

بررسی بازده آبیاری و بهره‌وری آب در مزارع استان سمنان (شاهرود)

نادر نادری^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱

چکیده

راهکار اصلی در زمینه استفاده صحیح از آب در بخش کشاورزی، کاهش تلفات آب آبیاری و افزایش بازده آبیاری است. بنابراین برای بهبود روش‌های آبیاری و بالا بردن بازده آن‌ها، ارزیابی سیستم‌های آبیاری موجود ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق بازده آبیاری سطحی و بهره‌وری مصرف آب در مزارع چغندر قند و سیب‌زمینی شاهرود طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ تعیین گردید. برای این منظور ۶ مزرعه انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. در هر ارزیابی حجم جریان ورودی، رواناب خروجی، رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری، عمق توسعه ریشه و عملکرد، اندازه‌گیری و براساس آن‌ها مقادیر بازده کاربرد آب و کفایت آبیاری و بهره‌وری آب در هر یک از مزارع تعیین گردید. بازده آبیاری در هر مزرعه در سه نوبت (اوایل، اواسط و اواخر فصل زراعی) تعیین شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین تلفات آب در آبیاری اول بود. متوسط مقادیر بازده کاربرد آب برای این مزارع به ترتیب برابر ۳۴/۱ و ۳۱/۳ درصد برآورد شد. براساس مقادیر به دست آمده از این تحقیق، قسمت عمده تلفات به صورت نفوذ عمقی بود. انتخاب زمان شروع آبیاری و مقدار آب آبیاری بر اساس حق‌آبه نه بر اساس نیاز آبی گیاه، بی‌توجهی به خصوصیات خاک و شیب زمین در انتخاب عمق و طول جویچه‌ها و کم بودن دبی ورودی به جویچه‌ها سبب افزایش تلفات آب در مزارع شده است. براساس نتایج حاصله متوسط مقدار شاخص بهره‌وری آب این محصولات به ترتیب برابر ۴/۲۰ و ۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری گردید. مدیریت خوب کشاورز در زمینه تامین نیاز آبی مزرعه و داشتن اطلاعات علمی و تجربی خوب وی از عوامل اصلی افزایش بهره‌وری آب بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، بازده کاربرد، حجم آب

مقدمه

راهکارهای لازم جهت بالا بردن بهره‌وری آب را ارایه نمود. حیدری و همکاران (۱۳۸۴) به منظور تعیین مقدار بهره‌وری آب محصولات کشاورزی عمده مناطق کشور (کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان) تحقیقی را انجام دادند. بر اساس محاسبات حاصل از داده‌های تحقیق متوسط بهره‌وری آب کلیه محصولات در کلیه مناطق انتخابی برابر ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. هم‌چنین ملاحظه شد که مهم‌ترین فاکتور در بالا بردن بهره‌وری آب، مدیریت زراعی بوده است و مهارت و دانش فنی کشاورزی نقش کلیدی در این زمینه ایفا نموده است. تا سال ۱۳۸۴ بهره‌وری آب اراضی فاریاب کشور (WP) در مقیاس کلان کشوری به طور متوسط ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی برآورد گردید. با توجه به رشد جمعیت در کشور این رقم تا سال ۱۴۰۰ باید به ۱/۶ برسد. نی‌ریزی و حلمی (۱۳۸۳) در تحقیقی بهره‌وری آب در سه مزرعه در شهرستان‌های تربت‌حیدریه، تربت‌جام و چناران در زراعت‌های گندم و چغندر قند را تحت دو روش آبیاری سطحی و بارانی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که ضعف سیستم آبیاری سطحی در توزیع مناسب رطوبت در سطح خاک بخصوص در آبیاری‌های ابتدایی باعث عدم استقرار مناسب چغندر قند شده و کاهش محصول زیادی را بوجود آورده است.

کشور ما با یک سوم متوسط بارندگی جهان و با ۰/۳۶ از کل منابع تجدید شونده جهان و داشتن یک درصد جمعیت جهان سهم عمده‌ای در بحران کمبود آب دارد. در این میان بخش کشاورزی با ۹۴ درصد مصرف آب بزرگ‌ترین رسالت را در مصرف بهینه آب دارد. ضمن این‌که افزایش بازده فیزیکی بدون توجه به افزایش بازده اقتصادی که همان بهره‌وری آب در تولید اقتصادی است نتیجه مطلوب و نهایی را همراه نخواهد داشت (شایان فر، ۱۳۸۲). در گذشته شاخص بهره‌وری آب محصولات زراعی و بازده آبیاری در استان سمنان (شاهرود) مشخص نبود و اندازه‌گیری‌های معتبری در سطح مزارع استان انجام نیافته بود. با توجه به اهمیت این شاخص‌ها در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب و اقتصاد کشاورزی، تعیین آن‌ها در مناطق مختلف ضروری است. با تعیین این شاخص‌ها و تاثیر تجربیات عملی کشاورزان بر آن و تلفیق این تجربیات با اصول علمی می‌توان

