Iranian Journal of Soil and Water Research ISNN: 2423-7833
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

Investigating the effect of slope, furrow length and discharge on the use efficiency and water storage efficiency in the irrigation of sugarcane fields

Saeid Boroomandnasab[1], Mohammad Ali Shayan[2]✉, Abdali Naseri[3], Mousa Meskarbashee[4]

1. Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email: boroomand@scu.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email: alish1969@yahoo.com
3. Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email: abdalinaseri@scu.ac.ir
4. Department of Production engineering and plant genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email: ammeskarbashee@scu.ac.ir

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: July. 17, 2023

Revised: Aug. 22, 2023

Accepted: Aug. 26, 2023

Published online: Oct. 23, 2023

Keywords:
Advance Time,
Recession Time,
Slope,
Sugarcane Industry,
Surface Irrigation.

ABSTRACT

Furrow irrigation is one of the most common and suitable methods of surface irrigation that is used in the fields of Mirzakochek Khan Sugarcane Company in the southwest of Khuzestan. Considering the problems that sugarcane companies have recently had due to the water resources scarcity, increasing the efficiency of surface irrigation systems with the aim of reducing water supply from Karun River is necessary. This study was conducted to investigate the effect of slope, furrow length and discharge on water application (Ea) and storage efficiencies (Es) as split-split plots and randomized complete blocks design with three replications from August 2018 to September 2019 in one of the farms of Mirza Kochakh Khan Company. This study was carried out with three treatments, each at three levels, including: slope of 0.02, 0.04 and 0.06%, length of 150, 200 and 250 meters and flow rate of 2, 2.5 and 3 l/s. Ea was obtained between 64.7% and 77.4% and Es between 65.2% and 100%. The highest Ea was corresponded to a slope of 0.04%, a flow rate of 2 l/s and a length of 250 meters. The highest Es was corresponded to the slopes of 0.04 and 0.06%, flow rate of 2 l/s and the length of 250 meters. Consequently, the slope of 0.04%, the flow rate of 2 l/s and the length of 250 meters are sujestted for furrow irrigation system of the sugarcane lands in the south of Ahvaz due to the optimal value of Ea and Es.

Cite this article: Boroomandnasab, S., Shayan, M A., Naseri, A. A., & Meskarbashee, M. (2023) Investigating the effect of slope, furrow length and discharge on the use efficiency and water storage efficiency in the irrigation of sugarcane fields, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 54 (8), 1233-1250. https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.362403.669534

© The Author(s). Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.362403.669534

مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۴، شماره ۸ شاپا: ۷۸۳۳-۲۴۲۳
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

بررسی اثر شیب، طول جویچه و دبی بر راندمان کاربرد و راندمان ذخیرهٔ آب در خاک در آبیاری مزارع نیشکر

سعید برومندنسب[۱]، محمدعلی شایان[۲]✉، عبدعلی ناصری[۳]، موسی مسکرباشی[۴]

۱. گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، ایمیل: boroomand@scu.ac.ir
۲. نویسندهٔ مسئول، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، ایمیل: alish1969@yahoo.com
۳. گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، ایمیل: abdalinaseri@scu.ac.ir
۴. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، ایمیل: mmeskarbashee@scu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۵/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۸/۱

واژه‌های کلیدی:
آبیاری سطحی،
زمان پسروی،
زمان پیشروی،
شیب،
صنعت نیشکر.

چکیده

آبیاری جویچه‌ای یکی از متداول‌ترین و مناسب‌ترین روش‌های آبیاری سطحی است که در مزارع شرکت کشت و صنعت نیشکر میرزاکوچک‌خان در جنوب غرب خوزستان استفاده می‌شود. با عنایت به مشکلاتی که مجموعه نیشکری اخیراً به دلیل کمبود منابع آب داشته‌اند، افزایش راندمان سامانه‌های آبیاری سطحی، با هدف کاهش برداشت از رودخانه کارون بعنوان منبع تامین آب مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر شیب، طول جویچه و دبی بر راندمان کاربرد آب و راندمان ذخیرهٔ آب در خاک به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار از مرداد ۱۳۹۸ تا شهریور ۱۳۹۹ در یکی از مزارع شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان انجام شد. این طرح با سه تیمار و هر تیمار در سه سطح شامل: شیب ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد، طول جویچه ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ متر و دبی ۲، ۲/۵ و ۳ لیتر در ثانیه انجام شد. راندمان کاربرد آب در این مطالعه بین ۶۴/۷ تا ۷۷/۴ درصد و راندمان ذخیرهٔ آب در خاک بین ۶۵/۲ تا ۱۰۰ درصد به دست آمد. بالاترین راندمان کاربرد آب در شیب ۰/۰۴ درصد، دبی ۲ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۲۵۰ متر به دست آمد. بالاترین راندمان ذخیرهٔ آب در خاک درشیب‌های ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد، دبی ۲ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۲۵۰ متر به دست آمد. در نتیجه شیب ۰/۴۰ درصد، دبی ۲ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۲۵۰ متر به دلیل دارا بودن راندمان کاربرد و راندمان ذخیرهٔ آب بیشینه در خاک در سیستم آبیاری جویچه‌ای اراضی نیشکر جنوب اهواز، قابل توصیه می‌باشند.

استناد: برومندنسب؛ سعید، شایان؛ محمدعلی، ناصری؛ عبدعلی، مسکرباشی؛ موسی، (۱۴۰۲) بررسی اثر شیب، طول جویچه و دبی بر راندمان کاربرد و راندمان ذخیرهٔ آب در خاک در آبیاری مزارع نیشکر، *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۴ (۸)، ۱۲۳۳-۱۲۵۰.
https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.362403.669534

© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.362403.669534

مقدمه

کشور ایران در کمربند خشک جهان قرار دارد و این امر سبب شده تا وضعیت منابع آبی آن نگران کننده باشد. از آنجاییکه بخش اعظم منابع آبی در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، توجه به مدیریت مصرف و ارتقاء راندمان آبیاری امری مهم و ضروری به نظر می‌رسد (سلیمانی و حسنلی،۱۳۸۷). اصلاح الگوی کشت (خاشئی و همکاران،۱۳۹۲)، برنامه‌ریزی آبیاری (Lalehzari et al. 2016)، استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار (Lalehzari et al. 2014)، بازچرخانی آب (Al-Khamisi et al. 2013) و افزایش بهره‌وری آب در سامانهٔ آبیاری سطحی با روش‌های مختلف (Lalehzari & Boroomand-Nasab. 2017) از موضوعاتی است که در این زمینه مورد توجه بوده است. در سال‌های اخیر، در زمینهٔ آبیاری جویچه‌ای پیشرفت‌های زیادی حاصل شده است که می‌توان به سهولت استفاده از لوله‌های دریچه دار از جنس پلی‌اتیلن (هیدروفلوم) در این روش آبیاری اشاره کرد. مزارع نیشکر واحدهای هفتگانه شرکت توسعه نیشکر، با روش جویچه‌ای انتها بسته و با عرض جویچه ۱/۸۳ متری و به طول ۲۵۰ متری آبیاری می‌شوند. این روش، در سطح بیش از ۱۰۰ هزار هکتار از اراضی زیر کشت نیشکر در استان خوزستان مورداستفاده قرار می‌گیرد. شرکت کشت و صنعت میرزاکوچک‌خان که یکی از واحدهای هفتگانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان است، از زمان تأسیس خود در سال ۱۳۸۲ از روش آبیاری جویچه‌ای استفاده کرده است. علیرغم تجهیز و نوسازی اراضی، کشت و صنعت‌های نیشکر متهم به پایین بودن بازدهٔ آبیاری و تولید حجم زیادی از زه آب‌های کشاورزی هستند. بنابراین، اعمال مدیریت صحیح آبیاری باهدف صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد نیشکر از اهمیت خاصی برخوردار است. در حال حاضر مصرف بالای آب در زراعت نیشکر به دلیل دبی ورودی نامناسب و غیرهمخوان با شیب جویچه و پایین بودن راندمان کاربرد آب، ایجاب می‌کند در راستای بهبود وضع موجود، اقداماتی صورت گیرد. برای این منظور، با ایجاد شیب‌های متفاوت، دبی‌های ورودی مختلف و همچنین طول جویچه‌های مختلف در اراضی نیشکر، عملاً شرایط هیدرولیکی جریان طوری مدیریت و تنظیم شد تا راندمان کاربرد آب و راندمان ذخیرهٔ آب در خاک بهبود یابد؛ بنابراین هدف از این تحقیق، تعیین مطلوب‌ترین شیب جویچه، دبی ورودی و طول جویچه برای افزایش راندمان کاربرد و راندمان ذخیرهٔ آب در خاک در اراضی نیشکر شرکت کشت و صنعت نیشکر میرزاکوچک‌خان می‌باشد.

پیشینهٔ پژوهش

آبیاری سطحی یا ثقلی یکی از روش‌های آبیاری است که در آن عمل انتقال آب از منبع آب تا پای گیاه از طریق نیروی ثقل صورت می‌گیرد. در این روش آب از نهرآبیاری یا لوله دریچه‌دار در سطح خاک جریان یافته و با نفوذ تدریجی در خاک در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرد. این روش آبیاری در مناطق نیمه‌خشک در زمین‌های مسطح معمول است. این روش با قدمتی چند هزارساله امروزه نیز رایج‌ترین روش آبیاری است به‌گونه‌ای که بیش از ۹۰ درصد اراضی کشور تحت پوشش آبیاری سطحی است. آبیاری سطحی اگر به‌درستی طراحی و اجرا شود، به‌دلیل عدم نیاز به وسایل و دستگاه‌های پیچیده، برای زارعین یکی از بهترین روش‌ها محسوب می‌شود. تلفات آب در روش‌های آبیاری سطحی به علت ضعف مدیریت و اشکالات طراحی، زیاد است (عباسی،۱۳۹۱). آبیاری جویچه‌ای یکی از روش‌های آبیاری سطحی است که در آن آب در کانال‌های بدون پوشش کوچکی به نام جویچه جریان می‌یابد (Walker & Skogerboe,1987) .سطح مقطع جویچه‌ها ممکن است ذوزنقه‌ای، مثلثی و یا سهموی باشد. جویچه‌ها در جهت شیب غالب زمین احداث می‌شوند. در این روش آب از ابتدای جویچه وارد و در اثر نیروی ثقل به انتهای جویچه می‌رسد. جویچه‌ها به دو صورت انتها باز و انتها بسته احداث می‌شوند. در صورت باز بودن انتهای جویچه، آب پس از رسیدن به انتها، به‌صورت رواناب از زمین خارج می‌شود. فاصله بین جویچه‌ها به‌صورت معمول از ۰/۷۵ تا ۲ متر است. در این روش گیاه اغلب بر روی پشته بین جویچه‌ها کاشته می‌شود. طول جویچه‌ها، بسته به بافت خاک، وضعیت توپوگرافی و نوع گیاه، از ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ متر متغیر است. مشخصهٔ اصلی آبیاری جویچه‌ای، نشتی بودن آن است. بررسی وضعیت اجرای سامانه‌های آبیاری نشان‌دهندهٔ آن است که بیش از ۸۵ درصد اراضی کشور به روش آبیاری سطحی و ۱۵ درصد با روش‌های تحت‌فشار (شامل آبیاری بارانی و قطره‌ای) آبیاری می‌شود (عباسی و همکاران،۱۳۹۶). همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی سامانه‌های آبیاری مربوط به آبیاری جویچه‌ای است.

