علوم کاربردی سیب‌زمینی
سال ششم شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲

بهبود بهره‌وری آب آبیاری سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای در مقایسه با روش آبیاری بارانی

حجت علیخانی مهوار [1*] ، علی قدمی فیروزآبادی [2]

۱- مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۲- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: h.alikhani2020.m@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۸ تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۳/۰۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۶

چکیده

در حال حاضر با توجه به کمبود آب در کشور، استفاده از روش‌های مختلف آبیاری مورد استقبال کشاورزان قرار گرفته است. به‌منظور مقایسه بهره‌وری آب آبیاری سیب‌زمینی با دو روش بارانی و قطره‌ای، حجم آب مصرفی در چند مزرعه شهرستان رزن (استان همدان) اندازه‌گیری شد. حجم آب مصرفی در مزارع مورد مطالعه به کمک کنتور حجمی، اندازه‌گیری شده و عملکرد محصول و سود حاصل با پرسش از کشاورزان به‌دست آمد. به‌طور میانگین حجم آب مصرفی در مزارع یادشده، برای روش‌های بارانی و قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۸,۸۵۸ و ۶,۹۰۲ مترمکعب در هکتار بود که این حجم در روش قطره‌ای ۱,۹۵۶ مترمکعب در هکتار کم‌تر بود. هم‌چنین به‌طور میانگین، مقدار عملکرد سیب‌زمینی در دو روش بارانی و قطره‌ای به‌ترتیب ۴۰/۶ و ۴۲/۷ تن در هکتار بود که این مقدار در روش قطره‌ای ۲/۱ تن در هکتار بیش‌تر بود. بهره‌وری فیزیکی آب نیز در دو روش بارانی و قطره‌ای به‌ترتیب ۴/۵۸ و ۶/۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد که در روش قطره‌ای ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب بیش‌تر بود. میزان بهره‌وری اقتصادی آب هم به‌ترتیب برابر با ۱۲۲ و ۲۳۹ هزار ریال بر مترمکعب برای روش‌های بارانی و قطره‌ای، محاسبه شد که مقدار این بهره‌وری در روش قطره‌ای به‌میزان ۱۱۷ هزار ریال بر مترمکعب بیش‌تر بود. لذا با توجه به یکسان بودن نسبی بیش‌تر شرایط از جمله: مدیریت کود، اقلیم و ... در مزارع آزمایشی، می‌توان بالابودن عملکرد، کم بودن آب مصرفی، بیش‌تر بودن بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب را به‌طور نسبی از مزایای روش آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری بارانی دانست.

واژه‌های کلیدی: *آب مصرفی، بهره‌وری اقتصادی، بهره‌وری فیزیکی، عملکرد*

بیان مساله

بحران آب در سال‌های اخیر به‌واسطه خشکسالی‌های اتفاق‌افتاده، به مهم‌ترین مشکل کشور تبدیل شده است (۶). کمبود آب در بخش کشاورزی باعث می‌شود که نیاز به مدیریت بهتر آب و بهینه‌سازی مصرف آن در سطح مزارع و باغات، بیش از پیش احساس شود. یکی از مؤثرترین راهکارهای مقابله با بحران آب و افزایش کمی و کیفی تولیدات در بخش کشاورزی، توجه جدی به بهره‌وری آب و ارتقاء آن با اعمال روش‌ها و سیاست‌های مناسب می‌باشد (۴). استفاده از روش آبیاری قطره‌ای یکی از همین سیاست‌ها بوده و می‌تواند در مناطق مختلف و به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک باعث افزایش بهره‌وری آب، بهینه‌سازی مصرف آب و بالا بردن راندمان کاربرد آب در سطح مزارع و باغ‌ها شود (۹).

