

بررسی بهره‌وری آب گندم در روش آبیاری قطره‌ای تیپ (مطالعه موردی مشهد و تربت حیدریه)

هادی افشار^۱، حسین شریفان^{۲*}، بیژن قهرمان^۳، محمد بنایان اول^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۴

چکیده

کم‌آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، مشکل کمبود آب در سال‌های آینده حادتر خواهد شد. در سال‌های اخیر به علت کمبود آب، اهمیت پژوهش در زمینه آبیاری گندم به روش آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) افزایش یافته است. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر فاصله بین نوارها و مقدار آب آبیاری بر بهره‌وری آب گندم در روش آبیاری قطره‌ای تیپ، در دو مزرعه واقع در مناطق مشهد (MHD) و تربت حیدریه-جلگه رخ (RKH) با بافت خاک به ترتیب لوم و لوم رسی، در سال زراعی ۹۵-۹۶ انجام شد. طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی (فاکتوریل) شامل سه تیمار فاصله نوار تیپ (D1: فاصله نوارهای ۵۰ سانتی‌متری، D2: فاصله نوارهای ۷۵ سانتی‌متری و D3: فاصله نوارهای ۱۰۰ سانتی‌متری)، و مقدار آب آبیاری نیز در سه تیمار (W1: ۱۰۰ درصد، W2: ۷۵ درصد و W3: ۵۰ درصد نیاز آب آبیاری) بود. نتایج نشان داد که تیمار مقدار آب آبیاری بر مقدار عملکرد دانه در هر دو منطقه اجرای طرح اثر معنی داری داشت و بیشترین مقدار عملکرد از تیمار W1 به میزان ۷۵۳۷ و ۵۳۴۲ کیلوگرم بر متر مکعب به ترتیب در دو منطقه مشهد و تربت حیدریه بدست آمد. فاصله نوار آبیاری نیز بر عملکرد دانه در هر دو منطقه اجرای طرح بطور معنی دار موثر شد و بیشترین عملکرد از تیمار D1 بدست آمد (۷۲۶۷ و ۵۹۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در مشهد و تربت حیدریه). اثر متقابل مقدار آب و فاصله نوار (WD) بر بهره‌وری آب در منطقه مشهد غیر معنی دار شد اما در منطقه تربت حیدریه معنی دار شد. اثر متقابل نشان داد که بهترین بهره‌وری آب (۱،۷۲ و ۱،۵۲ کیلوگرم بر متر مکعب به ترتیب در مشهد و تربت حیدریه) در تیمار W3D1 (فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر آبیاری ۵۰ درصد) بدست آمد. تیمار W1D1 (فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر و آبیاری ۱۰۰ درصد) اگرچه بیشترین عملکرد را داشت (۸۱۶۷ و ۶۱۰۴ کیلوگرم بر هکتار به ترتیب در دو منطقه) اما از لحاظ بهره‌وری با تیمار W2D2 و تیمار W3D3 در گروه آماری C قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: آب مصرفی، آبیاری قطره‌ای، عملکرد، فاصله نوار

مقدمه

خشکی و کم‌آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، مشکل کمبود آب در سال‌های آینده حادتر خواهد شد. براساس گزارش موسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMI^۵) کشور ایران برای حفظ وضع فعلی خود تا سال

۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید. این امر با توجه به پتانسیل‌ها و نیازهای روزافزون بخش‌های کشاورزی، شرب، صنعت و محیط‌زیست بسیار مشکل است. در این میان، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از منابع آب در ایران را مصرف می‌کند، می‌تواند بسیار موثر و راهگشا باشد (عربی یزدی و همکاران، ۱۳۸۸، Hinrichsen and Tacio، 2002 و عباسی و همکاران، ۱۳۹۵). علی‌رغم پیشرفت فناوری و ابداع روش‌های نوین قطره‌ای و بارانی، در حال حاضر ۸۰ درصد از کل اراضی فاریاب کشور به روش سطحی آبیاری می‌شوند که این روش به دلیل دارا بودن راندمان آبیاری پایین، مهم‌ترین عامل در افت بهره‌وری آب را به خود اختصاص داده است (زاهدپور یگانه و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از اقدامات ارزنده در راستای بهبود بهره‌وری آب، توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار است. تا کنون حدود ۲ میلیون هکتار از اراضی کشور به انواع سامانه‌های نوین آبیاری مجهز شده است.

