته است؛ اما سطح زیر کشت هر دو محصول در خلال سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۹-۱۳۹۸ کاهش یافته است. یافته‌ها نشانگر آن است که در هر سه سال زراعی مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری از نظر سطح زیرکشت گندم در میان گروه‌های بهره‌بردار از چاه‌های دارای آب‌دهی کم، متوسط و زیاد وجود نداشته است که دلیل اصلی آن کم بودن نیاز آبی گندم (در مقایسه با سایر محصولات زراعی) و متداول بودن کشت این محصول در منطقه است. در مقابل، یافته‌ها مبین تفاوت معنی‌دار میزان تولید گندم در میان گروه‌های مورد مقایسه است (جدول ۳). به‌نحوی‌که در سال‌های زراعی ۹۱-۹۰ و ۹۵-۹۴، میزان تولید گندم مالکان چاه‌های کشاورزی دارای آب‌دهی کم به طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بوده است. در مقابل، کشاورزان عضو گروه دارای دسترسی زیاد به آب چاه در سال زراعی ۹۹-۹۸، به نحو متمایزی محصول گندم بیشتری را در مقایسه با دو گروه دیگر تولید کرده‌اند.

جدول ۳. میزان سطح زیر کشت و تولید بهره‌برداری‌های کشاورزی بر اساس میزان آب‌دهی چاه‌ها

نوع محصول	سال زراعی	میزان تولید و سطح زیرکشت*	میزان آب‌دهی چاه			آماره F	سطح معنی‌داری
			کم	متوسط	زیاد		
گندم	۱۳۹۰-۹۱	سطح زیرکشت	۱۷۱/۰۳	۱۹۸/۲۶	۲۴۱/۱۹	۱/۴۲۷	۰/۲۹۳
		میزان تولید	۴/۱۸^{a}	۵/۲۸^{D}	۵/۷۲^{D}	۳/۶۱۳	۰/۰۴۵
	۱۳۹۴-۹۵	سطح زیرکشت	۱۵۲/۷۷	۱۷۷/۱۴	۲۳۱/۶۶	۱/۳۲۱	۰/۲۷۸
		میزان تولید	۴/۸۸^{a}	۶/۰۲^{D}	۶/۱۶^{D}	۴/۷۴۵	۰/۰۱۷
	۱۳۹۸-۹۹	سطح زیرکشت	۱۲۵/۶	۱۴۵/۴	۲۱۳/۸	۱/۱۵۶	۰/۳۳۰
		میزان تولید	۴/۲۶^{a}	۴/۶۶^{a}	۶/۴۴^{D}	۱۳/۱۴۹	۰/۰۰۰۱
برنج	۱۳۹۰-۹۱	سطح زیرکشت	۴۲/۶	۵۹/۹	۶۷/۱۰	۱/۹۱۶	۰/۲۹۱
		میزان تولید	۳/۲۱^{a}	۴/۱۹^{D}	۴/۶۰^{D}	۴/۴۲۶	۰/۰۱۸
	۱۳۹۴-۹۵	سطح زیرکشت	۳۳/۹	۳۷/۵	۸۰/۰۷	۲/۷۲۳	۰/۰۷۸
		میزان تولید	۳/۵۰^{a}	۴/۵۶^{D}	۴/۸۱^{D}	۴/۵۸۸	۰/۰۱۶
	۱۳۹۸-۹۹	سطح زیرکشت	۱۹/۵۱^{a}	۵۲/۴۵^{aD}	۱۱۹/۷۸^{D}	۵/۶۶۴	۰/۰۰۹
		میزان تولید	۰/۳۴۱	۰/۳۹۷	۰/۵۲۷	۰/۱۰۹	۰/۸۹۷
کلزا	۱۳۹۰-۹۱	سطح زیرکشت	۵/۴۳	۷/۲۶	۳/۹۲	۲/۰۵۶	۰/۱۴۰
		میزان تولید	۲/۸۶^{a}	۳/۷۱^{D}	۴/۰۲^{D}	۴/۶۱۵	۰/۰۱۳
	۱۳۹۴-۹۵	سطح زیرکشت	۱۰/۶۹	۱۱/۴۱	۶/۰۶	۲/۸۴۲	۰/۰۶۹
		میزان تولید	۳/۴۰^{ab}	۳/۰۷^{a}	۳/۸۰^{D}	۵/۸۴۶	۰/۰۰۶
	۱۳۹۸-۹۹	سطح زیرکشت	۵۴/۵۸	۵۹/۱۵	۳۷/۵۰	۰/۸۹۷	۰/۴۱۶
		میزان تولید	۲/۰۶^{a}	۲/۳۸^{D}	۲/۴۲^{D}	۳/۱۲۷	۰/۰۳۱
هندوانه	۱۳۹۰-۹۱	سطح زیرکشت	۱۲/۹۰	۱۷/۱۵	۱۹/۴۶	۰/۶۲۳	۰/۵۴۵
		میزان تولید	۵۱/۱۷^{a}	۶۲/۰۶^{D}	۶۸/۲۳^{D}	۳/۷۱۹	۰/۰۴۷
	۱۳۹۴-۹۵	سطح زیرکشت	۱۰/۰۶	۱۶/۳۸	۱۷/۷۹	۰/۶۸۴	۰/۵۱۳
		میزان تولید	۴۶/۹۶^{a}	۵۴/۸۴^{aD}	۶۵/۸۱^{D}	۳/۲۳۷	۰/۰۵۰
	۱۳۹۸-۹۹	سطح زیرکشت	۸/۴۰	۱۲/۰۷	۱۳/۷۱	۰/۱۸۶	۰/۸۳۱
		میزان تولید	۱۵/۰۸	۲۸/۰۷	۳۶/۲۱	۲/۲۴۵	۰/۱۲۴
یونجه	۱۳۹۰-۹۱	سطح زیرکشت	۱۲/۳۹	۱۷/۲۶	۱۳/۰۱	۱/۱۸۶	۰/۳۲۵
		میزان تولید	۹/۱۳	۱۰/۹۶	۱۰/۷۴	۰/۱۳۲	۰/۸۷۱
	۱۳۹۴-۹۵	سطح زیرکشت	۵/۹۹	۱۳/۱۹	۹/۰۰	۱/۳۱۹	۰/۲۸۶
		میزان تولید	۱۰/۴۹	۱۱/۴۱	۱۰/۶۶	۰/۱۲۶	۰/۸۸۳
	۱۳۹۸-۹۹	سطح زیرکشت	۹/۸۵	۱۴/۴۰	۱۰/۲۱	۱/۱۳۸	۰/۳۳۲
		میزان تولید	۱/۰۱^{a}	۷/۷۸^{D}	۹/۴۳^{D}	۶/۵۸۴	۰/۰۰۴
ذرت دانه‌ای	۱۳۹۰-۹۱	سطح زیرکشت	۶۲/۴۲	۷۰/۰۳	۷۲/۱۶	۱/۲۵۵	۰/۳۱۹
		میزان تولید	۷/۵۱^{a}	۱۰/۸۳^{D}	۱۱/۱۴^{D}	۹/۶۱۷	۰/۰۰۱
	۱۳۹۴-۹۵	سطح زیرکشت	۵۷/۵۰	۵۷/۵۰	۵۷/۱۶	۰/۰۰۲	۰/۹۹۸
		میزان تولید	۴/۶۵^{a}	۱۱/۶۰^{D}	۱۲/۰۳^{D}	۲۷/۹۹۵	۰/۰۰۰۱
	۱۳۹۸-۹۹	سطح زیرکشت	۳۹/۳۵^{a}	۵۹/۴۱^{aD}	۸۶/۹۶^{D}	۳/۴۱۹	۰/۰۴۶
		میزان تولید	۰/۲۴^{a}	۱/۰۸^{a}	۵/۷۸^{D}	۸/۲۲۵	۰/۰۰۲

