Irrigation Sciences and Engineering
Vol.40, No. 2, Summer 2017, p. 199-207

علوم و مهندسی آبیاری
جلد ٤٠، شماره‌ی۲، تابستان ٩٦، ص. ۲۰۷-۱۹۹

اصلاح برنامه‌ریزی آبیاری گیاه سیب‌زمینی به منظور ارتقاء شاخص بهره‌وری آب

مصطفی رئیسی اسدآبادی[۱]، محمدرضا نوری امام زاده ائی[۲*] و روح الله فتاحی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۲*- نویسنده مسئول، دانشیار گروه آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد nouri1351@yahoo.com
۳- دانشیار گروه آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۴

چکیده

بزرگ‌ترین چالش کشاورزی پایدار در اغلب کشورهای جهان دست‌یابی به منابع آب پایدار بوده و حفظ منابع آب مستلزم بهینه‌سازی مصرف آن در بخش‌های مختلف به خصوص در بخش کشاورزی است. این تحقیق با هدف اصلاح مدیریت مصرف آب از طریق اعمال روش‌های کم‌آبیاری برای ارتقاء بهره‌وری و شاخص کارایی مصرف آب در گیاه سیب‌زمینی در منطقه شهرکرد انجام شده است. بر این اساس مقادیر شاخص‌های مدیریتی از جمله راندمان‌های کاربرد، یکنواختی توزیع و کفایت آبیاری در شرایط تأمین ٦٠، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه سیب‌زمینی در قالب یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد طی خرداد تا مهر ۱۳۹۳ سنجش گردید. تعیین شاخص‌های مدیریتی مذکور مستلزم اطلاع کافی از مقادیر و نحوی توزیع آب نفوذ یافته می‌باشد. به این منظور در این تحقیق با طراحی و نصب شش دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی ساده در ابتدا، وسط و انتهای هر شیار در دو عمق، وضعیت آب نفوذ یافته در عمق خاک در طول هر شیار تعقیب و سنجش شد. بر اساس نتایج این تحقیق متوسط راندمان کاربرد تیمارهای آبی فوق‌الذکر به ترتیب ۸۱/۲٦، ٦۸/۰۹، ٥٦/۲٦ و ٤٦/۹۲ درصد اندازه‌گیری شد؛ این در حالی است که کمترین میزان راندمان کفایت و توزیع مربوط به تیمار ٦٠ درصد با مقادیر به ترتیب ۸٦/۲۹ و ۷٥/٥٦ درصد می‌باشد. نتایج نشان می‌داد که مدیریت آبیاری مزرعه سیب‌زمینی در این منطقه با لحاظ داشتن مقدار تخلیه مجاز معادل ٤۷ درصد و کاربرد آبی معادل ۸۰ درصد نیاز آبی منجر به بیشترین راندمان کارایی مصرف آب (۸۳/۱ کیلوگرم بر مترمکعب) خواهد شد.

کلید واژه‌ها: تعیین‌گر جبهه رطوبتی، کم آبیاری، کارایی مصرف آب، راندمان کاربرد، راندمان یکنواختی توزیع، راندمان کفایت آبیاری.

Improving irrigation schedule of potato in order to improve water use efficiency index

M. Raesi Asad Abadi[1], M. R. Nouri Emamzadei[2*] and R. Fatahi[3]

1- Former MSc Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.
2*- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.
3- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.

Received: 7 November 2015 Accepted: 3 May 2016

Abstract

Achieving sustainable water resources has been considered as the biggest challenge of sustainable agriculture among the majority of countries across the world. Obviously, preserving water resources requires optimization of water consumption in different sectors, particularly in agricultural section. This study has been carried out with the aim of water use management reform via applying deficit irrigation techniques in order to promote potato plant productivity and water use efficiency (WUE) indicator in Shahrekord area. Accordingly, management indicators' quantities such as application

Archive of SID
www.SID.ir

efficiency, distribution uniformity and irrigation adequacy were measured and compared at the rates 60, 80, 100 and 120 percent supplying conditions of potato water requirement in the form of a complete randomized block design with three replications from June to October 2014. Determining aforementioned management indicators requires sufficient knowledge of the distribution pattern and amount of percolated water. In this regards, mentioned management indicators were determined by designing and installation of the six simple WFD devices at the beginning, middle and end of each furrow in two different depths. The distribution pattern and the amount of percolated water along the furrows were followed, measured and evaluated. Based on the results of this research, the average application efficiency of mentioned water treatments were calculated as 81.26, 68.09, 56.26 and 46.92, respectively. While, the lowest levels of adequacy efficiency and distribution were equal with 86.29 and 75.56% which was related to 60 percent treatment, respectively. Eventually, the findings indicated that irrigation management of potato farm in the study region will bring about the highest water use efficiency (WUE= $1.83 KG/M^3$) with considering MAD of 47 percent and water application equal to 80 percent of water requirement.

Keywords: WFD, deficit irrigation, water use efficiency (WUE), application efficiency, distribution uniformity efficiency, irrigation adequacy efficiency.