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد گروه آگرو تکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* نویسنده مسئول: Email: h_sharifan@um.ac.ir
5- International Water Management Institute

هریک از این سامانه‌های آبیاری تحت فشار، بطور بالقوه مزیت‌هایی دارند که اگر نکات لازم و اختصاصی آنها در طراحی، اجرا و بهره‌برداری رعایت گردد، می‌تواند موجب افزایش کارایی مصرف آب و کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی گردد. اما بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که گسترش روش‌های آبیاری تحت فشار، بدون توجه به برخی مسائل فنی و خصوصیات زراعی و باغی موجب عدم افزایش بهره‌وری آب در برخی از این سیستم‌های آبیاری شده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵).

به طور کلی در سامانه آبیاری قطره‌ای تیپ، فاصله نوارها یکی از مهمترین پارامترهای کاهش هزینه اولیه است. از طرفی نوع بافت خاک، نوع گیاه و همچنین مقدار بارندگی موثر در طول فصل رشد، بیشترین تأثیر را در تعیین بهینه فاصله نوارها خواهند داشت (Lamm, 2002). ترک نژاد و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی نشان دادند که بهره‌وری آب گندم در روش آبیاری قطره ای نزدیک به دو برابر روش آبیاری سطحی بود. مقایسه اقتصادی این دو روش نشان داد که نسبت منفعت به هزینه در روش آبیاری قطره‌ای برابر ۱/۳۴ و در روش سطحی ۱/۴۳ و در هر دو روش بیشتر از یک بود ($B/C > 1$) و بنابراین هر دو از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. شفیع‌راد (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی تأثیر فاصله قطره چکان‌ها و نوارهای آبیاری قطره‌ای بر میزان عملکرد گندم پرداخته است؛ نتایج تحقیق وی نشان می‌دهد بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب مربوط به تیماری با فاصله نوارهای ۰/۴ متر و فاصله قطره چکان‌های ۰/۱ متر است. همچنین تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی او نشان داده است مناسب‌ترین تیمار اقتصادی، تیماری با فاصله نوارهای ۰/۶ متر و فاصله قطره چکان‌های ۰/۱ متر می‌باشد. دلاورپور و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی به بررسی تأثیر فواصل مختلف نوارهای آبیاری قطره‌ای بر عملکرد گندم و کارایی مصرف آب پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که تأثیر فاصله نوارهای آبیاری بر اجزای عملکرد گندم، عملکرد و کارایی مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار است؛ در پژوهش مذکور، نشان داده شده است فاصله نوار آبیاری ۰/۵ متر و نوع آبیاری ثابت، بهترین تیمار در افزایش عملکرد محصول و کمترین میزان کارایی مصرف آب را دارد. در حالی که بیشترین بهره‌وری آب در تیمار با فاصله نوارهای آبیاری ۰/۵ متر و نوع آبیاری متناوب بوده است.

در پژوهشی اثر فاصله نوارها (R1, 0.30 m; R2, 0.60 m; and R3, 0.90 m) و مقدار آب آبیاری (W1, 3000 m³/ha; W2, 4500 m³/ha; W3, 6000 m³/ha; and W4, 7500 m³/ha) بر عملکرد محصول گندم و بهره‌وری آب گندم بررسی شد. نتایج نشان داد که صرف نظر از میزان آب در تیمار R1 عملکرد بیشتر از دو تیمار دیگر بود. در تیمار فاصله نوار ۶۰ سانتیمتری (R2) عملکرد در مقادیر آب W3 و W4 بیشتر از تیمارهای W1 و W2 بود و در

