برآورد حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب در تولید پیاز در برخی استان‌های کشور

مهدی اکبری*[۱]، فریبرز عباسی[۲]، ابوالفضل ناصری[۳]، محمدعلی شاهرخ‌نیا[۴]، محمد خرمیان[۵]، مسعود فرزام‌نیا[۶]، مجید کرامتی‌طرقی[۷]، آذرخش عزیزی[۸]، محمد عباسی[۹]، اسحق زارع‌مهرانی[۱۰]، حسن خسروی[۱۱]، اسماعیل مقبلی‌دامنه[۱۲]، محمدمهدی نخجوانی‌مقدم[۱۳]، نادر عباسی[۱۴] و جواد باغانی[۱۵]

۱- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. **akbari_m43@yahoo.com**

۲ و ۱۴-استاد پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
fariborzabbasi@ymail.com
nader_iaeri@yahoo.com

۳-دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، تبریز، ایران.
nasseri_ab@yahoo.com

۴-دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز، ایران.
mashahrokh@yahoo.com

۵-استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی صفی‌آباد، دزفول، ایران.
khorramy.mohamad@yahoo.com

۶-مربی پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، اصفهان، ایران.
masoud_farzamnia@yahoo.com

۷-مربی پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران.
majide_keramati@yahoo.com

۸-استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
azy911@yahoo.com

۹-محقق، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، زنجان، ایران.
abasimohamad7@gmail.com

۱۰-محقق، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، بندرعباس، ایران.
zare505@gmail.com

۱۱-محقق، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی، بجنورد، ایران.
hassan_kho0571@yahoo.com

۱۲-استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، جیرفت، ایران.
esmaeil804@gmail.com

۱۳ و ۱۵-استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
mehdin55@yahoo.com
baghani37@gmail.com

دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۱ و پذیرش: شهریور ۱۴۰۱

چکیده

در این تحقیق حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب پیاز در شرایط مدیریت کشاورزان در ۱۹۰ مزرعه در قطب‌های تولید پیاز کشور شامل آذربایجان شرقی، اصفهان، خوزستان، زنجان، جنوب کرمان، فارس، خراسان، خراسان شمالی و هرمزگان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اندازه‌گیری شد. میانگین حجم آب آبیاری، عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری وبهره‌وری آب کاربردی در استان‌های منتخب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. میانگین حجم آب آبیاری در استان‌های منتخب به‌ترتیب ۹۵۰۲، ۱۳۲۷۳، ۹۷۴۰، ۱۶۵۸۸، ۹۶۱۸، ۱۳۸۸۰، ۱۱۹۹۸، ۸۴۳۸ و ۷۰۵۷ با میانگین وزنی ۱۰۸۲۳ مترمکعب در هکتار بدست آمد. عملکرد پیاز نیز در استان‌های مذکور بین ۲۰ تا بیش از ۹۰ با میانگین وزنی ۴۹/۹۸ تن بر هکتار اندازه‌گیری شد. بهره‌وری آب آبیاری در مزارع منتخب کشور بین ۳/۱۳ تا ۶/۳۰ با میانگین وزنی ۴/۹۳ کیلوگرم برمترمکعب به دست آمد، میانگین وزنی بهره‌وری آب کاربردی ۴/۵۰ کیلوگرم برمترمکعب بود. میانگین وزنی نیاز خالص آبی در کشور به روش فائو پن‌من-مانتیث با استفاده از داده‌های هواشناسی سال تحقیق و سند ملی آب به‌ترتیب ۸۸۳۴ و ۶۹۷۲ مترمکعب بر هکتار به دست آمد. میانگین حجم آب مزارع پیاز در مناطق مورد مطالعه در سه روش آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری به‌ترتیب برابر ۱۱۴۵۳، ۱۲۷۴۰ و ۱۰۳۱۷ مترمکعب در هکتار بود که تفاوت آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. با تغییر روش آبیاری از سطحی به قطره‌ای نواری، حجم آب آبیاری ۱۰ درصد کاهش و بهره‌وری آب کاربردی مزارع پیاز ۳۵ درصد افزایش یافت. همچنین کشت نشایی در مقایسه با کشت بذری موجب ۱۴/۷ درصد کاهش حجم آب آبیاری و ۱۶/۷ درصد افزایش در بهره‌وری آب شد. با توجه به نتایج این تحقیق، کاربرد توأمان کشت نشایی و استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری در مزارع پیاز پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، عملکرد، روش آبیاری، نیاز خالص آبی، کشت نشایی

---

*- آدرس نویسنده مسئول: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

مقدمه

برای برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریت آب در بخش کشاورزی به تخمین نسبتاً دقیق و یا تعیین شاخص‌های مدیریت آبیاری از جمله حجم آب آبیاری، راندمان آبیاری و بهره‌وری آب در محصولات زراعی و باغی در کشور نیازاست. در این راستا، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی از سال ۱۳۹۵ طرح کلان "تعیین آب آبیاری محصولات زراعی و باغی در کشور" را شروع نمود و تاکنون آب آبیاری چندین محصول زراعی و باغی (ذرت‌علوفه‌ای، لوبیا، پنبه، گندم، چغندرقند، برنج، یونجه، زیتون، پسته، زعفران، سیب، هلو و شلیل و ...) اندازه‌گیری و گزارش برخی از این محصولات نیز منتشر شده است که از آن جمله می‌توان به عباسی و همکاران، ۱۳۹۶؛ باغانی و همکاران، ۱۳۹۷؛ اکبری و همکاران، ۱۳۹۷؛ اکبری و همکاران، ۱۴۰۰ اشاره کرد. با توجه به اینکه پیاز در بیشتر مناطق فاریاب کشور کشت می‌شود و بخش قابل‌توجهی از سطح زیرکشت محصولات زراعی به پیاز اختصاص دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹)، لذا بررسی شاخص‌های مدیریت آبیاری این محصول می‌تواند نقش مؤثری در برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریت آب در کشور ایفا نماید که هدف اصلی این تحقیق بوده است.

نتایج آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی نشان داد که تولید پیاز در ایران در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ حدود ۲/۹ میلیون تن با سطح زیرکشت ۶۰/۵۵ هزار هکتار و متوسط عملکرد ۴۷/۶ تن در هکتار بود که نزدیک به ۲/۵ برابر میانگین جهانی (۱۹/۳ تن در هکتار، فائواستات،۲۰۲۱) است. از قطب‌های اصلی تولید پیاز در کشور می‌توان به استان‌های هرمزگان، جنوب کرمان، فارس، اصفهان، خوزستان، زنجان، خراسان، آذربایجان و خراسان اشاره کرد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

حجم آب آبیاری در پیاز به روش آبیاری، بافت خاک و اقلیم منطقه وابستگی زیادی دارد. سامانه‌های آبیاری سطحی به دلیل داشتن سطح تبخیر زیاد، رونا‌ب سطحی و نفوذ عمقی، مصرف آب بیشتری نسبت به سامانه‌های قطره‌ای دارند. میزان آب آبیاری پیاز به روش کشت نیز بستگی دارد به‌طوری‌که آب آبیاری در روش کشت نشائی به علت اینکه بخشی از مراحل رشد را در خزانه سپری می‌کند کمتر از کشت مستقیم بذر است (اکبری و همکاران ۱۴۰۱).

تحقیقات زیادی در جهان در خصوص تأثیر روش‌های آبیاری بر حجم آب آبیاری و عملکرد پیاز انجام‌شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه تأثیر آبیاری قطره‌ای بر میزان رشد و عملکرد پیاز در دو سایت تحقیقاتی در هند طی دو سال زراعی ۱۴-۲۰۱۳ و ۱۵-۲۰۱۴ اشاره کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای در سال‌های مذکور به‌ترتیب ۶۰۳ و ۵۵۷ میلی‌متر بوده و در مقایسه با روش آبیاری سطحی در همین بازه (۸۵۴ و ۷۳۷ میلی‌متر) نزدیک به ۳۰ درصد کاهش‌یافته است. عملکرد محصول پیاز نیز در روش‌های قطره‌ای و سطحی به‌ترتیب ۳۳/۹ و ۲۹/۹ تن در هکتار بود. این نتایج مبین آن است که در روش آبیاری قطره‌ای بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری پیاز حدود ۶۰ درصد افزایش داشته و از ۳/۴۹ در روش سطحی به ۵/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافته است (باسکر و همکاران، ۲۰۱۸). رائو و همکاران ۲۰۱۹ بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در محصول پیاز را در روش‌های آبیاری بررسی کردند. در این تحقیق چهار روش آبیاری قطره‌ای، بارانی، لوله‌های تراوا و سطحی در سایت تحقیقاتی ایکاردا در هند، مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین عملکرد محصول (۴۵/۳ تن در هکتار) از آبیاری قطره‌ای و کمترین عملکرد (۲۴/۵ تن در هکتار) از روش سطحی بدست آمد. همچنین حداکثر و حداقل بهره‌وری آب پیاز به ترتیب مربوطه به آبیاری قطره‌ای (۱۲/۴ کیلوگرم بر مترمکعب) و سطحی (۴/۱ کیلوگرم بر مترمکعب) بود. در روش آبیاری قطره‌ای، اجرای آبیاری‌های سبک (با عمق کم) با تعداد زیاد باعث شد که شرایط رشد مناسبی ایجاد شود، به‌طوری‌که عملکرد محصول پیاز دو برابر و میزان مصرف آب ۵۰ درصد کاهش یافت. در تحقیقات انجام‌شده در شمال غربی چین نیز نتایج مشابهی