از طرفی سیب‌زمینی محصولی است که در بیش از ۱۴۰ کشور جهان کشت شده و پس از گندم، ذرت و برنج در جایگاه چهارمین محصول مهم جهان قرار دارد (۸). ایران با تولید ۵/۲ میلیون تن غده سیب‌زمینی، رتبه دوازدهم را در بین کشورهای تولیدکننده سیب‌زمینی در سال ۲۰۲۳ داشته است (۱۰). مقایسه عملکرد این محصول در ۲۰ کشور اصلی تولیدکننده، تفاوت های زیادی را نشان می‌دهد به‌نحوی که چین با بیش از ۹۱ میلیون تن، در رتبه اول و هند و روسیه به‌ترتیب با تولید بیش از ۵۰ و ۲۲ میلیون تن در سال در رتبه‌های بعدی هستند. متوسط عملکرد این محصول در کل کشورهای جهان، ۲۱ تن در هکتار و در ایران ۳۵ تن در هکتار بوده که رتبه ۴ را در عملکرد نشان می‌دهد (۱۰). در ایران در ۴۵ سال اخیر (۱۳۵۷-۱۴۰۲)، سطح زیرکشت سیب‌زمینی از ۵۷ به ۱۴۲ هزار هکتار افزایش و معادل ۱۵۱ درصد رشد داشته است. این محصول در سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱، بیش از دو درصد (۲/۱۳) از سطح کل زیرکشت محصولات آبی کشور را داشته است (۳). سطح زیرکشت و عملکرد سیب‌زمینی در مزارع استان همدان به‌ترتیب ۲۱,۴۵۸ هکتار و ۴۰ تن در هکتار می‌باشد. از نظر سطح زیرکشت، استان همدان در رتبه اول و استان اردبیل و منطقه جنوب کرمان در رتبه‌های دوم و سوم کشوری قرار دارند (۱). سطح زیرکشت سیب‌زمینی در شهرستان رزن در سال زراعی ۰۱-۱۴۰۰، ۳,۸۰۳ هکتار بود که حدود ۱۰۰ هکتار آن به‌صورت قطره‌ای (نوار تیپ) و باقیمانده عمدتاً به روش بارانی، آبیاری می‌شدند (۲).

بنابراین تلاش برای افزایش عملکرد محصول سیب‌زمینی و کسب سود بیش‌تر از یک سو و استفاده بهینه از آب از سوی دیگر، ایجاب می‌کند تا در جهت انتخاب بهترین روش آبیاری، مقایسه‌ای بین دو روش آبیاری بارانی و قطره‌ای و تأثیر هر یک از این روش‌ها بر حجم آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری محصول سیب‌زمینی انجام شده و روش برتر در سطح یک شهرستان یا استان برای استفاده عموم کشاورزان ارائه شود (۵ و ۷). برای رسیدن به این اهداف، در این مقاله ترویجی وضعیت موجود آبیاری اعمال‌شده از سوی کشاورزان و شاخص‌های بهره‌وری مصرف آب در مزارع سیب‌زمینی با روش‌های بارانی و قطره‌ای، از طریق اندازه‌گیری‌های میدانی در شهرستان رزن (استان همدان)، پایش و مورد مقایسه قرار گرفته است.

معرفی دستاورد

پس از انتخاب مزارع مورد نظر، مساحت آن‌ها تعیین و دبی ورودی در هر نوبت آبیاری در مزارع مورد مطالعه به کمک کنتور حجمی اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است. هم‌چنین نمونه‌های لازم از آب مصرفی و خاک مزارع، تهیه و آزمایشات مربوط به کیفیت آب و ویژگی‌های خاک انجام شد که نتایج آن نیز در جداول (۲ و ۳) ملاحظه می‌شود.

در مزارع مورد مطالعه، فاصله بوته‌ها بر روی هر ردیف حدود ۲۵ سانتی‌متر بود. هم‌چنین فاصله ردیف‌های کشت و نوارها از یکدیگر حدود ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شده بود. در مزارع با آبیاری قطره‌ای در هر ردیف کشت، یک نوار تیپ استفاده می‌شد و در مزارع آبیاری بارانی از سامانه‌های کلاسیک ثابت و لوله‌های چرخ‌دار (ویل‌مو)، استفاده می‌شد (شکل ۱).