مقدمه

امروزه جستجو برای یافتن منابع جدید آبی و همچنین تلاش برای بهبود راندمان مصرف آب‌های موجود، دو راهکار موازی هستند که نشان دهنده کمبود آب در جهانند (بدر و همکاران[1]، ۲۰۱۲). استفاده از روش‌های نو در مدیریت آبیاری به‌عنوان یک راه‌حل اصولی برای افزایش راندمان مصرف آب مورد توجه قرار گرفته و تحقیقات زیادی به منظور تغییر و بهبود روش‌های آبیاری انجام شده است. از جمله این مدیریت‌ها می‌توان به استفاده از روش‌های کم‌آبیاری اشاره کرد (سپاسخواه و احمدی[2]، ۲۰۱۰).

آبیاری زمین معمولاً با اندازه‌گیری و پیش‌بینی کمبود آب خاک صورت می‌گیرد، توقف آبیاری هنگامی که آب به عمق خاصی می‌رسد نیز راه دیگری برای تصمیم‌گیری می‌باشد (زار و همکاران[3]، ۱۹۹۴؛ استیرزاکر[4]، ۲۰۰۳). روش‌های بسیاری برای نظارت بر وضعیت آب محصولات وجود دارد اما بیشتر تولیدکنندگان از آن‌ها استفاده نمی‌کنند. تعیین‌گر جبهه رطوبتی[5] یک دستگاه جدید است که با اندازه‌گیری عمق آب نفوذ کرده به لایه‌های مختلف خاک، به کشاورزان برای مدیریت بهتر آب و کود کمک می‌کند (استیرزاکر و هاچینسون[6]، ۲۰۰۵). با استفاده از دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی می توان فهمید آب تا چه عمقی در خاک نفوذ کرده و چگونگی توزیع رطوبت در طول مزرعه مشخص می‌شود. کارایی این روش نیز بخصوص در آزمایش‌های مزرعه‌ای برای بهبود مدیریت آبیاری در مقیاس وسیع به اثبات رسیده است (استیرزاکر و هاچینسون، ۲۰۰۵). با استفاده از این دستگاه به‌راحتی می‌توان به اطلاعات مفیدی در خصوص کمیت و کیفیت زهاب لایه‌های مختلف خاک دست یافت

اسکات و همکاران[7] (۲۰۰۰) پیش‌بینی کردند با توجه به افزایش تولید جهانی، ۸۰ درصد پروژه‌های تولید سیب‌زمینی تا سال ۲۰۲۰ در کشورهای در حال توسعه خواهد بود که ۶۴ درصد این مقدار در کشورهای آسیایی انجام می‌شود. زمانی که قرار است سیستم آبیاری ارزیابی شود، عملکرد کشاورزی و راندمان کارایی مصرف آب باید به طور هم‌زمان در نظر گرفته شود. با این وجود اهداف اجتماعی کشاورزی پایدار و اهداف مالی کشاورزی همسو با یکدیگر نیستند؛ به منظور نزدیک ساختن این دو نیاز لازم به دست یافتن به یک راندمان کارایی مصرف آب مطلوب می‌باشد (نوکس و همکاران[8]، ۲۰۱۲). حسن و همکاران[9] (۲۰۰۲) گزارش نموده‌اند که کارایی مصرف آب سیب‌زمینی از ۹/۶ تا ۳۲/۳ تن در هکتار تغییر نموده که کارایی مصرف آب از تیمارهای دارای تنش پیوسته در تمام مراحل رشد سیب‌زمینی به دست آمده است. حسام و هایکل[10] (۲۰۰۹) از بررسی سه سیستم آبیاری مختلف شامل آبیاری قطره‌ای سطحی، آبیاری

1- Badr *et al.*
2- Sepaskhah and Ahmadi
3- Zur *et al.*
4- Stirzaker
5 -Wetting front detector
6 -Stirzaker and Hutchinson

7- Scott *et al.*
8- Knox *et al.*
9- Hassan *et al.*
10- Hosam and Hiekal

Archive of SID
www.SID.ir

قطره‌ای زیرسطحی در عمق ۱۵ سانتی‌متر و آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در عمق ۳۰ سانتی‌متر و سه سطح کاربرد آب آبیاری ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه سیب‌زمینی نشان دادند که بیشترین عملکرد مربوط به سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در عمق ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد. از آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در عمق ۱۵ سانتی‌متر و سطح آبیاری ۸۰ درصد، بالاترین میزان کارایی مصرف آب به دست آمد و ۲۰ درصد نسبت به تیمار کامل در مصرف آب صرفه‌جویی شد و کمترین مقدار نیز در آبیاری قطره‌ای سطحی با سطح ۱۰۰ درصد بوده است. درویش و همکاران[1] (۲۰۰۶) اثر اعمال چهار تیمار آبیاری شامل تأمین ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد تبخیر و تعرق را بعد از مرحله استقرار سیب‌زمینی و در قالب آبیاری قطره‌ای بررسی کردند و نتایج تحقیق ایشان نشان داد تیمار ۶۰ درصد، وزن تازه غده را تا ۲۱ درصد کاهش داد. در حالی که در تیمار ۸۰ درصد، کاهش معنی‌داری در وزن تازه غده مشاهده نشد؛ در تیمار ۸۰ درصد، ۱۱۹ میلی‌متر در مصرف آب صرفه‌جویی شد و محصول غده و محتوای ماده خشک غده نیز حفظ شد.