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان
Naderi7367@yahoo.com

چغندر قند در مناطق شهریار، هشتگرد، کمال‌آباد، بازده کاربرد آب آبیاری در سه مزرعه به ترتیب ۱۱، ۵۷ و ۴۱ درصد اعلام کردند (Sohrabi and Keshavarz., 1994). شمعی و همکاران (۱۳۷۵) نیز طی آزمایش‌هایی بر روی آبیاری شیاری در اراضی پراکنده استان چهارمحال بختیاری، بازده کاربرد آب آبیاری در اراضی غیریک‌پارچه را بیش‌تر از اراضی یک‌پارچه گزارش نمودند. سینگ و کومار آزمایشی به منظور تعیین بازده کاربرد آب در دو مزرعه گندم و جو انجام دادند و اعلام داشتند زمانی که آبیاری با بازده کاربرد آب پایین انجام می‌گیرد، مقداری از کود ازته در خاک شستشو و از دسترس گیاه خارج می‌شود (Singh and Komar., 1981). راین و بکر طی مطالعه‌ای، بازده کاربرد آب را در مزرعه چغندر قند بطور متوسط در کل فصل زراعی بین ۳۱ تا ۶۲ درصد و برای نیشکر بین ۳۰ تا ۶۰ درصد گزارش نمودند (Raine and Bakher., 1996). اسمیت و همکاران در استرالیا با مطالعه وسیع روی ۷۹ مورد آبیاری جویچه‌ای در مزارعی که زیر کشت پنبه قرار داشتند بازده کاربرد آب را ۱۷ تا ۱۰۰ درصد و به طور متوسط ۴۸ درصد گزارش کرده‌اند (Smith et al., 2005). هدف این تحقیق تعیین بازده آبیاری و بهره‌وری آب در مزارع چغندر قند و سیب‌زمینی در استان سمنان (شاهرود) است. در نهایت پس از جمع‌آوری میدانی داده‌ها و انجام عملیات ارزیابی و تعیین بازده و بهره‌وری آب، نتایج بدست آمده تجزیه و تحلیل و عوامل موثر بر افزایش یا کاهش بازده آبیاری و بهره‌وری آب بررسی شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعدادی از مزارع چغندر قند و سیب‌زمینی در شهرستان شاهرود انتخاب شدند. سپس اطلاعات در مورد تجربیات، تکنیک‌های مورد استفاده در آبیاری، میزان آب مصرفی برای تولید محصولات، بافت خاک و عملکرد محصول جمع‌آوری گردید. در مزارع انتخابی، سیستم آبیاری سطحی با روش‌های معمول ارزیابی گردید. در نهایت پس از جمع‌آوری میدانی داده‌ها و انجام عملیات ارزیابی و تعیین بازده کاربرد بهره‌وری آب، نتایج بدست آمده، تجزیه و تحلیل شده‌اند. پس از آن دلایل پایین یا بالا بودن بازده آبیاری و بهره‌وری آب بررسی شد. مشخصات کلی و مشخصات فنی قطعات در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. بازده در هر مزرعه در سه نوبت (اویل، اواسط و اواخر فصل زراعی) تعیین شد. برای هر محصول ارزیابی‌ها در سه مزرعه انجام شد. براساس کل آب مصرفی (توسط کشاورز) و عملکرد محصول، بهره‌وری آب (در پایان فصل زراعی) بر حسب کیلوگرم در هکتار بدست آمد. جهت ارزیابی و اندازه‌گیری بازده آبیاری (بازده کاربرد آب) در هر کدام از مزارع انتخابی، کلیه عوامل فیزیکی خاک مزرعه (وزن مخصوص ظاهری، رطوبت نقطه پژمردگی، رطوبت

این مشکل با تقارن آبیاری غلات با محصولات تابستانه تشدید شد. بهره‌وری آب گندم در چناران، تربت‌حیدریه و تربت‌جام به ترتیب ۰/۳۸، ۰/۷۶ و ۰/۴۴ کیلوگرم به ازای واحد آب مصرفی بود. افزایش بهره‌وری آب در مزرعه تربت‌حیدریه به دلیل برخورداری مزرعه از سیستم آبیاری بارانی و مدیریت علمی‌تر آن بود. ریاحی و همکاران (۱۳۷۸) در تحقیقی در کرمان بهره‌وری آب تحت دو روش آبیاری بارانی و سطحی بر روی گندم را بررسی کردند. در پایان نتیجه گرفتند در روش آبیاری بارانی تیمار آبیاری برابر ۵۰ درصد تخییر از تشتک بالاترین بهره‌وری آب را داشت. در این تیمار میزان مصرف آب تقریباً ۵۵۰۰ مترمکعب در هکتار بود.