بدست آمد (ژنگ و همکاران، ۲۰۱۳). در تحقیق دیگری در کشور مصر تأثیر روش‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای (جویچه‌ای سنتی، جویچه‌ای یک‌درمیان ثابت و جویچه‌ای یک‌درمیان متغیر) بر عملکرد و کیفیت محصول ارقام پیاز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که روش‌های آبیاری جویچه‌ای تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کمی و کیفی محصول داشتند. بیشترین میزان آب آبیاری مربوط به روش آبیاری جویچه‌ای سنتی بود درحالی‌که کمترین میزان آب آبیاری و بیشترین بهره‌وری آب (۷/۶۳ کیلوگرم بر مترمکعب) از روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان متغیر بدست آمد که در مقایسه با بهره‌وری آب در روش آبیاری جویچه‌ای سنتی (۵/۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب) اختلاف معنی‌داری داشت (گریز و همکاران،۲۰۲۰) در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۲۰ در کشور اتیوپی با هدف تعیین روش آبیاری مناسب، کاهش حجم آب آبیاری و بهبود بهره‌وری آب پیاز انجام شد، دو روش آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای و سه سطح مدیریت آبیاری (MAD)، تخلیه ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد از آب سهل‌الوصول مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارها بر عملکرد، عملکرد قابل ارائه به بازار و بهره‌وری آب تأثیر معنی‌داری داشتند. حداکثر عملکرد محصول، عملکرد قابل ارائه به بازار به ترتیب ۴۱/۷۶ و ۳۸/۳۹ تن بر هکتار بود که از روش آبیاری قطره‌ای و همراه با تخلیه ۸۰ درصد آب سهل‌الوصول بدست آمد. درحالی‌که حداقل عملکرد پیاز و عملکرد قابل ارائه به بازار به ترتیب برابر ۳۴/۴۸ و ۳۱/۶ تن بر هکتار، در روش آبیاری سطحی پس از تخلیه ۱۲۰ درصد از آب سهل‌الوصول مشاهده شد. بیشترین بهره‌وری آب پیاز (۱۳/۰۵ کیلوگرم بر مترمکعب) از روش آبیاری قطره‌ای با ۸۰ درصد تخلیه آب سهل‌الوصول و کمترین مقدار (۶/۸۴ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به روش آبیاری سطحی همراه با ۱۲۰ درصد تخلیه آب سهل‌الوصول بود (آمبومسا و همکاران، ۲۰۲۰).

در ایران نیز تحقیقات زیادی در خصوص حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در تولید پیاز انجام‌شده است که چکیده‌ای از نتایج برخی از آنها در جدول ۱ ارائه شده است. تحلیل این نتایج نشان می‌دهد که دامنهٔ تغییرات حجم آب آبیاری از ۳۲۰۰ تا ۱۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار، دامنهٔ تغییرات عملکرد پیاز از ۱۹/۰ تا ۹۳/۰ تن در هکتار و دامنهٔ تغییرات بهره‌وری آب در تولید پیاز از ۲/۳ تا ۱۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است. هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی بهره‌وری آب و حجم آب آبیاری در قطب‌های اصلی تولید پیاز تحت مدیریت کشاورزان بود.

مواد و روش

با توجه به اینکه اندازه‌گیری حجم آب آبیاری و عملکرد محصول در تمام مزارع استان‌های کشور امکان‌پذیر نبود، حجم آب آبیاری و عملکرد پیاز به‌صورت میدانی و تحت مدیریت کشاورزان در قطب‌های تولید پیاز در کشور در طول یک فصل زراعی (۱۴۰۰-۱۳۹۹) اندازه‌گیری شد. برای تعیین قطب‌های اصلی تولید پیاز از آمارنامه سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ سطح زیرکشت و میزان تولید پیاز در کشور استفاده شد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). استان‌های هرمزگان، جنوب کرمان، فارس، اصفهان، خوزستان، زنجان، خراسان، آذربایجان شرقی و خراسان بیش از ۷۰ درصد سطح زیرکشت پیاز را در کشور پوشش داده و به‌عنوان قطب‌های تولید محصول پیاز انتخاب شدند. سپس در استان‌های منتخب، شهرستان‌های برتر تولید این محصول در نظر گرفته شد. مزارع منتخب در شهرستان‌های مختلف با نظر کارشناسان معاونت تولیدات گیاهی، مدیریت هماهنگی ترویج و مدیریت آب و خاک سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها، با توجه به منابع آبی/مزارع سنتی و پیشرو شناسایی و انتخاب شدند. طرح آماری (نمونه‌گیری) طبقه‌ای نظام‌دار برای این تحقیق انتخاب شد. بدین ترتیب که جامعه آماری به طبقات و گروه‌های مجزا تقسیم و نمونه‌های مورد مطالعه به‌صورت تلفیقی از روش تصادفی و نظام‌دار انتخاب شدند. انتخاب استان‌ها، شهرستان‌ها و محصول مورد مطالعه با توجه به شرایط متفاوت آن‌ها و همین‌طور اهداف طرح، کاملاً تصادفی نبوده و در انتخاب

مزارع حتی‌الامکان به‌گونه‌ای عمل شد که مدیریت آبیاری و کشت و کار کشاورزان منتخب، نماینده کشاورزان منطقه مورد مطالعه باشد و در صورت امکان حداقل شامل یکی از مزارع کشاورزان پیشرو منطقه باشد. با توجه به موارد فوق تعداد ۱۹۰ مزرعه انتخاب شد. حجم آب آبیاری و حجم آب مصرفی برای تولید نشاء، با استفاده از فلوم، کنتور حجمی و یا دبی‌سنج اولتراسونیک اندازه‌گیری شد. با توجه به تغییرات احتمالی دبی، در این‌گونه منابع، دبی منبع آبی طی چند نوبت در طول فصل زراعی اندازه‌گیری شد. تعداد نوبت‌های آبیاری و مدت زمان هر نوبت آبیاری نیز برای هر یک از مزارع پیاز ثبت گردید. در مزارع منتخب بیش از ۲۰ رقم پیاز کشت شده بود. ارقام Ps، مینروا، ایتالیا و تاکی نسبت به سایر ارقام از درصد فراوانی بیشتری برخوردار بودند. ارقام فلات و والنسیا به ترتیب ۶/۸ و ۶/۳ درصد را به خود اختصاص دادند. ارقام محلی نیز میزان حدود سه درصد از فراوانی پیاز کشت شده در کشور را به خود اختصاص دادند. ۷۵ درصد از بهره‌برداران پیشرو از روش‌های آبیاری تحت فشار (قطره‌ای نواری ۴۲ درصد و بارانی ۳۳ درصد) برای آبیاری مزارع خود استفاده می‌کردند. هدایت الکتریکی آب آبیاری در مزارع منتخب از ۰/۴ تا ۵/۷ با میانگین ۱/۴۲ دسی‌زیمنس بر متر بوده و شوری آب آبیاری ۹۰ درصد از مزارع منتخب کمتر از سه دسی‌زیمنس بر متر بود. شوری عصاره اشباع خاک در مزارع پیاز مورد مطالعه نیز بین ۰/۵ تا ۸/۹ با میانگین ۲/۷۱ دسی‌زیمنس بر متر بود. نزدیک به ۵۰ درصد از مزارع دارای شوری کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر بودند. شوری عصاره اشباع خاک در اکثر استان‌های مورد مطالعه کمتر از ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود.

جدول ۱- حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب پیاز در برخی از نقاط کشور با کاربرد سامانه‌های مختلف آبیاری

ردیف	آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	منابع	ملاحظات
۱	۳۲۰۰	۳۵/۸	۱۱/۲	نکوآمال کرمانی و همکاران (۱۳۹۰)	میناب هرمزگان
۲			۶/۱	ناصری (۱۳۹۳)	آذربایجان شرقی
۳	۵۵۰۰	۲۸/۵	۵/۲	پیری (۱۳۹۷)	سیستان- قطره‌ای زیرسطحی
۴	۸۲۰۰	۱۹/۰	۲/۳	پیری (۱۳۹۷)	سیستان- سطحی
۵		۹۰/۰		اکبری و همکاران (۱۳۸۲)	اصفهان-سطحی
۶		۶۶/۰		"	اصفهان-بارانی
۷	۶۷۵۰	۳۰/۴	۴/۵	ادیم و خسروی (۱۳۸۹)	بلوچستان- تیپ
۸	۷۱۰۰	۳۲/۰	۴/۵	"	بلوچستان- تیپ
۹	۱۱۸۵۰	۴۳/۸	۳/۷	"	بلوچستان- سطحی
۱۰	۱۲۱۰۰	۴۴/۹	۳/۷	"	بلوچستان- سطحی
۱۱	۹۴۰۰	۹۳/۰	۹/۷	سالمی و همکاران (۱۳۹۵)	فریدن اصفهان- تیپ
۱۲	۱۵۰۰۰	۸۷/۷	۵/۹	"	فریدن اصفهان- سطحی
۱۳	۱۱۳۰۰	۸۰/۳	۷/۱	کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۵)	خراسان رضوی- سطحی