در ارتباط با آبیاری جویچه‌ای و مسائل مرتبط با آن تحقیقات جامع و مقالات متعددی ارائه شده است که در ادامه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. تحقیقی باهدف ارزیابی اثرات شیب، طول‌جویچه و دبی جریان آبیاری بر کارایی آبیاری و عملکرد نیشکر در اتیوپی انجام شد و نتایج نشان داد که ترکیب طول جویچه ۲۰۰ متری و دبی جریان ۶ لیتر بر ثانیه و شیب ۰/۰۸ درصد یکنواختی توزیع آب و عملکرد بهتری داشته و برای کشت نیشکر در اتیوپی توصیه می‌شود (Assefa et al. 2017). در مطالعات میدانی که باهدف بررسی تغییرات

حجم آبیاری، کاربرد کود و شیب درکشت ذرت با استفاده از آبیاری جویچه‌ای در یک خاک لومی‌رسی در منطقه شیبین‌الکوم، در شمال مصر انجام شد، نتایج نشان داد که عملکرد ذرت به میزان ۸/۹۰، ۳۹؛ و ۵/۷۴ درصد در شیب جویچه ۰/۰۵ درصد و حجم ۵/۳۵ مترمکعب در هکتار نسبت به شیب ۰/۱ درصد و حجم ۱۰/۷۱ مترمکعب در هکتار افزایش یافت. همچنین عملکرد ذرت در استفاده از کود در زمان یک‌دوم میزان پیشروی آب در جویچه بیشتر از تیمار دیگر بود (Amer et al. 2017). تحقیق دیگری توسط صالحی و همکاران (۱۳۹۶) باهدف ارزیابی شاخص‌های عملکرد آبیاری جویچه‌ای با پوشش نیمه لوله پلی‌اتیلن سوراخ‌دار در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای معمولی در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای اجرا شد. در این پژوهش ارتباط میزان دبی عبوری از نیم لوله، شیب‌کف و مدت‌زمان کارکرد سیستم در مقایسه با حجم آب خروجی از سوراخ‌ها بررسی شد و نتایج نشان داد که بهترین یکنواختی توزیع آب، زمانی است که شیب ۲/۶۲ درصد، دبی ورودی ۳/۳۱ برابر دبی رواناب و مدت‌زمان کارکرد سیستم نیز ۳/۶۷ برابر زمان پیشروی باشد. تحقیقی توسط آزاد و همکاران (۱۳۹۶) به‌منظور بهینه‌سازی آبیاری سطحی بر اساس متغیرهای آبیاری و هندسی جویچه با مدلSIRMOD انجام گرفت و نتایج نشان داد که در جویچه‌های مورد آزمایش با بافت خاک لومی شنی، کفایت آبیاری ۱۰۰ درصد با انتخاب دبی ۱/۲ لیتر بر ثانیه و زمان قطع جریان ۱۷۰ دقیقه، یکنواختی توزیع آب و راندمان کاربرد به ترتیب ۸۴ و ۶۰ درصد است. همچنین تحقیقی توسط حمدی احمدآباد و همکاران (۱۳۹۶)، به منظور بهبود عملکرد آبیاری سطحی با مدیریت زمان قطع جریان با استفاده از مدل SIRMOD در کشت و صنعت و دامپروری مغان تحقیقی انجام شد. در این تحقیق شاخص‌های ارزیابی آبیاری سطحی توسط مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در هر کدام از مزارع مورد مطالعه بعد از انجام آزمایشات صحرایی، پارامترهایی نظیر دبی ورودی، زمان قطع جریان، پیشروی و پسروی جریان آب، مشخصات نفوذ، مشخصات شکل هندسی جویچه، طول زمین، شیب زمین و رطوبت خاک اندازه‌گیری و به مدل وارد گردید. بازده کاربرد آب در وضع موجود جهت مقایسه با برآوردهای مدل تعیین گردید. برای بهبود بازده کاربرد آب در مزارع تحت مطالعه، گزینه‌های مختلف مدیریتی شامل قطع جریان با رسیدن آب به انتهای جویچه (سناریوی اول) و قطع جریان قبل از رسیدن آب به انتهای جویچه (سناریوی دوم) در مدل اعمال شد و مجدداً شبیه‌سازی انجام شد. براساس نتایج، میانگین بازده کاربرد آب برای مزارع مورد مطالعه از ۳۵ درصد در وضع موجود به ۶۱ درصد در سناریوی اول و ۷۵ درصد در سناریوی دوم ارتقاء پیدا کرد؛ بنابراین شبیه‌سازی آبیاری سطحی با مدل‌های موجود، منجر به بهبود شاخص‌های عملکرد آبیاری سطحی می‌گردد. (Abbasi & Sohrab, 2011)، گزارش کردند که از کلیهٔ مطالعات صورت گرفته روی سامانه‌های آبیاری، آبیاری جویچه‌ای ۳۷/۸ درصد را نسبت به سایر روش‌ها به خود اختصاص داده است و راندمان کاربرد و یکنواختی آن‌ها به ترتیب ۴۸/۶ و ۷۵/۷ درصد گزارش شد. عباسی و همکاران (۱۳۹۶)، متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در ایران را از ۲۲/۵ تا ۸۵/۵ درصد (به‌طور متوسط ۵۶ درصد) و راندمان کل آب آبیاری را از ۳۶ تا ۴۶ درصد متغیر گزارش نموده‌اند. همچنین میانگین راندمان کل آبیاری در کشور، تقریباً با میانگین آن در کشورهای در حال توسعه (متوسط حدود ۴۵ درصد) برابر است ولی کمتر از کشورهای توسعه یافته (متوسط حدود ۶۰ درصد) است. همچنین لازم به ذکر است که از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۴ راندمان کل آبیاری، هرسال حدود یـک درصد مطابق با مقـادیر پیش‌بینی‌شده در برنامه‌های توسعه‌ای کشور رشـد داشته است. از علل مهم افزایش راندمان در این دهه، می‌توان به تجهیز و نوسازی اراضی، افزایش میزان آگاهی‌های بهره‌برداران درباره مسائل آب‌وخاک، گسترش شبکه‌های آبیاری و توسعهٔ سامانه‌های آبیاری نوین اشاره کرد. مطالعات مختلفی در خصوص ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای انجام شده است. (Smith et al. 2005)، در کوئینزلند استرالیا با مطالعات وسیع روی ۷۹ مورد آبیاری جویچه‌ای که زیر کشت پنبه قرار داشتند، راندمان کاربرد را ۱۷ تا ۱۰۰ و به‌طور متوسط ۴۸ درصد گزارش کرده‌اند. (Kanuni, 2007)، ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقهٔ مغان را مورد مطالعه قرارداد. در این پژوهش، ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف خصوصی و دولتی با کشت‌های ذرت و چغندرقند انجام شد. متوسط بازدهٔ کاربرد آب برای مزرعهٔ ذرت تحت مدیریت بخش دولتی و خصوصی به ترتیب ۲۴/۹ و ۶۵/۳ درصد برآورد شد. بالا بودن نفوذ عمقی و مدیریت نامناسب آبیاری در مزرعه از دلایل پایین بودن راندمان آبیاری در منطقهٔ مغان گزارش شد.

ریاحی فارسانی و همکاران (۱۳۹۳)، باهدف ارزیابی سامانه‌های آبیاری جویچه‌ای در مزارع تحت کشت سیب‌زمینی در دشت بروجن و ذرت در دشت‌های خان میرزا و شهرکرد، راندمان‌های کاربرد، کفایت و راندمان کل آبیاری در این دشت‌ها را مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق متوسط راندمان کاربرد آب و کفایت سامانه‌های آبیاری جویچه‌ای به ترتیب در دشت بروجن، ۴۹/۲۷ و ۹۸/۲۲ درصد، در دشت خانمیرزا، ۵۵/۴۱ و ۶۰/۲ درصد و در دشت شهرکرد، ۶۱/۴۱ و ۸۴/۲۴ درصد گزارش شد.

در تحقیقی که (Kifle et al. 2008) به‌منظور مقایسه دو روش آبیاری موجی و آبیاری با دبی پیوسته انجام شده بود، بالاترین و پایین‌ترین راندمان کاربرد به میزان ۶۰ و ۴۶ درصد، بیشترین و کمترین توزیع یکنواختی به میزان ۸۷ و ۶۸ درصد و بالاترین و پایین‌ترین