یکی از رایج‌ترین پارامترها در ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری، بازده است. بازده کل آبیاری در یک شبکه آبیاری که عبارت است از نسبت آب استفاده شده به وسیله گیاه به کل آب تحویل داده شده به شبکه را می‌توان به سه بخش بازده انتقال، بازده توزیع و بازده مزرعه تقسیم کرد. بازده کاربرد آب در مزرعه که مورد نظر این مطالعه است عبارت است از مقدار آب مصرف شده به وسیله گیاه به مقدار آب دریافت شده در دهانه ورودی مزرعه. خوش خواهش (۱۳۷۶) با لحاظ کردن درصدی از آب خروجی به عنوان مصرف مفید، بازده کاربرد مزارع شالیزاری را تحت شبکه آبیاری گیلان بدست آورد. در مطالعه ایشان تغییرات ذخیره آب درون کرت لحاظ نشده است. کانونی (۱۳۸۶) در تحقیقی بازده آبیاری جویچه‌ای را تحت مدیریت‌های بخش دولتی و خصوصی در مغان مورد بررسی قرار داد. متوسط بازده کاربرد آب در مزارع ذرت و چغندر قند تحت مدیریت بخش دولتی به ترتیب ۲۴/۹ و ۶۲/۷ درصد و در مزارع تحت مدیریت بخش خصوصی به ترتیب ۶۵/۳ و ۳۵/۶ درصد بدست آمد. مدیریت آبیاری از نظر توجه به خصوصیات خاک و تناسب بین زمان شروع آبیاری و نیاز آبی گیاهز مهم‌ترین عوامل موثر بر بازده آبیاری است. طاهری (۱۳۴۳) در مطالعه‌ای که بر روی مزرعه گندم در باجگاه شیراز انجام داد، بازده انتقال را ۵۴ درصد و بازده کاربرد آب را در ۳ نوبت آبیاری ۷، ۱۲ و ۲۰ درصد اعلام کرد. فاطمی و شکرالهی (۱۳۷۲) بازده کل آبیاری را در اراضی یک‌پارچه و به وسعت حدود ۵۰۰۰ هکتار، تحت شبکه آبیاری در خوزستان ۲۶ درصد اعلام کردند، که متوسط ۹ ساله آن (۱۳۶۱ تا ۱۳۶۹) فقط ۲۱ درصد بوده. آن‌ها هم‌چنین در شرکت‌های کشت و صنعت که تحت شبکه آبیاری دز بودند (در مساحت ۸۹۳۲ هکتار) حداکثر و متوسط بازده آبیاری را به ترتیب ۳۷ و ۳۲ درصد برآورد کردند. هادی میرابوالقاسمی (۱۳۷۳) با انجام آزمایش‌هایی در تعدادی از شبکه‌های سنتی دشت‌های خوزستان، تبریز و کرمانشاه متوسط بازده انتقال را بین ۲۳ تا ۵۰ درصد و متوسط بازده کاربرد آب در مزرعه را بین ۴۵ تا ۶۰ درصد و متوسط بازده کل را بین ۱۳/۵ تا ۲۲ درصد برآورد کرد.

سهرابی و کشاورز در آزمایشی بر روی آبیاری شیاری سه مزرعه

یادداشت شده سپس با استفاده از منحنی‌های واسنجی فلوم‌ها، مقادیر دبی جریان محاسبه و حجم آب ورودی و خروجی تعیین شد.

ظرفیت زراعی) تعیین شد. آب ورودی و خروجی در قطعه تحت آبیاری به وسیله فلوم (WSC) تیپ ۴ و یا فلوم (WSC) تیپ ۵ اندازه‌گیری شد. به طوری که بعد از شروع آبیاری، ارتفاع آب در فلوم‌ها

جدول ۱- مشخصات کلی قطعات انتخابی

مزرعه	شهرستان	تحصیلات کشاورز	سابقه کشاورزی	محصول	روش آبیاری
۱		سیکل	۲۰		جوی و پشته
۲	شاهرود	لیسانس	۱۷	چغندرقد	جوی و پشته
۳		ابتدایی	۲۱		جوی و پشته
۴		لیسانس	۱۰		جوی و پشته
۵	شاهرود	ابتدایی	۲۰	سیب‌زمینی	جوی و پشته
۶		ابتدایی	۱۵		جوی و پشته

جدول ۲- مشخصات فنی قطعات انتخابی

مزرعه	نوع محصول	شیب مزرعه (درصد)	طول جویچه (متر)	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رطوبت ظرفیت زراعی (درصد حجمی)	حد آب قابل جذب (درصد حجمی)
۱		۰/۳۲	۵۰	لومی‌رسی	۱/۳۰	۳۸/۹	۱۸/۴
۲	چغندرقد	۰/۳۸	۷۵	لومی‌رسی	۱/۳۴	۳۴/۸	۱۹/۳
۳		۰/۴۱	۵۰	لومی‌رسی	۱/۲۸	۳۲/۸	۲۱/۸
۴		۰/۳۸	۶۰	لومی‌شنی	۱/۴۸	۲۷/۲	۱۶/۴
۵	سیب‌زمینی	۰/۵۲	۷۰	لومی	۱/۴۰	۳۱/۸	۲۲/۳
۶		۰/۷۸	۷۰	لومی‌شنی	۱/۴۸	۲۴/۶	۱۲/۵

$$D_{rz-init} = d_{seed} + 5 \quad (3)$$

که در این رابطه d_{seed} عبارت است از عمق بذرکاری بر حسب سانتی‌متر (علی‌زاده، ۱۳۸۵).