نیاز آبی خالص گیاه بر اساس داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی برای سال انجام تحقیق و ده سال گذشته به روش پنمن مانتیث محاسبه و با مقادیر نیاز آبی ارائه‌شده در سند ملی مقایسه شد. شاخص بهره‌وری آب آبیاری از نسبت مقدار عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) که توسط بهره‌بردار وارد مزرعه می‌شود، به دست آمد. شاخص بهره‌وری آب در تولید پیاز از رابطه ۱ به دست آمد (ملدن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$WP = \frac{Y}{W} \qquad (۱)$$

که در آن، WP بهره‌وری آب آبیاری در تولید پیاز (کیلوگرم بر مترمکعب)، Y عملکرد پیاز (کیلوگرم در هکتار) و W حجم آب آبیاری در تولید پیاز (مترمکعب در هکتار) است. با توجه به اینکه بارش مؤثر در هر منطقه نقش مؤثری در تولید محصول پیاز دارد که در شاخص بهره‌وری آب آبیاری دیده نشده است، میزان بارش مؤثر در طول دوره رشد محصول با استفاده از روش USDA-SCS (بوس و همکاران، ۲۰۰۸) برآورد و شاخص دیگری تحت عنوان بهره‌وری آب کاربردی (آب آبیاری و بارش مؤثر) به‌صورت نسبت عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار) به مجموع حجم آب آبیاری توسط بهره‌بردار و بارش مؤثر(مترمکعب بر هکتار) تعریف و محاسبه شد؛ به‌عبارت‌دیگر در شاخص بهره‌وری آب کاربردی، بجای حجم آبی که توسط بهره‌بردار برای تولید پیاز وارد مزرعه می‌شود، از مجموع حجم آب آبیاری و بارندگی مؤثر استفاده شد.

برای بررسی تغییرات عملکرد، حجم آب آبیاری، حجم آب کاربردی و شاخص بهره‌وری آب در تولید پیاز در استان‌های منتخب کشور از تحلیل واریانس استفاده شد. نظر به ماهیت اندازه‌گیری‌ها، هر مزرعه پیاز به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. اگرچه سعی شد در انتخاب تعداد مزارع، سطح زیرکشت مد نظر قرار گیرد ولی در برخی موارد به علل مختلف این مسئله رعایت نشده بود. لذا با توجه به اینکه درصد مساحت زیرکشت استان‌های مختلف باهم مساوی نبود، میانگین کشوری آب آبیاری، عملکرد غده پیاز و بهره‌وری آب به‌صورت وزنی و بر اساس آمارنامه سطح زیرکشت سال زراعی ۹۸-۹۷ (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹) محاسبه شد.

برای بررسی کفایت تعداد اندازه‌گیری حجم آب کاربردی، عملکرد پیاز و بهره‌وری آب (تعداد مزارع انتخاب و اندازه‌گیری شده) از رابطه ۲ استفاده شد (سرمد و همکاران، ۱۳۸۰).

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{(\bar{x} - \mu)^2} \qquad (۲)$$

که در آن، n تعداد اندازه‌گیری‌های لازم برای تحلیل واریانس عملکرد، حجم آب آبیاری/کاربردی در تولید پیاز و بهره‌وری آب در سطح کشور، z برای سطح اعتماد ۹۵ درصد، $z=1/96$ در نظر گرفته شد، σ^2 واریانس جمعیت، μ میانگین جمعیت و $\bar{x}$ میانگین اندازه‌گیری‌ها است.

نتایج و بحث

حجم آب آبیاری، آب کاربردی و عملکرد پیاز در استان‌های منتخب

تجزیه و تحلیل آماری نتایج نشان داد که شاخص‌های میانگین حجم آب آبیاری، انحراف معیار، تعداد اندازه‌گیری‌های لازم و تعداد اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در کشور به ترتیب ۱۱۱۷۱ مترمکعب در هکتار، ۳۹۰۲، ۳۵ و ۱۷۳ مزرعه است. این نتایج نشان داد که تعداد اندازه‌گیری‌های آب آبیاری و عملکرد اندازه‌گیری شده در مزارع پیاز بیش از تعداد اندازه‌گیری‌های لازم است، بنابراین کفایت داده‌ها برای تحلیل آماری این کمیت قابل اعتماد و محرز تشخیص داده شد. نتایج تجزیه واریانس حجم آب آبیاری، آب کاربردی و عملکرد پیاز در استان‌های منتخب، نشان داد که تفاوت این شاخص‌ها در سطح احتمال کمتر از یک درصد معنی‌دار است. بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های آب آبیاری و آب کاربردی مزارع پیاز در نه استان کشور، استان‌های هرمزگان و زنجان به ترتیب با ۷۰۵۷ و ۱۶۵۸۸ متر مکعب در هکتار دارای کمترین و بیشترین میزان آب آبیاری و آب کاربردی برای تولید پیاز بودند (جدول ۲). در استان زنجان کشت پیاز به‌صورت بذری و از ابتدا در زمین اصلی انجام می‌شود. اگرچه بخش قابل توجهی از اراضی پیاز در این منطقه به روش آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری آبیاری می‌شود و با توجه به سبک بودن خاک زراعی تعداد نوبت‌های آبیاری ۱۸ تا ۲۵ نوبت است ولی به علت طولانی بودن طول دوره رشد پیاز در منطقه و مدیریت نامناسب آبیاری میزان آب آبیاری مزارع در این استان نسبت به سایر استان‌ها افزایش یافته است. این نتایج نشان داد که در استان هرمزگان آب کمتری نسبت به سایر استان‌ها برای تولید پیاز

در هکتار استفاده شده است. ازجمله علل کاهش حجم آب آبیاری در این استان و مناطق مشابه، می‌توان به کشت عمدتاً نشایی پیاز در فصل پاییز، کوتاه بودن طول دوره رشد محصول در زمین اصلی، وجود بارش مؤثر، پایین بودن تبخیرتعرق در طول دوره رشد، استفاده از روش آبیاری قطره‌ای نواری اشاره کرد. در صورتی که در سایر استان‌ها از جمله فارس، اصفهان و خراسان رضوی کشت پیاز عمدتاً در فصل بهار انجام می‌شود و روش کشت نیز عمدتاً به‌صورت کشت بذر مستقیم در مزرعه اصلی است، لذا به تعداد آبیاری بیشتری نیاز دارد و از طرفی با توجه به پتانسیل تبخیر و تعرق در فصل بهار و تابستان (دوره رشد گیاه)، میزان آب آبیاری به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. تغییرات حجم آب آبیاری پیاز در کشور بسته به شرایط آب و هوایی، شرایط مدیریت زارع از حدود ۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار تا بیش از ۲۰۰۰۰ مترمکعب در هکتار متفاوت بود. میانگین حسابی حجم آب آبیاری، حجم آب کاربردی در مناطق مورد مطالعه به ترتیب ۱۱۱۷۱ و ۱۲۴۱۸ مترمکعب در هکتار بود که با میانگین وزنی این شاخص‌ها (به‌ترتیب ۱۰۸۲۳ و ۱۱۸۲۶ مترمکعب بر هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت. در اختلاف میانگین وزنی حجم آب آبیاری و آب کاربردی نشان داد که میانگین بارش مؤثر در تولید پیاز کشور در سال تحقیق حدود ۱۰۰ میلی‌متر است. نتایج تحقیق میلانی (۱۳۸۶) نشان داد که مقدار تبخیر تعرق پیاز طی فصل رشد ۱۰۱۶۵ متر مکعب در هکتار است که از این مقدار ۱۱۴۷ مترمکعب در هکتار توسط بارندگی تأمین و ۹۰۱۸ متر مکعب در هکتار باقیمانده توسط آبیاری تأمین گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همان‌طوری که در جدول ۲ نشان داده شده است، میانه حجم آب آبیاری و آب کاربردی به میانگین وزنی و میانگین حسابی این شاخص‌ها نزدیک است و نشان می‌دهد که داده‌ها دارای انحراف زیادی نیستند و از یک توزیع نسبتاً نرمال تبعیت می‌کنند. همچنین ضریب تغییرات حجم آب آبیاری و آب کاربردی اندازه‌گیری شده تحت مدیریت زارعین در این تحقیق میدانی به ترتیب ۳۵ و ۳۳ بدست آمد که با توجه به کار میدانی قابل قبول و از دقت مناسبی برخوردار است. بر اساس نتایج تحقیق حاضر حجم آب آبیاری پیاز در روش کشت نشایی نسبت به کشت بذری ۱۴/۷ درصد کاهش‌یافته است که با نتایج سایر تحقیقات انجام‌شده مطابقت دارد (کادایفچی و همکاران، ۲۰۰۵).