به دلیل اینکه محاسبه راندمان‌های کاربرد، یکنواختی توزیع و کفایت آبیاری به اطلاع داشتن از پارامتر نامعلوم عمق آب نفوذ کرده در خاک در طول شیار وابسته می‌باشد و از طرفی برای دست‌یابی به راندمان بهینه عملکرد آبیاری و مدیریت بهتر سیستم‌های آبیاری اطلاع داشتن از پارامترهای ارزیابی (راندمان‌های کاربرد، یکنواختی توزیع و کفایت آبیاری) در طول فصل کشت امری ضروری است. در این تحقیق مقادیر عمق نفوذ یافته آب با استفاده از دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی محاسبه و علاوه بر محاسبه راندمان‌های فوق‌الذکر، مقدار مقدار تخلیه مجاز واقعی مزرعه و همچنین مقدار شاخص کارایی مصرف آب[2] بهترین درصد نیاز آبی برای این منطقه معرفی و توصیه می‌شود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر اعمال مدیریت‌های کم‌آبیاری بر عملکرد گیاه سیب‌زمینی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار در خرداد تا مهر ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شد. تیمارها شامل تأمین ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی بودند. بافت خاک با استفاده از آزمایش هیدرومتر در سه عمق (۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی‌متر) از نوع لوم‌رسی تعیین شده است. با قرار دادن رطوبت باقیمانده اندازه‌گیری با دستگاه تتاپروپ هر تیمار قبل از هر اتفاق آبیاری و درصد متناظر با هر تیمار در معادله ۱، مقدار عمق آب مورد نیاز برای تیمارهای مختلف به دست آمده است. همچنین فرصت نفوذ لازم برای عمق آب مورد نیاز برای هر تیمار با استفاده از معادله نفوذ (معادله ۲) محاسبه گردید (مولدن و همکاران[3]، ۲۰۱۰). از مجموع زمان نفوذ و زمان پیشروی آب در جویچه که بر اساس روش دونقطه‌ای به دست آمده زمان آبیاری حساب شده است.

$$DN = \frac{(FC-\theta S)}{100} \times DR \qquad (۱)$$

FC: ظرفیت زراعی (درصد حجمی) ، S: رطوبت موجود در خاک (درصد حجمی) و DR: عمق مورد نظر برای هر تیمار

$$z = 0.0033 * t^{0.25} + 0.000148 * t \qquad (۲)$$

Z: عمق آب نفوذ کرده (CM)، T: مدت زمان نفوذ آب (دقیقه)

عملیات کاشت، داشت و برداشت تیمارها طی فصل کشت با رعایت اصول زراعی توصیه شده انجام گردید. در هر یک از موقعیت‌های ابتدا، وسط و انتهای هر شیار یک جفت دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی در دو عمق مختلف متناسب با هر تیمار و در کنار یکدیگر نصب شدند. با استفاده از داده‌های به دست آمده از تعیین‌گر جبهه رطوبتی می توان عمق آب نفوذ یافته را به دست آورد. فاصله بین جفت دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی برای تیمار ۶۰ درصد، ۱۸ سانتی‌متر و برای تیمارهای ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ درصد به ترتیب برابر با ۲۴، ۳۰ و ۳۶ سانتی‌متر بود. تعقیب رطوبتی و نحوه توزیع آب در خاک با استفاده از حجم آب به تله افتاده در مخزن هر دستگاه و به کمک داده‌های دبی ورودی (سنجش شده با کنتور) و داده‌های دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی برای ارزیابی سیستم آبیاری بکار گرفته شده‌اند. در این تحقیق برای ارزیابی سیستم که شامل پارامترهای راندمان‌های کاربرد، یکنواختی توزیع و کفایت آبیاری است به ترتیب از معادلات ۳، ۴ و ۵ استفاده شده است.

راندمان کاربرد

یکی از رایج‌ترین پارامترها در ارزیابی عملکرد یک سیستم آبیاری راندمان کاربرد است که برحسب تعریف عبارت از نسبت مقدار آب ذخیره شده در ناحیه ریشه به کل آب تحویل داده شده در پهنه مورد نظر می‌باشد.

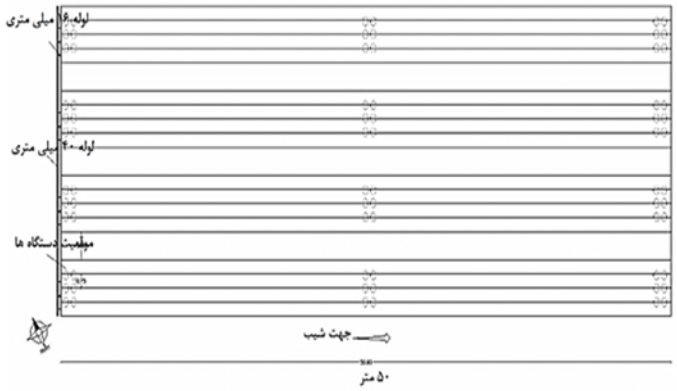
$$E_a = \frac{a*b*d_n}{t_{cutt}*Q} \qquad (۳)$$

Ea: راندمان کاربرد، a: طول مزرعه (متر)، b: عرض مزرعه (متر)، t_{cutt}: زمان قطع جریان (دقیقه) و Q: دبی ورودی (مترمکعب بر دقیقه).