* متوسط سطح زیرکشت روستاهای زیرمجموعه هر گروه بر اساس هکتار و میزان تولید و بر اساس تن در هکتار گزارش شده است. ** در ردیف، میانگین‌هایی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده‌اند، در سطح معنی‌داری ۵ درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار دارند.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس مندرجات جدول ۳، تفاوت معنی‌داری از نظر سطح زیرکشت محصول برنج در میان گروه‌های مختلف کشاورزان در سال‌های زراعی ۹۱-۹۰ و ۹۵-۹۴ وجود نداشته است. با وجود این، میزان تولید برنج بهره‌برداران دارای دسترسی کمتر به آب چاه در هر دو سال مورد بررسی، به طور معنی‌داری کمتر از سایر بهره‌برداران کشاورزی بوده است (جدول ۳). با توجه به اینکه محصول برنج دارای نیاز آبی بالایی است، به نظر می‌رسد دسترسی کمتر به منابع آب کشاورزی در حصول این نتیجه بی‌تأثیر نبوده است. بر اساس یافته‌ها، سطح زیرکشت محصول برنج کشاورزان بهره‌بردار از چاه‌های دارای آب‌دهی کم و متوسط به تدریج کاهش یافته است و تنها گروه دارای دسترسی زیاد به آب چاه، قادر به افزایش سطح زیرکشت بوده‌اند (جدول ۳). در مقابل، تولیدات برنج هر سه گروه بسیار ناچیز بوده است (جدول ۳). اجرای قانون ممنوعیت کاشت برنج در منطقه مورد مطالعه موجب کاهش چشمگیر تولید این محصول زراعی شده است.