جدول ۲- میانگین حجم آب آبیاری، آب کاربردی، عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری و آب کاربردی مزارع پیاز در استان‌های منتخب

استان	تعداد مزارع	تاریخ کاشت خزانه	تاریخ کاشت مزرعه	طول دوره رشد روز	آب آبیاری m^3/ha	آب کاربردی m^3/ha	عملکرد غده ton/ha	بهره‌وری آب آبیاری kg/m^3	بهره‌وری آب کاربردی kg/m^3
هرمزگان	۱۹	۲۰ تیر	۱۵ مهر	۱۴۹	۷۰۵۷a	۷۳۲۴a	۴۱d	۵/۹۲ab	۵/۶۷b
جنوب کرمان	۱۸	۲۵شهریور	۱دی	۱۰۹	۹۶۱۸ab	۹۷۷۹b	۴۵d	۴/۸۰bcd	۴/۷۲cd
آذربایجان شرقی	۱۵	–	۱ اسفند	۲۱۷	۹۵۰۲b	۱۰۴۱۵bc	۵۷b	۶/۳۰a	۵/۷۲ab
خراسان شمالی	۱۲	–	۱۵ آذر	۲۴۹	۸۴۳۸b	۱۰۴۲۵bc	۴۵d	۵/۴۳ab	۴/۳۷de
خوزستان	۳۲	–	۱۰ آبان	۱۹۷	۹۷۴۰b	۱۱۴۷۰c	۳۳e	۳/۹۹de	۳/۲۵f
خراسان رضوی	۱۲	–	۱ اسفند	۲۳۲	۱۱۹۹۸c	۱۳۶۵۳d	۵۸b	۵/۱۸abcd	۴/۴۹de
اصفهان	۱۹	۱۰ بهمن	۱۰فروردین	۱۹۲	۱۳۲۷۳c	۱۴۲۳۲d	۶۹a	۵/۴۰ab	۴/۹۷bcd
فارس	۳۳	–	۱ اسفند	۱۷۳	۱۳۸۸۰c	۱۶۰۵۴e	۵۸b	۴/۲۸cd	۳/۶۸ef
زنجان	۱۳		۱۵اسفند	۲۱۰	۱۶۵۸۸d	۱۶۹۸۸f	۵۴bc	۳/۱۳e	۳/۰۵f
میانگین حسابی	–	–	–	۱۸۶	۱۱۱۷۱	۱۲۴۱۸	۵۰	۴/۸۳	۴/۳۱
میانه				۱۹۳	۱۰۳۵۰	۱۱۴۷۶	۵۰	۴/۵۷	۴/۲۸
انحراف معیار				۴۷	۳۹۰۲	۴۰۸۹	۱۶/۷	۱/۹۴	۱/۷۰
ضریب تغییرات				۲۵	۳۵	۳۳	۳۳	۴۰	۳۹
میانگین وزنی	–				۱۰۸۲۳	۱۱۸۲۶	۵۰	۴/۹۳	۴/۵۰

*عدم وجود حروف مشابه به مفهوم معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج درصد آماری است

نتایج تغییرات عملکرد غده پیاز در کشور بسته به شرایط آب و هوایی، میزان بارش، شرایط مدیریت زارع از حدود ۲۰۰۰۰ تا ۹۰۰۰۰ و میانگین وزنی ۴۹۹۸۶ کیلوگرم بر هکتار متغیر بود. استان اصفهان با ۶۹۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار بیشترین مقدار غده پیاز و استان خوزستان با ۳۳۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار کمترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص داده است (جدول ۲). اگرچه نتایج اکثر تحقیقات انجام‌شده در کشور از جمله پیری (۱۳۹۷) و ادیم و خسروی (۱۳۸۹) نشان داده است که متوسط عملکرد پیاز در کشور حدود ۵۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است ولی نتایج سالمی و همکاران (۱۳۹۵)، نشان داد که با استفاده از روش‌های نوین آبیاری و مدیریت کاشت می‌توان به عملکردهای بیش از ۹۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار دست یافت. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که میانگین‌های وزنی و حسابی عملکرد محصول با مقدار میانه آن برابر است و نشان می‌دهد که داده‌ها از توزیع مناسبی برخوردارند. ضریب تغییرات این شاخص نیز ۳۳ درصد بدست آمد که با توجه به کار میدانی قابل قبول است. مقایسه میزان عملکرد محصول و آب آبیاری در استان‌های مختلف حاکی از آن است که عملکرد محصول فقط تابع میزان آب آبیاری نیست و به بسیاری از عوامل دیگر از جمله میزان دسترسی به آب، روش آبیاری، مدیریت زراعی، اقلیم، تغذیه، آفات و بیماری‌ها، فصل کشت و ... بستگی دارد.

بهره‌وری آب آبیاری و آب کاربردی در تولید پیاز کشور

نتایج تجزیه و تحلیل انجام‌شده (جدول ۲) نشان داد که تفاوت بهره‌وری آب آبیاری و آب کاربردی در تولید غده پیاز در استان‌های یادشده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. نتایج اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای نشان داد که شاخص بهره‌وری آب آبیاری پیاز در شرایط مدیریت زارع در کشور بسیار متفاوت و از کمتر از یک تا بیش از ۱۰ با میانگین ۴/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب است که با میانگین وزنی ۴/۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب اختلاف معنی‌داری نداشت. دلیل اصلی تغییرات بهره‌وری آب آبیاری، به تفاوت عملکرد محصول، حجم آب آبیاری و حجم آب کاربردی مربوط می‌شود. نتایج محاسبات بهره‌وری آب آبیاری در تولید غده پیاز در استان‌های منتخب نشان داد که استان‌های هرمزگان و آذربایجان شرقی با حدود ۶ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین بهره‌وری آب آبیاری را به خود اختصاص داده‌اند، درحالی‌که استان زنجان با ۳/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب، دارای کمترین بهره‌وری آب آبیاری بود. بهره‌وری آب آبیاری در منطقه جنوب کرمان ۴/۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب و نزدیک به میانگین وزنی کشوری است (جدول ۲). بدیهی است که شاخص بهره‌وری آب کاربردی به حجم آب آبیاری، بارش مؤثر و عملکرد محصول وابسته است و مجموع تغییرات در این شاخص نمایان می‌شود. شاخص ضریب تغییرات بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کاربردی به ترتیب ۴۰ و ۳۹ درصد بدست آمد که بیش از ضریب تغییرات شاخص‌های حجم آب آبیاری و عملکرد محصول بوده و نشان می‌دهد که مجموع تغییرات در این شاخص نمایان شده است. اگرچه در کارهای تحقیقاتی که سایر پارمترها قابل کنترل هستند ضریب تغییرات کمتر از ۳۰ قابل قبول است ولی در کارهای میدانی که عوامل زیاد غیر قابل کنترلی در نتیجه تحقیق مؤثرند، ضریب تغییرات تا ۵۰ درصد نیز قابل قبول است. در این تحقیق نیز عملکرد محصول به عوامل زیادی از جمله میزان دسترسی به آب، روش آبیاری، مدیریت زراعی، اقلیم، تغذیه، آفات و بیماری‌ها و ... بستگی دارد. ناصری (۱۳۹۳)، گزارش داد که میانگین بهره‌وری آب پیاز در آذربایجان شرقی از سال ۱۳۷۴ تا سال ۱۳۸۱ برابر ۶/۱ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

تأثیر روش‌های آبیاری بر حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب

اگرچه روش آبیاری سطحی یکی از روش‌های معمول در آبیاری مزارع پیاز است و هم‌اکنون نیز در بخش‌های مختلف کشور از روش آبیاری سطحی برای آبیاری مزارع پیاز استفاده می‌شود، ولی در دهه‌های اخیر