کفایت آبیاری یا بازده ذخیره آب

مفهوم کفایت آبیاری این است که در موقع آبیاری چه مقدار آب مورد نیاز گیاه در منطقه ریشه ذخیره می‌شود و معیاری است که نشان می‌دهد آیا آبیاری به‌طور کامل انجام گرفته است یا نه؟ مقدار بازده ذخیره آب با استفاده از رابطه ۴ بدست می‌آید.

$$E_s = \frac{100}{\rho} \times (\text{مقدار آب مورد نیاز گیاه در منطقه ریشه}) \quad (4)$$

مقدار آبی که هنگام آبیاری در منطقه ریشه ذخیره می‌شود) چنانچه آبیاری کامل انجام شود بازده ذخیره آب در خاک ۱۰۰ درصد خواهد بود که در این حالت همیشه مقداری نفوذ عمقی وجود خواهد داشت.

در نهایت پس از تعیین حجم آب مصرفی در هر مزرعه در طول فصل زراعی، مقادیر عملکرد محصول (تحت مدیریت زارعین) بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد. سپس بهره‌وری آب از تقسیم

بازده کاربرد آب

بازده کاربرد آب بیانگر تلفات موجود در مزرعه به‌صورت نفوذ عمقی و رواناب انتهایی مزرعه بوده و از رابطه ۱ قابل محاسبه است:

$$E_a = \left(\frac{d_1}{d_2} \right) \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه d_1 عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه گیاه d_2 عمق آب وارد شده به جویچه‌ها یا کرت، مقادیر d_2 به وسیله فلوم اندازه‌گیری می‌شود. مقدار d_1 از رابطه ۲ بدست می‌آید.

$$d_1 = (\theta_1 - \theta_2) \cdot \rho \cdot R_z \quad (2)$$

در این رابطه θ_1 و θ_2 رطوبت وزنی خاک قبل و بعد از آبیاری، ρ وزن مخصوص ظاهری خاک و R_z عمق توسعه ریشه است (کازرند و توکلی، ۱۳۷۳). جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری با استفاده از روش وزنی، از منطقه توسعه ریشه نمونه‌برداری نموده، پس از توزین نمونه‌ها و خشک کردن آن‌ها در آون و به‌دست آوردن وزن خاک خشک، میزان رطوبت خاک قبل و ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از آبیاری تعیین شد. در مرحله اولیه رشد جهت محاسبه عمق ریشه هنگام خاکاب ($D_{rz-init}$) از رابطه ۳ استفاده شد.

چنین در ابتدای فصل رشد جهت جوانه‌زنی بذر، آبیاری بیش از حد نیاز گیاه بود. با توجه به تلفات کاربرد آب در مزرعه به‌صورت نفوذ عمقی و رواناب سطحی است درصد هر کدام از این تلفات در ستون‌های ۷ و ۸ جدول ۳ ارایه شده است. متوسط تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی ۴۸/۳ درصد و رواناب سطحی ۸/۵ درصد است. بکار بردن حجم آب کم‌تر در کلیه آبیاری‌ها به‌خصوص خاک- آب نسبت به دو مزرعه بعدی باعث افزایش بازده آبیاری شد. همچنین آب خروجی از انتهای جویچه‌ها در جویچه‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفت و آب قبل از رسیدن به انتهای شیار قطع شد، با توجه به بازده ذخیره در این‌جا کم آبیاری صورت گرفته که همه این عوامل باعث افزایش بازده آبیاری شد. نتایج محاسبه بازده ذخیره آب نشان می‌دهد که در یک مورد آبیاری به حد کفایت بوده و منطقه توسعه ریشه تا حد ظرفیت مزرعه خیس شد ولی در دو مورد میزان کفایت آبیاری کم‌تر (۶۰ و ۵۱/۱ درصد) بوده و عملاً کم آبیاری صورت گرفته است.

عملکرد محصول بر میزان آب مصرفی در مناطق مختلف تعیین شد گردید. پس از جمع‌آوری میدانی داده‌ها و انجام ارزیابی‌ها، نتایج بدست آمده تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی بازده آبیاری در مزارع چغندرقد مزرعه شماره ۱

نتایج محاسبه بازده آبیاری در مزرعه شماره ۱ در جدول ۳ ارایه شده است. در این مزرعه اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان می‌دهد که بازده کاربرد آب به‌ترتیب ۲۳/۲ و ۵۱/۴ و ۵۵/۳ درصد است. پایین‌ترین بازده کاربرد آب در آبیاری اول بوده که یکی از دلایل آن خشکی سطح مزرعه و نرم بودن خاک مزرعه در اثر عملیات خاک ورزی است که این عوامل باعث کنده حرکت جبهه آب در آبیاری اول در طول جویچه‌ها شده است. هم-