مروری بر یافته‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که سیاست‌های حمایتی و ترویجی دولت به‌منظور توسعه کاشت دانه‌های روغنی، موجب افزایش تدریجی سطح زیرکشت محصول کلزا در منطقه شده است. با این حال، از نظر سطح زیرکشت تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های سه‌گانه وجود ندارد (جدول ۳). بررسی متوسط تولید کلزا توسط کشاورزان گروه‌های مختلف نشان می‌دهد، در سال‌های زراعی ۹۰-۹۱ و ۹۹-۹۸، کشاورزان دارای دسترسی متوسط و زیاد به آب چاه، تولیدات بالاتری داشته‌اند (جدول ۳). این در حالی است که در سال زراعی ۹۵-۹۴، میزان تولیدات گروه دارای دسترسی متوسط به آب چاه به طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بوده است. ضمن اینکه، میزان تولید کلزا در سال زراعی ۹۹-۹۸ در مقایسه با سال‌های قبل، کاهش قابل توجهی یافته است (جدول ۳).

بر اساس یافته‌ها، تفاوت معنی‌داری میان سطح زیر کشت محصول هندوانه گروه‌های سه‌گانه مورد مطالعه وجود ندارد اما میزان سطح زیرکشت این محصول با کاهش تدریجی مواجه شده است (جدول ۳). با توجه به اینکه هندوانه دارای نیاز آبی بالایی است، به نظر

می‌رسد کاهش آب کشاورزی، یکی از عوامل تأثیرگذار بر کاهش سطح زیرکشت این محصول بوده است. از سوی دیگر، یافته‌ها نشانگر کاهش شدید میزان تولید هندوانه در سال زراعی ۹۹-۹۸ است (جدول ۳). اعضای گروه‌های دارای دسترسی زیاد و متوسط به آب در سال زراعی ۹۱-۹۰، تولیدات بیشتری داشته‌اند و در سال زراعی ۹۵-۹۴ نیز گروه دارای دسترسی زیاد به آب، تولید به مراتب بیشتری را در مقایسه با گروه دارای دسترسی کم داشته است. این در حالی است که در سال زراعی ۹۹-۹۸، تفاوت معنی‌داری میان تولیدات سه گروه وجود ندارد (جدول ۳).

مندرجات جدول ۳ نشانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار میان سطح زیر کشت محصول یونجه گروه‌های مورد مطالعه، در خلال سال‌های زراعی ۹۱-۹۰، ۹۵-۹۴ و ۹۹-۹۸ است. ضمن اینکه میزان تولیدات هر سه گروه در سال‌های زراعی ۹۱-۹۰ و ۹۵-۹۴ نیز تفاوت معنی‌داری نداشته است (جدول ۳). این در حالی است که تولید محصول یونجه در سال زراعی ۹۹-۹۸ با کاهش چشمگیری مواجه شده است و میزان تولید یونجه گروه دارای دسترسی کم به آب، به کمترین حد ممکن رسیده است (جدول ۳). از سوی دیگر، یافته‌ها نشان می‌دهد که سطح زیرکشت محصول ذرت دانه‌ای هر سه گروه مورد بررسی در سال‌های زراعی ۹۱-۹۰ و ۹۵-۹۴، فاقد تفاوت معنی‌دار بوده است. با وجود این، سطح زیرکشت گروه دارای کمترین دسترسی به آب چاه در سال زراعی ۹۹-۹۸ به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است و همین امر موجب بروز تفاوت معنی‌دار میان سطح زیرکشت این کشاورزان در مقایسه با سایر گروه‌ها شده است (جدول ۳). همچنین از نظر میزان تولید محصول ذرت دانه‌ای نیز در هر سه سال مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری میان گروه‌ها وجود دارد. به‌نحوی‌که تولیدات بهره‌برداران از چاه‌های دارای آب‌دهی کم در سال‌های زراعی ۹۱-۹۰ و ۹۵-۹۴، به طور معنی‌داری کمتر از دو گروه دیگر بوده است. این در حالی است که میزان تولید در واحد سطح در سال زراعی ۹۹-۹۸، کاهش قابل توجهی داشته است؛ اما گروه دارای دسترسی بیشتر به آب، تولید به‌مراتب بیشتری را در مقایسه با دو گروه دیگر تجربه کرده است (جدول ۳).

نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون (جدول ۴) نشانگر آن است که عوامل مختلفی در شکل‌گیری روند تولید محصولات کشاورزی تأثیرگذار بوده است. به‌نحوی‌که متغیر میزان نزولات جوی، میزان آب‌دهی چاه‌های کشاورزی، میزان کیفیت آب کشاورزی، میزان مصرف کود، سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی و میزان مکانیزاسیون قادر به تبیین ۴۹/۶ درصد از تغییرات تولیدات زراعی بوده‌اند. همان‌گونه‌که در جدول ۴ نشان داده شده است، میزان آب‌دهی چاه‌های کشاورزی، مهمترین عامل پیش‌بینی‌کننده تولید کشاورزی بوده است. به بیان دیگر، میزان تولیدات کشاورزی بهره‌بردارانی که دسترسی بیشتری به آب چاه‌های کشاورزی داشته‌اند به طور معنی‌داری بالاتر بوده است. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه حسین‌زاد و همکاران (Hosseinzad et al., 2014) همخوانی دارد.

جدول ۴. عوامل تعیین‌کننده تولید کشاورزی در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰

متغیر	ضریب غیر استاندارد		ضریب	آماره t	سطح
	ضریب رگرسیون	خطای معیار	استاندارد		معنی‌داری
ضریب ثابت	۱۵/۴۰	۱/۲۱۷	-	۱۰/۴۶	۰/۰۰۰۱
نزولات جوی	۱/۰۸۰	۰/۱۲۹	۰/۳۵۷	۷/۷۲	۰/۰۰۰۱
آب‌دهی چاه‌های کشاورزی	۱/۱۲۸	۰/۱۲۵	۰/۴۱۹	۹/۰۷	۰/۰۰۰۱
کیفیت آب کشاورزی	۰/۰۱۴	۰/۰۲۶	۰/۰۷۴	۰/۵۹۱	۰/۵۵۶
مصرف کودهای شیمیایی	۰/۱۳۱	۰/۰۵۷	۰/۱۳۰	۲/۴۴	۰/۰۱۴
مصرف آفت‌کش‌ها و سموم شیمیایی	۰/۰۵۶	۰/۰۲۱	۰/۲۸۳	۲/۱۳	۰/۰۳۲
ضریب مکانیزاسیون	۰/۰۳۹	۰/۰۲۴	۰/۱۴۱	۲/۴۳	۰/۰۱۶
F = ۱۶/۹۷	Sig= ۰/۰۰۱	R^2 =۰/۴۹۶			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس مندرجات جدول ۴، میزان نزولات جوی، دومین عامل پیش‌بینی‌کننده تغییر تولیدات زراعی در منطقه مورد مطالعه بوده است. این یافته بدان مفهوم است که افزایش نزولات آسمانی موجب افزایش معنی‌دار میزان تولید در واحد سطح شده است. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه امیرنژاد و اسدپور کردی(Amirnejad and Asadpour Kordi, 2017)

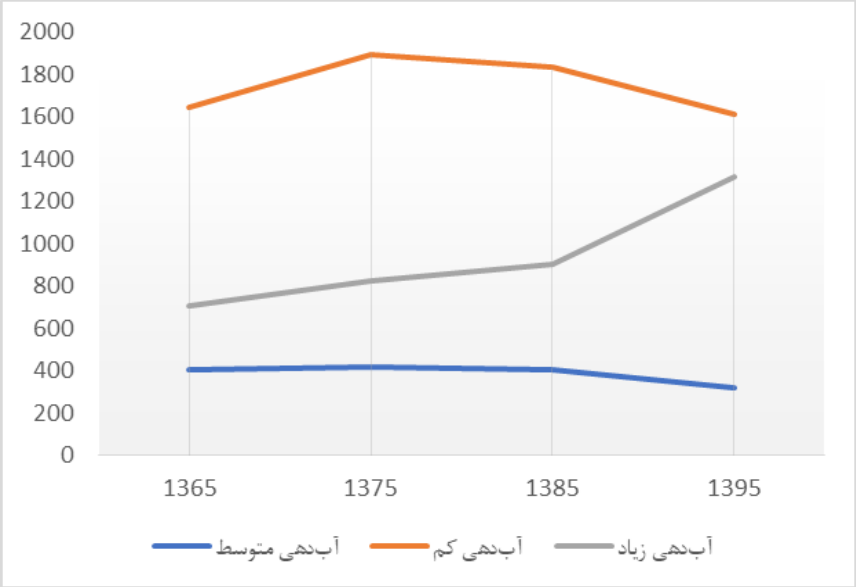
هم‌راستا است. از سوی دیگر، میزان مصرف آفت‌کش‌ها و سموم شیمیایی، دیگر عامل تعیین‌کننده تولیدات کشاورزی در منطقه بوده است (جدول ۴). این یافته نه تنها نشانگر شیوع آفات و بیماری‌های مختلف در منطقه است؛ بلکه مؤید این واقعیت است که مبارزه صحیح و اصولی با آفات و بیماری‌ها می‌تواند به افزایش تولید در واحد سطح منجر شود. نتایج مطالعه احمد (Ahmed et al., 2020) در پاکستان با نتایج این پژوهش همسو است.