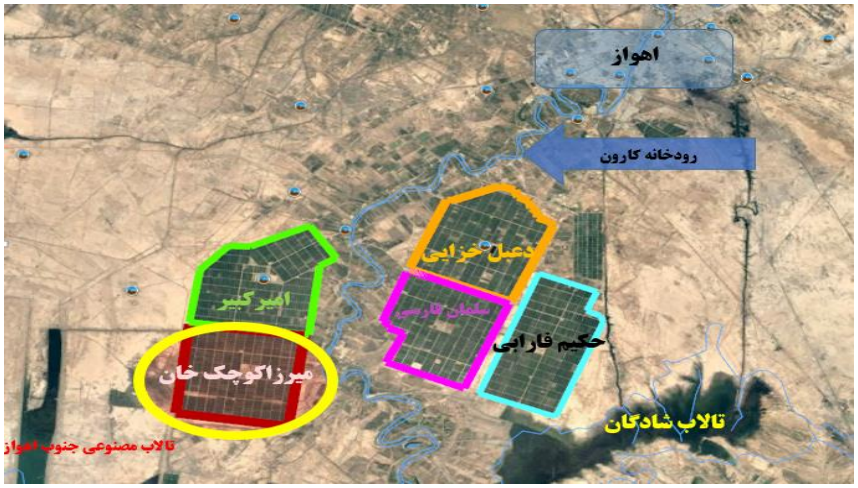
راندمان ذخیره به میزان ۸۹ و ۷۸ درصد گزارش شد. (Roldán- Cañas et al. 2015)، در پژوهشی به‌منظور توصیف و ارزیابی آبیاری جویچه‌ای زیگزاگ در بولیوی، متوسط بازده کاربرد آب، رواناب سطحی و تلفات نفوذ عمقی در ۱۰ مزرعه تحت آبیاری به ترتیب ۱۷/۴۷، ۶۸/۳۶ و ۱۴/۱۷ درصد اعلام کردند، فقدان مدیریت کارآمد و اجرای نامناسب سامانهٔ آبیاری جویچه‌ای زیگزاگ در منطقهٔ موردمطالعه سبب پایین بودن بازدهٔ گزارش‌شده است. در مطالعه‌ای دیگر، نحوی‌نیا و همکاران (۱۳۹۸)، به بررسی شاخص‌های راندمان آبیاری در شبکهٔ حمودی خوزستان پرداختند. راندمان توزیع، کاربرد و کل شبکه به ترتیب ۶۸، ۵۳ و ۴۴ درصد برآورد شد که بیانگر عملکرد پایین آبیاری در شبکه آبیاری حمودی است. همچنین مدیریت ضعیف آبیاری در منطقه سبب شده علیرغم تحویل حجم زیاد آب به شبکه، نیاز خالص محصولات تأمین نشود. تحقیقی توسط آل‌کثیر و همکاران (۱۳۷۷) در کشت و صنعت نیشکر امام خمینی در خصوص بررسی کاربرد مقادیر مختلف آب آبیاری (دبی و زمان‌های مختلف آبیاری در ۹ تیمار) بر روی پروفیل رطوبتی، روند رشد، عملکرد نهایی محصول و کیفیت شهد نیشکر انجام شد و نتایج نشان داد که یکنواختی پروفیل رطوبتی و در پی آن یکنواختی توزیع آب در جویچه‌ها متأثر از دو عامل شیب کف جویچه‌ها و مقدار آب مصرفی (دبی و زمان آبیاری) است و همچنین راندمان یکنواختی توزیع آب در جویچه‌ها بین ۹۵ – ۸۱ درصد اعلام شد. تحقیقی توسط ملکی و همکاران (۱۳۸۳) در خصوص بررسی اثر دبی ورودی بر نفوذپذیری خاک در آبیاری جویچه‌ای نیشکر درکشت و صنعت امیرکبیر انجام شد و نتایج نشان داد که با افزایش دبی ورودی از ۱ به ۱/۵ لیتر بر ثانیه، نفوذ تجمعی ۲۹/۴۲ درصد و با افزایش دبی ورودی از ۱ به ۲ لیتر بر ثانیه، نفوذ تجمعی ۶۵ درصد افزایش می‌یابد. به‌طورکلی می‌توان گفت مقدار متوسط تغییرات نفوذ در دبی‌های مختلف از جویچه‌ای به جویچهٔ دیگر ۲۵/۲۳ درصد است که قابل‌توجه بوده و در نظر نگرفتن آن باعث کاهش راندمان و عدم توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه می‌شود. در تحقیقی که توسط بخشی و همکاران (۱۳۹۰) در خصوص تأثیر نوع شیب بر الگوی توزیع نفوذ آب در خاک در آبیاری جویچه‌ای انجام شد، نتایج نشان داد که شیب مقعر (کند شونده) دارای الگوی توزیع یکنواخت‌تر و نفوذ بیشتر بود. در تحقیق دیگری که توسط نوری امام‌زاده‌ای و همکاران (۱۳۹۳) به‌منظور بررسی تأثیر شیب طولی متغیر جویچه در بافت خاک سیلتی‌لوم بر راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری جویچه‌ای انجام شد نتایج نشان داد که شیب مقعر (کند شونده) باراندمان کاربرد و توزیع یکنواختی آب به ترتیب ۷۳ و ۹۲ درصد بهتر از تیمار شاهد تحت مدیریت یکسان بود. در تحقیقی که توسط عباسی و شینی دشتگل (۱۳۹۵) با هدف ارزیابی وضعیت موجود و مدیریت آبیاری جویچه‌ای، شناخت نقاط ضعف و روش‌های بهبود مصرف آب در اراضی تحت کشت نیشکر خوزستان اجرا شد، نتایج نشان داد که بازدهٔ کاربرد آب در مزارع موردمطالعه به‌طور متوسط ۴۲/۵ درصد بود و یکنواختی توزیع آب در همه مزرعهٔ تحت مطالعه زیاد و متوسط آن حدود ۹۲ درصد بود. تلفات آب در مزرعه به‌طور عمده ناشی از نفوذ عمقی بود. در مطالعه‌ای که توسط مریدنژاد و همکاران (۱۳۸۹) در خصوص بهینه‌سازی آبیاری جویچه‌ای تحت شرایط اجراشده درکشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی با استفاده از نرم‌افزار WinSRFR انجام شد، ده مقدار مختلف برای دبی و چهار مقدار مختلف برای شیب جویچه که مقادیر آن‌ها نزدیک به دبی و شیب‌های اجرا شده درکشت و صنعت نیشکر بود، در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که برای بدست آوردن بالاترین راندمان، دبی بهینه برابر ۱/۵ لیتر بر ثانیه و شیب بهینه برابر ۰/۰۰۰۲۵ متر بر متر می‌باشد. در مطالعه دیگری که توسط قهرمان‌نژاد و همکاران (۱۳۹۵) در جهت افزایش راندمان و یکنواختی توزیع آب در آبیاری جویچه‌ای نیشکر و تعیین مقادیر بهینه پارامترهای طراحی آبیاری جویچه‌ای در مزارع نیشکر جنوب اهواز توسط مدلWinSRFR انجام شد، طبق نتایج این تحقیق، برای آبیاری مزارع کشت و صنعت امیرکبیر بهترین گزینه جویچهٔ انتها بسته با دبی ۱/۸ لیتر بر ثانیه و مدت زمان آبیاری ۵ ساعت به دست آمد.

روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه از مرداد ۱۳۹۸ تا شهریور ۱۳۹۹ در یکی از مزارع شرکت کشت و صنعت میرزاکوچک‌خان که یکی از واحدهای هفتگانه شرکت توسعهٔ نیشکر و صنایع جانبی خوزستان است و در کیلومتر ۶۵ جاده اهواز – خرمشهر در استان خوزستان و کشور ایران قرار دارد، انجام شد. وسعت این کشت و صنعت در حدود ۱۴۰۰۰ هکتار است که مساحت خالص اراضی آن ۱۲۰۰۰ هکتار و بقیهٔ مساحت مربوط به کانال، جاده، ساختمان و کارخانه است که سالانه ۱۰۰۰۰ هکتار آن کشت می‌شود و ۲۰۰۰ هکتار آن در حال آیش و کشت مجدد قرار می‌گیرد. مطالعهٔ حاضر در مزرعه L08-20 که مساحت آن ۲۵ هکتار است، انجام شده است. طول مزرعه ۱۰۰۰ و عرض آن ۲۵۰ متر است. مختصات جغرافیایی مزرعه؛ طول جغرافیایی N`` ۴۰,۹ ` ۵۴ $^{0}$30 و عرض جغرافیایی E`` ۰,۸ ` ۱۵ ^{0}48. بافت خاک مزرعه، نیمه سنگین و سنگین (لومی–رسی–سیلتی) است (جدول ۱). منطقهٔ مورد آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه‌خشک است. موقعیت کشت و صنعت نیشکر میرزاکوچک‌خان نسبت به طرح‌های توسعهٔ نیشکر پیرامون آن در (شکل ۱) نشان داده شده است (ظهیرنیا و همکاران، ۱۳۹۹).

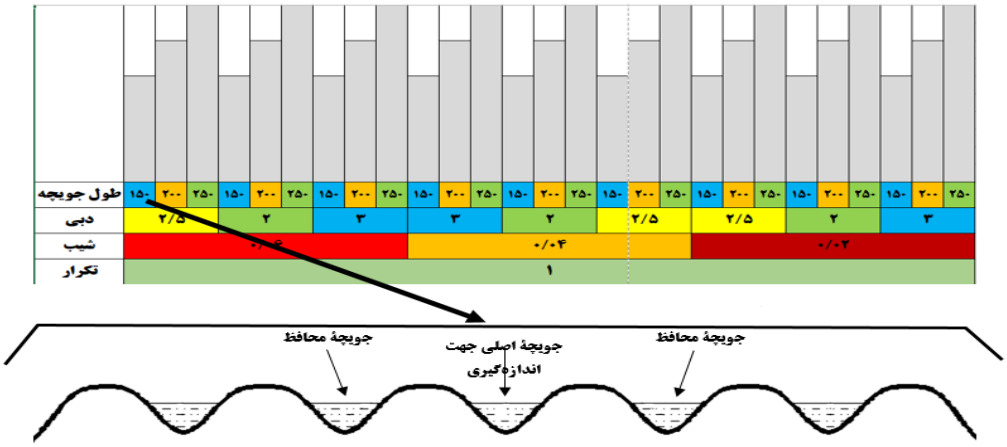
جدول ۱. مشخصات بافت خاک و جرم مخصوص ظاهری در سه عمق

ردیف	عمق (سانتی‌متر)	ظرفیت مزرعه	نقطهٔ‌پژمردگی	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	سرعت نفوذپذیری (سانتی‌متر بر ساعت)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
		درصد وزنی							
۱	۰ – ۳۰	۱۷/۹۰	۹/۵۰	۱/۴۹	۴/۰۵	۴۲/۱۵	۴۲/۷۵	۱۵/۱۰	لومی رسی سیلتی
۲	۳۰ – ۶۰	۱۷/۷۸	۹/۳۸	۱/۵۱	۲/۲۴	۴۳/۹۵	۴۲/۱۱	۱۳/۹۴	لومی رسی سیلتی
۳	۶۰ – ۹۰	۱۷/۵۲	۹/۲۵	۱/۶۳	۱/۰۲	۴۴/۸۰	۴۲/۶۵	۱۲/۵۵	لومی رسی سیلتی
میانگین	۰ – ۹۰	۱۷/۷۳	۹/۳۸	۱/۵۴	۲/۴۴	۴۳/۶۳	۴۲/۵۱	۱۳/۸۶	لومی رسی سیلتی



شکل ۱. موقعیت کشت و صنعت نیشکر میرزاکوچک خان سایر کشت و صنعت‌ها

عملیات صحرایی آزمایش مطابق (شکل ۲) به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی، شیب جویچه در سه سطح ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد ($S_{0.02}$, $S_{0.04}$, $S_{0.06}$)، فاکتور فرعی، دبی در سه سطح ۲، ۲/۵ و ۳ لیتر بر ثانیه ($Q_{2.0}$, $Q_{2.5}$, $Q_{3.0}$) و فاکتور فرعی – فرعی، طول‌جویچه در سه سطح ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ متر (L_{150}, L_{200}, L_{250}) بود.



