نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، ص. ۱۵۴-۱۴۵

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 2, Autumn and Winter 2019, 145-154

بررسی شاخص‌های عملکرد آبیاری و تولید ذرت علوفه‌ای براساس کم آبیاری در انتهای جویچه

ابراهیم وطن‌خواه[۱]، حامد ابراهیمیان[۲] و طاها معارفی[۳]

چکیده

کمبود منابع آب شیرین برای تولیدات کشاورزی از یک‌سو پایین بودن هزینه اجرا و تأمین انرژی سیستم‌های آبیاری و تعمیر و نگهداری آسان از سوی دیگر باعث شده تا پژوهشگران مطالعات زیادی را در زمینه افزایش راندمان آبیاری سطحی انجام دهند. در این مطالعه تأثیر کم‌آبیاری در انتهای جویچه بر شاخص‌های مدیریتی آبیاری جویچه‌ای و تأثیر پروفیل رطوبتی تشکیل‌شده بر عملکرد ماده خشک تولیدی ذرت مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، چهار تیمار آبیاری (۱۰۰ درصد آبیاری، ۷۵ درصد آبیاری، ۵۰ درصد آبیاری و ۲۵ درصد آبیاری در انتهای جویچه) واقع در شهرستان کرج، سال ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت. کم‌آبیاری باعث افزایش راندمان کاربرد آب آبیاری شد. عمده تلفات بدلیل شیب زیاد و کوتاه بودن طول جویچه‌ها به‌صورت رواناب بود. اعمال کم‌آبیاری باعث افزایش غیریکنواختی پروفیل رطوبتی و افزایش پراکندگی محصول در طول جویچه شد. بیشترین پراکندگی عملکرد بیوماس در طول جویچه برای تیمار ۵۰ درصد آبیاری در انتهای جویچه بدست آمد (برابر ۲۶ درصد). عملکرد محصول در ابتدای جویچه بیشتر از انتهای جویچه بود. عملکرد ذرت با راندمان ذخیره رابطه مستقیم داشت. تیمار ۲۵ درصد کم‌آبیاری در انتهای جویچه به‌عنوان بهترین تیمار از نظر صرفه‌جویی مصرف آب و کاهش بسیار کم‌مقدار محصول شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری سطحی، ذرت علوفه‌ای، تنش آبی، شاخص‌های ارزیابی.

مقدمه

تنش خشکی یکی از اصلی‌ترین تهدیدهای غیر زیستی برای امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود. ایران کشوری با اقلیم خشک و نیمه-خشک با آب‌وهوای مدیترانه‌ای است. در چنین وضعیتی تولید محصول در طی ماه‌های تابستان متکی بر آبیاری است از سوی دیگر تأمین آب، عامل محدودکننده تولید است (Sepaskhah and Khajehabdollahi, 2005). رشد و توسعه همراه با استفاده روزافزون از منابع آب شیرین، آسیب‌پذیری در شرایط تغییر اقلیم آینده را افزایش داده و محدودیت‌های تولیدات کشاورزی را تشدید خواهد کرد (Evans, 2009). هرچند با پیشرفت علم و تکنولوژی، شیوه‌های نوینی در آبیاری پا به عرصه گذاشته‌اند. بااین‌وجود هنوز در بسیاری از کشورهای جهان حتی کشورهای پیشرفته، آبیاری سطحی یکی از مهم‌ترین روش‌های آبیاری است که در آن آب به روش ثقلی در سطح زمین جریان می‌یابد و سطح زمین به‌عنوان جذب‌کننده و انتقال‌دهنده آب مورداستفاده قرار می‌گیرد. به علت پایین بودن هزینه سرمایه‌گذاری، پایین بودن هزینه تأمین انرژی و استفاده از سیستم، سهولت عملیات و همچنین تعمیر و نگهداری آسان، پژوهشگران مطالعات زیادی را در زمینه افزایش راندمان آبیاری سطحی انجام داده‌اند (علیزاده، ۱۳۸۳؛ سهراب و عباسی، ۱۳۸۴؛ ریاحی فارسانی و همکاران، ۱۳۹۳). پلایان و متیوس تغییر در بازده کاربرد آب آبیاری را با اعمال تغییر در مدیریت آبیاری در منطقه باردناس اسپانیا ارزیابی کردند (Playán and Mateos, 2004). سیستم آبیاری در این منطقه ۱۵ هزار هکتاری

[۱] کارشناس ارشد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، کرج.
[۲] دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، کرج. (* نویسنده مسئول: ebrahimian@ut.ac.ir)
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، کرج.
تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۷