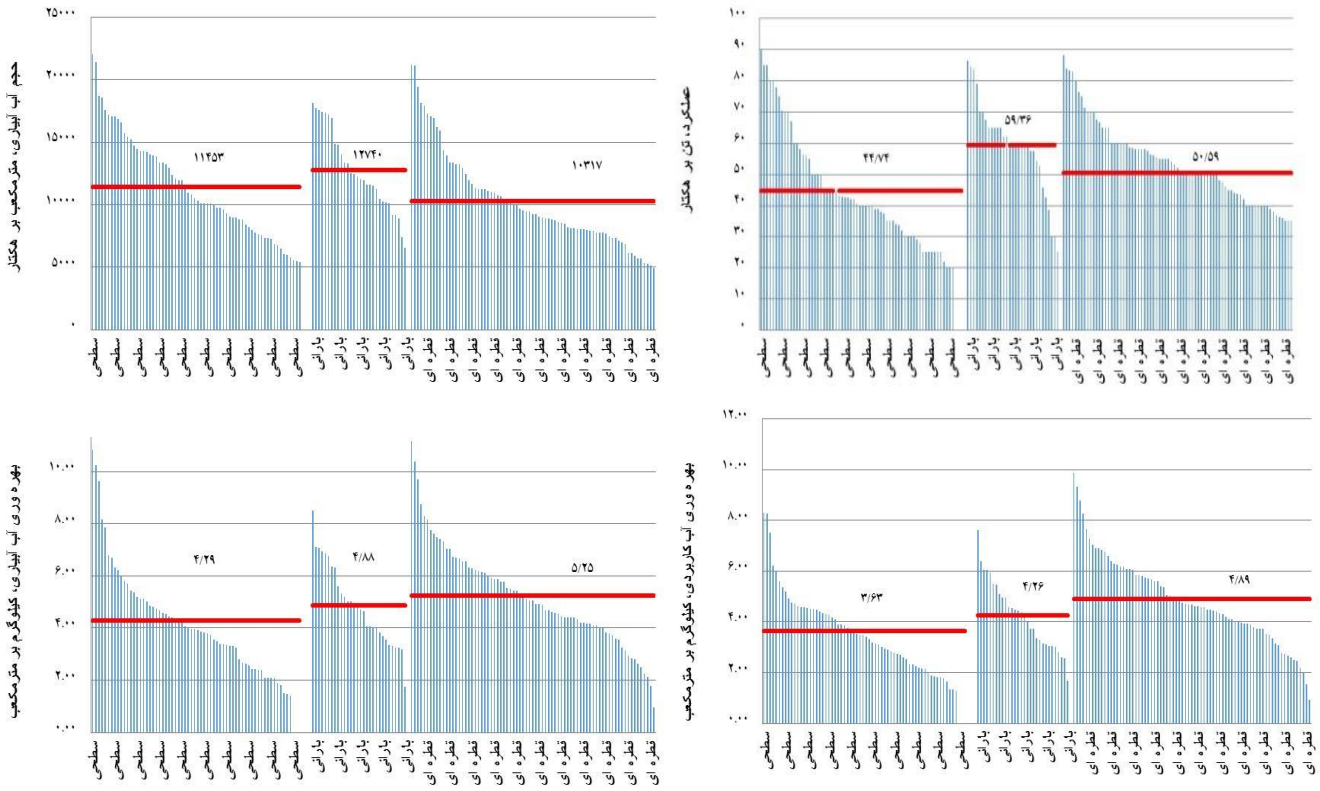
استفاده از انواع روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی مرسوم شده است. بر اساس نتایج ارزیابی انجام‌شده ۴۷/۳ و ۱۶/۳ درصد از مزارع پیاز مورد مطالعه به ترتیب به روش قطره‌ای نواری و بارانی آبیاری شدند و روش آبیاری سطحی فقط ۳۶/۴ درصد از مزارع پیاز را به خود اختصاص داد. این نتایج حاکی از آن است که تغییرات حجم آب آبیاری در روش سطحی از ۵۴۰۰ تا بیش از ۲۲۰۰۰ مترمکعب بر هکتار با میانگین ۱۱۴۵۳ مترمکعب در هکتار، در روش بارانی از ۶۵۰۰ تا بیش از ۱۸۰۰۰ با میانگین ۱۲۷۴۰ مترمکعب در هکتار و در روش قطره‌ای نواری از ۴۹۰۰ تا بیش از ۲۱۰۰۰ با میانگین ۱۰۳۱۷ مترمکعب متغیر بوده است (شکل ۱).

اگرچه میانگین حجم آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی ۱۰ درصد کاهش یافته است ولی نتایج اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای نشان داده است که برخی از مزارع که به روش قطره‌ای نیز آبیاری می‌شوند از مدیریت مناسب آبیاری برخوردار نبوده و حجم آب آبیاری بیش از مقدار قابل انتظار است (شکل ۱). در روش آبیاری سطحی بیشترین تلفات مربوط به نفوذ عمقی و رواناب سطحی است، درحالی‌که در آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی این امکان وجود دارد که آب بصورت یکنواخت در سطح مزرعه توزیع گردد و مصرف آب تا حد زیادی کاهش یابد. مقایسه میانگین آب داده شده به مزارع کشور در روش آبیاری قطره‌ای نواری، بارانی و سطحی نشان می‌دهد که حجم آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری ۱۰ درصد نسبت به روش سطحی کاهش یافته است. براساس نتایج آزمون آماری انجام‌شده، اختلاف آب آبیاری در روش‌های سطحی، قطره‌ای نواری و بارانی از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

نتایج ارائه‌شده در شکل ۱ نشان داد که عملکرد غده پیاز در مزارع مختلف در روش آبیاری بارانی از ۲۵ تا ۸۶ تن بر هکتار متغیر و دارای میانگین ۵۹/۳۶ تن بر هکتار است. بین مقادیر عملکرد محصول در روش‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. میانگین عملکرد غده پیاز در روش آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب ۳۶/ ۵۹ و ۵۰/۵۹ تن بر هکتار و به میزان ۳۳ و ۱۳ درصد بیشتر از روش آبیاری سطحی بود. استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری توانست علاوه بر کاهش ۱۰ درصدی حجم آب آبیاری، عملکرد محصول را ۱۳ درصد افزایش دهد و نقش مؤثری در افزایش تولید غده پیاز در کشور داشته باشد (شکل ۱). نتایج تحقیقات انجام‌شده در جهان (یاس، ۲۰۱۹، دبنگره و همکاران، ۲۰۲۰، باسکر و همکاران، ۲۰۱۸، هیله و همکاران، ۲۰۲۱، رائو و همکاران، ۲۰۱۹، یان و همکاران ۲۰۲۰) نیز حاکی از آن است که عملکرد محصول پیاز در روش‌های نوین آبیاری (قطره‌ای نواری و بارانی) نسبت به روش سطحی حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد افزایش یافته است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج بهره‌وری آب آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری نشان داد که بهره‌وری آب آبیاری پیاز در روش آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی افزایش یافته است و با روش آبیاری سطحی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری دارد. با توجه به اینکه میزان آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری ۱۰ درصد نسبت به روش سطحی کاهش یافته بود و عملکرد محصول نیز ۱۳ درصد افزایش داشت، افزایش بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری نیز ناشی از افزایش عملکرد و استفاده بهینه از آب آبیاری بوده است. میانگین بهره‌وری آب آبیاری پیاز در روش‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری به‌ترتیب معادل ۴/۲۹، ۴/۸۸ و ۵/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب بود (شکل ۱). بر اساس نتایج ارائه‌شده در شکل ۱ می‌توان گفت که بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری به‌ترتیب ۱۴ و ۲۲ درصد افزایش داشته است و این افزایش از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. نتایج بهره‌وری آب محاسبه شده در این تحقیق با برخی نتایج ارائه‌شده در تحقیقات مختلف از جمله آیاس (۲۰۱۹)، رائو و همکاران (۲۰۱۹)، رستگار و

همکاران (۱۳۸۷)، ادیم و خسروی (۱۳۸۹) و پیری (۱۳۹۷) مطابقت دارد.



شکل ۱- مقایسه حجم آب آبیاری، عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری و آب کاربردی پیاز در روش‌های مختلف آبیاری

اختلاف حجم آب آبیاری و حجم آب کاربردی در استان‌های مختلف (جدول ۲) حاکی از آن است که بارندگی‌ها در برخی از استان‌ها در تولید محصول پیاز مؤثر بوده ولی بخش کمی از نیاز آبی گیاه را تأمین کرده و تأثیر قابل‌توجهی بر بهره‌وری آب کاربردی (مجموع آب آبیاری و بارش مؤثر) نداشته است. با توجه به اینکه در بیشتر استان‌های کشور پیاز در انتهای بهار و تابستان که میزان بارش ناچیز است، رشد و نمو می‌کند، تأثیر بارش بر بهره‌وری آب کاربردی به‌شدت کاهش می‌یابد. میانگین بهره‌وری آب کاربردی در محصول پیاز در روش‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری به‌ترتیب معادل ۳/۶۳، ۴/۲۶ و ۴/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب بود (شکل ۱) و نشان داد که شاخص بهره‌وری آب کاربردی نیز، در روش آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری به‌ترتیب ۱۷ و ۳۵ درصد افزایش داشته است و این اختلاف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است.

نیاز ناخالص آبیاری و میزان آب آبیاری مزارع پیاز در استان‌های منتخب

برای تعیین نیاز خالص آبیاری ابتدا مقدار تبخیر و تعرق گیاه مرجع بر اساس داده‌های هواشناسی سال انجام تحقیق (۱۴۰۰-۱۳۹۹) با استفاده از نرم‌افزار ET0 Calculater و روش پنمن مانتیث (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) برآورد و با اعمال ضریب گیاهی پیاز، میزان تبخیر تعرق گیاهی پیاز تعیین شد. سپس با در نظر گرفتن میزان بارش مؤثر در طول دوره رشد، نیاز خالص آبیاری برای کل فصل رشد گیاه پیاز در استان‌های مختلف کشور محاسبه و با مقادیر ارائه‌شده در سند ملی آب کشور (Netwat)، مقایسه