مروری بر جدول ۴ نشان می‌دهد که میزان بهره‌گیری کشاورزان از ماشین‌های کاشت، داشت و برداشت محصولات کشاورزی از دیگر عوامل پیش‌بینی‌کننده تغییرات تولید بوده است. آن دسته از کشاورزانی که از ماشین‌آلات بیشتری در امر تولید محصولات زراعی آبی استفاده کرده‌اند، تولید بیشتری داشته‌اند. این یافته نیز با نتایج حاصل از مطالعه پرهیزکاری و صبوحی (Parhizkari and Sabouhi, 2013) همسو است. بر اساس مندرجات جدول ۴، همچنین میزان مصرف کودهای شیمیایی نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش عملکرد محصولات زراعی در واحد سطح دارد. این یافته بیانگر آن است که مصرف کودهای شیمیایی بیشتر، موجب افزایش حاصلخیزی خاک و در نهایت، افزایش تولید محصولات زراعی می‌شود. با وجود این، به دلیل پیامدهای نامطلوب ناشی از مصرف کود و سموم شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست، استفاده بیش از حد کود و سموم شیمیایی توصیه نمی‌شود. از سوی دیگر، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که میزان کیفیت آب کشاورزی نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییر میزان تولیدات زراعی منطقه نداشته است (جدول ۴). به نظر می‌رسد متوسط بودن کیفیت آب در منطقه و بحرانی نبودن شاخص‌های کلیدی اثرگذار بر تولید، در حصول این نتیجه بی‌تأثیر نبوده است.

۶) روند تغییرات جمعیت روستایی و تبیین رابطه آب و جمعیت

شکل ۶ نشان‌دهنده روند تغییر جمعیت در روستاهای دارای دسترسی کم، متوسط و زیاد به آب کشاورزی است. یافته‌ها نشان می‌دهد، روند رشد جمعیت در روستاهای دارای

دسترسی کم به آب، نزولی بوده است. درحالی‌که جمعیت روستاهای این گروه تا سال ۱۳۷۵ در حال ازدیاد بوده است، در فاصله سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ همواره از جمعیت این روستاها کاسته شده است. با وجود این، روند رشد جمعیت در روستاهای دارای دسترسی متوسط به آب تقریباً ثابت بوده است (شکل ۶). به‌نحوی‌که متوسط جمعیت روستایی در سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ تقریباً بدون تغییر باقی مانده است و در دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ نیز کاهش جزئی جمعیت قابل مشاهده است. در مقابل، روند رشد جمعیت در روستاهای دارای دسترسی زیاد به آب، همواره صعودی بوده است (شکل ۶). بررسی نمودار جمعیتی نشانگر این است که جمعیت روستاهای این گروه در خلال سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵، افزایشی تدریجی و جزیی داشته است اما در دوره زمانی ۹۵-۱۳۸۵، روند رشد جمعیت این روستاها شتابان شده است.



شکل ۶. روند تغییر میانگین جمعیت روستایی (واحد: نفر)

عوامل زیادی بر کاهش رشد جمعیت روستایی تأثیر دارند که از آن جمله می‌توان به تغییر سیاست‌گذاری‌های دولتی، بهبود خدمات رفاهی در مناطق شهری و افزایش جاذبه‌های