1- Darwish *et al.*
2- Water use efficiency
3 - Molden *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- پلان جانمایی طرح اجرا شده در مزرعه آزمایشی

یکنواختی توزیع آب در مزرعه

در یک آبیاری ایده‌آل، بالا بردن بازده کافی نیست، بلکه باید آب به صورت یکنواخت در سطح مزرعه پخش شود. ملاک توزیع آب در مزرعه در آبیاری سطحی مقدار آبی است که در خاک نفوذ می‌کند.

$$Cu = \left(1 - \frac{\sum|Xi-\overline{X}|}{n\overline{X}}\right) * 100 \qquad (۴)$$

Cu : راندمان یکنواختی توزیع (درصد)، $\overline{X}$: متوسط عمق آب نفوذی در خاک (سانتی‌متر)، Xi: عمق آب نفوذی در خاک (سانتی‌متر)، n: تعداد نقاط اندازه‌گیری شده.

کفایت آبیاری

در طراحی سامانه‌های آبیاری علاوه بر راندمان آبیاری و یکنواختی توزیع، کفایت آبیاری نیز مهم است. کفایت آبیاری عبارت از درصدی از سطح مزرعه است که به اندازه آب مورد نیاز یا بیشتر آبیاری شود.

$$E_e = \frac{A_e}{A_t} \qquad (۵)$$

E_e : کفایت آبیاری (درصد)، A_e : سطحی از مزرعه که به اندازه آب مورد نیاز طرح یا بیشتر آب، آبیاری شده است (ha)، A_e : کل سطح مزرعه (هکتار).

محاسبه مقدار تخلیه واقعی[1]

از آنجایی که محاسبه مقدار تخلیه واقعی مهم و دشوار است با استفاده از اطلاعات دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی می‌توان مقدار تخلیه واقعی را به صورت غیر مستقیم حساب کرد. برای محاسبه مقدار تخلیه واقعی از معادله (۶) استفاده می‌شود (نورمهناد، ۱۳۸۶).

$$MAD = \frac{D_n}{(fc-pwp)*D_r} \qquad (۶)$$

MAD: ضریب تخلیه واقعی، D_n: اختلاف آب ذخیره شده در مخزن دو دستگاه مجاور یکدیگر در یک موقعیت (سانتی‌متر)، FC: ظرفیت زراعی (درصد حجمی) ، PWP: نقطه پژمردگی (درصد حجمی) ، D_r: فاصله بین مخزن دو دستگاه مجاور یکدیگر در یک موقعیت (سانتی‌متر).

محاسبه کارایی مصرف آب

به مقدار ماده خشکی که توسط گیاه به ازای هر واحد آب مصرف شده (مترمکعب) حاصل می‌گردد، کارایی مصرف آب گویند. برای محاسبه کارایی مصرف آب در پایان فصل پس از برداشت محصول، محصول هر تیمار وزن شده و حجم آبی که هر تیمار در طول فصل مصرف کرده است با اطلاع از دبی و زمان آبیاری برای هر نوبت آبیاری محاسبه می‌شود. با استفاده از معادله (۷) و اطلاعات به دست آمده کارایی مصرف آب محاسبه می‌شود.

$$WUE = \frac{P}{V} \qquad (۷)$$

WUE : کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، P: مقدار محصول (کیلوگرم)، V: مقدار آب مصرف شده در طول فصل کشت (مترمکعب).

1-Management Allowable detict

Archive of SID
www.SID.ir

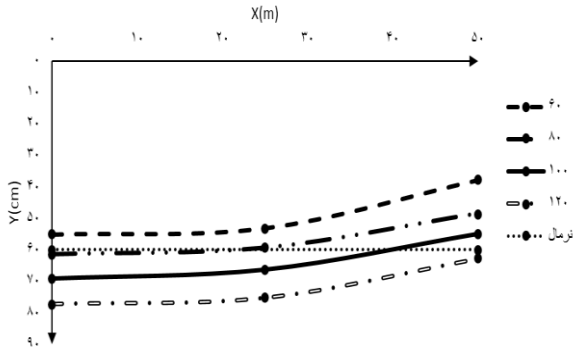
نتایج و بحث

توزیع طولی رطوبت در شیار

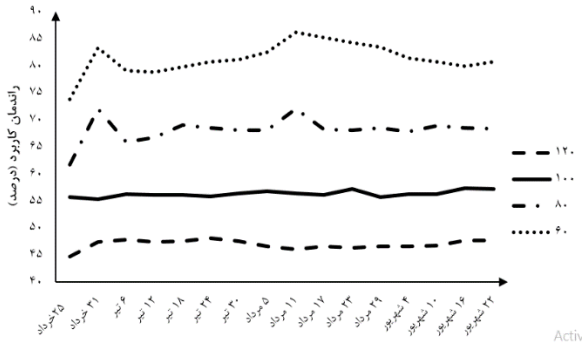
دست‌یابی به اهداف مدیریت بهتر آبیاری مستلزم اطلاع از نحوه‌ی توزیع آب در طول شیار و توزیع عمقی آن می‌باشد. شکل (۲) توزیع رطوبت در طول شیار برای تیمارهای مختلف در تاریخ ۶ تیر ماه را نشان می‌دهد. به دلیل اینکه ابتدای شیار فرصت نفوذ بالاتری دارد انتظار می‌رود در همه تیمارها عمق خاک مرطوب شده در ابتدای شیار بیشتر از بقیه موقعیت‌ها باشد. تیمار ۶۰ درصد در این تاریخ کمتر از حد کفایت آبیاری شده است و در ادامه دیده می‌شود که در این تیمار در تاریخ مذکور تلفات عمقی وجود نداشته است. تیمار ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد دارای درصد کفایت آبیاری بالاتری نسبت به تیمار ۶۰ درصد می‌باشند. از طرفی در این تیمارها سهم تلفات عمقی نسبت به تیمار ۶۰ درصد افزایش یافته و این افزایش موجب کاهش راندمان کاربرد را شده است. از سوی دیگر بیشتر بودن شیب منحنی توزیع رطوبت تیمار ۶۰ درصد (در مقایسه با منحنی نظیر دیگر تیمارها) در انتهای شیار روی راندمان یکنواختی انعکاس یافته و منجر به کاهش این راندمان شده است.