تیمار فاصله نوار ۹۰ سانتی‌متری (R3) عملکرد بطور معنی‌داری کاهش یافت و با افزایش مقدار آب آبیاری عملکرد نتوانست افزایش یابد. در میان تیمارها در این تحقیق R2W3 (فاصله نوار ۶۰ سانتی‌متر و مقدار آب ۶۰۰۰ مترمکعب در هکتار) بیشترین عملکرد و صرفه‌جویی مصرف آب را دارا بود (Chen et al. 2015). در منطقه شین چیانگ کشور چین که با کمبود آب مواجه است بکارگیری آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) برای تولید گندم موفق بوده است. باین وجود استفاده از نوار تیپ در روش‌های مرسوم کاشت (یک نوار آبیاری به ازای ۴ ردیف کاشت با فاصله ۱۵ سانتی‌متر) هزینه زیادی دارد. در پژوهشی که در این منطقه توسط لو (Lv, et al. 2019) انجام شده نسبت‌های مختلف نوار آبیاری به ازای تعداد ردیف کاشت بررسی شد. تیمارها عبارت بودند از سه نسبت یک نوار آبیاری به ازای ۴، ۵ و ۶ ردیف کاشت با فاصله ۱۵ سانتی‌متر (TR4, TR5, TR6). با افزایش این نسبت عملکرد کاهش آشکاری داشت. اما نسبت کاهش عملکرد به نسبت کاهش آب دریافتی به تناسب کمتر بود و این به دلیل کاهش شاخص سطح برگ بود. بنابراین نتیجه‌گیری شد که می‌توان برای الگوهای جدیدی برای آبیاری گندم با نوار آبیاری پیدا کرد که هزینه‌های آن را کاهش دهد.

گندم مهمترین گیاه زراعی است که در دستیابی به امنیت غذایی کشور مورد توجه قرار گرفته است. در سال‌های اخیر به علت کمبود آب و همچنین به منظور استفاده صحیح از منابع آب، اهمیت پژوهش در زمینه آبیاری گندم به روش آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) افزایش یافته است. از طرفی در این باره پرسش‌های فنی زیادی وجود دارد که بدون پاسخ است از آن جمله می‌توان به مقدار فاصله نوارهای آبیاری (که ارتباط مستقیمی با میزان بهره‌وری آب دارد) در شرایط بافت خاک متفاوت اشاره کرد. لذا هدف از این تحقیق بررسی بهره‌وری آب گندم در مقادیر مختلف آب و فاصله نوار در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو مزرعه واقع در منطقه مشهد (MHD) و تربت حیدریه (جلگه رخ RKH) در سال زراعی ۹۵-۹۶ انجام شد. ویژگی‌های اقلیمی این دو منطقه شامل طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، میانگین دما و میزان متوسط بارش در ۱۰ سال اخیر، در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های اقلیمی دو منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام مزرعه	مشخصات جغرافیایی		میانگین دما (سانتیگراد)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	متوسط بارش (میلیمتر)
		طول	عرض			
۱	مشهد	۷۳۷۶۸۸	۴۰۱۱۵۸۲	۱۹٫۶	۱۰۰۶	۲۰۸
۲	تربت حیدریه (رخ)	۷۱۵۷۰۷	۳۹۴۰۰۵۴	۱۶٫۹	۱۶۹۵	۲۱۲

جدول ۲- نتایج آزمایش کیفیت آب آبیاری

منطقه	هدایت الکتریکی pH (dS/m)	کاتیون‌های محلول (meq/lit)				آنیون‌های محلول (meq/lit)		SAR
		سدیم	منیزیم	کلسیم	کلر	سولفات	بی‌کربنات	
مشهد	۱/۰۵	۷٫۹	۳/۲	۳/۸	۲/۸	۳/۲	۲/۹	۳/۷
تربت حیدریه (رخ)	۰/۸	۷/۸	۳/۰	۲/۴	۲/۴	۱/۸	۲/۴	۳/۸