جدول ۳- مقادیر بازده‌های آبیاری در مزرعه شماره ۱

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی مترمکعب در هکتار	حجم آب خروجی مترمکعب در هکتار	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	بازده کاربرد آب (درصد)	بازده ذخیره آب (درصد)
۱	۱۶۳۶/۱	۱۲۱/۱	۱۱/۱	۴۹/۱	۱۰ (بذر)	۶۹/۴	۷/۴	۲۳/۲	۱۰۰
۵	۸۱۶/۳	۷۲/۶	۱۶/۴	۲۹/۹	۳۱	۳۹/۷	۸/۹	۵۱/۴	۶۰
۱۰	۸۷۵/۲	۸۱/۴	۲۰/۷	۳۰/۰	۵۲	۳۵/۴	۹/۳	۵۵/۳	۵۱/۱

مزرعه شماره ۲

نتایج محاسبه بازده آبیاری در مزرعه شماره ۲ در جدول ۴ ارایه شده است. در این مزرعه اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داد که بازده کاربرد آب به‌ترتیب ۱۶/۲ و ۴۰/۹ و ۴۵/۳ درصد است. در این مزرعه نیز پایین‌ترین بازده کاربرد آب در آبیاری اول است. متوسط تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی ۵۵/۶ درصد و رواناب سطحی ۱۰/۳ درصد بود. در این مزرعه حجم آب بیش‌تری در آبیاری‌ها به کار گرفته شد، به‌خصوص در خاک- آب و

بازده کاهش پیدا کرد اما به دلیل اعمال کم آبیاری و قطع آب قبل از رسیدن به انتهای جویچه و کاهش رواناب انتهایی وضعیت بازده نسبت به مزرعه بعدی بهتر است. نتایج محاسبه بازده ذخیره آب نشان می‌دهد که در یک مورد آبیاری به حد کفایت بوده و منطقه توسعه ریشه تا حد ظرفیت مزرعه خیس شده است ولی در دو مورد میزان کفایت آبیاری کم‌تر (۸۸/۱ و ۵۵/۳ درصد) بوده و عملاً کم آبیاری صورت گرفته است.

جدول ۴- مقادیر بازده آبیاری در مزرعه شماره ۲

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی مترمکعب در هکتار	حجم آب خروجی مترمکعب در هکتار	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	بازده کاربرد آب (درصد)	بازده ذخیره آب (درصد)
۱	۱۷۰۱/۲	۱۵۶/۵	۱۶/۴	۴۴/۰	۱۰ (بذر)	۷۴/۶	۹/۲	۱۶/۲	۱۰۰
۶	۹۲۲/۴	۹۷/۷	۲۱/۴	۳۳/۲	۳۲	۴۸/۵	۱۰/۶	۴۰/۹	۸۸/۱
۱۲	۱۰۰۸/۱	۱۱۱/۹	۱۹/۸	۲۸/۱	۵۵	۴۳/۶	۱۱/۱	۴۵/۳	۵۵/۳

مزرعه شماره ۳

ها و وجود رواناب خروجی از انتهای مزرعه عامل اصلی کاهش بازده نسبت به دو مزرعه دیگر است. نتایج محاسبه بازده ذخیره آب نشان می‌دهد که در یک مورد آبیاری به حد کفایت بوده و منطقه توسعه ریشه تا حد ظرفیت مزرعه خیس شده است ولی در دو مورد میزان کفایت آبیاری کم‌تر (۸۳/۹ و ۶۴/۳ درصد) بوده و عملاً کم‌آبیاری صورت گرفته است.

نتایج محاسبه بازده آبیاری در مزرعه شماره ۳ در جدول ۵ ارایه شده است. در این مزرعه اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داد که بازده کاربرد آب به ترتیب ۱۱/۸ و ۳۰/۴ و ۳۲/۶ درصد است. در این‌جا پایین‌ترین بازده کاربرد آب در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۵۶/۱ درصد و رواناب سطحی ۱۹/۰ درصد است. پایین بودن دبی ورودی به جویچه -

جدول ۵- مقادیر بازده آبیاری در مزرعه شماره ۳

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی مترمکعب در هکتار	حجم آب خروجی مترمکعب در هکتار	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	بازده کاربرد آب (درصد)	بازده ذخیره آب (درصد)
۱	۱۷۴۳/۱	۲۹۸/۱	۱۹/۴	۴۰/۰	۱۰ (بذر)	۷۱/۱	۱۷/۱	۱۱/۸	۱۰۰
۵	۹۸۰/۶	۱۹۸/۰	۲۱	۳۰/۹	۳۰	۴۹/۴	۲۰/۲	۳۰/۴	۸۳/۹
۱۰	۱۱۲۱/۳	۲۱۹/۸	۲۱/۶	۲۸/۸	۵۱	۴۷/۸	۱۹/۶	۳۲/۶	۶۴/۳

نفوذپذیری خوب خاک مزرعه باعث افزایش تلفات به صورت نفوذ عمقی شده است. در مجموع بازده کاربرد آب در این مزرعه نسبت به دو مزرعه بعدی سبب زمینی بهتر بود که علت آن مدیریت بهتر مزرعه و کاربرد حجم کم‌تر آب و استفاده از آب خروجی از انتهای جویچه‌ها در جویچه‌های بعدی بود. نتایج محاسبه بازده ذخیره آب نشان می‌دهد که در کلیه آبیاری‌ها، آبیاری به حد کفایت بوده و منطقه توسعه ریشه تا حد ظرفیت مزرعه خیس شده است.