راندمان کاربرد

بر اساس داده‌های دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی می‌توان میزان آب نفوذ کرده به خاک را تعیین و تلفات عمقی و سهم ذخیره شده در ناحیه ریشه را از یکدیگر تفکیک نمود، همچنین با معلوم بودن میزان آب ورودی می‌توان راندمان کاربرد را در هر اتفاق آبیاری طی طول فصل کشت محاسبه کرد. در شکل (۳) به مقایسه راندمان کاربرد مربوط به هر تیمار در طول فصل پرداخته شده است. همان‌طور که انتظار می‌رود به‌وضوح دیده می‌شود تیمارهای کم آبیاری (۶۰ و ۸۰ درصد) راندمان کاربرد بالاتری نسبت به تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد دارند. در تاریخ یازده مرداد در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد باوجود افزایش نفوذپذیری در اثر سله‌شکنی تغییر محسوسی در راندمان کاربرد مشاهده نمی‌شود؛ چرا که با انجام عملیات سله‌شکنی شکل تلفات از رواناب سطحی به تلفات عمقی تبدیل شده است و لذا تأثیری در راندمان کاربرد نداشته است. در تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد افزایش مشهودی در راندمان کاربرد دیده می‌شود. علت این امر را می‌توان به افزایش نفوذپذیری و به تبع آن کاهش سهم رواناب و تسهیل شرایط برای ذخیره آب بیشتر در ناحیه ریشه بدون تغییر محسوس در تلفات عمقی ارتباط داد.



شکل ۲- منحنی توزیع رطوبتی در طول شیار در تاریخ ٦ تیر در تیمارهای متفاوت



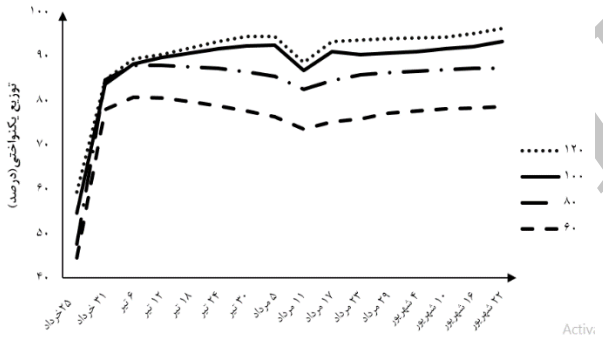
شکل ۳- راندمان کاربرد در تیمارهای مختلف در طول کشت

Archive of SID

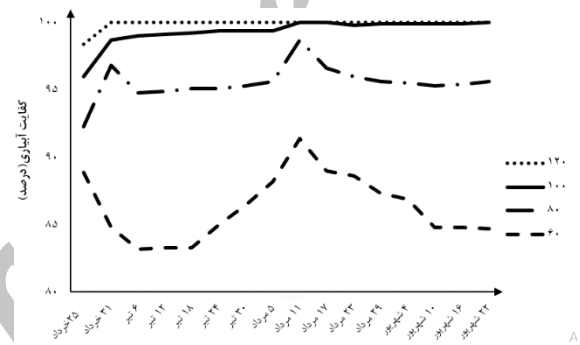
www.SID.ir

راندمان یکنواختی توزیع

یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه عامل مهمی در افزایش تولید و بالا رفتن کیفیت محصول در سطح مزرعه است. اندازه‌گیری این عامل برای ارزیابی سیستم‌های آبیاری امری ضروری به شمار می‌رود که به کمک داده‌های به دست آمده از دستگاه تعیین‌گر جبهه رطوبتی به سهولت قابل محاسبه می‌باشد. در شکل (۴) تغییرات راندمان توزیع یکنواختی در طول فصل کشت مربوط به تیمارهای مختلف ارائه شده است. چنان که مشاهده می‌شود با افزایش نسبی مقادیر آب بکار رفته، راندمان یکنواختی توزیع نیز افزایش یافته است لیکن شدت تأثیر این تغییر در تیمارهای مختلف، متفاوت است. نکته قابل توجه اینکه به طور نسبی تفاوت راندمان یکنواختی در تیمارها، با شدت کمتری متأثر از تفاوت مقادیر آب بکار رفته در تیمارهای مختلف است. به‌عنوان مثال ۲۰ درصد تغییر در میزان آب بکار رفته در تیمارها منجر به تغییر ۲۰ درصدی در راندمان یکنواختی توزیع آن‌ها نشده است. بیشتر بودن میزان آب نفوذ کرده در نیمه اول شیار در تیمار ۶۰ درصد در مقایسه با دیگر تیمارها، منجر به نایکنواختی بیشتر توزیع آب در سطح شیارهای تحت این تیمار شده است.