بیشتر روش آبیاری سطحی بود. زمان معمول آبیاری در این ناحیه ۲/۸ساعت در هکتار بود که نشان‌دهنده بیش‌آبیاری بود. نتایج نشان داد با کاهش زمان آبیاری به مقدار بهینه (۱/۷ ساعت در هکتار)، بازده کاربرد آب آبیاری از مقدار معمول خود یعنی ۴۴ درصد به مقدار ۷۰ درصد افزایش یافت. ملوحی و همکاران (۱۳۸۵) راندمان‌های کاربرد آب را در دو روش آبیاری سطحی و در دو حالت جویچه‌های بازسازی-شده و بدون بازسازی در مزارع واقع در مرکز تحقیقات نیشکر در واحد امیرکبیر مورد ارزیابی قراردادند، آن‌ها درطی ماه‌های اردیبهشت الی مهرماه، مقادیر راندمان کاربرد آب را در جویچه‌های بازسازی‌شده ۴۸ تا ۷۵ درصد و به‌طور متوسط ۶۲ درصد و در جویچه‌های بدون بازسازی ۴۳ تا ۶۳ درصد و به‌طور متوسط ۵۳ درصد اندازه‌گیری کردند. در ارزیابی راندمان کاربرد آبیاری شیاری تحت مدیریت زارعین دامنه تغییرات بازده کاربرد آب آبیاری در مزارع مورد آزمایش بسیار وسیع و از حداقل ۹/۸ تا حداکثر ۹۰/۳ درصد متغیر بدست آمد. عدم مدیریت صحیح آبیاری، عدم استفاده از سیفون جهت انتقال آب به شیار و نداشتن برنامه آبیاری از عوامل عمده پایین بودن راندمان کاربرد آب در مزارع عنوان شد؛ و گزارش کردند که یکپارچه‌سازی اراضی، تنظیم دبی به شیار، استفاده از سیفون و لوله دریچه‌دار ازجمله اقدامات مدیریتی است که می‌تواند در افزایش راندمان آبیاری در این منطقه نقش مؤثری داشته باشد (قدمی و سیدان، ۱۳۸۶). ریاحی فارسانی و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی سیستم‌های جویچه‌ای استان چهارمحال بختیاری میانگین راندمان کاربرد در این استان را ۵۵/۳۶ درصد عنوان کردند و استفاده از دبی ثابت برای هر جویچه در مدت‌زمان آبیاری، باز بودن انتهای جویچه، نامناسب بودن شیب جویچه‌ها در مزرعه، عدم آگاهی زارعین در نحوه آبیاری بهینه در مزارع، نداشتن برنامه آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه، اداره شدن مزارع به‌صورت خرده‌مالکی، ناهموار بودن سطح اراضی و نامتناسب بودن ابعاد زمین را ازجمله علل کاهش راندمان آبیاری در دشت‌های این استان عنوان کردند.

در بسیاری از مطالعات انجام‌شده مبنای کم درصدی از زمان قطع جریان در تیمار شاهد به‌عنوان درصد کم‌آبیاری گزارش‌شده و لزوماً به چگونگی تشکیل پروفیل رطوبتی خاک و اینکه چند درصد از مزرعه را پوشش داده توجه نشده است. بررسی ارتباط درصد کم‌آبیاری در انتهای جویچه و درصد کم‌آبیاری در طول جویچه و یا به تعبیری در کل مزرعه و تأثیر پروفیل رطوبتی تشکیل‌شده بر عملکرد بیوماس از اهداف این مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۲۹۲/۹ متر از سطح دریا انجام شد. ذرت علوفه‌ای با رقم سینگل کراس ۷۰۴ برای یک فصل زراعی با تراکم ۷۰۰۰۰ بوته در هر هکتار کشت شد، محصول در تاریخ ۲۳ تیر ۱۳۹۳ کشت و در ۲۸ مهرماه برداشت شد. چهار تیمار (۱۰۰ درصد آبیاری، ۷۵ درصد آبیاری، ۵۰ درصد آبیاری و ۲۵ درصد آبیاری در انتهای جوچه) موردبررسی قرار گرفت. مشخصات فیزیکی خاک در آزمایشگاه گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران اندازه‌گیری شد (جدول ۱). عمق خاک زراعی به دلیل وجود یک‌لایه سنگریزه، ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد. جویچه‌ها و کاشت بذر هم‌زمان به‌صورت مکانیزه با استفاده از فاروئر و کارنده‌ی متصل به تراکتور با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر، فاصله کشت ۸ سانتی‌متر در هر ردیف و طول ۵۱ متر ایجاد شدند. برای هر تیمار سه پشته و چهار جویچه آبیاری در نظر گرفته شد. تیمارها با فاصله ۱/۵ متر از یکدیگر مستقر شدند. برای کنترل جریان ورودی و خروجی در ابتدا و انتهای جویچه‌ها از فلوم‌های WSC تیپ ۲ استفاده شد. میخ‌های چوبی در طول جویچه در هر ۶ متر به‌منظور اندازه‌گیری زمان‌های پیشروی و پسروی نصب شدند. روز اول پس از کشت جهت جوانه‌زنی کامل تا خیس شدن کامل پشته‌ها آبیاری انجام شد. دور آبیاری هفت روز در نظر گرفته شده بود. تبخیر–تعرق گیاه مرجع با استفاده از داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و با استفاده از نرم‌افزار ET0 CALCULATOR (Raes, 2009) محاسبه شد. ضریب گیاهی محصول ذرت علوفه‌ای بر مبنای نشریه شماره ۵۶ فائو و اصلاح آن براساس متغیرهای اقلیمی (رطوبت نسبی و سرعت باد) بدست آمد. نیاز آبی گیاه از ضرب ضریب گیاهی در تبخیر–تعرق گیاه مرجع حاصل شد. لازم به ذکر است مقدار بارندگی در طول دوره رشد ناچیز بود. از ۱۴ نوبت آبیاری انجام‌شده هفت آبیاری اول (از ابتدای فصل رشد تا انتهای مرحله توسعه کانوپی) همه تیمارها به مقدار یکسان و به مقدار نیاز آب دریافت کردند و هفت آبیاری دوم اعمال تیمار صورت گرفت (جدول ۲). پارامترهای نفوذ با نرم‌افزار IPARM تخمین زده شد (Gillies et al., 2007). IPARM ضرایب معادله نفوذ کاستیاکوف–لوئیس را به‌طور معکوس با استفاده از اطلاعات زمان پیشروی و هیدروگراف