شکل ۲. مشخصات تیمارهای مورد آزمایش (برای وضوح بهتر یک تیمار نمایش داده شده است)

روش آبیاری در وضع موجود مزرعه، جویچه‌ای انتها بسته بوده که آب از طریق لوله‌های دریچه‌دار وارد جویچه‌ها می‌شود و هنگامی که آب به انتهای جویچه می‌رسید، دریچه بسته شده و زمان یادداشت می‌شد. تعداد دور آبیاری ۲۳ نوبت انجام شد. مزرعهٔ مورد مطالعه دارای سامانهٔ زهکشی زیرزمینی است. همچنین هندسهٔ جویچه‌ها در تمام تیمارها یکسان بود. لازم به ذکر است در تمام تیمارها، شیب

جویچه اعمال شده با تبعیت از شیب عمومی واحد زراعی و اجرا شده درکشت و صنعت انتخاب گردید. عملیات تهیهٔ زمین شامل شخم زیرشکنی، دیسک، ماله، نقشه‌برداری و تسطیح، ایجاد جویچه به فاصله ۱۸۳ سانتی‌متر از هم و به طول ۲۵۰ متر و کودپاشی مطابق نقشهٔ طرح (شکل ۲) انجام شد. سپس کشت مزرعه با استفاده از قلمه‌های تهیه شده از مزرعه رقم نیشکر CP69-1062 که در شهریور ۱۳۹۷ کاشته شده بود، انجام شد. همچنین بعد از انجام عملیات کشت، با انجام میخکوبی مسیر طولی جویچهٔ وسط هر کرت، به فاصلهٔ ۱۰ متر میخکوبی شد. داده‌های رطوبت خاک قبل و بعد از هر نوبت آبیاری (در ابتدا، وسط و انتهای جویچه) توسط متهٔ نمونه‌گیری از اعماق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتیمتری تهیه و پس از قراردادن در ظروف فلزی به آزمایشگاه منتقل شدند و پس از قراردادن در دستگاه گرمکن به مدت ۲۴ ساعت و محاسبهٔ اختلاف وزن مرطوب و خشک نمونه‌ها درصد رطوبت وزنی محاسبه شد. همچنین سطح آب تحت‌الارض (در ابتدا و وسط جویچه)، زمان پیشروی و پسروی (در جویچهٔ وسط هر کرت)، اطلاعات هواشناسی (در ایستگاه هواشناسی مجاور مزرعهٔ آزمایشی) اندازه‌گیری و جمع‌آوری شدند. هر کرت شامل سه جویچه بود که جویچه‌های کناری به عنوان جویچه‌های محافظ و نمونه‌برداری از جویچهٔ وسط انجام شد. دبی ورودی با فلومهای WSC تیپ ۳ (معادلهٔ ۱)، اندازه‌گیری و محاسبه شد. همچنین زمان پیشروی و زمان پسروی جبههٔ جریان سنجش گردید (اشرفی و همکاران،۱۳۷۵).

$$Q = 0.00372 \times H^{2.63}$$ رابطهٔ ۱)

که H، ارتفاع آب در محل نصب اشل در فلوم برحسب سانتیمتر و Q، دبی برحسب لیتر بر ثانیه است. در این آزمایش، دبی در تمام طول آزمایش ثابت نگه داشته شد. برای تعیین شاخص‌های ارزیابی شامل؛ راندمان کاربرد آب در مزرعه و راندمان ذخیرهٔ آب در خاک از رابطه‌های (۲) و (۳) استفاده شد:

$$E_a = \frac{d_n}{d_g} \times 100$$ رابطهٔ ۲)

که در رابطهٔ(۲)، E_a راندمان کاربرد آب (درصد)، d_n عمق خالص آب مورد نیاز (میلی‌متر)، d_g عمق آب ورودی به جویچه (میلی‌متر) می‌باشد.

$$E_s = \frac{v_z}{v_{req}} \times 100$$ رابطهٔ ۳)

که در رابطهٔ(۳)، E_s راندمان ذخیرهٔ آب در خاک[۱] (درصد)، V_z حجم آب ذخیره شده بر اثر آبیاری در محدودهٔ توسعهٔ ریشه‌ها (مترمکعب)، V_{req} حجم آب لازم ذخیره در منطقهٔ توسعهٔ ریشه‌ها (مترمکعب) هستند. تجزیه و تحلیل نتایج به کمک نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون LSD انجام شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیهٔ آماری مندرج در جدول (۲) نشان می‌دهد در عامل اصلی (شیب جویچه) در زمان پیشروی آب (کمترین زمان ۲۳۸ دقیقه در شیب ۰/۰۴ درصد و بیشترین زمان ۲۸۶ دقیقه در شیب ۰/۰۲ درصد) و عامل فرعی (دبی) در تمام صفات اختلاف در سطح یک درصد معنی‌دار شد (کمترین زمان ۲۳۸ دقیقه در دبی ۳ لیتر بر ثانیه و بیشترین زمان ۳۳۵ دقیقه در دبی ۲ لیتر بر ثانیه) (کمترین زمان ۲۳۸ دقیقه در دبی ۳ لیتر بر ثانیه و بیشترین زمان ۳۳۵ دقیقه در دبی ۲ لیتر بر ثانیه). اثرمتقابل عامل شیب جویچه و دبی نیز در تمام صفات و عامل طول جویچه در تمام صفات اختلاف در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل عامل شیب جویچه و طول‌جویچه در هیچ‌کدام از صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری نداشت. اثرمتقابل طول‌جویچه و دبی فقط در راندمان کاربرد آب و راندمان ذخیرهٔ آب در خاک و اثر متقابل عامل شیب جویچه، دبی و طول‌جویچه در تمام صفات اختلاف در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

ازنظر شاخص زمان پیشروی آب، اثر شیب جویچه، دبی و طول جویچه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل شیب جویچه و دبی و نیز اثر متقابل شیب جویچه، دبی و طول جویچه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). کمترین زمان پیشروی در تیمار شیب ۰/۰۴ درصد، دبی ۳ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۱۵۰ متر به میزان ۱۶۹ دقیقه بود درحالی‌که تیمارهای شیب ۰/۰۲ درصد و ۰/۰۶ درصد در یک سطح دبی ۲/۵ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۱۵۰ متر به ترتیب به میزان ۱۷۴ و ۱۷۹ دقیقه اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

---

۱. Storage efficiency

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات موردبررسی در آزمایش

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات		
		زمان پیشروی آب (دقیقه)	راندمان‌کاربرد آب (E_a) (درصد)	راندمان ذخیرهٔ آب در خاک (E_s) (درصد)
تکرار	۲	۱۰۶/۸۲^{ns}	۴/۸۶^{ns}	۶/۵۸^{ns}
شیب جویچه	۲	۶۸۴/۷۰**	۴۶/۰۵^{ns}	۶۵/۸۸^{ns}
خطای اول	۴	۱۰۱/۶۹	۸/۹۴	۱۵/۷۱
دبی ورودی	۲	۶۴۸۵۶/۰۴**	۹۴/۱۶**	۱۶۲/۰۷**
شیب جویچه*دبی ورودی	۴	۸۰۷/۴۱**	۵۰/۳۴**	۸۵/۲۹**
خطای دوم	۱۲	۷۵/۱۷	۴/۳۳	۷/۳۴
طول‌جویچه	۲	۱۰۷۶۸۲/۱۱**	۷۳/۸۵**	۱۲۰/۵۳**
شیب جویچه* طول‌جویچه	۴	۴۴۷/۵۹ ^{ns}	۱۵/۷۸^{ns}	۲۴/۷۸^{ns}
طول‌جویچه *دبی ورودی	۴	۳۹۷/۴۸^{ns}	۷۸/۴۴**	۱۲۹/۷۲**
شیب جویچه*دبی ورودی*طول جویچه	۸	۴۸۸/۰۷**	۲۸/۵۱**	۴۵/۱۴**
خطای کل	۳۶	۱۰۹/۰۰	۸/۳۰	۱۳/۸۴
ضریب تغییرات (CV%)		۳/۷۰	۴/۲۱	۳/۹۴

ns، به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد و معنی‌دار نشدن است.

جدول ۳. اثر متقابل شیب، دبی دریچه و طول جویچه بر زمان پیشروی آب (دقیقه)

شیب (درصد)	دبی دریچه (لیتر بر ثانیه)	زمان پیشروی آب Sp (دقیقه)			
		طول جویچه (متر)			
		۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	میانگین
۰/۰۲	۲	۲۶۳^{ac}	۳۵۲^{d}	۳۸۵^{b}	۳۳۳
	۲/۵	۲۱۸^{abcd}	۲۸۸^{ab}	۳۵۰^{d}	۲۸۶
	۳	۱۷۴^{cbd}	۲۳۵^{abc}	۳۰۰^{f}	۲۳۶
	میانگین	۲۱۸	۲۹۲	۳۴۵	
۰/۰۴	۲	۲۷۰^{ad}	۳۶۰^{c}	۳۸۰^{b}	۳۳۷
	۲/۵	۲۱۳^{abcd}	۲۴۵^{abc}	۳۱۰^{f}	۲۵۶
	۳	۱۶۹^{cbd}	۲۳۸^{abc}	۳۰۰^{f}	۲۳۶
	میانگین	۲۱۷	۲۸۱	۳۳۰	
۰/۰۶	۲	۲۵۹^{ac}	۳۳۰e	۴۱۳^{a}	۳۳۴
	۲/۵	۲۰۷^{badc}	۲۸۶^{ab}	۳۴۵^{d}	۲۷۹
	۳	۱۷۹^{cbd}	۲۴۰^{abc}	۳۰۳^{f}	۲۴۱
	میانگین	۲۱۵	۲۸۵	۳۵۴	

در خصوص شاخص راندمان کاربرد آب، اثر دبی و طول جویچه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، ولی اثر شیب معنی‌دار نشد. اثر متقابل شیب جویچه و دبی و اثر متقابل طول جویچه و دبی و نیز اثر متقابل شیب جویچه، دبی و طول جویچه، در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل شیب جویچه و طول جویچه معنی‌دار نشد (جدول ۲).

جدول ۴. اثر متقابل شیب، دبی دریچه و طول جویچه بر راندمان کاربرد آب (درصد)

شیب (درصد)	دبی دریچه (لیتر بر ثانیه)	راندمان کاربرد آب Ea (درصد)			
		طول جویچه (متر)			
		۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	میانگین
۰/۰۲	۲	۶۷/۴^{ab}	۶۶/۹^{ac}	۷۶/۴^{b}	۷۰/۳

	۲/۵	۶۴/۸^{da}	۶۵/۳^{ad}	۶۷/۲^{ab}	۶۵/۸
	۳	۶۷/۹^{ab}	۶۶/۹^{ac}	۶۵/۴^{ad}	۶۶/۷
	میانگین	۶۶/۷	۶۶/۴	۶۹/۷	
	۲	۶۵/۴^{ad}	۶۵/۴^{ad}	۷۷/۴^{a}	۶۹/۴
۰/۰۴	۲/۵	۶۶/۵^{ac}	۷۷/۲^{a}	۷۶/۰^{b}	۷۳/۲
	۳	۶۹/۸^{d}	۶۶/۰^{ac}	۶۵/۴^{ad}	۶۷/۰
	میانگین	۶۷/۲	۶۹/۵	۷۲/۹	
	۲	۶۸/۲^{e}	۷۱/۳^{c}	۷۱/۳**c**	۷۰/۳
۰/۰۶	۲/۵	۶۸/۱^{e}	۶۵/۹^{cd}	۶۸/۴^{e}	۶۷/۵
	۳	۶۵/۶^{ad}	۶۵/۳^{ad}	۶۴/۷^{da}	۶۵/۲
	میانگین	۶۷/۳	۶۷/۵	۶۸/۱	

در خصوص شاخص راندمان ذخیرهٔ آب در خاک، اثر دبی و طول جویچه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، ولی اثر شیب معنی‌دار نشد و تفاوتی بین شیب‌های مختلف وجود ندارد. اثر متقابل شیب جویچه و دبی و اثر متقابل طول جویچه و دبی و نیز اثر متقابل شیب جویچه، دبی و طول جویچه، در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل شیب جویچه و طول جویچه معنی‌دار نشد (جدول ۲).