جدول ۱- مشخصات مزارع مورد مطالعه

شماره مزرعه	شهرستان	روستا/شهر	مساحت مزرعه (هکتار)	دبی ورودی به مزرعه در هر نوبت آبیاری (لیتر بر ثانیه)	روش آبیاری
۱۰۱	رزن	امتلر	۲/۸	۴/۲	قطره‌ای نواری
۱۰۲	رزن	وفس	۲/۲	۳/۳	قطره‌ای نواری
۱۰۳	رزن	خوروندہ	۴/۱	۶/۱	قطره‌ای نواری
۱۰۴	رزن	دورنیان	۸/۴	۱۲/۴	بارانی (ویل‌مو[1])
۱۰۵	رزن	رزن	۳/۲	۴/۸	بارانی (ویل‌مو)
۱۰۶	رزن	بابانظر	۲/۴	۳/۶	بارانی (ویل‌مو)

جدول ۲- ویژگی‌های کیفیت آب آبیاری مورد استفاده در مزارع مورد مطالعه

شماره مزرعه	EC (µs/cm)	PH	کلسیم	منیزیم	سدیم	بی‌کربنات	کلر
			میلی‌اکی‌والان بر لیتر				
۱۰۱	۷۰۲	۷/۸۰	۶/۱۰	۴/۲۰	۸/۰۲	۶/۲۶	۶/۱۰
۱۰۲	۷۰۸	۷/۸۱	۶/۶۴	۴/۸۴	۷/۴۲	۶/۷۹	۶/۳۳
۱۰۳	۷۰۴	۷/۷۸	۶/۲۸	۴/۳۱	۷/۸۶	۶/۳۴	۶/۱۲
۱۰۴	۷۱۲	۷/۸۴	۶/۳۴	۴/۴۸	۷/۹۴	۶/۴۲	۶/۲۴
۱۰۵	۷۰۱	۷/۷۶	۶/۵۱	۴/۲۲	۷/۹۸	۶/۶۶	۶/۳۰
۱۰۶	۷۰۵	۷/۷۲	۶/۴۶	۴/۶۴	۷/۵۶	۶/۵۱	۶/۱۸

جدول ۳- ویژگی‌های خاک مزارع مورد مطالعه

شماره مزرعه	عمق نمونه خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	EC (ds/m)	PH	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	کربن آلی
					(ppm)		(درصد)	
۱۰۱	۳۰-۰	سیلتی رسی	۱/۷	۷/۲	۶۲	۷۲۷	۰/۱۶	۱/۶
۱۰۲	۳۰-۰	رسی	۱/۹	۷/۴	۲۳	۲۵۵	۰/۲۴	۲/۴
۱۰۳	۳۰-۰	رسی	۱/۸	۷/۱	۳۸	۲۸۲	۰/۲۲	۲/۲
۱۰۴	۳۰-۰	سیلتی رسی	۱/۶	۷/۳	۵۸	۶۲۴	۰/۱۸	۲/۳
۱۰۵	۳۰-۰	رسی	۱/۷	۷/۴	۴۱	۳۱۴	۰/۱۹	۲/۱
۱۰۶	۳۰-۰	سیلتی رسی	۱/۸	۷/۲	۶۰	۵۶۴	۰/۲۰	۱/۷

[1]- Wheel Move Irrigation System

شکل ۱- مزارع سیب‌زمینی با سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (راست) و سامانه آبیاری بارانی (چپ)

با اندازه‌گیری دبی ورودی به مزارع، دبی و تعداد آبپاش‌ها و قطره‌چکان‌ها (شکل ۲) و هم‌چنین معلوم بودن دور و مدت زمان آبیاری، حجم آب مصرفی در هر نوبت و در کل دوره رشد محصول برای همه مزارع محاسبه شد (جدول ۴). هزینه های سالانه تولید در واحد سطح از زمان کاشت تا برداشت محصول، از هر کشاورز پرسیده شده و برای هر مزرعه محاسبه شد. در همه مزارع علاوه بر هزینه تولید، میانگین هزینه سالانه اجرای سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای نیز در سال انجام آزمایش محاسبه شد. سپس با مشخص شدن میانگین قیمت واحد فروش محصول (۸۲,۵۰۰ ریال) و هم‌چنین عملکرد محصول در واحد سطح (با پرسش از کشاورزان)، سود ناخالص تولید در واحد سطح (درآمد) محاسبه شد. در ادامه پس از کسر کلیه هزینه‌های تولید از سود ناخالص، سود خالص محصول نیز در واحد سطح و در کل مزرعه محاسبه شد. در آخر، بهره‌وری فیزیکی (نسبت عملکرد بر حجم آب مصرفی) و بهره‌وری اقتصادی (نسبت سود خالص بر حجم آب مصرفی) نیز محاسبه شد (جدول ۴).