نتایج ارزیابی بازده آبیاری در مزارع سیب‌زمینی

مزرعه شماره ۴

نتایج محاسبه بازده آبیاری در مزرعه شماره ۴ در جدول ۶ ارایه شده است. در این مزرعه اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان می‌دهد بازده کاربرد آب به ترتیب ۲۸/۴ و ۵۰/۱ و ۴۸/۷ درصد است. مانند مزارع قبلی پایین‌ترین بازده کاربرد آب در آبیاری اول است. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۴۵/۶ درصد و رواناب سطحی ۱۲ درصد است. آبیاری بیش از حد و

جدول ۶- مقادیر بازده آبیاری در مزرعه شماره ۴

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی مترمکعب در هکتار	حجم آب خروجی مترمکعب در هکتار	متوسط رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت حجمی خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	بازده کاربرد آب (درصد)	بازده ذخیره آب (درصد)
۱	۹۰۵/۲	۹۱/۴	۱۷/۸	۳۲/۹	بذر (۱۷)	۶۱/۵	۱۰/۱	۲۸/۴	۱۰۰
۷	۴۸۰/۵	۶۰/۵	۲۱/۸	۲۹/۳	۳۲	۳۷/۳	۱۲/۶	۵۰/۱	۱۰۰
۱۵	۵۹۲/۱	۷۸/۱	۲۲/۶	۲۹/۸	۴۰	۳۸/۱	۱۳/۲	۴۸/۷	۱۰۰

مزرعه شماره ۵

آبیاری اول است. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۵۲/۷ درصد و رواناب سطحی ۱۸ درصد است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد قسمت اعظم تلفات مربوط به نفوذ عمقی است. دلیل این امر آبیاری بیش از حد و پایین بودن دبی ورودی به تک تک جویچه‌هاست. با توجه به بافت لومی خاک مزرعه طول جویچه‌ها (۷۰ متر) کوتاه است و

نتایج محاسبه بازده آبیاری در مزرعه شماره ۵ در جدول ۷ ارایه شده است. در این مزرعه اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان می‌دهد که بازده کاربرد آب به ترتیب ۲۱/۵ و ۳۴ و ۳۲/۵ درصد است. مانند مزرعه ۴ پایین‌ترین بازده کاربرد آب در

میزان کفایت آبیاری کم‌تر (۷۱/۱ و ۵۵/۳ درصد) بوده و عملاً کم‌آبیاری صورت گرفته است.

بنابراین رواناب خروجی افزایش یافت. نتایج محاسبه بازده ذخیره آب نشان می‌دهد که در یک مورد آبیاری به حد کفایت بوده و منطقه توسعه ریشه تا حد ظرفیت مزرعه خیس شده است ولی در دو مورد

جدول ۷- مقادیر بازده آبیاری در مزرعه شماره ۵

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (در هکتار)	حجم آب خروجی (در هکتار)	متوسط رطوبت خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	بازده کاربرد آب (درصد)	بازده ذخیره آب (درصد)
۱	۱۱۳۱/۴	۱۷۱/۹	۲۱/۴	۳۵/۷	بذر (۱۷)	۶۳/۳	۱۵/۲	۲۱/۵	۱۰۰
۷	۵۹۳/۱	۱۱۹/۲	۲۳/۵	۲۹/۴	۳۴	۴۵/۹	۲۰/۱	۳۴	۷۱/۱
۱۵	۵۲۰/۳	۹۶/۸	۲۴/۳	۲۸/۴	۴۲	۴۸/۹	۱۸/۶	۳۲/۵	۵۵/۳

مزرعه شماره ۶

آبیاری بر اساس حق‌آبه موجود نه براساس نیاز آبی گیاه باعث افزایش تلفات نفوذ عمقی شده است. نتایج محاسبه بازده ذخیره آب نشان می‌دهد که در دو مورد آبیاری به حد کفایت بوده و منطقه توسعه ریشه تا حد ظرفیت مزرعه خیس شده است ولی در یک مورد میزان کفایت آبیاری کم‌تر (۹۰/۴ درصد) بوده و عملاً کم‌آبیاری صورت گرفته است.

نتایج محاسبه بازده آبیاری در مزرعه شماره ۶ در جدول ۸ ارایه شده است. در این مزرعه اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داد که بازده کاربرد آب به ترتیب ۱۴/۸ و ۲۳/۲ و ۲۸/۶ درصد است. مانند مزرعه ۵ پایین‌ترین بازده کاربرد آب در آبیاری اول است. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۶۴/۱ درصد و رواناب سطحی ۱۳/۷ درصد است. آبیاری بیش از حد و