شکل ٤- راندمان توزیع یکنواختی در تیمارهای مختلف در طول کشت



شکل ٥- درصد کفایت آبیاری در تیمارهای مختلف در طول کشت

جدول ۱- متوسط شاخص‌های ارزیابی در تیمارهای مختلف

شاخص‌های ارزیابی / تیمارها	توزیع (درصد) ضریب	کاربرد (درصد) راندمان	آبیاری (درصد) کفایت
۶۰%	۷۵/۵۶	۸۱/۲۶	۷/۱۸
۸۰%	۸۳/۷۸	۶۸/۰۹	۵۳/۲
۱۰۰%	۸۸/۰۶	۵۶/۲۴	۸۵/۲۲
۱۲۰%	۹۰/۳۴	۴۶/۹۲	۹۹/۱۷

www.SID.ir

راندمان کفایت آبیاری

نمایه کفایت آبیاری شاخصی است که با داشتن آن می‌توان دریافت که چه درصدی از مزرعه به اندازه مورد نظر یا بیشتر از عمق آب مورد نیاز آبیاری شده است. مقادیر کفایت آبیاری برای تیمارهای مختلف طی فصل کشت در شکل (۵) ارائه شده است. در ابتدای فصل کشت (از بیست و پنجم خرداد تا شش تیر ماه)، راندمان کفایت تیمار ۸۰ درصد به صورت نزولی کاهش یافته است که می‌تواند مربوط به کاهش نفوذپذیری خاک با گذر زمان و به تبع آن افزایش تلفات سطحی باشد. همچنین در شکل (۵) دیده می‌شود که راندمان کفایت تیمار ۸۰ درصد از تاریخ شش تیر تا یازده مرداد به دلیل تعدیل تلفات سطحی که خود می‌تواند ناشی از افزایش نفوذ آب در ابتدای شیار باشد، ارتقا یافته است. شرایط فوق برای تیمار دیگر کم آبیاری نیز تا حدی البته با شدت بسیار کمتر بروز یافته است. افزایش ناگهانی راندمان کفایت آبیاری در تاریخ ۱۱ مرداد مربوط به تیمارهای ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد بر اثر افزایش نفوذپذیری ناشی از عملیات سله‌شکنی رخ داده است. ثابت بودن تقریبی راندمان کفایت آبیاری در تیمار ۱۲۰ درصد نشان دهنده‌ی تأمین کامل یا شاید بیش از حد نیاز آبی گیاه می‌باشد. واضح است که مقدار این راندمان در کنار راندمان‌های کاربرد و توزیع، کم، بیش یا کافی بودن نیاز آبی تأمین شده را روشن ساخته و با تحلیل این مقادیر می‌توان به وضعیت کیفی عملکرد سیستم پرداخت.

مقایسه شاخص‌های کارایی آبیاری تیمارها با یکدیگر

در جدول ۱ مقادیر متوسط شاخص‌های ارزیابی مربوط به تیمارهای مختلف مشاهده می‌شود. بین تیمارهای آبیاری، کم‌ترین و بیشترین راندمان یکنواختی توزیع به ترتیب متعلق به تیمارهای ۶۰ و ۱۲۰ درصد با مقادیر ۷۵/۵۶ و ۹۰/۳۴ می‌باشد. در تیمار ۶۰ درصد، به دلیل کمبود رطوبت، نفوذ آب در ابتدای شیار بیش‌تر از انتهای آن است که سبب شده مقدار راندمان یکنواختی توزیع آب در این تیمار کم شود.

مقایسه راندمان کاربرد بین تیمارها در جدول ۱ نشان می‌دهد که کم‌ترین راندمان کاربرد متعلق به تیمار ۱۲۰، برابر با ۴۶/۹۲ درصد و بیش‌ترین راندمان کاربرد با اعمال تیمار ۶۰ درصد آبیاری با مقدار ۸۱/۲۶ درصد اتفاق افتاده است. بالا بودن راندمان کاربرد در کلیه تیمارها را می‌توان به کوچک بودن ابعاد مزرعه و فراهم بودن امکان مدیریت دقیق بر عملیات آبیاری نسبت داد، از طرفی بالا بودن راندمان کاربرد در تیمارهای کم آبیاری می‌تواند به دلیل جذب و ذخیره بیشتر آب در ناحیه ریشه و پایین بودن سهم رواناب در این تیمارها باشد. با توجه به نتایج می‌توان ادعا کرد که کم آبیاری به شرط اعمال مدیریت صحیح می‌تواند به عنوان یکی از تمهیدات شناخته شده در خصوص استفاده‌ی بهینه از آب عمل نماید. در واقع با اعمال کم آبیاری در برنامه‌ریزی آبیاری مزارع می‌توان از تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ممانعت نموده و آب معادل آن را برای مصرف گیاه استفاده کرد یا برای تقویت منابع آب از برنامه مصرف خارج نمود (سپاسخواه، ۱۳۸۳). موسوی و همکاران (۱۳۷۷) نیز در ارزیابی بازده سیستم‌های آبیاری نواری در برخی از مزارع استان کهکیلویه و بویر احمد به این نتیجه رسیدند که اعمال کم آبیاری می‌تواند راندمان کاربرد بالا را به دنبال داشته باشد.