همان‌گونه که در جدول ۴ و شکل‌های (۳ و۴) ملاحظه می‌شود، میانگین مقدار عملکرد اندازه‌گیری‌شده سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در مزارع مورد بررسی به‌ترتیب برابر ۴۰/۶ و ۴۲/۷ تن در هکتار بود. این نتیجه نشان می‌دهد که در این مطالعه، روش آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری بارانی به‌طور میانگین افزایش عملکردی برابر ۵ درصد و یا ۲/۱ تن در هکتار داشته است. هم‌چنین میانگین حجم آب مصرفی (کاربردی) در مزارع با سامانه‌های بارانی و قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۸,۸۵۸ و ۶,۹۰۲ مترمکعب در هکتار به‌دست آمد. به‌عبارتی در سامانه قطره‌ای حدود ۲۲ درصد و یا برابر ۱,۹۵۶ مترمکعب در هکتار، در مصرف آب آبیاری صرفه‌جویی شد. مقدار سود خالص در هکتار به‌ترتیب در سامانه‌های بارانی و قطره‌ای ۱,۰۷۶ و ۱,۶۵۰ میلیون ریال شد که افزایشی برابر با ۵۳ درصد (برابر ۵۷۴ میلیون ریال) را در سامانه قطره‌ای نشان می‌دهد. به بیان ساده‌تر می‌توان گفت که بالا بودن نسبی هزینه‌های تولید (هزینه‌های سامانه، کود، سم، خاک‌ورزی، کارگری و...) در روش بارانی و پائین بودن نسبی عملکرد در این روش، موجب کاهش میزان سود ناخالص (درآمد) و سود خالص (سود ناخالص منهای هزینه تولید)، شده است.

میزان بهره‌وری فیزیکی آب به‌طور میانگین در مزارع مورد آزمایش، در سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۴/۵۸ و ۶/۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. لذا در روش آبیاری قطره‌ای، افزایش بهره‌وری فیزیکی به میزان ۳۵ درصد (برابر ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب) به‌دست آمد. میانگین میزان بهره‌وری اقتصادی آب در مزارع مورد مطالعه نیز به‌ترتیب برابر ۱۲۲ و ۲۳۹ هزار ریال بر مترمکعب به‌ترتیب برای سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای حاصل شد. لذا در روش آبیاری قطره

ای، افزایش بهره‌وری اقتصادی به‌میزان ۹۵ درصد (معادل ۱۱۷ هزار ریال بر مترمکعب) محاسبه شد.

درنتیجه در وضعیت کم‌آبی حاکم بر کشور، استفاده از روش آبیاری قطره‌ای به‌واسطه عملکرد بیش‌تر، آب مصرفی کم‌تر و صرفه‌جویی بیش‌تر و در نهایت داشتن بهره‌وری فیزیکی جلوگیری می‌کنند.

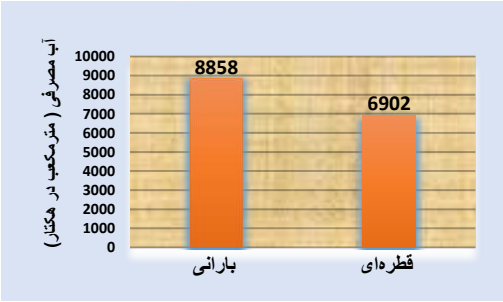
و اقتصادی بیش‌تر، قابل توصیه بوده و به کشاورزان و بهره‌برداران این امکان را می‌دهد تا ضمن کسب سود بیش‌تر در مدیریت بهینه آب و کمک به حفظ منابع آب، نقش موثرتری داشته باشند.