رواناب خروجی برآورد می‌کند. پس از بدست‌آوردن مقادیر پارامترهای نفوذ، زمان آبیاری در انتهای جویچه برای هر چهار تیمار بدست آمد و پس از پیشروی آب تا انتها زمان آبیاری هر تیمار اعمال شد. درواقع، زمان آبیاری برابر با مجموع زمان پیشروی آب و زمان فرصت نفوذ در انتهای جویچه در هر تیمار در نظر گرفته شد. وجین علف‌های هرز در طول فصل رشد به‌صورت دستی صورت گرفت. آب آبیاری توسط کانال بتنی به سر مزرعه انتقال پیدا کرد. توسط یک پمپ دیزلی آب از کانال به مخزن هزار لیتری انتقال یافت و به‌منظور ایجاد ارتفاع ثابت پس از سرریز کردن مخزن به کانال آبیاری شروع شد. توسط سرشیرهای موجود در ابتدای هر شیار و فلوم‌های WSC نصب‌شده دبی همه‌ی جویچه‌ها ۰/۲ لیتر بر ثانیه تنظیم شد. برداشت ذرت به‌صورت علوفه‌ای با دست به فاصله ۴ سانتی‌متر از سطح زمین در زمان خمیری شدن بلال انجام شد. پنج‌متر از ردیف کشت برای هرکدام از قسمت‌های ابتدا، وسط و انتهای جویچه برای اندازه‌گیری محصول هر تیمار انتخاب شد. پس از اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌های گیاهی به مدت ۱۰ روز در آون با دمای ۷۰ درجه قرار گرفت که به‌طور کامل خشک و به‌عنوان بیوماس محصول ذرت اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک زراعی ابتدا، وسط و انتهای مزرعه آزمایشی

مکان	عمق (m)	بافت خاک	ذرات تشکیل‌دهنده خاک			وزن ظاهری (gr/cm^3)	ظرفیت زراعی (weight percent)	نقطه پژمردگی (weight percent)
			رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)			
ابتدا	۰/۰-۰/۲	لومی رسی	۲۸/۵	۳۵/۰	۳۶/۵	۱/۵	۱۸/۲	۸/۷
	۰/۲-۰/۴	لومی رسی	۲۸/۵	۳۳/۸	۳۷/۸	۱/۴۵	۱۷/۵	۸/۱
	۰/۴-۰/۶	لومی شنی	۱۶/۰	۱۷/۵	۶۶/۵	۱/۴۷	۱۴/۲	۶
وسط	۰/۰-۰/۲	لؤم	۲۶/۰	۳۰/۰	۴۴/۰	۱/۵	۱۸/۱	۸/۵
	۰/۲-۰/۴	لومی رسی شنی	۲۳/۵	۲۵/۰	۵۱/۵	۱/۴۵	۱۷/۲	۸
	۰/۴-۰/۶	لومی رسی شنی	۲۱/۰	۲۲/۵	۵۶/۵	۱/۵۲	۱۵/۵	۶/۹
انتها	۰/۰-۰/۲	لومی رسی	۳۱/۰	۳۱/۷	۳۷/۳	۱/۵۱	۱۸/۱	۸/۴
	۰/۲-۰/۴	لؤم	۲۶/۸	۳۰/۴	۴۲/۸	۱/۴۸	۱۷/۷	۸/۱
	۰/۴-۰/۶	لومی شنی	۲۰/۲	۲۴/۶	۵۵/۳	۱/۴۹	۱۵	۶/۶

جدول ۲- دبی ورودی به جویچه و زمان‌های قطع جریان آبیاری در تمامی تیمارها در طول فصل رشد

	زمان قطع جریان (min)				دبی
	تیمار شاهد	تیمار ۷۵ درصد آبیاری	تیمار ۵۰ درصد آبیاری	تیمار ۲۵ درصد آبیاری	(l/s)
آبیاری اول	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۰/۲
آبیاری دوم	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۰/۲
آبیاری سوم	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۰/۲
آبیاری چهارم	۸۴	۸۴	۸۴	۸۴	۰/۲
آبیاری پنجم	۱۱۹	۱۱۹	۱۱۹	۱۱۹	۰/۲
آبیاری ششم	۱۱۹	۱۱۹	۱۱۹	۱۱۹	۰/۲
آبیاری هفتم	۱۶۷	۱۶۷	۱۶۷	۱۶۷	۰/۲
آبیاری هشتم	۱۳۶	۱۱۸	۸۰	۵۴	۰/۲
آبیاری نهم	۱۷۵	۱۳۱	۹۱	۴۷	۰/۲
آبیاری دهم	۱۵۷	۱۱۲	۸۸	۷۵	۰/۲
آبیاری یازدهم	۱۳۹	۱۰۵	۸۵	۶۳	۰/۲
آبیاری دوازدهم	۱۵۰	۸۷	۷۰	۵۸	۰/۲
آبیاری سیزدهم	۱۹۰	۱۱۴	۸۹	۵۷	۰/۲
آبیاری چهاردهم	۱۴۱	۱۰۵	۸۰	۵۲	۰/۲