جدول ۵. اثر متقابل شیب، دبی دریچه و طول جویچه بر راندمان ذخیرهٔ آب در خاک (درصد)

شیب (درصد)	دبی دریچه (لیتر بر ثانیه)	راندمان ذخیرهٔ آب در خاک (E_s) (درصد)			
		طول جویچه (متر)			
		۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	میانگین
۰/۰۲	۲	۷۰/۵^{abcd}	۸۷/۳^{bc}	۹۷/۰^{b}	۸۵/۰
	۲/۵	۶۵/۲^{cdab}	۷۹/۸^{cb}	۸۷/۳^{bc}	۷۷/۵
	۳	۶۶/۱^{cdab}	۸۱/۵^{bd}	۷۸/۴^{de}	۷۵/۳
	میانگین	۶۷/۳	۸۲/۹	۸۷/۶	
۰/۰۴	۲	۷۴/۹^{def}	۹۲/۷^{e}	۱۰۰/۰^{a}	۸۹/۷
	۲/۵	۶۸/۲^{acdb}	۸۳/۲^{cd}	۹۰/۶^{f}	۸۰/۷
	۳	۶۷/۹^{acdb}	۸۳/۶^{cd}	۷۹/۹^{cb}	۷۷/۱
	میانگین	۷۰/۳	۸۶/۴	۹۰/۸	
۰/۰۶	۲	۷۸/۷^{de}	۹۶/۷^{c}	۱۰۰/۰^{a}	۹۳/۲
	۲/۵	۷۰/۵^{abcd}	۸۷/۷^{ac}	۹۴/۸^{d}	۸۴/۳
	۳	۷۱/۹^{abc}	۸۸/۱^{ab}	۸۳/۲^{cd}	۸۱/۱
	میانگین	۷۳/۷	۹۰/۸	۹۴/۱	

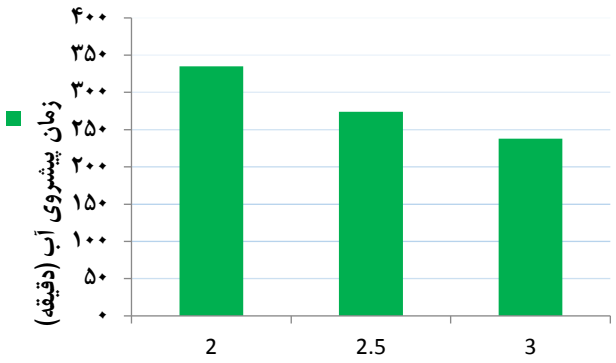
جدول ۶. میانگین کل سطوح مختلف تیمارها

تیمار	شیب (درصد)			دبی دریچه (لیتر بر ثانیه)			طول جویچه (متر)		
	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۲	۲/۵	۳	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
سطوح تیمار	۲۸۶	۲۷۶	۲۸۵	۳۳۵	۲۷۴	۲۳۸	۲۱۷	۲۸۶	۳۴۳
زمان پیشروی آب (دقیقه)	۶۷/۶	۶۹/۹	۶۷/۷	۷۰/۰	۶۸/۸	۶۶/۳	۶۷/۱	۶۷/۸	۷۰/۲
راندمان کاربرد آب (E_a) (درصد)	۷۹/۲	۸۲/۵	۸۶/۲	۸۹/۳	۸۰/۸	۷۷/۸	۷۰/۴	۸۶/۷	۹۰/۸
راندمان ذخیرهٔ آب درخاک (E_s) (درصد)									

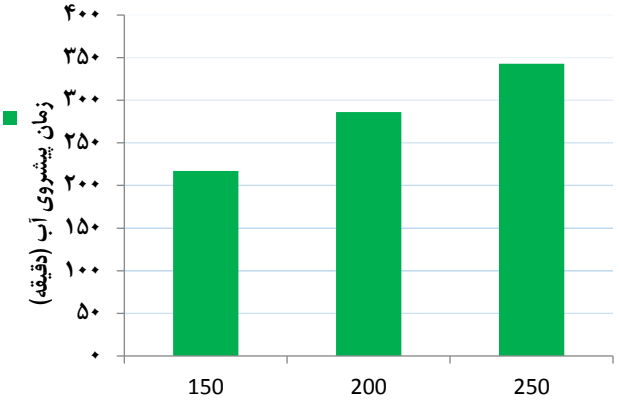
بحث

در خصوص شاخص زمان پیشروی آب، نتایج نشان می‌دهد که اثر متقابل شیب جویچه، دبی و طول جویچه معنی‌دار شده است. یعنی با افزایش شیب و دبی ، سرعت جریان بیشتر و زمان پیشروی آب در جویچه‌ها کاهش‌یافته و باعث یکنواختی بیشتر توزیع آب شده است و برعکس با کاهش شیب و دبی ، زمان پیشروی زیاد می‌شود (شکل ۳). همچنین با توجه به شکل (۴) با کاهش طول جویچه مدت زمان پیشروی نیز کاهش می‌یابد. تأخیر در تکمیل فاز پیشروی منجر به افزایش اختلاف فرصت نفوذ بین ابتدا و انتهای جویچه شده و به‌تبع آن موجب عدم یکنواختی در توزیع عمقی رطوبت می‌گردد. این یافته‌ها با نتایج حمودی و همکاران (۱۳۹۸) که کمترین زمان پیشروی را در

تیمار شیب ۰/۰۶ درصد و دبی ۲/۵ لیتر بر ثانیه در شرایط آبیاری جویچه‌ای اجراشده درکشت و صنعت سلمان فارسی به دست آوردند، مطابقت دارد.



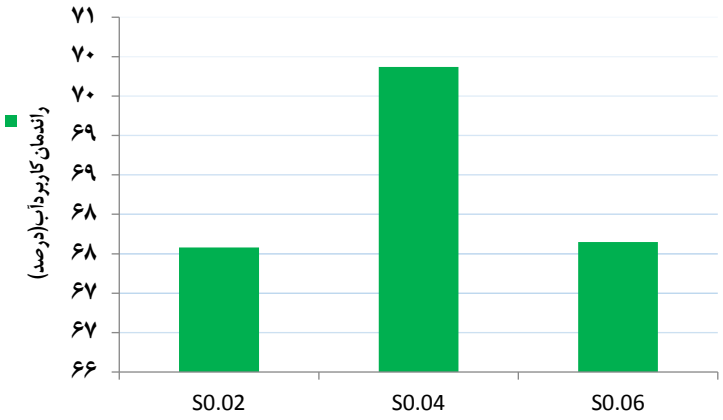
شکل ۳. مقایسهٔ میانگین زمان پیشروی آب در سطح دبی مختلف



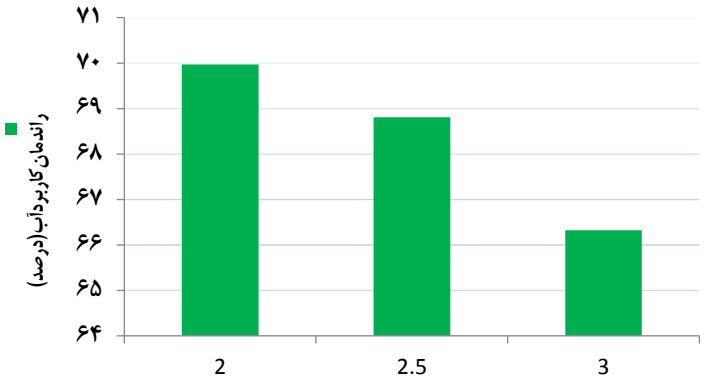
شکل ۴. مقایسهٔ میانگین زمان پیشروی آب در طول جویچه‌های مختلف

در خصوص راندمان کاربرد آب و شیب، همهٔ تیمارها در یک سطح قرار گرفتند و هیچ تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها وجود نداشت به گونه‌ای‌که میزان راندمان کاربرد ۶۹/۹، ۶۷/۷ و ۶۷/۶ درصد به ترتیب در شیب ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۲ درصد به دست آمد. در بررسی دبی در تیمار ۲ لیتر در ثانیه راندمان کاربرد با ۷۰/۰ درصد در مرتبه اول و در تیمارهای ۲/۵ و ۳ لیتر در ثانیه مقدار این پارامتر به ترتیب با ۶۸/۸ و ۶۶/۳ درصد در رتبه دوم و سوم قرار گرفت (جدول ۶). نتایج نشان داد با کاهش دبی و افزایش طول جویچه راندمان کاربرد آب افزایش یافت (شکل‌های ۶ و ۷). این یافته‌ها با نتایج حمودی و همکاران (۱۳۹۸) که بیشترین راندمان کاربرد آب را به میزان ۸۲ درصد در تیمار دبی ۱/۵ لیتر بر ثانیه و شیب ۰/۰۶ درصد در شرایط آبیاری جویچه‌ای اجرا شده درکشت و صنعت سلمان فارسی به دست آوردند، مطابقت دارد. همچنین با نتایج (Assefa et al. 2017) که بیشترین راندمان کاربرد آب را به میزان ۶۴/۹ درصد در تیمار دبی ۴ لیتر بر ثانیه و شیب یک درصد و طول جویچه ۱۰۰ متر در شرایط آبیاری جویچه‌ای اجرا شده در مزارع نیشکر میتیهارا[۱] درکشور اتیوپی به دست آوردند، هم‌خوانی دارد.