شد (جدول ۳). در استان خوزستان در سال انجام تحقیق بخش قابل‌توجهی از نیاز آبی گیاه از طریق بارش مؤثر تأمین شده است لذا نیاز آبیاری پایینی بدست آمده است. نتایج تجزیه و تحلیل نیاز خالص آبیاری در سایر استان‌ها نشان داد که در برخی از استان‌ها از جمله هرمزگان، خراسان شمالی، آذربایجان شرقی و اصفهان اختلاف بین دو روش کمتر از ۵ درصد و قابل چشم‌پوشی است ولی میانگین نیاز خالص آبیاری ارائه‌شده در سند ملی آب کشور، در استان‌های خراسان رضوی، زنجان، فارس و جنوب کرمان بین ۱۵ تا ۱۲۲ درصد کمتر از مقدار نیاز خالص آبیاری برآورد شده بر اساس داده‌های سال انجام تحقیق است. از جمله عوامل تأثیرگذار در این خصوص، می‌توان به تغییرات طول دوره رشد گیاه، افزایش درجه حرارت هوا، سرعت باد، کاهش میزان رطوبت هوا و ارقام جدید اشاره کرد. بدیهی است که برای امکان مقایسه نیاز خالص فصلی آبیاری با مقدار آب داده شده توسط زارعین باید مقادیر ناخالص نیاز آبیاری فصلی تعیین شود. با توجه به در دسترس نبودن راندمان آبیاری مزارع، برای تبدیل نیاز خالص آبیاری برآورده شده به نیاز آبیاری (نیاز ناخالص) از راندمان پتانسیل آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری استفاده و مقدار راندمان پتانسیل برای آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد در نظر گرفته شد (ایرماک و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج نشان داد که در اکثر استان‌ها، میانگین مقدار آب داده شده به مزارع پیاز با مقدار برآورد شده به روش‌های مختلف آبیاری مطابقت دارد و نیاز آبی فصلی گیاه تأمین شده است (جدول ۳)، ولی در برخی از استان‌ها از جمله خراسان شمالی مقدار آب داده شده به مزارع کمتر از مقدار نیاز ناخالص برآورده شده است. با توجه به اینکه راندمان آبیاری در اکثر مزارع در کشور کمتر از راندمان پتانسیل سامانه‌های آبیاری است، این نتایج نشان می‌دهد که بهره‌بردار بر اساس میزان دسترسی به آب، آبیاری کرده است و در مناطق مختلف میزان کم‌آبیاری یا بیش‌آبیاری کاملاً متفاوت و از روند خاصی پیروی نمی‌کند.

جدول ۳- مقایسه نیاز خالص و ناخالص آب آبیاری مزارع پیاز با مقدار آب داده شده تحت شرایط زارع

استان	نیاز خالص آبیاری (میلی‌متر)		اختلاف دو روش	نیاز ناخالص آبیاری (میلی‌متر) آبیاری(میلی‌متر)		آب داده شده	نسبت آب داده شده به
	سال جاری	Netwat	درصد	سال جاری	Netwat	میلی‌متر	میانگین نیاز ناخالص
هرمزگان	۴۹۲	۴۶۹	۴/۹	۵۴۷	۵۲۲	۷۰۶	۱/۳
خراسان شمالی	۶۸۸	۷۰۴	-۲/۳	۱۱۴۷	۱۱۷۴	۸۴۴	۰/۷
خراسان رضوی	۱۰۳۲	۵۷۶	۷۹/۲	۱۴۳۲	۷۹۹	۱۲۰۰	۱/۱
آذربایجان شرقی	۵۰۱	۵۰۰	۰/۲	۶۱۱	۶۱۱	۹۵۰	۱/۵
اصفهان	۷۲۲	۷۵۱	-۳/۹	۱۰۴۵	۱۰۸۱	۱۳۲۷	۱/۲
خوزستان	۲۵۰	۳۵۶	-۲۹/۸	۴۰۱	۵۶۷	۹۷۴	۲/۰
زنجان	۱۱۲۷	۷۰۰	۶۱/۰	۱۴۳۷	۸۹۳	۱۶۵۹	۱/۴
فارس	۱۰۷۰	۴۸۲	۱۲۲/۰	۱۴۳۷	۶۳۳	۱۳۸۸	۱/۳
جنوب کرمان	۴۵۷	۳۹۶	۱۵/۴	۵۰۸	۴۱۰	۹۶۲	۲/۰
میانگین حسابی	۶۹۴	۵۲۲		۹۲۹	۷۰۵	۱۱۱۷	
میانه	۵۷۵	۴۷۶		۷۹۲	۵۴۳	۱۰۳۵	
انحراف معیار	۳۳۳	۲۰۴		۴۸۲	۳۱۱	۳۹۰	
ضریب تغییرات	۴۸	۳۹		۵۲	۴۴	۳۵	
میانگین وزنی	۶۶۷	۵۲۸		۸۸۴	۶۹۷	۱۰۸۲	

نتایج ارائه‌شده در جدول ۳ نشان داد که در همه استان‌ها به‌جز خراسان شمالی، نسبت مقدار آب داده شده به مزارع پیاز به میانگین نیاز ناخالص برآورد شد بیش از ۱ است و نشان می‌دهد که نیاز آبیاری فصلی گیاه تأمین شده است، ولی در استان خراسان شمالی مقدار آب داده شده به مزارع کمتر از مقدار نیاز آبیاری بوده و نیاز آبیاری تأمین نشده است. یکی از علت‌های عدم تأمین نیاز آبیاری عدم دسترسی به منابع آب کافی است. با توجه به اینکه در این تحقیق از راندمان پتانسیل در سامانه‌های آبیاری استفاده شده است و با توجه به اینکه راندمان آبیاری در اکثر مزارع در کشور کمتر از راندمان پتانسیل است، حجم آب آبیاری در استان‌های هرمزگان، خراسان رضوی، اصفهان و فارس منطقی به نظر می‌رسد ولی در استان‌های خوزستان و جنوب کرمان که دو برابر نیاز ناخالص آبیاری شده است، حجم آب آبیاری منطقی نبود و بیش‌آبیاری شده است. اگرچه بین میانگین وزنی و میانگین حسابی شاخص‌های ارائه‌شده در جدول ۳ اختلاف زیادی مشاهده نمی‌شود ولی اختلاف بین مقادیر این شاخص‌ها با میانه مربوطه قابل ملاحظه و حاکی از وجود چولگی در داده‌ها است. از طرف دیگر ضریب تغییرات نیاز آبی خالص و ناخالص نیز نسبتاً بالا و مبین آن است که نیاز آبی خالص و ناخالص محاسبه‌شده برای سال تحقیق از تغییرات زیادی برخوردار بوده‌اند. نتایج تحقیق سالمی و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که مقدار آب آبیاری مزارع پیاز در روش آبیاری سطحی در منطقه فریدن اصفهان حدود ۱۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار بوده است که با این تحقیق (۱۳۲۷۰ مترمکعب در هکتار) که مربوط به میانگین روش‌های آبیاری است اختلاف فاحشی ندارد. همچنین کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) حجم آب آبیاری مزارع پیاز به روش آبیاری سطحی در استان خراسان رضوی را ۱۱۳۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش کردند که در این تحقیق ۱۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار بدست آمده است.

حجم آب موردنیاز برای تولید پیاز در کشور

برای برآورد حجم آب مورد نیاز تولید پیاز در کشور از میانگین‌های حجم آب آبیاری در استان‌های منتخب و سطح زیرکشت محصول پیاز در هر استان استفاده شد (جدول ۴). در این برآورد از میانگین وزنی حجم آب آبیاری در استان‌های منتخب کشور، یعنی ۱۰۸۲۳ مترمکعب بر هکتار به‌عنوان میانگین حجم آب آبیاری در سایر استان‌ها که سطح زیرکشت قابل‌توجهی نداشتند و در این تحقیق اندازه‌گیری نشده بودند، استفاده گردید. نتایج این برآورد نشان داد که استان فارس با کاربرد حدود ۸۳ میلیون مترمکعب بیشترین حجم آب برای تولید پیاز در کشور را به خود اختصاص داده است. استان‌های کرمان و اصفهان به ترتیب با مصرف حدود ۷۵ و ۷۲ میلیون مترمکعب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین بر اساس نتایج برآورد شده در جدول ۴، سالانه حدود ۶۵۵ میلیون مترمکعب از منابع آب سطحی و زیرزمینی کشور برای تولید پیاز در کشور اختصاص می‌یابد.

جدول ۴- برآورد حجم آب آبیاری مورد نیاز پیاز در استان‌های مختلف کشور

استان	سطح زیرکشت	حجم آب آبیاری (مترمکعب بر هکتار)			حجم آب مورد نیاز
	(هکتار)	حداقل	حداکثر	میانگین	(میلیون مترمکعب)
آذربایجان شرقی	۱۵۷۲	۷۰۰۰	۱۴۷۳۳	۹۵۰۲	۱۵/۰
اصفهان	۵۸۱۶	۸۸۹۰	۱۸۷۰۰	۱۳۲۷۳	۷۲/۲
جنوب کرمان	۷۷۸۸	۷۶۷۷	۱۲۴۲۵	۹۶۱۸	۷۴/۹
خراسان رضوی	۲۰۵۲	۷۷۷۶	۱۷۵۵۰	۱۱۹۹۸	۲۴/۶
خراسان شمالی	۳۴۳۰	۶۴۸۰	۱۰۵۰۰	۸۴۳۸	۲۸/۹
خوزستان	۴۳۸۷	۵۴۱۸	۱۷۰۴۸	۹۷۴۰	۴۲/۷
زنجان	۳۴۱۰	۹۷۲۰	۲۲۰۲۴	۱۶۵۸۸	۵۶/۶
فارس	۶۰۰۰	۱۰۰۲۲	۱۸۱۴۴	۱۳۸۸۰	۸۳/۳
هرمزگان	۸۰۴۱	۴۸۹۵	۱۱۱۲۵	۷۰۵۷	۵۶/۷
سایر استان‌ها	۱۸۰۵۵	–	–	۱۰۸۲۳	۱۹۵/۴
کل کشور	۶۰۵۵۴	–	–	۱۰۸۲۳	۶۵۵/۴