جدول ۳- ویژگی‌های خاک مزارع مورد ارزیابی

ردیف	مزرعه	EC (dS/m)	pH	ذرات خاک (%)		
				رس	سیلت	شن
۱	مشهد	۱/۵۴	۷/۹	۴۲	۳۸	۲۰
۲	تربت حیدریه (رخ)	۲/۲۵	۷/۸	۳۶	۳۷	۲۷

نسبت به طول‌های بیشتر انتخابی حدود ۱۰۰ متر در مزرعه- به حداقل ممکن می‌رسد و لذا طول نوار ۸ متر انتخاب گردید. در تیمار فاصله نوارهای تیپ ۱۰۰ سانتی‌متری ۴ ردیف نوار تیپ، در فاصله نوارهای تیپ ۷۵ سانتی‌متری ۵ ردیف و در تیمار فاصله نوارهای تیپ ۵۰ سانتی‌متری ۷ ردیف نوار تیپ اجرا شد. فاصله هر تیمار با تیمار مجاور ۲ متر منظور گردید.

نیاز آبی براساس تبخیر از تشتک محاسبه شد و حجم آب مورد نیاز هر یک از تیمارها با نسبت ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد برای مساحت کرت‌ها بدست آمد. سپس براساس مقدار مقدار نوار مصرف شده در هر کرت حجم مورد نیاز با اندازه‌گیری از طریق کنتور به هر تیمار وارد گردید. برای استقرار بوته و سبز نمودن گیاه در آبیاری‌های اول و قبل از شروع فصل سرما که تا آبان ماه انجام شده تمام تیمارها بطور یکسان آبیاری شدند و پس از شروع مجدد رشد گیاه در فروردین ماه تیمارها اعمال شدند. در مجموع در مشهد و جلگه رخ به ترتیب ۱۳ و ۱۲ نوبت آبیاری انجام شد که مقادیر آن در جدول‌های ۴-الف و ۴-ب ارائه شده است. بهره‌وری آب با اندازه‌گیری عملکرد دانه در هکتار در هر کرت و همچنین حجم آب مصرف شده در دو حالت با احتساب بارندگی و بدون احتساب بارندگی از معادله‌های ۱ و ۲ بدست آمد. که در آن:

$$(a) \text{ WP: بهره‌وری آب آبیاری بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب}$$

مشخصات آب و نتایج ویژگی‌های خاک مزارع مورد بررسی که شامل: هدایت الکتریکی^۱ (EC) اسیدیته خاک^۲ (pH)، درصد ذرات خاک، بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، حدود رطوبتی ظرفیت زراعی مزرعه^۳ (FC) و خشکی دائم^۴ (PWP) می‌گردد، در جدول‌های شماره ۲ و ۳ ارائه شده است.

روش بررسی

در این پژوهش از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی بصورت فاکتوریل استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل سه فاصله نوار تیپ در سه سطح (D1: فاصله نوارهای تیپ ۵۰ سانتی‌متری، D2: فاصله نوارهای آبیاری ۷۵ سانتی‌متری و D3: فاصله نوارهای تیپ ۱۰۰ سانتی‌متری). و مقدار آب آبیاری نیز در سه تیمار (W1: ۱۰۰ درصد، W2: ۷۵ درصد و W3: ۵۰ درصد نیاز آب آبیاری) در نظر گرفته شد. این طرح دارای ۴ تکرار بود که از ترکیب عوامل فوق ۳۶ کرت حاصل گردید. دبی روزه‌های نوارهای آبیاری بین ۱/۴ تا ۱/۶ لیتر در ساعت و با فشار ۱ اتمسفر و فاصله روزه‌ها ۳۰ سانتیمتر بود. برای جلوگیری از ایجاد غیر یکنواختی محیطی، مساحت کرت‌ها ۴ × ۸ متر در نظر گرفته شد. در طول نوارهای ۸ متری غیر یکنواختی توزیع آب

- 1- Electrical Conductivity
- 2- Potential Hydrogen
- 3- Field Capacity
- 4- Permanent Wilting Point