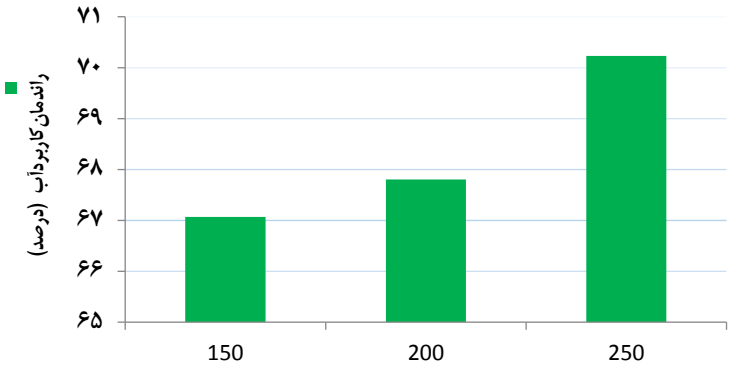
۱. Metehara



شکل ۵. مقایسه میانگین راندمان کاربرد آب در سطوح مختلف شیب

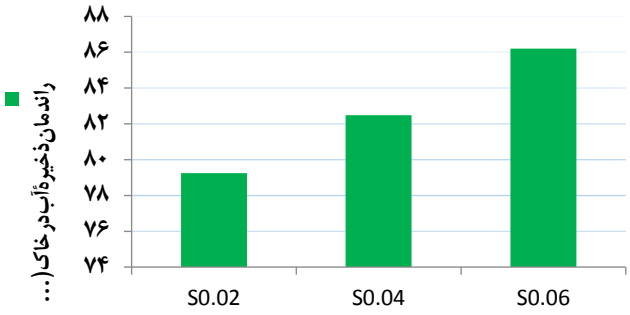


شکل ۶. مقایسهٔ میانگین راندمان کاربرد آب در سطوح مختلف دبی

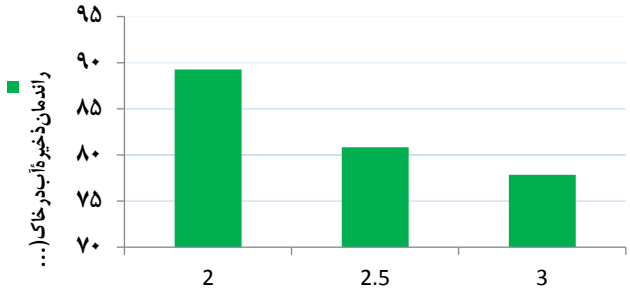


شکل ۷. مقایسهٔ میانگین راندمان کاربرد آب در سطوح مختلف طول جویچه

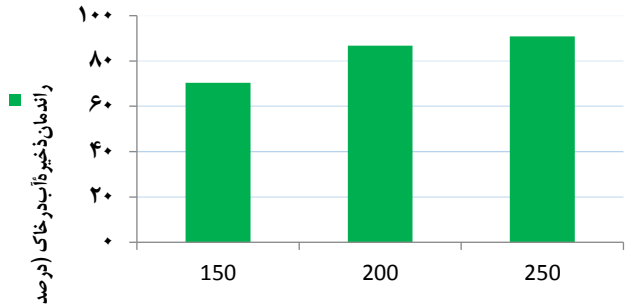
در خصوص راندمان ذخیرهٔ آب در خاک و شیب، همهٔ تیمارها در یک سطح قرار گرفتند و هیچ تفاوت معنی‌دار در بین تیمارها وجود نداشت و راندمان ذخیره به میزان ۸۶/۲، ۸۲/۵ و ۷۹/۲ درصد به ترتیب در سطح ۰/۰۶، ۰/۰۴ و ۰/۰۲ درصد به دست آمد. در بررسی دبی در تیمار دبی ۲ لیتر در ثانیه به میزان ۸۹/۳ درصد در مرتبه اول قرار دارد و در تیمارهای ۲/۵ و ۳ لیتر در ثانیه به میزان به ترتیب ۸۰/۸ و ۷۷/۸ درصد در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند (جدول ۶). حداکثر راندمان ذخیرهٔ آب در خاک با طول جویچهٔ ۲۵۰ متری و دبی دریچهٔ ۲ لیتر بر ثانیه به میزان ۱۰۰ درصد به دست آمد (جدول ۵). با افزایش شیب و افزایش طول جویچه، راندمان ذخیرهٔآب در خاک افزایش یافت (شکل‌های ۸ و ۱۰) از طرفی با کاهش دبی نیز راندمان ذخیرهٔ آب در خاک افزایش یافت که با نتایج (Hamdi et al. 2017) هم‌خوانی دارد (شکل ۹). دلیل این امر این است که با کاهش دبی سرعت پیشروی آب کمتر شده و شرایط برای نفوذ عمقی بیشتر فراهم می‌شود و همچنین با افزایش طول جویچه فرصت لازم برای نفوذ عمقی آب بیشتر شده و درنهایت موجب افزایش راندمان ذخیرهٔ آب در خاک خواهد شد.



شکل ۸. مقایسهٔ میانگین راندمان ذخیرهٔ آب درخاک در سطوح مختلف شیب

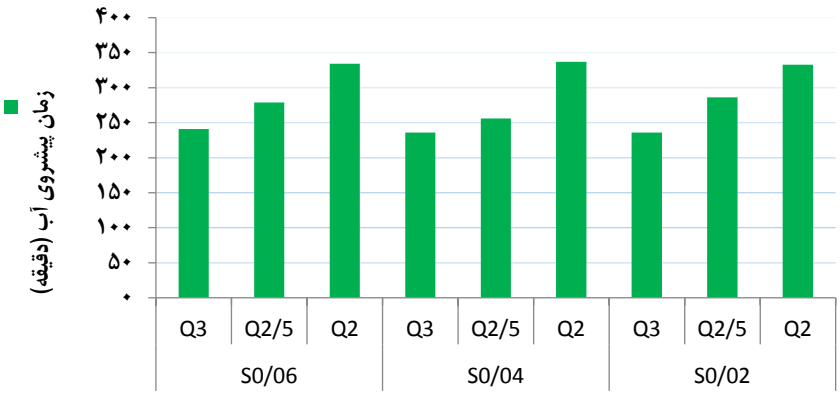


شکل ۹. مقایسهٔ میانگین راندمان ذخیرهٔ آب درخاک در سطوح مختلف دبی

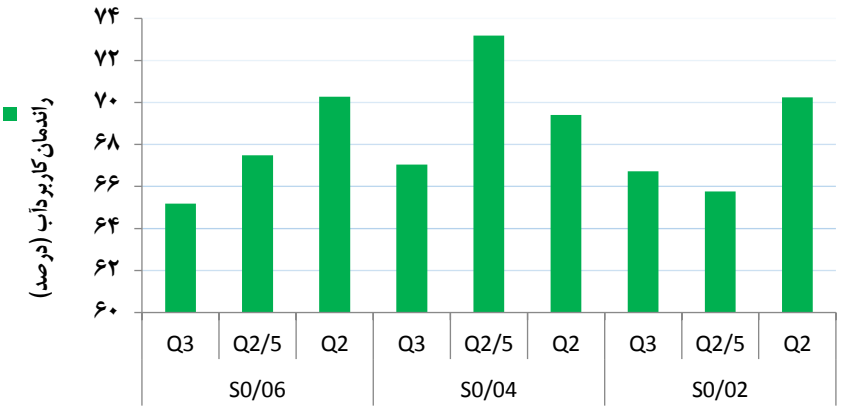


شکل ۱۰. مقایسهٔ میانگین راندمان ذخیرهٔ آب درخاک در سطوح مختلف طول جویچه

بررسی اثر متقابل شیب و دبی بر زمان پیشروی آب نشان می‌دهد که با کاهش دبی مدت زمان پیشروی افزایش یافته و این روند در سطح هر سه شیب یکسان است (شکل ۱۱). همچنین بررسی اثر متقابل شیب و دبی بر راندمان کاربرد آب نشان می‌دهد که در شیب ۰/۰۶ درصد با کاهش دبی راندمان کاربرد آب افزایش یافته است (شکل ۱۲).

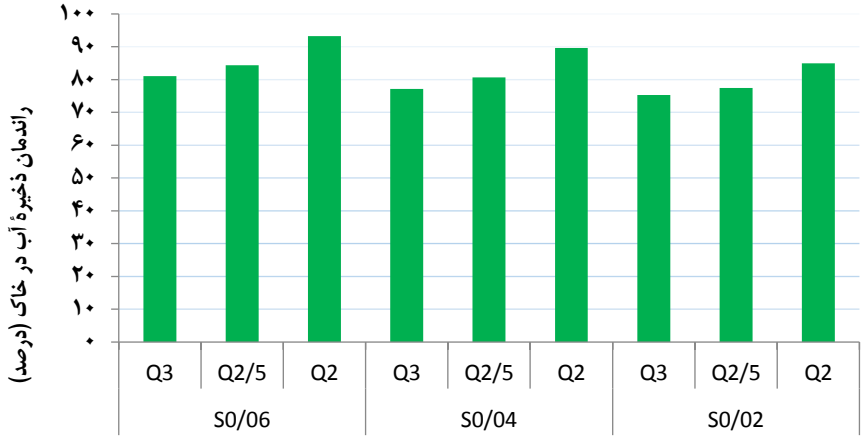


شکل ۱۱. مقایسهٔ اثرمتقابل میانگین شیب طولی × دبی بر زمان پیشروی آب

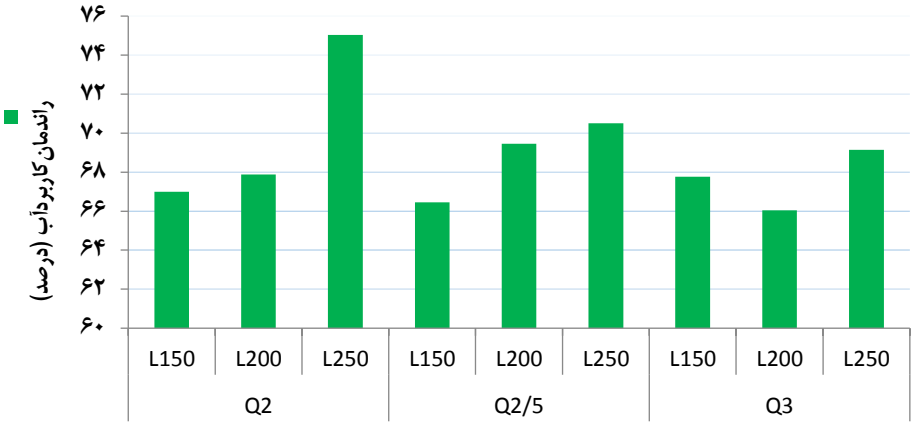


شکل ۱۲. مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل شیب × دبی بر راندمان کاربرد آب

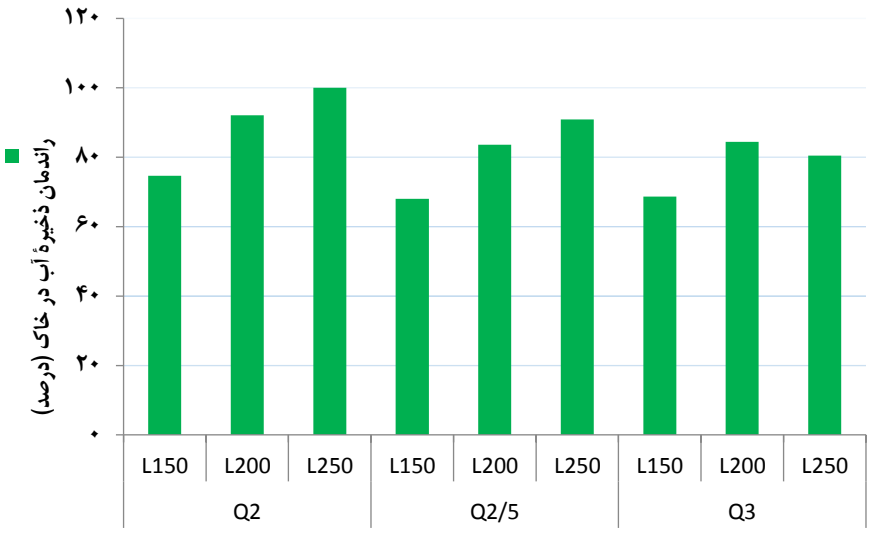
بررسی اثر متقابل شیب و دبی بر راندمان ذخیره آب در خاک نشان می‌دهد که با کاهش دبی راندمان ذخیره آب در خاک افزایش یافته و این روند در سطح هر سه شیب یکسان است (شکل ۱۳). بررسی اثر متقابل دبی و طول جویچه بر راندمان کاربرد آب نشان می‌دهد که در سطح دبی‌های ۲ و ۲/۵ لیتر در ثانیه با افزایش طول جویچه، راندمان کاربرد آب افزایش می‌یابد و در سطح دبی ۳ لیتر در ثانیه نیز این روند مشاهده شد (شکل ۱۴). بررسی اثر متقابل دبی و طول جویچه بر راندمان ذخیرهٔ آب در خاک نشان می‌دهد که در سطح دبی‌های ۲ و ۲/۵ لیتر در ثانیه با افزایش طول جویچه، راندمان ذخیرهٔ آب در خاک افزایش می‌یابد و در سطح دبی ۳ لیتر در ثانیه نیز همین روند مشاهده شد (شکل ۱۵).