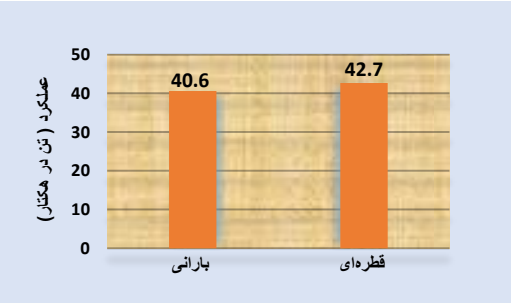
.

شکل ۲- اندازه‌گیری دبی آب آبیاری به کمک کنتور حجمی (تصویر سمت راست) و یا با اندازه‌گیری دبی آب‌پاش‌ها (تصویر وسط) و قطره‌چکان‌ها (تصویر سمت چپ) در سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای

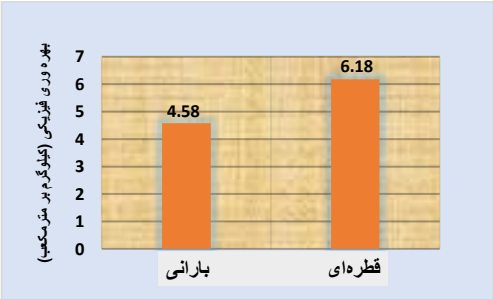
جدول ۴- میزان بهره‌وری آب آبیاری در مزارع مورد مطالعه

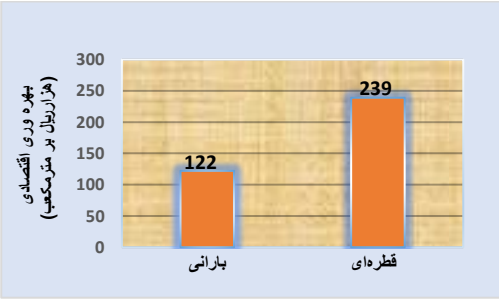
شماره مزرعه	آب مصرفی (مترمکعب درهکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	هزینه (میلیون ریال در هکتار)	سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	سود خالص (میلیون ریال در هکتار)	بهره‌وری فیزیکی (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری اقتصادی (هزار ریال بر مترمکعب)
۱۰۱	۶۸۹۶	۴۲/۷	۱۸۷۶	۳۵۲۲/۷۵	۱۶۴۷	۶/۱۹	۲۳۸/۸
۱۰۲	۶۹۲۴	۴۴/۲	۱۸۷۶	۳۶۴۶/۵	۱۷۷۱	۶/۳۸	۲۵۵/۸
۱۰۳	۶۸۸۴	۴۱/۳	۱۸۷۶	۳۴۰۷/۲۵	۱۵۳۱	۵/۹۸	۲۲۲/۴
۱۰۴	۸۸۲۴	۳۹/۲	۲۲۶۱	۳۲۳۴	۹۷۳	۴/۴۴	۱۱۰/۳
۱۰۵	۸۸۹۸	۴۲/۱	۲۲۶۱	۳۴۳۷/۲۵	۱۱۷۶	۴/۷۳	۱۳۲/۲
۱۰۶	۸۸۵۲	۴۰/۵	۲۲۶۱	۳۳۴۱/۲۵	۱۰۸۰	۴/۵۷	۱۲۲





شکل ۳- میانگین عملکرد (سمت راست) و آب مصرفی (سمت چپ) در سامانه‌های مختلف آبیاری





شکل ۴- میانگین بهره‌وری اقتصادی (سمت راست) و بهره‌وری فیزیکی (سمت چپ) در سامانه‌های مختلف آبیاری

توصیه ترویجی

با توجه به کمبود آب در کشور و با عنایت به نتایج این آزمایش، استفاده از روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) به‌دلیل داشتن راندمان بیش‌تر و امکان تأمین کامل نیاز آبی با حجم آب کم‌تری نسبت به سامانه بارانی، در کشت محصول سیب‌زمینی توصیه می‌شود.