تأثیر روش‌های کاشت بر حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب

اگرچه تا اوایل دهه ۸۰ خورشیدی تولید پیاز در ایران از طریق کشت بذر انجام می‌شد، ولی با توجه به محدودیت منابع آب و همچنین حساسیت جوانه‌زنی پیاز در شرایط نامناسب فیزیکی خاک، گرایش به تولید پیاز از طریق کشت نشایی و غده‌ای گسترش یافته است، به‌طوری‌که بر اساس نتایج این تحقیق کشت این محصول در برخی از استان‌های جنوبی کشور از جمله هرمزگان و منطقه جنوب کرمان فقط به‌صورت نشایی یا کشت غده‌ای انجام می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که ۶۵، ۳۰ و ۵ درصد از مزارع منتخب پیاز به ترتیب به روش کشت بذری، نشایی و غده‌ای انجام شده است. با توجه به اینکه در روش کشت نشایی و غده‌ای، زمان آبیاری در زمین اصلی حدود سه ماه کمتر از روش کشت بذری است، این عامل نقش مهمی در کاهش حجم آب آبیاری و افزایش بهره‌وری آب در تولید پیاز دارد. نتایج حجم آب آبیاری و بهره‌وری آب در روش کشت‌های مختلف با در نظر گرفتن میزان آب کاربردی برای تولید نشاء، نشان داد که درکشت نشایی پیاز، حجم آب آبیاری ۱۴/۷ درصد نسبت به کشت بذری کاهش داشته است که با توجه به محدودیت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند نقش مؤثری در تولید محصول ایفا نماید. نتایج بهره‌وری آب کاربردی پیاز نیز نشان داد که درکشت نشایی بهره‌وری آب کاربردی ۱۶/۷ درصد افزایش داشته است (جدول ۵). نتایج ارائه‌شده در جدول ۵ نشان داد که تغییرات آب آبیاری و بهره‌وری آب در کشت غده‌ای نیز روند مشابهی با کشت نشایی داشته است. نتایج این تحقیق با نتایج حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد.

جدول ۵- میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده در مزارع پیاز در روش‌های مختلف کشت در کشور

نوع کشت	آب آبیاری خزانه m^3/ha	آب آبیاری m^3/ha	آب کاربردی m^3/ha	عملکرد غده kg /ha	بهره‌وری آب آبیاری kg/m^3	بهره‌وری آب کاربردی kg/m^3
بذری	–	۱۱۸۰۴	۱۳۳۷۳	۵۱۷۹۰	۴/۷۲	۴/۰۸
غده‌ای	۲۵۰	۹۵۷۲	۹۹۸۳	۴۷۹۴۰	۵/۰۱	۴/۹۳
نشایی	۱۰۲	۹۹۶۵	۱۰۶۶۷	۴۶۳۵۰	۵/۰۴	۴/۷۶

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب پیاز در شرایط مدیریت کشاورزان در ۱۹۰ مزرعه در قطب‌های تولید پیاز کشور شامل آذربایجان شرقی، اصفهان، خوزستان، زنجان، جنوب کرمان، فارس، خراسان رضوی، خراسان شمالی و هرمزگان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اندازه‌گیری شد و نتایج کلی زیر بدست آمد: میانگین تعداد نوبت‌های آبیاری در روش آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب ۱۷، ۳۲ و ۴۰ نوبت آبیاری بدست آمد و نشان داد که تعداد آبیاری‌ها در روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی به‌طور معنی‌داری بیشتر از روش آبیاری سطحی بوده است.

حجم آب آبیاری پیاز در کشور بسته به روش آبیاری، تعداد نوبت‌های آبیاری، شرایطی اقلیمی، شوری آب آبیاری از ۵۰۰۰ تا بیش از ۲۰۰۰۰ با میانگین وزنی ۱۰۸۲۳ مترمکعب بر هکتار متغیر بود. این شاخص در روش آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب ۱۱۴۵۳، ۱۲۷۴۰ و ۱۰۳۱۷ مترمکعب بر هکتار بدست آمد. کل حجم آب آبیاری برای تولید پیاز در کشور ۶۵۵ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردید.

میانگین وزنی عملکرد غده پیاز در کشور ۴۹۹۸۶ کیلوگرم بر هکتار بدست آمد. این شاخص در روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب ۵۹۳۶۰ و ۵۰۵۹۰ کیلوگرم بر هکتار و به میزان ۱۴ و ۲۲ درصد بیشتر از آبیاری سطحی (۴۴۷۴۰ کیلوگرم بر هکتار) بود. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری توانسته است علاوه بر کاهش حدود ۱۰ درصدی آب آبیاری، عملکرد محصول را افزایش دهد و نقش مؤثری در افزایش تولید پیاز در کشور داشته باشد.

استان‌های آذربایجان شرقی و هرمزگان با نزدیک به ۶ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین بهره‌وری آب آبیاری را به خود اختصاص داده‌اند، درحالی‌که زنجان با ۳ کیلوگرم بر مترمکعب، دارای کمترین بهره‌وری آب آبیاری بود. بهره‌وری آب آبیاری در استان‌های خراسان رضوی، خراسان شمالی، اصفهان و منطقه جنوب کرمان حدود ۵ کیلوگرم بر مترمکعب و نزدیک به میانگین وزنی در کشور (۴/۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب) بود.

میانگین بهره‌وری آب کاربردی (آب آبیاری و بارش مؤثر) در محصول پیاز در روش‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب معادل ۳/۶۳، ۴/۲۶ و ۴/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب بود و نشان داد که بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به روش سطحی حدود ۳۵ درصد افزایش داشته است.

کشت نشایی در مقایسه با کشت بذری موجب ۱۴/۷ درصد کاهش میزان آب آبیاری و ۱۶/۷ درصد افزایش در بهره‌وری آب شد.

با توجه به نتایج این تحقیق، کاربرد توأمان کشت نشایی و استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری در مزارع پیاز پیشنهاد می‌شود.

تقدیر و تشکر

پژوهش حاضر با حمایت مالی و معنوی معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی انجام گرفته است و در اجرای آن همکاران گرانقدری از سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌های آذربایجان شرقی، اصفهان، خوزستان، زنجان، کرمان، فارس، خراسان رضوی، خراسان شمالی و هرمزگان، موسسه تحقیقات خاک و آب و همکاران بخش‌های تحقیقات فنی و مهندسی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های مذکور مشارکت و همکاری مؤثری داشته‌اند. بدین‌وسیله نگارندگان، مراتب سپاس و قدردانی خود را از زحمات و همکاری‌های این عزیزان اعلام می‌دارد.

فهرست منابع

۱. احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر.، و عبدشاه، ح، ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی سال ۸۹-۱۳۹۷. وزارت جهاد کشاورزی و معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر فناوری اطلاعات و ارتباطات، جلد اول: محصولات زراعی.

۲. احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ح.، و کاظمیان، ا، ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال ۹۷-۱۳۹۶. وزارت جهاد کشاورزی و معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر فناوری اطلاعات و ارتباطات، جلد اول: محصولات زراعی.

۳. اکبری، م.، مرتضوی بک، ا.، نصراصفهانی، م.، زیدی، م.، و پاشنام، ر، ۱۳۸۲. مقایسه روش‌های آبیاری سطحی و بارانی روی عوامل کمی و کیفی در ارقام تجارتی پیاز .گزارش پژوهشی نهایی شماره ۵۵/۲۷۴ ، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

۴. اکبری، م.، ناصری، ا.، خرمیان، م.، قدمی‌فیروزآبادی، ع.، هدایتی‌پور، ا.، و اسلامی، ا، ۱۳۹۷ .تعیین آب مصرفی لوبیا در کشور .گزارش پژوهشی نهایی شماره ۵۴۰۲۷، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

۵. اکبری، م.، ناصری، ا.، نورجو، ا.، پرچمی‌عراقی، ف.، علیمحمدی‌نافچی، ر.، اسلامی، ا.، گمرکچی، ی.، کمالی‌پاشائی، م.، کیا، ع.، گودرزی،م.، قاسمی، م. م.، بهراملو، ر.، نخجوانی، م. م.، و سپهری، س، ۱۴۰۰. تعیین آب مصرفی هلو و شلیل در کشور .گزارش پژوهشی نهایی شماره ۵۹۶۲۴، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

۶. باغانی، ج.، معیری، م.، ورجاوند،پو، سلامتی، ن.، اسلامی، ا.، شاهرخ‌نیا، م .ع.، کیانی،ع. ر.، قدمی‌فیروزآبادی، ع.، حقایقی‌مقدم، ا.، خسروی، ح.، اخوان، ک.، بهراملو، ر.، و ناصری، ا، ۱۳۹۷. تعیین آب مصرفی گندم در کشور .گزارش پژوهشی نهایی شماره ۵۳۶۳۶، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

۷. پیری، ح، ۱۳۹۷ .تأثیر مقادیر مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد پیاز و بهره‌وری مصرف آب در سه روش آبیاری .مجله پژوهش آب در کشاورزی، سال سی و دوم شماره ۲ . ص ۱۸۷تا ۲۰۰

۸. حسن‌زاده، ح.، ابوطالبی، ع.، و ذاکری‌فرد، ا، ۱۳۹۲. مقایسه اثر روش‌های مختلف کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پیاز در شرایط روزکوتاه در میناب .به زراعی کشاورزی، دوره ۱۵، شماره ۱، ۱۲۳-۱۱۱.