شکل ۱۳. مقایسهٔ اثرمتقابل شیب × دبی بر راندمان ذخیرهٔ آب درخاک



شکل ۱۴. مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل دبی × طول جویچه بر راندمان کاربرد آب



شکل ۱۵. مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل دبی × طول جویچه بر راندمان ذخیرهٔ آب درخاک

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که کمترین زمان پیشروی در تیمار با شیب ۰/۰۴ درصد، دبی ۳ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۱۵۰ متر به میزان ۱۶۹ دقیقه بود و تیمارهای شیب ۰/۰۲ درصد و ۰/۰۶ درصد در یک سطح دبی ۲/۵ لیتر بر ثانیه و طول جویچه ۱۵۰ متر به ترتیب به میزان ۱۷۴ و ۱۷۹ دقیقه در رتبهٔ دوم و سوم قرار گرفتند. با کاهش طول جویچه و افزایش دبی، مدت زمان پیشروی جبههٔ آب کمتر شد. بیشترین راندمان کاربرد آب، با دبی ۲ لیتر در ثانیه به میزان ۷۰/۰ درصد به دست آمد و تیمارهای با دبی ۲/۵ و ۳ لیتر در ثانیه، با راندمان کاربرد آب به‌ترتیب ۶۸/۸ و ۶۶/۳ درصد در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند. حداکثر راندمان ذخیرهٔ آب در خاک با طول جویچهٔ ۲۵۰ متری و دبی دریچهٔ ۲ لیتر بر ثانیه به میزان ۱۰۰ درصد به دست آمد. در این تحقیق، بالاترین راندمان کاربرد و ذخیرهٔ آب در مزارع شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک خان در شرایط شیب ۰/۰۴ درصد و دبی ۲ لیتر در ثانیه و طول جویچهٔ ۲۵۰ متر حاصل شد.

پیشنهادها

بر اساس تجربیات در مزرعه و یافته‌های گزارش شده، توصیه‌های زیر ارائه خواهد شد.

این آزمایش در مزرعه با بافت خاک نیمه سنگین و سنگین انجام پذیرفت. با توجه به متفاوت بودن بافت مزارع شرکت‌های کشت و صنعت نیشکری، توصیه می‌گردد آزمایش در مزارع با بافت‌های سبک و متوسط نیز تکرار گردد.

این آزمایش در مزرعه با رقم نیشکر CP69-1062 انجام پذیرفت. با توجه به متفاوت بودن ویژگی‌های سایر ارقام نیشکر، توصیه می‌گردد آزمایش در مزارع با سایر ارقام نیشکر و یا کشت‌ها با بازرویی‌های متفاوت نیز تکرار گردد.

با توجه به بالا بودن سطح آب تحت‌الارضی خصوصاً در مزارع شرکت‌های کشت و صنعت نیشکری واقع در جنوب اهواز، انتخاب شیب متوسط و مناسب در رسیدن به هدف مصرف بهینه آب و کاهش مشکلات ناشی از مصرف بالای آب و افزایش عملکرد نیشکر و شکر در واحد سطح، تأثیرگذار خواهد بود.

با توجه به اینکه در جویچه‌های انتهایی به دلیل افت فشار در لوله هیدروفلوم مدت زمان آبیاری افزایش یافته و موجب تلفات نفوذ عمقی و افزایش مصرف آب خواهد شد، می‌توان در زمان تسطیح، شیب مزرعه را در این مقطع بیشتر در نظر گرفت که موجب کاهش مدت زمان آبیاری و کاهش مصرف آب شود.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

منابع

آزاد، نسرین؛ رضا وردی نژاد، وحید؛ بشارت، سینا؛ بهمنش، جواد و اشرف صدرالدینی، علی (۱۳۹۶). بهینه‌سازی سیستم آبیاری موجی بر اساس متغیرهای

آبیاری و هندسی جویچه با مدلSIRMOD . *مجلهٔ مدیریت آب و آبیاری*. ۷(۱)،۱۶۶-۱۵۱.

اشرفی، شهرام؛ حیدری، نادر و عباسی، فریبرز (۱۳۷۵) طراحی، ساخت و واسنجی فلوم WSC، *دومین کنگرهٔ ملی مسائل آب‌وخاک کشور*، تهران. ۲۱۶-۲۰۶.

آل کثیر، جعفر؛ ماکنالی، ناصر؛ شهریور، رضا؛ موسوی، ا؛ و ولدی، ا.ر. (۱۳۷۷) بررسی کاربرد مقادیر مختلف آب آبیاری (دبی و زمان‌های مختلف آبیاری در ۹ تیمار) بر روی پروفیل رطوبتی، روند رشد، عملکرد نهایی محصول و کیفیت شهد نیشکر در سطح وسیع، *سری مقالات نیشکر و تازه‌های جهانی*، شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی (ادارهٔ مطالعات کاربردی کشت و صنعت امام خمینی).

بخشی، وحید؛ نوری امام‌زاده، محمدرضا؛ طباطبایی، سید حسن و مرادی باصری، حسین (۱۳۹۰) تأثیر نوع شیب جویچه بر الگوی توزیع آب در خاک. *دوازدهمین کنگرهٔ علوم خاک ایران*. تبریز.

حمدی احمد آباد، یاسر؛ لیاقت، عبدالمجید؛ سهرابی، تیمور؛ رسول زاده، علی؛ نظری، بیژن. (۱۳۹۶). بهبود عملکرد آبیاری سطحی با مدیریت زمان قطع جریان در مدل SIRMOD مطالعهٔ موردی: کشت و صنعت و دامپروری مغان. *مجلهٔ تحقیقات آب و خاک ایران*.۴۸(۴)،۸۲۲-۸۱۱.

حمودی، مجید؛ ملکی، عباس و شینی دشت گل، علی (۱۳۹۸) اثر شیب و دبی ورودی بر راندمان و یکنواختی توزیع آب در آبیاری جویچه‌ای نیشکر، *نشریهٔ آبیاری و زهکشی ایران*، ۱۳(۲)، ۳۳۷-۳۲۹.

خاشئی سیوکی، عباس؛ قهرمان، بیژن؛ کوچک‌زاده، مهدی (۱۳۹۲) کاربرد تخصیص و مدیریت آب کشاورزی با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی PSO (مطالعه موردی : دشت نیشابور)، *مجلهٔ آب و خاک*، ۲۷(۲)، ۳۰۳-۲۹۲.

ریاحی فارسانی، حامد؛ نوری امام‌زاده، محمدرضا؛ فتاحی نافچی، روح‌اله؛ طباطبایی، سیدحسن (۱۳۹۳) ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای در دشت‌های شهرکرد، بروجن و خانمیرزا، *مجلهٔ علوم و مهندسی آبیاری*، ۳۷(۲)، ۱۰۴-۹۵.

سلیمانی، حسین؛ حسنلی، علی‌مراد (۱۳۸۷) محاسبه قیمت تمام شده، بهره وری مصرف و ارزش افزودهٔ آب برای محصولات عمده در منطقهٔ خشک داراب، *نشریهٔ کشاورزی پویا*، ۵(۱)، ۶۰-۴۵.

صالحی جیریایی، علی؛ محسنی موحد، سید اسدالله و مظفری، جواد (۱۳۹۶) ارزیابی شاخص‌های عملکرد آبیاری جویچه‌ای با پوشش نیم لوله پلی‌اتیلن سوراخ‌دار در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای معمول، *نشریهٔ پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک*.۲۴(۵)، ۲۶۷-۲۵۵.

ظهیرنیا، علیرضا؛ متین فر، حمیدرضا و بهرامی، حسینعلی (۱۳۹۹) بررسی پارامترهای مؤثر بر کیفیت خاک تحت شرایط شور و نیمه شور (مطالعه موردی جنوب و جنوب غربی استان خوزستان)، *مجلهٔ علمی کشاورزی مهندسی زراعی*. ۴۳(۳)، ۴۲۳-۴۰۵.

عباسی، فریبرز (۱۳۹۱) *اصول جریان در آبیاری سطحی*. چاپ اول. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

عباسی، فریبرز؛ سهراب، فرحناز؛ عباسی، نادر (۱۳۹۶) ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران، *نشریهٔ تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی*. ۱۷(۶۷)، ۱۲۰-۱۱۳.

عباسی، فریبرز و شینی دشتگل، علی (۱۳۹۵) ارزیابی و بهبود مدیریت آبیاری جویچه‌ای در اراضی تحت کشت نیشکر خوزستان، *نشریهٔ آب‌وخاک*. ۲۶(۲/۴)، ۱۲۱-۱۰۹.

قهرمان نژاد، مصطفی؛ برومند نسب، سعید و شینی دشت‌گل، علی (۱۳۹۵) تعیین مقادیر بهینهٔ پارامترهای طراحی آبیاری جویچه‌ای توسط مدل WinSRFR 3.1 (مطالعهٔ موردی مزارع نیشکر جنوب اهواز)، *مجلهٔ دانش آب‌وخاک*. ۲۶(۱/۱) ۱۳۰-۱۱۷.

کانونی، امین (۱۳۸۶) ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقهٔ مغان. *مجلهٔ علوم و مهندسی آبیاری*. ۸(۲) ۳۲-۱۷.

مرید نژاد، علیرضا؛ کاوئی دیلمی، رقیه و سعدی، علی (۱۳۸۹) بهینه‌سازی آبیاری شیاری تحت شرایط اجرا شد در کشت و صنعت سلمان فارسی با استفاده از نرم‌افزار WinSRFR 3.1. *سومین همایش ملی شبکه‌های آبیاری و زهکشی*. دانشگاه شهید چمران اهواز.

ملکی، عباس؛ برومند نسب، سعید؛ بهزاد، مجید و ناصری، عبد علی (۱۳۸۳) بررسی تغییرات مکانی و زمانی نفوذ در آبیاری جویچه‌ای در اراضی نیشکر جنوب اهواز. *رساله دکتری*، دانشکدهٔ مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز.

نحوی‌نیا، محمدجواد؛ لیاقت، عبدالمجید؛ عباسی، فریبرز (۱۳۹۸) ارزیابی شبکهٔ آبیاری با مفاهیم کلاسیک و جدید راندمان آبیاری (مطالعهٔ‌موردی: شبکه حمودی خوزستان). *مجلهٔ تحقیقات آب و خاک ایران*. ۵۰(۳) ۵۷۹-۵۶۷.

نوری امام‌زاده، محمدرضا؛ بخشی، وحید؛ طباطبایی، سید حسن (۱۳۹۳) تأثیر شیب طولی متغیر جویچه بر راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری جویچه‌ای. *مجلهٔ علوم و مهندسی آبیاری*. ۳۷(۴) ۹-۱.

REFERENCES

Abbasi, F., (2012) *Principles of flow in surface irrigation*. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. (In Farsi)

Abbasi, F., Sheinidashtgol, A., (2016). Evaluation and improvement of furrow irrigation management in Khuzestan sugarcane fields. *The Journal of Water and Soil*, (26)109-121. (In Persian).