شاخص‌های ارزیابی آبیاری

در این مطالعه شاخص‌های مختلف عملکرد آبیاری جویچه‌ای شامل راندمان کاربرد، نفوذ عمقی، رواناب، راندمان ذخیره و یکنواختی توزیع و همچنین درصد پراکندگی محصول در طول جویچه براساس روابط زیر محاسبه شد:

$$E_a = \frac{z_{req}L}{Q_0 t_{cot}} \quad (۱)$$

$$DPR = \frac{V_z - z_{req}L}{Q_0 t_{cot}} \quad (۲)$$

$$TWR = 100 - E_a - DPR \quad (۳)$$

$$E_{ad} = \frac{z_{req}x_d + V_{xi}}{Q_0 t_{cot}} \quad (۴)$$

$$E_r = \frac{z_{req}x_d + V_{xi}}{z_{req}L} \times 100 \quad (۵)$$

$$DPR_d = \frac{V_{xa} - z_{req}x_d}{Q_0 t_{cot}} \quad (۶)$$

$$NS = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})}{n\bar{x}} \quad (۷)$$

$$U = \frac{d_q}{\bar{d}} \times 100 \quad (۸)$$

که در آن Ea راندمان کاربرد (درصد)، Zreq عمق موردنیاز آبیاری (مترمربع)، L طول جویچه (متر)، Q0 دبی (مترمکعب بر دقیقه)، tcot زمان قطع جریان ورودی (دقیقه)، DPR نفوذ عمقی (درصد)، Vz حجم آب نفوذ کرده به خاک (مترمکعب)، TWR رواناب (درصد)، Er راندمان ذخیره (درصد)، xd طولی از جویچه که میزان آب کامل دریافت کرده (متر)، Vzi حجم آب نفوذ کرده در قسمت کم‌آبیاری شده (مترمکعب)، Ead راندمان کاربرد آب در حالت کم آبیاری (درصد)، DPRd نفوذ عمقی در حالت کم‌آبیاری (درصد)، Vza حجم آب نفوذ کرده در قسمتی از جویچه که آب کامل دریافت کرده (مترمکعب) NS درصد پراکندگی محصول، xi محصول برداشت‌شده در ابتدا، وسط و انتها، $\bar{x}$میانگین محصول در طول جویچه، n تعداد برداشت در طول جویچه، d_q میانگین پایین‌ترین چارک نفوذ، $\bar{d}$ میانگین کل نفوذ بود.

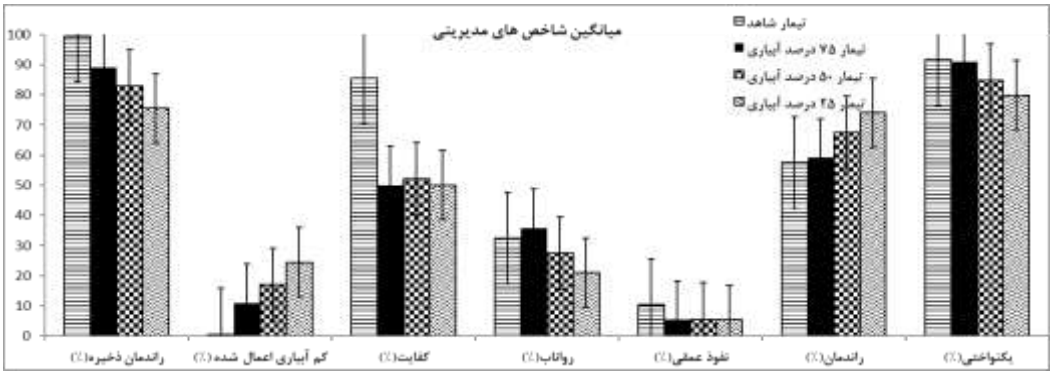
همچنین، پروفیل آب نفوذ یافته در طول جویچه در تمامی تیمارها براساس فرصت نفوذ (اختلاف زمان پیشروی و زمان پسروی) و معادله نفوذ (با توجه به نرم‌افزار IPARM) در تیمارهای مختلف رسم شد و سپس مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

شاخص‌های عملکرد آبیاری در همه‌ی تیمارها در طول فصل رشد در جدول ۳ ارائه‌شده است. همچنین مقادیر میانگین آن‌ها نیز در شکل ۱ آمده است. به دلیل کوتاه بودن طول جویچه یکنواختی بالایی برای همه‌ی تیمارها بدست آمد.