جدول ۸- مقادیر بازده آبیاری در مزرعه شماره ۶

نوبت آبیاری	حجم آب ورودی (در هکتار)	حجم آب خروجی (در هکتار)	متوسط رطوبت خاک قبل از آبیاری (درصد)	متوسط رطوبت خاک بعد از آبیاری (درصد)	متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر)	تلفات نفوذ عمقی (درصد)	تلفات رواناب سطحی (درصد)	بازده کاربرد آب (درصد)	بازده ذخیره آب (درصد)
۱	۹۵۰/۴	۱۱۰/۲	۱۵/۳	۲۳/۸	بذر (۱۷)	۷۳/۶	۱۱/۶	۱۴/۸	۱۰۰
۷	۵۶۵/۲	۸۵/۴	۱۹/۷	۲۴/۱	۳۰	۶۱/۷	۱۵/۱	۲۳/۲	۹۰/۴
۱۴	۴۴۸/۱	۶۴/۶	۲۲/۱	۲۵/۲	۴۲	۵۶/۹	۱۴/۴	۲۸/۶	۱۰۰

نتایج بررسی بهره‌وری آب

برخوردار است. مدیریت خوب کشاورز در زمینه تامین نیاز آبی مزرعه و داشتن اطلاعات علمی و تجربی خوب وی از عوامل اصلی افزایش بهره‌وری آب در این مزارع است. در بهبود بهره‌وری آب بایستی ضمن کاهش مصرف آب، عملکرد محصول را نیز افزایش داد. استفاده از ارقام اصلاح شده متحمل به تنش‌های خشکی و شوری، افزایش میزان آگاهی کشاورزان در زمینه مسایل آب- خاک- گیاه، تسطیح مناسب اراضی، انتخاب روش مناسب آبیاری، تجهیز و یک‌پارچه‌سازی اراضی و تصحیح تاریخ کاشت از عوامل مهم افزایش بهره‌وری آب هستند.

در جدول ۹ حجم آب مصرفی در طول فصل زراعی و عملکرد هر یک از مزارع مورد مطالعه ارایه شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در روش آبیاری سطحی برای چغندر قند مقدار ۱۰۸۰۳/۲ و برای سیب‌زمینی مقدار ۸۱۳۳ مترمکعب در هکتار آب مصرف شده است. متوسط بهره‌وری آب برای مزارع چغندر قند و سیب‌زمینی به ترتیب ۲/۰۳ و ۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد. در برنامه چشم‌انداز ۲۰ ساله این شاخص ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب هدف گذاری شده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶) بنابراین در مزارع چغندر قند و سیب‌زمینی مورد بررسی بهره‌وری آب از وضعیت خوبی

جدول ۹ - مقدار بهره‌وری آب در مزارع مورد بررسی

مزرعه	نوع محصول	میزان مصرف آب (m ³ /ha)	عملکرد محصول (Kg/ha)	بهره‌وری آب (kg/m ³)
۱	چغندر قند	۹۳۴۶/۳	۴۱۱۰۰	۴/۴
۲		۱۲۴۰۹/۵	۵۵۸۰۰	۴/۵
۳		۱۰۶۵۳/۹	۳۹۴۰۰	۳/۷
۴	سیب‌زمینی	۸۲۱۳	۱۹۸۰۰	۲/۴۱
۵		۸۷۷۵	۱۵۵۰۰	۱/۷۷
۶		۷۴۱۱	۱۴۱۰۰	۱/۹۰

نتیجه‌گیری

در این تحقیق برای ارزیابی بازده آبیاری سطحی و تعیین بهره‌وری مصرف آب در مزارع چغندر قند و سیب‌زمینی اقدام به انتخاب قطعات زراعی در شاهرود گردید. سپس مقادیر حجم جریان ورودی، رواناب خروجی، رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری، عمق توسعه ریشه و عملکرد، اندازه‌گیری و براساس آن‌ها مقادیر بازده کاربرد آب و کفایت آبیاری و بهره‌وری آب در هر یک از مزارع انتخاب شده تعیین گردید. نتایج نشان داد که بیش‌ترین تلفات آب در آبیاری اول است. متوسط مقادیر بازده کاربرد آب برای قطعات فوق به ترتیب برابر ۳۴/۱ و ۳۱/۳ درصد و متوسط مقادیر بهره‌وری آب به ترتیب برابر ۴/۲۰ و ۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری گردید. قسمت عمده تلفات به صورت نفوذ عمقی است. با توجه به نتایج بدست آمده، عواملی که باعث افزایش بازده و بهره‌وری آب در سطح این مزارع خواهند شد، عبارتند از: ۱- انتخاب زمان شروع آبیاری و مقدار آب آبیاری متناسب با نیاز آبی گیاه نه براساس حق‌آبه، ۲- توجه به خصوصیات خاک و شیب زمین در انتخاب طول و عرض جویچه‌ها به طوری که در خاک‌های دارای بافت سنگین جویچه‌ها باید کم‌عمق، عریض و طولانی‌تر باشند، ۳- انتخاب دبی ورودی مناسب به جویچه‌ها، ۴- کاهش مقدار رواناب خروجی از مزرعه از طریق به کاربردن آب خروجی در جویچه‌های پایین دست، ۵- برگزاری دوره‌های آموزشی مفید برای کشاورزان و افزایش اطلاعات علمی و فنی آن‌ها به‌عنوان بهترین ابزار در افزایش بهره‌وری آب.