بر اساس جدول (۱) کم‌ترین راندمان کفایت آبیاری مربوط به تیمار ۶۰ با مقدار ۷/۱۸ درصد و بیش‌ترین راندمان کفایت آبیاری مربوط به تیمار ۱۲۰ با مقدار ۹۹/۹ درصد می‌باشد. دلیل بالا بودن راندمان کفایت آبیاری تیمار ۱۲۰ درصد مرتبط با حجم زیاد آب مصرف شده (بالاتر از نیاز) در اعمال این تیمار است. با مد نظر قرار دادن این موضوع که هدف این پژوهش اعمال مدیریت آبیاری با محصول بیشینه به ازای واحد مصرف آب (تعیین‌گر جبهه رطوبتی بیشینه) است؛ و از طرفی مقایسه مقادیر راندمان‌های کاربرد، یکنواختی توزیع و کفایت آبیاری متناظر با تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که اعمال تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد به دلیل دارا بودن راندمان کاربرد پایین اهداف مدیریت پایدار آبیاری را تأمین نمی‌نمایند. از سوی دیگر راندمان کاربرد بالا در تیمار ۶۰ درصد نیز به دلیل پایین بودن راندمان‌های کفایت و یکنواختی توزیع نتوانسته است منجر به تولید بیشینه محصول و در نتیجه ارتقاء شاخص تعیین‌گر جبهه رطوبتی شود. لذا از میان مدیریت‌های مختلف اعمال تیمار کم آبیاری با ۸۰ درصد نیاز، ضمن در پی داشتن راندمان‌های متناسب و مطلوب کاربرد، کفایت و یکنواختی توزیع، بیش از بقیه تیمارها توانسته اهداف طرح را تأمین نماید. تعیین‌گر جبهه رطوبتی در این تیمار با مقدار ۱/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی در قیاس با دیگر تیمارها بیشینه می‌باشد. حسام و هایکل (۲۰۰۹) نیز در گزارشی سطح آبیاری ۸۰ درصد، را دارای بالاترین میزان کارایی مصرف آب در گیاه سیب‌زمینی اعلام کردند. همچنین (نورمهنّاد و همکاران، ۱۳۸۶) بیشترین مقدار کارایی مصرف آب را برای تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در گیاه گوجه‌فرنگی گزارش داده است. ساسانی و همکاران[1] (۲۰۰۴) نتیجه گرفتند که راندمان مصرف آب با اعمال کم آبیاری افزایش می‌یابد. فرداد و گلکار (۱۳۸۱) کم آبیاری را بر روی گندم در کرج اعمال

کردند. نتایج نشان داد که در شرایط محدودیت زمین، حداکثر سود با کاهش ۲۰ درصد آب مصرفی به‌دست آمد.

1- Sasani *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- ارتباط بین شاخص‌های مدیریتی مقدار تخلیه مجاز و کارایی مصرف آب در حضور تیمارهای مختلف

شاخص‌های مدیریتی / تیمارها	مقدار تخلیه مجاز	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
۶۰	۰/۵۹	۱/۷۲
۸۰	۰/۴۷	۱/۸۳
۱۰۰	۰/۴۳	۱/۷۸
۱۲۰	۰/۳۱	۱/۷۳

ارتباط بین شاخص‌های مدیریتی مقدار تخلیه مجاز و کارایی مصرف آب

با توجه به کمبود آب و اهداف این تحقیق که افزایش راندمان محصول به ازای واحد مصرف آب می‌باشد. مقدار کارایی مصرف آب محاسبه و در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس این جدول مقادیر مقدار تخلیه مجاز متناظر با تیمارهای ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد به ترتیب برابر با ۵۹، ۴۷، ۴۳ و ۳۱ درصد به دست آمده است. این نشان می‌دهد که اعمال تیمار ۸۰ درصد در عمل معادل انجام عملیات آبیاری با مقدار تخلیه مجاز تقریباً ۵۰ درصد می‌باشد. تنش بیش از این میزان (تیمار ۶۰ درصد آبیاری) و یا عدم تنش (تیمار ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد آبیاری) می‌تواند منجر به کاهش شاخص کارایی مصرف آب گردد؛ بنابراین به عنوان یک نتیجه جانبی می‌توان ادعا نمود مدیریت آبیاری مزرعه سیب‌زمینی در این منطقه با مقدار تخلیه مجاز، ۴۷ درصد و کاربرد آبی معادل ۸۰ درصد نیازهای برآوردی می‌توان نتایج برتری از نظر شاخص بهره‌وری آب به دنبال داشته باشد. همچنین طی گزارش (اردلان و همکاران، ۱۳۸۹) برای گیاه ذرت بالاترین عملکرد مصرف آب در بین تیمارهای ۴۰، ۶۰ و ۷۵ درصد تخلیه رطوبتی مجاز مربوط به تیمار ۴۰ درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

از جمله نتایج خاص از این تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

داده‌های دستگاه تعیین گر جبهه رطوبتی با دقت خوبی در تعیین سرنوشت آب نفوذ یافته به خاک کاربرد داشته و در نتیجه در تعیین مؤلفه‌های مفقود معادله بیلان آب خاک مفید می‌باشد. به کمک این داده‌ها به راحتی می‌توان وضعیت توزیع افقی و عمودی آب خاک را در عمق و سطح مزرعه تشخیص داد و بدین طریق شاخص‌های ارزیابی سیستم آبیاری که شامل راندمان‌های کاربرد، توزیع یکنواختی و کفایت آبیاری می‌باشند و مقدار تخلیه مجاز واقعی مزرعه را محاسبه نمود.