استفاده از روش آبیاری قطره‌ای موجب افزایش عملکرد و بهره‌وری فیزیکی آب در کشت محصول سیب‌زمینی نسبت به آبیاری بارانی می‌شود. لذا به‌دلیل افزایش تولید با حجم آب کم‌تر نیز این روش نسبت به روش آبیاری بارانی به کشاورزان توصیه می‌شود.

استفاده از روش آبیاری قطره‌ای موجب افزایش سود ناخالص، سود خالص و بهره‌وری اقتصادی آب در کشت محصول سیب‌زمینی نسبت به آبیاری بارانی می‌شود. لذا منافع اقتصادی بیش‌تر کشاورزان نیز در استفاده از روش آبیاری قطره‌ای است و از این منظر هم قابل توصیه به بهره‌برداران و کشاورزان می‌باشد.

فهرست منابع

۱ بی‌نام. ۱۴۰۲. آمارنامه کشاورزی، ۰۱-۱۴۰۰، جلد اول: محصولات زراعی. معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول. ۱۰۳ صفحه.

۲- بی‌نام. ۱۴۰۲. اثربخشی کشاورزی استان همدان در آینه آمار، ۰۱-۱۴۰۰. اداره آمار و فناوری اطلاعات، معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی، سازمان جهاد کشاورزی استان همدان. ۱۰۸ صفحه.

۳- بی‌نام. ۱۴۰۳. آمارنامه کشاورزی، ۰۲-۱۴۰۱، جلد اول: محصولات زراعی. معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول. ۱۲۶ صفحه.

۴- جلینی، محمد؛ محمد کریمی و جواد باغانی. ۱۴۰۰. بررسی میزان آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب مزارع سیب‌زمینی در شرایط زارعین استان خراسان رضوی. نشریه آب و توسعه پایدار، سال هشتم، شماره ۴، صفحه ۵۱ تا ۵۸.

۵- رضوانی، سید معین‌الدین؛ علی قدمی فیروزآبادی؛ هرمز سلطانی و علی‌محمد جعفری. ۱۳۹۸. تأثیر آرایش کشت‌های مختلف سیب‌زمینی بر میزان عملکرد و بهره‌وری مصرف آب تحت شرایط آبیاری بارانی و قطره‌ای. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵، جلد ۱۳، صفحه ۱۳۰۷ تا ۱۳۱۶.

۶- شاهرخ‌نیا، محمدعلی و جواد باغانی. ۱۴۰۰. بررسی میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب مزارع سیب‌زمینی در شرایط زارعین استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۳، جلد ۱۵، صفحه ۶۲۴ تا ۶۳۵.

۷- قدمی فیروزآبادی، علی؛ سید محسن سیدان و حسین دهقانی سانیچ. ۱۳۹۷. بهره‌وری مصرف آب آبیاری و تحلیل اقتصادی تولید سیب‌زمینی در دو سیستم آبیاری بارانی و جویچه‌ای در دشت بهار استان همدان. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۶، جلد ۱۲، صفحه ۱۴۰۷ تا ۱۴۱۷.

۸- محمدی، علیرضا. ۱۴۰۲. نگرشی بر جایگاه محصول سیب زمینی در امنیت غذایی کشور در افق ۱۴۳۰. نشریه علوم کاربردی سیب‌زمینی، سال ششم، شماره ۱، صفحه ۱۳ تا ۲۲.

۹- ملارضا قصاب، فاطمه؛ عباس عبدشاهی و افشین مرزبان. ۱۳۹۹. تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب کشاورزی: مطالعه موردی شهرستان دزفول. فصلنامه علمی ـ پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۲، شماره ۳، صفحه ۴۹ تا ۷۲.

10- FAOSTAT, F. 2024. FAO Statistics Division; 2023. https://www.fao.org/faostat/en/#home. Last Access 11/11/2024.