منابع

حیدری، ن.، اسلامی، ا.، قدمی فیروزآبادی، ع.، کانونی، ا.، اسدی، م.، خواجه عبداللهی، م. ح. ۱۳۸۴. تعیین کارایی مصرف آب محصولات زراعی مناطق مختلف کشور (کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان). گزارش پژوهشی. شماره ثبت ۸۴/۹۸۸ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی.

خوش‌خواهش، ی. ۱۳۷۶. ارزیابی بازده آبیاری مزرعه در برنج‌زارهای

تحت شبکه آبیاری گیلان و فومنات. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

شایان‌فرح، ۱۳۸۲. بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در تولید اقتصادی محصولات. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. ۱۱۲-۱۰۳.

ریاحی، ح.، مرادی، ح.، امیری، ف. ۱۳۷۸. بررسی کارایی مصرف آب به ازای دو روش آبیاری بارانی و سطحی بر روی گندم. گزارش پژوهشی شماره ۱۴۴ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

شماعی، غ.، موسوی، س. ف.، مصطفی‌زاده، ب. ۱۳۷۵. ارزیابی بازده‌های سیستم آبیاری شیاری در اراضی یک پارچه و پراکنده استان چهارمحال بختیاری. هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. ۶۵-۵۸.

طاهری، ک. ۱۳۴۳. مطالعه میزان آب مصرفی و بازده آبیاری مزرعه گندم در باجگاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آب و خاک. دانشگاه شیراز.

عباسی، ف.، عباسی، ن.، توکلی، ع. ر. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی: چالش‌ها و چشم‌اندازها. نشریه آب و توسعه پایدار. ۱: ۴-۱۴۴-۱۴۱.

علیزاده، ا. ۱۳۸۵. طراحی سیستم‌های آبیاری. دانشگاه امام رضا (ع).

فاطمی، م. ر.، شکرالهی، ا. ۱۳۷۲. ارزیابی بازدهی آبیاری در شبکه آبیاری دز. ششمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. ۱۸۲-۱۷۶.

کازرنده، ح.، توکلی، ع. ر. ۱۳۷۳. راهنمای طراحی و ارزیابی سیستم‌های آبیاری سطحی. انتشارات معاونت امور زیربنایی وزارت کشاورزی.

کانونی، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی بازده آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقه مغان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۲۰: ۸-۱۷-۳۲.

Singh, K.P. and Komar, V. 1981. Water Use Efficiency of wheat and barley in relation to seeding dates,

levels of irrigation and nitrogen and fertilization. *Agricultural Water Management*. 3.4: 305-316.

Smith, R.J., Raine, S.R and Minkovich, J. 2005. Irrigation application efficiency and deep drainage potential

under surface irrigated cotton. *Agricultural Water Management*. 71.2: 117-130.

Sohrabi, T and Keshavarz, A. 1994. Surface Irrigation System Evaluation under Farmers Management. XII

CIGR World Congress and Agricultural Engineering Conference. Milan. Italy.

میرابوالقاسمی، ه. ۱۳۷۳. ارزیابی بازده آبیاری در تعدادی از شبکه‌های سنتی ایران. هفتمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. ۴۹-۵۶.

نی‌ریزی، س.، حلمی فخر داوود، ر. ۱۳۸۳. مقایسه کارایی مصرف آب در چند نقطه خراسان. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۳۹۱-۴۰۳.

Raine, S.R and Bakher, D.M. 1996. Increased furrow irrigation efficiency through better design and

management of cane fields. *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technology*. 18: 119-124.

Irrigation Efficiency and Water Productivity in the Fields of Semnan Province (Shahrood)

N. Naderi¹

Received: April 21, 2018

Accepted: February 06, 2018

Abstract

The main strategy for efficient water usage in agriculture is decreasing water losses and increasing irrigation efficiency. Therefore evaluation of different irrigation management and their performance is essential for improving irrigation methods and increasing irrigation efficiency. In this research, on-farm surface irrigation efficiencies and water use efficiencies were measured in sugar beet and potato farms in Semnan province (Shahrood) during the years 2010 and 2011. For this research, 6 farms were selected and were evaluated. Water discharge, runoff rates, soil moisture before and after irrigation, rooting depth and yield were measured and different irrigation efficiencies and water use efficiencies were determined. The irrigation efficiencies were determined three times in each farm (early, middle and late season). The results showed that maximum losses occurred in the first irrigation. The average irrigation application efficiency were about 34.1 and 31.3% respectively. The study showed that substantial amount of water losses were in the form of deep percolation. Unsuitable beginning time of irrigation and unsuitable irrigation water amount with regard to plant water requirement, inattention to soil characteristics and slope of plots in selection of depth and length of furrow and low entrance discharge of furrows caused water losses in farms. The average water use efficiencies for these crops were about 4.2 and 2.03 kg/m³ respectively. Suitable farmer management with regard to water requirement of farms and their good scientific and experimental information were the main factors of water use efficiencies increment in the farms.

Keywords: Application Efficiency, Furrow irrigation, Volume of Water

1-Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Semnan (Shahrood), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrood, Iran
(* - Corresponding Author Email: Naderi7367@yahoo.com)