Abbasi, F. & Sohrab, F. (2011). Evaluating Irrigation Efficiency and Iso-Efficiency Maps in Iran. *ICID 21st International Congress on Irrigation and Drainage*, 15-23 October 2011, Tehran, Iran.

Abbasi, F., Sohrab, F. and Abbasi, N. (2017). Evaluation of Irrigation Efficiencies in Iran. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*, 17(67), 113-128

Alekasir, J., Makenali, N., Shahrivar, R., Mosavi, A., Valadi, A., (1998). Investigating the application of different amounts of irrigation water (flow rate and different irrigation times in 9 treatments) on the moisture profile, growth process, final product yield and quality of sugarcane nectar in a wide area. Series of articles on sugarcane and global news. *Sugarcane development company and ancillary industries. (Department of applied studies of agriculture and industry of Imam Khomeini*). (In Persian).

Al-Khamisi, S.A., Prathapar, S.A., Ahmed, M. (2013). Conjunctive use of reclaimed water and groundwater in crop rotations. *Agricultural Water Management*, (116)228–234.

Amer, K. H., Samak, A. A., Hegazi, E. H. (2017). Managing furrow irrigation method in corn small holdings: Journal irrigation and drainage, Misr J. Ag. Eng., 34 (1): 137 – 156

Ashrafi, SH., Heidari, N., Abbasi, F., (1996). Design, construction and calibration of WSC flume. *The second national congress of the country's water and soil issues*, Tehran, 206-216. (In Persian).

Assefa, S., Kedir, Y., Alamirew, T., (2017). Effects of Water Distribution of Sprinkler Irrigation Systems. *Technical Bulletin*, (128). Colorado State University.

Azad, N., Rezaerdinejad, V., Besharat, S., Behmanesh, J., Ashraf Sadraddini, A., (2017). Optimization of surge irrigation system based on irrigation and furrow geometric variables using SIRMOD model. *Journal of Water and Irrigation Management* (JWIM), (7)151-166. (In Persian).

Bakhshi, V., Nouri Imamzadeh, M.R., Besharat, S., Tabatabai, S.H., Moradi Basri, H., (2011). The effect of the type of furrow slope on the pattern of water distribution in the soil. *The 12th Congress of Soil Sciences*. Tabriz.Iran. (In Persian).

Ghahremannejad, M., Boroomandnasab, S., Sheinidashtgol, A., (2016). Determining the Optimum Values of the Design Parameters for Furrow Irrigation with WinSRFR3.1 Model (Case study: Sugarcane Fields of Southern Ahvaz). *The Journal of Water and Soil Science*, (26)117-130. (In Persian).

Hamdi Ahmadabad, Y., Liaghat, A., Sohrabi, T., Rasoulzadeh, A., & Nazari, B. (2017). Improving irrigation performance by managing the irrigation cut-off time in SIRMOD (Case Study: Moghan Agro-industry and Husbandry. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 48(4), 811-822. (In Persian)

Hamdi Ahmadabad, Y., Liaghat, A., Sohrabi, T., Rasoulzadeh, A., & Ebrahimian, H. (2021). Improving performance of furrow irrigation systems using simulation modelling in the Moghan plain of Iran. *Irrigation and Drainage*, 70(1), 131-149.

Hamoodi, M., Maleki, A., Sheinidashtgol, A., (2019). Interaction of Slope and Input flow on efficiency and uniformity of water distribution in furrow irrigation of sugarcane. *Iranian Irrigation and Drainage Journal*, (13)329-337. (In Persian).

Kanuni, A. (2007). Evaluation of furrow irrigation efficiency under different managements in Moghan region, *Agricultural Engineering Research Quarterly*, 8 (2): 17. (In Persian)

Khashei Siuki, A., Ghahraman, B., and Kuchakzadeh, M. (2013). Application of Agricultur Water Allocation and Management by PSO Optimization Technic (Case study: Nayshabur Plaine). *Journal of Water and Soil*, 27 (2): 292-303. (In Farsi)

Kifle, M., Tilhun, K. and Yazew, E. (2008). Evaluation of surge flow furrow irrigation for onion production in a semiarid region of Ethiopia. *Irrigation Science*, 26(4): 325-333.

Lalehzari, R., Ansari Samani, F. and Boroomand Nasab, S. (2014). Analysis of evaluation indicators for furrow irrigation system using opportunity time. *Irrigation and Drainage*, 64(1): 85-92.

Lalehzari, R., Boroomand-Nasab, S., Moazed, H. and Haghighi, A. (2016). Multi-objective management of water allocation to sustainable irrigation planning and optimal cropping pattern. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE*, 142(1).

Lalehzari, R., & Boroomand-Nasab, S. (2017). Improved volume balance using upstream flow depth for advance time estimation. *Agricultural Water Management*, 186: 120-126.

Maleki, A., Boroomandnasab, S., Behzad, M., Naseri A., (2004). Investigating spatial and temporal changes of infiltration in furrow irrigation in sugarcane lands in the south of Ahvaz. *Ph.D. Thesis*. Faculty of Water Science Engineering. Shahid Chamran University. (In Persian).

Moridnejad, A., Kaveedeylamee, R., Saadi, A., (2010). Optimization of furrow irrigation was carried out under the conditions of Salman Farsi agriculture and industry using WinSRFR 3.1 software. *The third national conference of irrigation and drainage networks*. Shahid Chamran University. (In Persian).

Nahvinia, M.J., Liaghat, A.M., Abbasi, F. (2019). The evaluation of irrigation network by using classic and

new concepts of irrigation efficiency (Case study: Hamody irrigation system of khozestan), *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 50(3): 567-579. (In Persian)

NouriEmamzadehee, M., Bakhshi, V., Tabatabaee, S., (2014). Effects of Variable Longitudinal Slope on Application Efficiency and Uniformity of Water Distribution in Furrow Irrigation System. *The Journal of Irrigation Sciences and Engineering*, (37)1-9. (In Persian).

Riahifarsani, H., Nouriimamzadehei, M.R., Fatahinafchi, R. and Tabatabaee, S.H. (2014). Evaluating of Furrow Irrigation Systems in Shakrekord, Borojen and Khanmirza plains, *Irrigation Sciences and Engineering*, 37(2): 95-104. (In Persian)

Roldán-Cañas, J., Chipana, R., Moreno-Pérez, M. and Chipana, G. (2015). Description and Evaluation of Zigzag Furrow Irrigation in the Inter-Andean Valleys of Bolivia. *Irrigation and Drainage Engineering*, 141(11): 04015019 1-10.

Salehi Jiriaee, A., Mohseni Movahed, A., Mozafary, J., (2019). Evaluation of performance indicators for furrow irrigation with perforated polyethylene half-pipe compared to conventional furrow irrigation. *The Journal of Water and Soil Conservation*, (24)255-267. (In Persian).

Smith, R.J., Raine, S.R. and Minkevich, J. (2005). Irrigation application efficiency and deep drainage potential under surface irrigated cotton, *Agricultural Water Management*, 71(2):117-130.

Soleimani H. & Hassanli, A., (2008). Estimation of water unit cost, water use efficiency and water added value for major crops in Darab as an arid land. *Iranian Journal of Dynamic Agriculture*, 5(1): 45-60. (In Persian)

Walker, W. R. and Skogerboe, G. V. (1987) *Surface Irrigation: Theory and Practice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Zahirnia, A., Matinfar, H., Bahrami, H., (2020). Investigation of parameters affecting soil quality under saline and semi-saline conditions (case study of south and southwest of Khuzestan province). *The Journal of Agricultural Engineering*, (43)405-423. (In Persian).

Investigating the effect of slope, furrow length and discharge on the use efficiency and water storage efficiency in sugarcane fields

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Controlling the amount of water consumed during the sugarcane growth and providing the necessary solutions in water management by increasing the uniformity of water distribution and the efficiency of water consumption and storage in the soil are essential. In this research, by creating different slopes, discharges and lengths of furrows in sugarcane fields, the hydraulic conditions of the flow were practically managed and regulated in order to have a better application efficiency and uniformity of water distribution along the furrow. The purpose of this research was to determine the optimal slope, discharge and length of the furrow, in order to increase the water application and storage efficiencies in the furrow irrigation of sugarcane lands of Mirzakochek Khan Company.

Material and Methods

This study was conducted from August 2018 to September 2019 in one of the farms of Mirzakochek Khan Company in Khuzestan province of Iran. The experiment was done as split split plots in the form of a randomized complete block design with three replications. The treatments were included furrow slope as the main factor at three levels (0.02, 0.04 and 0.06%), flow rate as the subfactor at three levels (2, 2.5 and 3 lit/sec) and length of furrow as sub-sub factor at three levels (150, 200 and 250 meters). Soil moisture data before and after irrigation, underground water level, advancing and retreating speed, meteorological information and other information related to the quantitative and qualitative characteristics of sugarcane plants in each treatment were collected at two stations at the beginning and middle of furrow. Each plot included three furrows, and sampling was done from the middle furrow.

Results and Discussion

Regarding the index of water advance time, the mutual effect of the slope of the furrow, the discharge and the length of the furrow were significant. By increasing slope and discharge, the velocity of the flow increased and the time of water advance in the furrow decreased and caused more uniformity of water distribution. Regarding the application efficiency, the 2 lit/sec treatment was the first with 70.0 %, and the 2.5 and 3 lit/sec treatments were 68.8 and 66.3 %, respectively. By decreasing discharge, the amount of water volume decreased and the application efficiency increased. By increasing furrow length, the application efficiency also increased. Regarding the efficiency of water storage in the soil, the 2 lit/sec treatment was the first order by 89.2% and the 2.5 and 3 lit/sec treatments were the next orders, 80.8 and 77.8%, respectively. The maximum efficiency of water storage in the soil (100%) was achieved at the furrow with 250-meter in length and 2-lit/sec in flow rate. By increasing the slope, the water storage efficiency in the soil increased. Also, by increasing the length of furrow, the water storage efficiency in the soil increased. The efficiency of water storage in the soil increased by decreasing discharge.

Conclusion

The results of this study showed that the lowest advancing time (169 minutes) was belonged to the furrow with slope of 0.04%, flow rate of 3 lit/sec and length of 150 meters. The furrows with the slope levels of 0.02% and 0.06%, flow level of 2.5 lit/sec and the length of 150-meter were ranked the second and third in terms of advancing time with 174 and 179 minutes, respectively. By decreasing the length of the furrow and increasing the flow rate, the advance time decreased which caused the uniform distribution of water along the length of the furrow. Regarding application efficiency index, the flow rate of 2 lit/sec had the highest application efficiency of 97.7%, and in the treatments of 2.5 and 3 lit/sec, application efficiency was 68.81 and 66.3%, respectively. The maximum efficiency of water storage in the soil (100%) was obtained in the furrows with 250-meters in length and 2-lit/sec in flow rate. The best conditions for furrow irrigation in the company's fields were obtained with a slope of 0.04%, a flow rate of 2 lit/sec, and a length of 250 meters.

Keywords: Advance Time, Recession Time, Slope, Sugarcane Industry, Surface Irrigation.