شهرنشینی، روند کند توسعه و بهبود در مناطق روستایی و تغییر نگرش خانوارهای روستایی در خصوص آینده تحصیلی و حرفه‌ای فرزندان اشاره نمود. با وجود این، بررسی سازه‌های مؤثر بر مهاجرت از روستا به شهر، در زمره اهداف این پژوهش نبوده و تنها به بررسی نقش آب در تغییر جمعیت اکتفا شده است. یافته‌های حاصل از تحلیل همبستگی نشانگر وجود رابطه مثبت و معنی‌دار میان میزان دسترسی به آب کشاورزی وجمعیت روستایی است($p = ۰/۰۴۹$، $r = ۰/۶۵۱$). به بیان دیگر، با افزایش دسترسی به آب کشاورزی، جمعیت روستاها نیز افزایش یافته است. با توجه به اینکه معیشت خانوارهای روستایی دشت فیروزآباد بر پایه کشاورزی استوار است، حصول این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. به‌نحوی‌که می‌توان چنین اذعان نمود که خشک شدن قنوات، چشمه‌ها و رودخانه‌ها و نیز کاهش تراز آب زیرزمینی، نقش موثری در شکل‌گیری مهاجرت از روستا به شهر داشته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تغییر اقلیم، افزایش فراوانی خشکسالی‌های شدید و گسترده و مدیریت ناپایدار منابع آب موجب بروز کم‌آبی در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور شده است. همین امر، پایداری نظام‌های تولید کشاورزی را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. به‌منظور حفظ توازن میان نیاز بخش کشاورزی به آب و ظرفیت منابع آب هر منطقه، بررسی تأثیر تغییرات کمی و کیفی آب کشاورزی بر میزان تولید و جمعیت روستایی ضروری است. یافته‌ها حاکی از کاهش شدید ظرفیت منابع آب سطحی در دشت فیروزآباد است. ضمن اینکه، تراز سفره‌های آب زیرزمینی نیز در دهه‌های اخیر کاهش یافته است. همین امر نشانگر آن است که این منطقه با تهدید جدی آسیب‌پذیری منابع آب کشاورزی مواجه است. پیش‌بینی وضعیت منابع آب در آینده نیز نشان می‌دهد که کلیه مناطق روستایی مورد مطالعه، کاهش ظرفیت آب کشاورزی را تجربه خواهند نمود. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه کریمی و همکاران (Karimi et al., 2018) همخوانی دارد. به‌منظور افزایش تاب‌آوری خانوارهای کشاورز در برابر کم‌آبی‌های

پیش‌رو می‌بایست ترتیبی اتخاذ شود که با مدیریت بهینه منابع آب و افزایش بهره‌وری آب و تولیدات کشاورزی، موجبات حفظ این سرمایه طبیعی و ارزشمند فراهم شود.

از سوی دیگر، یافته‌های پژوهش مؤید این است که غلظت املاح سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و بی‌کربنات در آب کمتر از حد استاندارد و میزان PH نیز در محدوده استاندارد بوده است. با وجود این، میزان هدایت الکتریکی آب چاه‌های مورد بررسی بالاتر از حد استاندارد بوده است. بدیهی است افزایش هدایت الکتریکی آب، زمینه را برای افزایش شوری و تسریع فرسایش خاک و نیز کاهش بهره‌وری تولید در بخش کشاورزی فراهم می‌آورد. ضمن اینکه افزایش شوری آب، پیامدهای نامطلوبی را برای محیط زیست و سلامت انسان‌ها به همراه دارد. به همین دلیل، برنامه‌ریزی مدیریت مزرعه باید به‌نحوی انجام شود که با انجام فعالیت‌های فنی مختلف از پیامدهای نامطلوب ناشی از شوری آب جلوگیری شود. ضمن اینکه کاشت محصولات زراعی مقاوم در برابر شوری می‌بایست مورد توجه کشاورزان قرار گیرد.

بررسی روند تغییرات سطح زیرکشت محصولات زراعی در دوره ۲۷ ساله نشانگر کاهش قابل توجه سطح زیرکشت حبوبات، غلات، سبزیجات و محصولات جالیزی در دشت فیروزآباد است. ضمن اینکه سطح زیرکشت نباتات علوفه‌ای و محصولات صنعتی نیز تغییر چشمگیری داشته است. این یافته با نتایج حاصل از مطالعات پیشین (Klümper et al., 2017; Salehi Rezaabadi et al., 2020) هم‌راستا است. به‌نحوی مشابه، واکاوی میزان تغییرات سطح زیرکشت محصولات گندم، برنج، کلزا، هندوانه، یونجه و ذرت دانه‌ای در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۹-۱۳۹۸ نیز نشان‌دهنده کاهش سطح زیرکشت محصولات در خلال سال‌های مورد بررسی است؛ اما در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۵-۱۳۹۴، تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های دارای دسترسی کم، متوسط و زیاد به آب کشاورزی وجود نداشته است. این یافته حاکی از بی‌توجهی به ظرفیت منابع آب در طرح‌ریزی الگوی کاشت است. به‌نحوی‌که مالکان چاه‌های کشاورزی دارای آب‌دهی کم نیز در سال‌های مورد اشاره به کاشت محصولات دارای نیاز آبی بالا مانند برنج، هندوانه و ذرت دانه‌ای مبادرت ورزیده‌اند. هر چند

برخی کشاورزان دارای دسترسی کم به آب کشاورزی، سطح زیرکشت برنج و ذرت دانه‌ای را در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ کاهش داده‌اند؛ اما کاشت محصولات با نیاز آبی بالا همچنان در منطقه رایج است. کم‌توجهی به ظرفیت کنونی منابع آبی کشاورزی موجب کاهش قابل توجه تولید برنج، ذرت دانه‌ای و هندوانه و در نتیجه کاهش درآمد کشاورزی شده است. پیش‌بینی می‌شود با تداوم و تشدید کم‌آبی، ظرفیت تولید در منطقه کاهش جدی یابد. بنابراین طرح‌ریزی برای تغییر الگوی کاشت و ترغیب کشاورزان به کاشت محصولات دارای نیاز آبی کمتر ضروری است. بدیهی است نهادهای ترویجی می‌توانند نقش مهم و تأثیرگذاری در تغییر نگرش و رفتار مدیریت مزرعه کشاورزان داشته باشند.