۹. رستگار، ج.، باغانی، ج.، و زارع، ش، ۱۳۸۷. بررسی فنی و اقتصادی سه روش مختلف آبیاری(قطرهای، شیاری و کرتی)و اثر آن بر روی عملکرد کمی ارقام روزبلند پیاز خوراکی .نیشابور :سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۵۳ صفحه.

۱۰. سالمی، ح.، تاکی، ا.، میران‌زاده، م.، و زیدی‌کوله‌پارچه، م، ۱۳۹۵. سنجش بهره‌وری آب و انرژی درکشت ردیفی پیاز به روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) در یک خاک لوم سیلتی .گزارش پژوهشی نهایی شماره ۴۹۶۹۴، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

۱۱. سرمد، ز.، بازرگان، ع.، و حجازی، ا، ۱۳۸۰. روش‌های تحقیق در علوم رفتاری. انتشارات آگاه. ۴۰۵ صفحه.

۱۲. عباسی، ف.، نخجوانی، م. م.، سلامتی، ن.، خرمیان، م.، دهقانیان، س. ا.، جلینی، م.، اسلامی، ع. ر.، اخوان، ک.، گمرکچی، ا.، و فرزام‌نیا، م، ۱۳۹۶. تعیین آب مصرفی ذرت علوفه‌ای در کشور .گزارش پژوهشی نهایی شماره ۵۳۰۵۴، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

۱۳. کریم‌زاده، م.، علیزاده، ا.، انصاری، ح.، قربانی، ح.، و بنایان‌اول، م، ۱۳۹۵. بهینه‌سازی بهره‌وری آب و کارایی انرژی در انتخاب الگوی کشت، آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۶، جلد ۱۰ ، ص .۸۵۹-۸۴۹.

۱۴. میلانی، اژدر عنابی .۱۳۸۶ . تعیین تبخیر تعرق و ضریب گیاهی پیاز در طول دوره رشد در دشت تبریز . خسروشاه :-سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۳۷ صفحه.

۱۵. ناصری، الف .۱۳۹۳ . بهره‌وری آب در تولید محصولات زراعی .مجموعه نگاشت‌های ترویجی آبیاری .مؤلف . ۲۳۳ ص.

۱۶. نکوآمال‌کرمانی, م.، حسن‌زاده، ح.، و سلامتی ح، ۱۳۹۰. تخمین آب مورد نیاز پیاز رقم پریماورا بر اساس روش کم‌آبیاری از نرمال، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، دانشگاه شهید باهنر.

17. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrig. Drain. Paper No. 56. FAO, Rome, Italy, 300 pp.
18. Ambomsa, A., Seyoum,T., Hordofa. T. 2020. Effect of irrigation methods and irrigation levels on yield and water productivity of onion at Awash Melkasa, Ethiopia. Industrial Engineering. 4(2): 33-42.
19. Ayas, S. 2019. Water-Yield relationships in deficit irrigated onion. Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology, 7(9): 1310-1320
20. Bhasker, P., Singh, R K., Gupta, R C., Sharma, H P., Gupta, P K. 2018. Effect of drip irrigation on growth and yield of onion. Journal of Spices and Aromatic Crops. 27 (1) : 32-37.
21. Bos, M.G., Kselik, R.A.L., Allen, R.G. and Molden, D. 2008. Water requirements for irrigation and the environment. Springer Science & Business Media.
22. Dingre, S.K. and Pawar, D.D. 2020. Response of drip irrigated onion (Allium cepa L.) growth, yield and water productivity under deficit irrigation schedules. Journal of Natural Resource Conservation and Management. 1(1): 69-75.
23. FAOSTAT. 2021. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC
24. Geries, L. S. M., Okasha, E. M., Moursi, E. A. 2020. Impact of deficit irrigation methods on the yield, water productivity, Quality and storage losses of some onion cultivars in Nile delta, Egypt. Plant Archives. 20(2):3528-3538.
25. Haile, A., Gezie, S., Tegenu,G. 2021. Effect of furrow method and mulch on bulb yield and water productivity of irrigated onion under central highland vertisol of Ethiopia. Ethiopian Journal of Agricultural Science. 31(1) 145-157.
26. Irmak, S.; Odhiambo, L.; Kranz, W.; Eisenhauer, D. 2011. Irrigation efficiency and uniformity, and crop water use efficiency Biological Systems Engineering: Papers and Publications. 451.
27. Kadayifci A., Tuylu GI., Ucar Y., Cakmak B., 2005. Crop water use of onion (Allium cepa L.) in Turkey. Agricultural Water Management 72(1): 59–68.
28. Molden, D.J., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., de Fraiture, C., 1998. Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems. Research Report No. 20, Colombo, Sri Lanka: International Wate Management Institute.
29. Rao, KVR., Gangwar, S., Aherwar, P., Yadav, D. 2019. Growth, yield, economics and water use efficiency of onion under different micro irrigation systems. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 8(3): 3866-3869
30. Yan, N., Wu, B. and Zhu, W. 2020. Assessment of agricultural water productivity in arid China. Water, 12 (4).

31. Zheng, J., Hunga, G., Wang, J., Huang, Q., Pereira, LS., Xu X, et al. 2013. Effects of water deficits on growth, yield and water productivity of drip-irrigated onion (Allium cepa L.) in an arid region of North West China. Irrigation Science. 31:995-1008.

Estimation of Volume of Applied Water and Water Productivity for Onion in Some Provinces of Iran

M. akbari[1*], F. Abbasi[2], A. Nasseri[3], M.A. Shahrokhnia[4], M. Khramian[5], M. Farzamniya[6], M. Keramati[7], A. Azizi[8], M. Abbasi[9], M. Zarea Mehrani[10], H. Khosravi[11], E. Moghbelidamane[12], M. M. Nakhjavanimoghaddam[13], N. Abbasi[14], and J. Baghani[15]

1- Associated Prof., Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. **akbari_m43@yahoo.com**
2- and14- Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. **fariborzabbasi@ymail.com and nader_iaeri@yahoo.com**
3- Associated Prof., Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran. **nasseri_ab@yahoo.com**
4- Associated Prof., Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Fars, Iran. **mashahrokh@yahoo.com**
5- Assistant Prof., Agricultural Engineering Research Department, Safi Abad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khuzestan, Iran. **khorramy.mohamad@yahoo.com**
6- Academic staff, Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran. **masoud_farzamnia@yahoo.com**
7- Academic staff, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. **majide_keramati@yahoo.com**
8- Assistant Prof., Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khuzestan, Iran. **Azy911@yahoo.com**
9- Academic staff, Soil and Water Research Department, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zanjan, Iran. **abasimohamad7@gmail.com**
10- Expert, Agricultural Engineering Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar Abbas, Iran. **zare505@gmail.com**
11- Expert, Agricultural Engineering Research Department, North Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bojnord, Iran. **hassan_kho0571@yahoo.com**
12- Assistant Prof., Agricultural Engineering Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran. **esmaeil804@gmail.com**
13- and 15- Assistant Prof., Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. **mehdin55@yahoo.com and baghani37@gmail.com**

Received: May 2022, and Accepted: August 2022

Abstract

This project was implemented with the aim of measuring water applied to onion under farmers' management in 190 selected sites at the production hubs of onion in Iran including Azarbaijan Sharghi, Isfahan, Khusestan, Zanjan, Kerman, Fars, Khorasan Razavi, Khorasan Shomali, and Hormozgan provinces. According to the results, differences between the average volumes of irrigation water in those provinces, different irrigation methods, various sources and salinities of irrigation water and soil, and different onion varieties were significant ($p<1\%$), during the growing season of 2020-2021. The average amount of applied water by farmers in those provinces was 9502, 13273, 9740, 16588, 9618, 13880, 11998, 8438 and 7057 m^3/ha, respectively, with the weighted average of 10823 m^3/ha. The onion yield in selected sites, varied from 20000 to 90000 kg/ha, with an average of 49980 kg/ha. The measured values were compared with the net irrigation water requirement estimated by the FAO Penman-Monteith method and with the National Water Document values. The results showed that the differences between average volumes of applied water by farmers, yield and irrigation water productivity, and irrigation water plus effective rainfall productivity in the selected sites were significant at 5% probability level. Irrigation water productivity varied from 3.13 to 6.30 kg/m^3 and its average was 4.93 kg/m^3. The average irrigation water plus effective rainfall productivity for onion in Iran was 4.50 kg/m^3. The average net irrigation water requirement in the study areas by the Penman-Monteith method and the National Water Document were 8834 and 6972 m^3/ha, respectively. These results showed that the average applied water in surface, sprinkler, and drip irrigation methods were 11453, 12740 and 10317 m^3/ha, respectively, with significant ($p<5\%$) difference. These results showed that in drip irrigation method, applied water was 10% lesser while irrigation water plus effective rainfall productivity was 35% higher. Transplanting seedling compared to direct seeding caused 14.7% reduction in applied water and 16.7% increase in water productivity. According to the results of this study, drip irrigation and transplanting method for onion fields is recommended.

Keywords: Onion yield, Irrigation methods, Net water requirement, Transplanting

* - Corresponding author: Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.