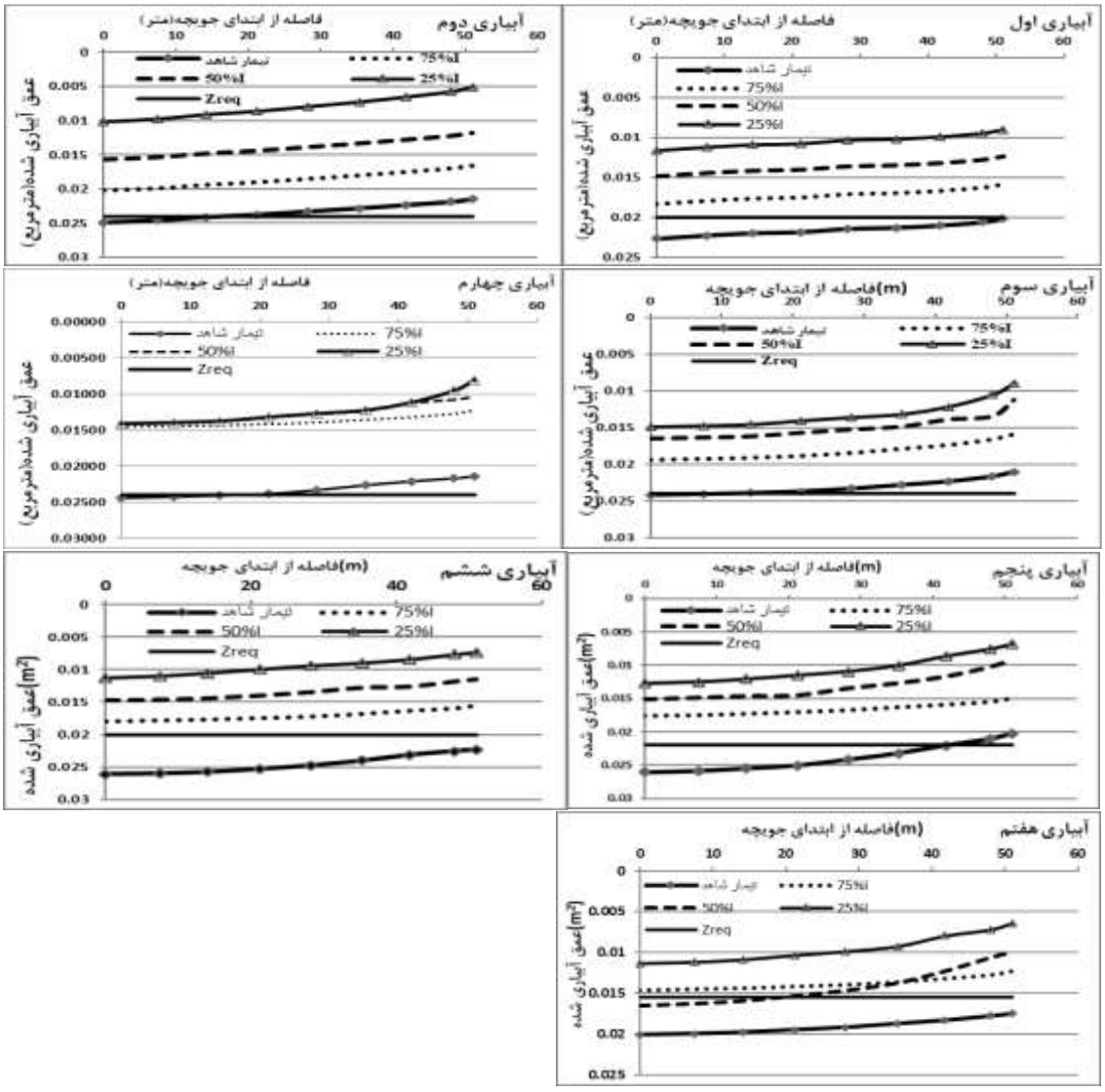
جدول ۳- شاخص‌های ارزیابی برای چهار تیمار در طول فصل رشد

تیمار	یکنواختی (٪)	راندمان (٪)	نفوذ عمقی (٪)	رواناب (٪)	کفایت (٪)	کم‌آبیاری اعمال‌شده (٪)	راندمان ذخیره (٪)
شاهد	۹۱/۵	۵۷/۵	۱۰	۳۲/۵	۸۵/۵	۰/۶	۹۹/۴
۷۵ درصد آبیاری	۹۰/۹	۶۳/۸	۵/۴	۳۰/۸	۵۰	۱۱	۸۹
۵۰ درصد آبیاری	۸۵/۸	۶۷	۵/۶	۲۷/۴	۵۲/۱	۱۷	۸۳
۲۵ درصد آبیاری	۷۹/۸	۷۴	۵/۴	۲۰/۶	۵۰	۲۴/۵	۷۵/۵