جدول ۴-الف - تقویم آبیاری و بارندگی منطقه مشهد

بارندگی	W3				W2				W1				نوبت	تاریخ												
	D3	D2	D1	Avg	D3	D2	D1	Avg	D3	D2	D1	Avg														
۰	۶۳۵	۶۴۵	۷۵۸	۶۷۹	۶۳۵	۶۴۵	۷۵۸	۶۷۹	۶۳۵	۶۴۵	۷۵۸	۶۷۹	۱	۲۵/۰۷/۱۳۹۵												
۰	۳۹۹	۳۸۲	۴۴۶	۴۰۹	۳۹۹	۳۸۲	۴۴۶	۴۰۹	۳۹۹	۳۸۲	۴۴۶	۴۰۹	۲	۳۰/۰۷/۱۳۹۵												
۰	۳۱۵	۴۲۰	۶۳۱	۴۵۵	۳۱۵	۴۲۰	۶۳۱	۴۵۵	۳۱۵	۴۲۰	۶۳۱	۴۵۵	۳	۰۶/۰۸/۱۳۹۵												
۰	۲۵۴	۱۶۷	۱۲۴	۱۸۲	۲۵۴	۱۶۷	۱۲۴	۱۸۲	۲۵۴	۱۶۷	۱۲۴	۱۸۲	۴	۱۴/۰۸/۱۳۹۵												
۱/۷	۱۶۹	۲۲۶	۰	۱۳۲	۱۶۹	۲۲۶	۰	۱۳۲	۱۶۹	۲۲۶	۰	۱۳۲	۵	۱۵/۰۸/۱۳۹۵												
۰	۲۹۵	۳۲۷	۲۸۰	۳۰۱	۲۹۵	۳۲۷	۲۸۰	۳۰۱	۲۹۵	۳۲۷	۲۸۰	۳۰۱	۶	۲۰/۰۸/۱۳۹۵												
۲۲۹/۹	۱۲۴	۱۶۵	۲۴۸	۱۷۹	۱۲۴	۱۶۵	۲۴۸	۱۷۹	۱۲۴	۱۶۵	۲۴۸	۱۷۹	۷	۲۶/۰۱/۱۳۹۶												
۰	۳۳۵	۳۱۰	۳۵۶	۳۳۴	۵۸۲	۴۴۶	۴۶۵	۴۹۸	۷۳۸	۷۷۶	۶۶۹	۷۲۸	۸	۱۱/۰۲/۱۳۹۶												
۱/۲	۱۶۸	۲۱۲	۱۵۴	۱۷۸	۲۷۴	۲۲۵	۳۱۸	۲۷۲	۴۳۱	۳۶۶	۳۳۷	۳۷۸	۹	۱۶/۰۲/۱۳۹۶												
۱۶/۷	۲۲۲	۲۲۱	۱۵۴	۱۹۹	۳۲۸	۲۹۶	۳۳۲	۳۱۸	۴۸۴	۴۳۷	۴۴۳	۴۵۵	۱۰	۲۳/۰۲/۱۳۹۶												
۰/۶	۲۴۳	۲۲۴	۲۱۴	۲۲۷	۳۶۶	۳۲۳	۳۳۷	۳۴۲	۵۲۲	۴۸۸	۴۸۵	۴۹۹	۱۱	۳۰/۰۲/۱۳۹۶												
۰/۸	۲۳۱	۲۰۹	۱۹۰	۲۱۰	۳۱۹	۳۰۸	۳۱۳	۳۱۳	۴۷۵	۴۲۵	۴۶۱	۴۵۴	۱۲	۰۶/۰۳/۱۳۹۶												
۰/۸	۲۸۱	۲۳۹	۲۴۹	۲۵۶	۳۷۰	۳۷۵	۳۵۹	۳۶۸	۵۲۶	۴۹۳	۵۶۳	۵۲۷	۱۳	۱۴/۰۳/۱۳۹۶												
جمع (متر مکعب در هکتار)														۲۶۷۰	۳۷۴۹	۳۸۰۳	۳۷۴۱	۴۴۲۹	۴۳۰۵	۴۶۱۰	۴۴۴۸	۵۳۶۷	۵۳۱۸	۵۴۴۵	۵۴۷۷	
جمع بارندگی (میلی متر)														۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷	۲۵۱/۷