به عنوان نتیجه موردی به‌دست آمده با استفاده از دستگاه تعیین گر جبهه رطوبتی در این تحقیق مشخص گردید که مدیریت برنامه‌ریزی آبیاری گیاه سیب‌زمینی در این منطقه بر اساس مقدار تخلیه مجاز برابر ۴۷٪ با تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی تعیین شده (کم آبیاری ۲۰ درصد) می‌تواند منجر به حداکثر نمودن راندمان مصرف آب با مقدار ۱/۸۳ (کیلوگرم بر مترمکعب) شده و به تبع آن حفظ منابع آب را به دنبال خواهد شد.

منابع

۱- اردلان، و. آقایاری، ف. پاک نژاد، ف. صادقی شعاع، م. اسماعیل‌زاده خراسانی، ش و ز. فاطمی ریکا. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش کم آبیاری و شیوه های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت. مجله زارعت و اصلاح نباتات، ۸(۳): ۱۸۹-۱۷۵.

۲- سپاسخواه، ع. ۱۳۸۳. نگرشی دوباره بر پژوهش بازده آبیاری در جمهوری اسلامی ایران. مجموعه مقالات اولین کنفرانس روش‌های پیشگیری از اتلاف منابع ملی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی، تهران، صفحات ۵۳ تا ۶۴.

۳- فرداد، ح. و ح. ر. گلکار. ۱۳۸۱. تحلیل اقتصادی کم آبیاری گندم در شرایط کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۳(۲): ۳۱۱-۳۰۵.

۴- موسوی، ف. مصطفی زاده. ب و ش. آبسالان. ۱۳۷۷. ارزیابی بازده سیستم آبیاری نواری در برخی از مزارع استان کهکیلویه و بویر احمد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۲(۴): ۱۲-۱.

Archive of SID
www.SID.ir

۵- نورمهناد، ن. نوری امامزاده‌ائی، م. قربانی، ب و ع. محمدخانی. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی بر عملکرد و راندمان مصرف آب گوجه فرنگی. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، دانشگاه شهید باهنر، انجمن مهندسی آبیاری و آب.

6- Badr, M.A. El-Tohamyb, W.A. and A.M. Zaghloul. 2012. Yield and water use efficiency of potato grown under different irrigation and nitrogen levels in an arid region. Agricultural Water Management, 110:9-15.

7- Darwish, T.M. Atallah, T.W. Hajhasan, S. and A. Haidar. 2006. Nitrogen and water use efficiency of fertigated processing potato. Agricultural Water Management, 85:95-104.

8- Hassan, A. A. Sarkar, A.A. Ali, M.H. and N.N. Karim. 2002. Effect of deficit irrigation at different growth stage on the yield of potato. Pakistan Journal of Biological Sciences, 5(2):128-134

9- Hosam, A. and M. Hiekal. 2009. Maximizing water use efficiency with subsurface drip irrigation system. Irrigation and Drainage Engineering, 26 (1): 132-148.

10- Knox, J.W. Kay, M.G. and E.K. Weatherhead. 2012. Water regulation, crop production, and agricultural water management - Understanding farmer perspectives on irrigation efficiency. Agricultural Water Management, 108: 3–8

11- Molden, D. Oweis, T. Steduto, P. Bindraban, P. Hanjra, M.A. and J. Kijne. 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. Agricultural Water Management, 97: 528–535.

12- Sasani, S. Jahansooz, M.R. and A. Ahmadi. 2004. The effects of deficit irrigation on water use efficiency, yield and quality of forage pearl millet. Proceedings of 4th international crop science congress, Brisbane, Australia, 26 sep.

13- Scott G.J. Rosegrant M.W. and Ringler C. 2000. Global projections for root tuber crops to the year. Food Policy, 25:561-597.

14- Sepaskhah A.R. and Ahmadi S.H. 2010. A review on partial root-zone drying irrigation. International Journal of Plant Production, 4(4):241-258.

15- Stirzaker R.J. 2003. When to turn the water off: scheduling micro-irrigation with a wetting front detector. Irrigation Science, 22: 177-185.

16- Stirzaker, R.J. and Hutchinson, P.A. 2005. Irrigation controlled by a Wetting Front Detector: field evaluation under sprinkler irrigation. Australian Journal Of Soil Research, 43: 935-943.

17- Zur B. Ben-Hanan U. Rimmer A. Yardeni A. 1994. Control of irrigation amounts using the velocity and position of wetting front. Irrigation Science, 14:207-212.

Archive of SID

www.SID.ir