بررسی روند تغییرات تولید محصولات زراعی در دوره ۲۷ ساله نیز نشان داد که عملکرد بیشتر محصولات در واحد سطح افزایش یافته است؛ اما میزان افزایش تولید برای بهره‌برداران مختلف کشاورزی یکسان نبوده است. به‌نحوی‌که مقایسه میزان تولید گروه‌های دارای دسترسی متفاوت به آب نشان می‌دهد عملکرد تولید محصولات گندم، برنج، کلزا، هندوانه و ذرت دانه‌ای مزارع آبیاری شده با کمترین میزان آب کشاورزی، به طور معنی‌داری کمتر از سایر مزارع بوده است. یافته‌های حاصل از تحلیل رگرسیون نمایانگر نقش کلیدی آب در تولید محصولات زراعی است. به‌نحوی‌که کاهش آب موجب کاهش قابل ملاحظه تولیدات زراعی شده است. با توجه به اینکه ظرفیت منابع آب در آینده کاهش خواهد یافت، می‌بایست افزایش بهره‌وری آب کشاورزی به‌صورت جدی مورد توجه قرار گیرد. از سوی دیگر، یافته‌ها نشان دادند که مصرف کود و سموم شیمیایی نیز نقش مؤثری در افزایش تولیدات زراعی داشته است. با توجه به مخاطرات سلامت و زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کود و سموم شیمیایی، توصیه می‌شود با برگزاری دوره‌های ترویجی مناسب، بهره‌برداران به بکارگیری تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی ترغیب شوند. مبارزه بیولوژیک با آفات و بیماری‌ها نیز می‌تواند جایگزین مناسبی برای سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی باشد. همچنین یافته‌ها بیانگر تأثیر معنی‌دار مکانیزاسیون کشاورزی بر افزایش تولیدات زراعی است.

تنوع‌بخشی به ماشین‌های کاشت، داشت و برداشت موجود در منطقه و اعطای تسهیلات مربوط به خرید ماشین‌آلات کشاورزی می‌تواند در افزایش بهره‌وری تولید در واحد سطح نقش بسزایی داشته باشد.

همچنین یافته‌های پژوهش نشانگر رابطه معنی‌دار میان آب کشاورزی و جمعیت روستایی است. به‌نحوی‌که رشد جمعیت در روستاهای دارای دسترسی کم و متوسط به آب کشاورزی کمتر از روستاهای دارای دسترسی زیاد به آب بوده است. این نتیجه مؤید آن است که در برنامه‌ریزی‌های توسعه و نیز آمایش سرزمین می‌بایست نقش محوری آب مورد توجه قرار گیرد. ضمن اینکه می‌بایست با به کارگیری ساز و کارهای مختلف، توازن آب و جمعیت حفظ شود. در این راستا توصیه می‌شود در روستاهایی که با کاهش آب کشاورزی مواجه شده‌اند شیوه‌های معیشتی جایگزین و مشاغل غیرزراعی گسترش یابند تا از این طریق از فشار وارده بر منابع آب کاسته شده و زیست‌پذیری در این مناطق روستایی نیز افزایش یابد. در روستاهایی که دارای دسترسی زیاد به آب هستند نیز می‌بایست پروژه‌های مختلف حفاظت آب اجرا شوند تا روند کاهش ظرفیت آب در آینده کند شده و موجبات استمرار فعالیت‌های کشاورزی فراهم شود.

منابع

1. Ahmed, R., Khan, S.H. and Mahmood, K. (2020). Evaluation of the irrigation water quality and cropped area of shrinking peri-urban agriculture in the Gadap Basin, Karachi: An application of Wilcox's classification and geospatial techniques. *Irrigation and Drainage*, 69(5): 1106-1115.
2. Ali, M., Munala, G., Muhoro, T., Shikuku, J., Nyakundi, V. and Gremley, A. (2020). Water usage patterns and water saving devices in households: A case of Eastleigh, Nairobi. *Journal of Water Resource and Protection*, 12: 303-315.
3. Amirnejad, H. and Asadpour Kordi, M. (2017). Effects of climate change on water production in Iran. *Journal of Agricultural Economics Research*, 9(3): 163-182. (Persian)
4. Chen, J., Wu, H., Qian, H. and Li, X. (2016). Challenges and prospects of sustainable groundwater management in an agricultural plain along the Silk

Road Economic Belt, north-west China. *International Journal of Water Resources Development*, 34(3): 1-15.