شکل ۱- میانگین شاخص‌های عملکرد آبیاری برای تمامی تیمارها

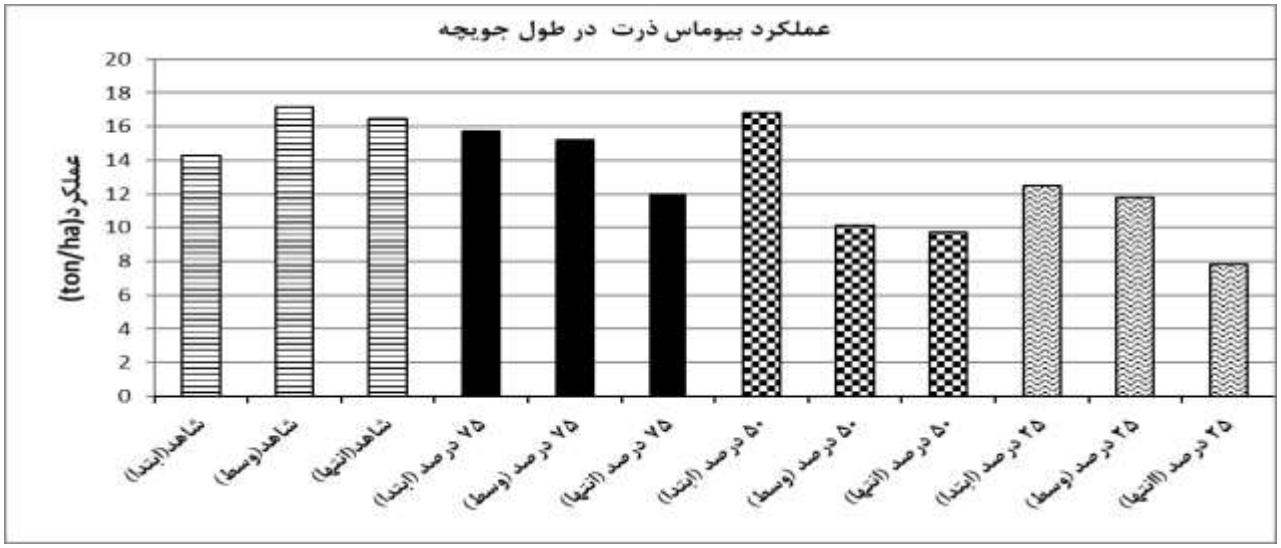
بیشترین یکنواختی برای تیمار شاهد (۹۱/۵ درصد) و کمترین یکنواختی برای تیمار ۲۵ درصد آبیاری در انتهای جویچه (۷۹/۸) بدست آمد. کم‌آبیاری باعث کاهش یکنواختی پروفیل رطوبتی تشکیل‌شده در طول جویچه شد (شکل ۲). کانگ و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند که از طریق کم آبیاری به روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان، یکنواختی توزیع آب آبیاری در مقایسه با شرایط آبیاری کامل (تیمار شاهد) کاهش چندانی نداشت (Kang et al., 2000). یکنواختی تیمار ۷۵ درصد آبیاری در انتهای جویچه به تیمار شاهد بسیار نزدیک بود. علت آن را می‌توان کوچک‌تر بودن سطح مقطع جویچه که باعث کمتر شدن نفوذ آب در خاک در طول جویچه شد را عنوان کرد. بالا بودن یکنواختی آب توزیع‌شده در طول جویچه به شیب زیاد، طول کم جویچه و بافت نسبتاً سنگین خاک مزرعه موردمطالعه مرتبط است.



شکل ۲- پروفیل عمق آب نفوذ یافته در طول جویچه برای نوبت‌های مختلف آبیاری

کم‌آبیاری با کاهش زمان آبیاری و کاهش تلفات رواناب از انتهای مزرعه، باعث افزایش راندمان کاربرد آبیاری شد. سپاسخواه و قهرمان با بررسی اثر راندمان و یکنواختی بر عملکرد نسبی محصول، کم‌آبیاری را باعث افزایش راندمان آبیاری عنوان کردند (Sepaskhah and Ghahraman, 2004). پروفیل رطوبتی تشکیل‌شده که تابعی از پارامترهای نفوذ بود در راندمان کاربرد آبیاری تأثیرگذار بود. بیشترین و کمترین میانگین راندمان کاربرد آبیاری در طول فصل زراعی برای تیمار ۲۵ درصد آبیاری در انتهای جویچه (۷۴ درصد) و شاهد (۵۷/۵ درصد) بدست آمد. در بیشتر موارد راندمان کاربرد آبیاری جویچه‌ای بین ۴۰ تا ۶۰ درصد است، درحالی‌که به‌طور نظری با آبیاری جویچه‌ای، دست‌یابی به راندمانی در حدود ۸۵-۷۰ درصد امکان‌پذیر است (Camacho et al, 1997). بهزادی نسب و همکاران (۱۳۸۷)، دامنه تغییرات زیاد راندمان کاربرد سیستم آبیاری جویچه‌ای در مزارع کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه را ۳۶/۶۱ تا ۵۲/۱۲ درصد گزارش کردند که مقادیر گزارش‌شده به راندمان تیمار شاهد این تحقیق نزدیک بود.