Avg: میانگین

W3 و W2, W1: به ترتیب مقدار آب مصرفی ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد

D3 و D2, D1: به ترتیب فاصله نوار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی متر است

جدول ۴-ب - تقویم آبیاری و بارندگی منطقه جلگه رخ

بارندگی	W3				W2				W1				نوبت	تاریخ												
	D3	D2	D1	Avg	D3	D2	D1	Avg	D3	D2	D1	Avg														
۰	۵۰۱	۱۹۸	۲۲۵	۳۰۸	۵۰۱	۱۹۸	۲۲۵	۳۰۸	۵۰۱	۱۹۸	۲۲۵	۳۰۸	۱	۰۵/۰۸/۱۳۹۵												
۱/۱	۷۴۵	۷۱۶	۷۶۶	۷۴۲	۷۴۵	۷۱۶	۷۶۶	۷۴۲	۷۴۵	۷۱۶	۷۶۶	۷۴۲	۲	۱۴/۰۸/۱۳۹۵												
۱/۶	۱۱۶۲	۱۱۰۰	۹۸۰	۱۰۸۰	۱۱۶۲	۱۱۰۰	۹۸۰	۱۰۸۰	۱۱۶۲	۱۱۰۰	۹۸۰	۱۰۸۰	۳	۲۳/۰۸/۱۳۹۵												
۱۷۰/۶	۲۴۱	۳۲۲	۳۱۵	۲۹۳	۳۰۲	۳۲۲	۴۸۳	۳۶۹	۳۰۲	۴۰۳	۴۸۳	۳۹۶	۴	۲۶/۰۱/۱۳۹۶												
۰	۱۳۵	۱۱۲	۹۰	۱۱۲	۲۱۱	۱۸۰	۱۶۷	۱۸۶	۲۸۹	۲۸۲	۲۷۰	۲۸۰	۵	۰۳/۰۲/۱۳۹۶												
۰	۲۲۹	۲۱۵	۱۸۰	۲۰۸	۳۲۱	۳۰۶	۳۲۲	۳۱۶	۴۷۷	۴۲۸	۴۵۹	۴۵۵	۶	۱۲/۰۲/۱۳۹۶												
۶/۶	۲۶۹	۲۵۵	۲۹۳	۲۷۲	۴۳۶	۳۵۸	۳۸۳	۳۹۲	۵۹۲	۵۸۲	۵۳۷	۵۷۰	۷	۱۶/۰۲/۱۳۹۶												
۱/۷	۱۴۷	۱۳۸	۷۹	۱۲۱	۲۳۸	۱۹۶	۲۰۸	۲۱۴	۳۹۴	۳۱۷	۲۹۳	۳۳۵	۸	۲۴/۰۲/۱۳۹۶												
۰	۲۵۴	۲۵۹	۲۵۹	۲۵۷	۳۶۱	۳۳۸	۳۸۸	۳۶۲	۵۱۷	۴۸۱	۵۰۸	۵۰۲	۹	۰۵/۰۳/۱۳۹۶												
۰	۲۸۳	۳۰۹	۳۶۰	۳۱۷	۴۲۰	۳۷۷	۴۶۳	۴۲۰	۵۷۷	۵۶۰	۵۶۶	۵۶۸	۱۰	۱۵/۰۳/۱۳۹۶												
۰	۲۳۵	۱۹۹	۱۶۹	۲۰۱	۳۵۶	۳۱۳	۲۹۸	۳۲۲	۵۱۳	۴۷۵	۴۶۹	۴۸۶	۱۱	۲۰/۰۳/۱۳۹۶												
۰/۷	۸۷	۱۱۶	۱۳۵	۱۱۳	۸۷	۱۱۶	۱۷۴	۱۲۶	۸۷	۱۱۶	۱۷۴	۱۲۶	۱۲	۰۳/۰۴/۱۳۹۶												
جمع (متر مکعب در هکتار)														۴۲۸۸	۳۹۳۸	۳۸۵۱	۴۰۲۶	۵۱۴۱	۴۵۲۰	۴۸۵۷	۴۸۳۹	۶۱۵۷	۵۶۵۹	۵۷۳۰	۵۸۴۸	
بارندگی (میلی متر)														۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳	۱۸۲/۳