5. Fathi, E., Nouri, S.H. and Masoodian, S.A. (2014). The impact of water shortage on agriculture during water years (1992-2012) with emphasis in cultivation and production of horticultural products (Case study: Lenjan township). *Journal of Spatial Planning*, 4(1): 87-102. (Persian)
6. Qanbarzadeh, H. and Behniafar, A. (2009). Economical effects of draughts on rural regions of Shandiz district in decad 1996-2006. *Journal of Geographic landscape*, 4(9): 139-163. (Persian)
7. Heydari, N. (2014). Assessment of agricultural water productivity (WP) in Iran, and the performance of water policies and plans of the government in this regard. *Majlis and Rahbord*, 21(78): 177-199. (Persian)
8. Hosseinzad, J., Kazemeyeh, F., Dashti, G. and Ghafouri, H. (2014). The analysis of effective indicators regarding agricultural development and water management of rural settlements: Case of Tabriz plain. *Spatial Economy and Rural Development*, 3(8): 1-18. (Persian)
9. Karimi, V., Karami, E. and Keshavarz, M. (2018). Climate change and agriculture: Impacts and adaptive responses in Iran. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(1): 1-15.
10. Keshavarz, M., Karami, E. and Lahsaeizadeh, A. (2013). Factors influencing the rural migrations resulting from drought: A case study in Fars province. *Village and Development*, 16(1): 113-127. (Persian)
11. Keshavarz, M., Maleksaeidi, H. and Karami, E. (2017). Livelihood vulnerability to drought: A case of rural Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21: 223-230.
12. Kiani Salmi, S. (2012). The impact of agricultural water resources crisis on the rural socio-economic structure (Zayandeh-Rud Basin in eastern of Isfahan plain). PhD Thesis of Geography and Rural Planning, University of Isfahan. (Persian)
13. Klümper, F., Herzfeld, T. and Theesfeld, I. (2017). Can water abundance compensate for weak water governance? Determining and comparing dimensions of irrigation water security in Tajikistan. *Water*, 9(4): 1-20.
14. Malek, Ž. and Verburg, P.H. (2018). Adaptation of land management in the Mediterranean under scenarios of irrigation water use and availability. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 23: 821-837.
15. Nasseri, A., Abbasi, F. and Akbari, M. (2017). Estimating agricultural water consumption by analyzing water balance. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*, 18(68): 17-32. (Persian)

16. Nazari, B., Liaghat, A., Akbari, M.R. and Keshavarz, M. (2018). Irrigation water management in Iran: Implications for water use efficiency improvement. *Agricultural water management*, 208: 7-18.
17. Omarova, A., Tussupova, K., Hjorth, P., Kalishev, M. and Dosmagambetova, R. (2019). Water supply challenges in rural areas: A case study from Central Kazakhstan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5): 1-14.
18. Parhizkari, A. and Sabouhi, M. (2013). Effects of technology development and mechanization on agricultural production in Qazvin province. *Journal of Agricultural Economics Research*, 5(4): 1-23. (Persian)
19. Rahmani Fazli, A. and Salehian Badi, S. (2017). An analysis of the relationship between instability of agricultural water resources and rural development (case study: Rural settlements of Zayandeh-Rud basin downstream). *Journal of Research and Rural Planning*, 6(3): 119-138. (Persian)
20. Russo, T., Alfredo, K.A. and Fisher, J. (2014). Sustainable water management in urban, agricultural, and natural systems. *Water*, 6(12): 3934-3956.
21. Salehi Rezaabadi, F., Salarpour, M., Mardani Najafabadi, M. and Ziaei, S. (2020). Economic impact assessment of quantity and quality changes in irrigation water on agriculture in Kerman province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 33(4): 395-412. (Persian)
22. Statistical Center of Iran. (2016). *Statistical year book of Fars province* (Vol. 2020). Available at http://nashriatamarifarsir.
23. Zarafshani, K., Maleki, T. and Keshavarz, M. (2020). Assessing the vulnerability of farm families towards drought in Kermanshah province, Iran. *GeoJournal*, 85: 823-836.
24. Zarei, Z., Karami, E. and Keshavarz, M. (2020). Co-production of knowledge and adaptation to water scarcity in developing countries. *Journal of Environmental Management*, 262, 110283.
25. Zulfiqar, F. and Thapa, G.B. (2017). Agricultural sustainability assessment at provincial level in Pakistan. *Land Use Policy*, 68: 492-502.