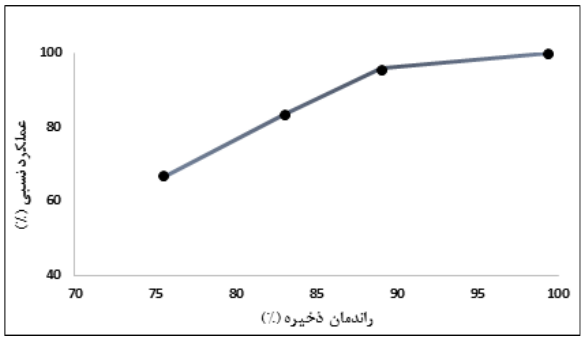
تلفات به دو صورت نفوذ عمقی و رواناب از انتهای مزرعه اندازه-گیری شدند. عمده تلفات به دلیل شیب زیاد (۰/۸۸ درصد) و کوتاه بودن طول جویچه‌ها به‌صورت رواناب بود. بیشترین و کمترین میانگین درصد رواناب از کل آب بکار برده شده در طول فصل زراعی در مزرعه به ترتیب برای تیمار شاهد (۳۲/۵ درصد) و تیمار ۲۵ درصد آبیاری در انتهای جویچه (۲۰/۶ درصد) بدست آمد. ردی و همکاران با بررسی آبیاری جویچه‌ای در مزارع مختلف، شیب بیشتر از ۰/۰۰۵ مزارع را عامل میانگین حجم ۳۹ درصدی رواناب از کل حجم آب بکار برده شده عنوان کردند (Reddy et al., 2013). میزان نفوذ عمقی برای تیمارهای کم‌آبیاری تقریباً برابر (۵/۵ درصد) و تیمار شاهد برابر ۱۰ درصد بدست آمد. درصد کم‌آبیاری اعمال‌شده در طول جویچه برای همه تیمارها بدست آمد. برای شرایط نفوذ و تشکیل پروفیل مشابه درصد کم‌آبیاری شده در انتهای جویچه با کم آبیاری صورت گرفته در طول جویچه رابطه مستقیم داشت. پروفیل‌های با یکنواختی بالاتر باعث شد درصد کم‌آبیاری در انتهای جویچه و درصد کم‌آبیاری در طول جویچه به هم نزدیک شوند. پروفیل رطوبتی تشکیل‌شده بر روی عملکرد محصول در طول جویچه تأثیر گذاشت. بیشترین یکنواختی آب آبیاری برای تیمار شاهد بدست آمد که کمترین درصد پراکندگی بیوماس در طول جویچه را داشت (۷/۶ درصد). اعمال کم‌آبیاری باعث افزایش غیریکنواختی پروفیل رطوبتی و افزایش پراکندگی محصول در طول جویچه شد. بیشترین پراکندگی عملکرد بیوماس برای تیمار ۵۰ درصد آبیاری بدلیل عملکرد بالا درابتدای جویچه بدست آمد (۲۶ درصد). علت این عملکرد بالا در ابتدای جویچه، علاوه بر آب بیشتری که ابتدای جویچه نسبت به طول جویچه دریافت کرد، در مقایسه با دیگر تیمارها می‌توان تغییرپذیری شرایط فیزیکی و حاصلخیزی خاک در یک مزرعه را عنوان کرد.



شکل ۳- عملکرد بیوماس (وزن خشک) ذرت علوفه‌ای در طول جویچه

بیشترین و کمترین بیوماس برداشت‌شده به ترتیب برای وسط جویچه تیمار شاهد و انتهای تیمار ۲۵ درصد آبیاری بدست آمد. با توجه به پروفیل رطوبتی تشکیل‌شده (شکل ۲) در طول جویچه کمترین آب نفوذ کرده در انتهای جویچه بود و کمترین مقدار عملکرد در تیمارهای کم‌آبیاری در انتهای جویچه بدست آمد.

میانگین عملکرد بیوماس تیمارها بدست آمد که بیشترین عملکرد بیوماس در تیمار شاهد بود و برای تیمارهای کم‌آبیاری کاهش یافت (شکل ۳). عملکرد نسبی بیوماس با در نظر گرفتن عملکرد بیشینه تیمار شاهد بدست آمد. میانگین بیوماس بدست آمده با راندمان ذخیره رابطه مستقیم داشت (شکل ۴).



شکل ٤- تأثیر راندمان ذخیره بر مقادیر میانگین بیوماس

رهیافت ترویجی

یکی از راه‌کارهای اساسی برای افزایش راندمان آبیاری و بهره‌وری آب، اعمال کم‌آبیاری به‌صورت الگوهای مختلف است. در این مطالعه تأثیر کم‌آبیاری در انتهای جویچه بر شاخص‌های عملکرد آبیاری و تأثیر پروفیل رطوبتی بر عملکرد بیوماس محصول ذرت موردبررسی قرار گرفت.

اگرچه کم‌آبیاری سبب کاهش راندمان ذخیره شد ولی نکته حائز اهمیت این بود که راندمان ذخیره در مقایسه با مقدار نسبی حجم آبیاری در تیمارهای کم‌آبیاری بهبود یافت. با کاهش راندمان ذخیره، عملکرد محصول به‌صورت غیرخطی کاهش یافت.

اعمال کم‌آبیاری باعث افزایش غیریکنواختی پروفیل رطوبتی و افزایش پراکندگی محصول در طول جویچه شد. بالا بودن یکنواختی توزیع آب آبیاری باعث شد درصد کم‌آبیاری در انتهای جویچه و درصد کم‌آبیاری در طول جویچه به هم نزدیک باشند.

همچنین، کم‌آبیاری باعث کاهش قابل توجه محصول ذرت در تیمارهای ۵۰ درصد و ۷۵ درصد کم‌آبیاری در انتهای جویچه شد؛ بنابراین کم‌آبیاری به این میزان در انتهای جویچه برای مزرعه موردمطالعه پیشنهاد نمی‌شود.

درنهایت با توجه به نتایج این تحقیق، اعمال کم آبیاری ۲۵ درصد در انتهای جویچه که منجر به کم آبیاری ۱۱ درصدی در کل جویچه شده است، برای کاهش مصرف آب آبیاری با کاهش اندک محصول پیشنهاد می‌شود.

مراجع

بهزادی نسب، م.، ناظمی، ا. و صدرالدینی س. ع. ا. ۱۳۸۷ . ارزیابی سیستم آبیاری جویچه ای (مطالعه موردی مزارع کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه). دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. اهواز.

ریاحی فارسانی، ح.، نوری امام زاده‌ئی، م. ر.، فتاحی نافچی، ر. ا. و طباطبائی، س. ح. ۱۳۹۳. ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای در دشت‌های شهرکرد، بروجن و خانمیرزا. علوم و مهندسی آبیاری. دوره ۳۷ شماره ۲. ۱۰۴-۹۵

سهراب، ف و عباسی، ف. ۱۳۸۴. ارزیابی بازده آب آبیاری طی چند دهۀ گذشته در سطح کشور. سهراب و عباسی. کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه. کرج.

علیزاده، ا. ۱۳۸۳. طراحی سیستم‌های آبیاری. ترجمه (چاپ پنجم با تجدیدنظر). انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد.

قدمی، ف. ع و سیدان، س. ۱۳۸۶. ارزیابی راندمان کاربرد آبیاری شیاری تحت مدیریت زارعین (مطالعه موردی: دشت بهار همدان). پژوهش کشاورزی. دوره ۷ شماره ۳. ۸۹-۷۹.

ملوحی، ح.، بهزاد، م. و ناصری ع. ع. ۱۳۸۵. راندمان‌های کاربرد آب در دوحالت جویچه‌های بازسازی‌شده و بدون بازسازی در مزارع نیشکر. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اردیبهشت‌ماه. دانشگاه شهید چمران اهواز.

Camacho, E. C., Perez-Lucena, C., Roldan-Canas, J. and Alcaide, M. 1997. IPE: Model for management and control of furrow irrigation in real time. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 123(4). 264-269.

Evans, J.P. 2009. 21st century climate change in the Middle East. Climatic Change. 92. 417–432.

Gillies, M.H., Smith, R.J. and Raine S.R. 2007. Accounting for temporal inflow variation in the

inverse solution for infiltration in surface irrigation. Irrigation Science. 25(2). 87-97.

Kang, S. Z., Shi, P., Pan, Y. H., Liang, Z. S., Hu, X. T., and Zhang, J. 2000. Soil water distribution, uniformity and water-use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. Irrigation Science. 19(4). 181-190.

Playán, E., and L. Mateos, 2004. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 September–1 October. 2004.

Raes, D. 2009. The ET0 Calculator, Reference Manual Version 3.1. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Reddy, J. M., Jumaboev, K., Matyakubov, B. and Eshmuratov, D. 2013. Evaluation of furrow irrigation practices in Fergana Valley of Uzbekistan. Agricultural water management. 117. 133-144.

Sepaskhah, A. R. and Ghahraman, B. 2004. The effects of irrigation efficiency and uniformity coefficient on relative yield and profit for deficit irrigation. Biosystems engineering. 87(4). 495-507.

Sepaskhah, A.R. and Khajehabdollahi, M. H. 2005. Alternative furrow irrigation with different irrigation intervals for maize (Zea mays L.), Plant Production Science. 8. 592–600.

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 2, Autumn and Winter 2019, 145-154

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، ص. ۱۵۴-۱۴۵

Investigation on Irrigation Performance Indicators and Silage Corn Production Based on Deficit Irrigation at the Furrow End

E. Vatankhah[1], H. Ebrahimian[2]*, T. Maarefi[3]

Abstract

The scarcities of fresh water resources for agriculture production on the one hand and low cost establishment and energy supply and easy maintenance on the other hand, has led researchers to conduct many studies about increasing surface irrigation efficiency. In this study, effect of deficit irrigation at the furrow end on furrow irrigation performance indicators and effect of soil moisture profile on silage corn yield (biomass) were investigated in Karaj, Iran, in 2014. Four treatments (100% irrigation: full irrigation, 75% irrigation: 25% deficit irrigation, 50% irrigation: 50% deficit irrigation and 25% irrigation: 75% deficit irrigation at the furrow end) were considered. Deficit irrigation increased application efficiency. Runoff was as a main irrigation water loss due to short furrow and high slope. Deficit irrigation increased non-uniformity of moisture profile and crop production along the furrow. The most non-uniformity of crop yield along the furrow was observed in the 75% deficit irrigation treatment. Crop yield was greater at the upstream than at the downstream of experimental furrows. There was a direct relationship between crop yield and storage efficiency. The treatment with 25% deficit irrigation at the furrow end was identified as the best treatment regarding water saving and low reduction of crop yield.

Keywords: Drought stress, evaluation indices, Silage corn Surface irrigation.

[1] Master of Science (MSc), Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran, Karaj.
[2] Associate professor, Department of Irrigation and Reclamation Eng., College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. (Corresponding Author, ebrahimian@ut.ac.ir)
[3] Master student, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran, Karaj.
Received: 2 March 2020
Accepted: 17 March 2020