Avg: میانگین

W3 و W2, W1: به ترتیب مقدار آب مصرفی ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد

D3 و D2, D1: به ترتیب فاصله نوار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی متر است

مصرفی همراه با کاهش عملکرد منجر به تغییرات جزئی در مقدار بهره‌وری آب شده است. اما تیمار فاصله نوار تیپ دارای اثر معنی‌دار در سطح ۱ درصد بر بهره‌وری آب در هر دو حالت با احتساب آب باران و بدون آن بود.

نتایج در منطقه تربت حیدریه (جلگه رخ) نشان داد که اثر تیمار مقدار آب آبیاری بر روی عملکرد دانه از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد که بیشترین مقدار عملکرد در تیمار مقدار آب آبیاری ۱۰۰ درصد در سطح مشاهده گردید. همچنین اثر تیمار فاصله نوار تیپ بر مقدار عملکرد نیز از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل تیمار فاصله نوار و مقدار آب آبیاری بر روی عملکرد از نظر آماری معنی‌دار نشد. آنالیز واریانس بهره‌وری آب نشان داد که مقدار آب آبیاری از نظر آماری اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر روی مقادیر بهره‌وری آب داشت. همچنین تیمار فاصله نوار تیپ اثر معنی‌دار در سطح ۱ درصد بر بهره‌وری آب در هر دو حالت با احتساب آب باران و بدون آن گذاشت.

مقایسه میانگین‌ها

منطقه مشهد (MHD)

در تیمار مقدار آب آبیاری (W) بیشترین مقدار عملکرد در تیمار مقدار آب آبیاری ۱۰۰ درصد (W1) به میزان ۷۵۳۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار برابر با ۵۸۴۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۵۰ درصد (W3) بدست آمد، میانگین عملکرد در سه گروه آماری متفاوت قرار گرفتند (جدول ۸). در تیمار فاصله نوار (D) بیشترین مقدار میانگین عملکرد در فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر (D1) به میزان ۷۲۷۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار (D3) به میزان ۶۴۶۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. میانگین آب مصرف شده در این تیمارها به ترتیب ۴۶۲۰ و ۴۴۸۹ متر مکعب در هکتار بود. از لحاظ تئوری مقدار آب در نظر گرفته شده برای سه فاصله نوار مختلف -در تیمارهای مقدار آب آبیاری مشابه- برابر بود اما اختلافات جزئی بین حجم آب در تیمارهای نوار آبیاری ناشی از محدودیت‌های اجرای تیمارها و اختلاف بین اعداد کنتورهای اندازه‌گیری بوده که مقدار اندکی (حدود ۲٫۷ درصد) تفاوت داشت. مقدار عملکرد در تیمار D1 در گروه آماری a قرار گرفت و دو تیمار دیگر فاصله نوار D2 و D3 در گروه آماری b قرار گرفتند (جدول ۹). اگر چه اثر متقابل مقدار آب و فاصله نوار بر عملکرد تاثیر معنی‌داری نداشت اما بیشترین مقدار عملکرد در تیمار W1D1 به میزان ۸۱۶۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار W3D2 به میزان ۵۳۰۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در این تیمارها مصرف آب به ترتیب ۵۴۴۵ و ۳۷۴۸ متر مکعب در هکتار بود (جدول ۱۰).

WP (b): بهره‌وری آب آبیاری و بارندگی بر حسب کیلوگرم بر

متر مکعب

Y: عملکرد دانه گندم حسب کیلوگرم در هکتار

V: حجم آب آبیاری مصرفی بر حسب متر مکعب در هکتار

P: حجم آب حاصل از بارندگی بر حسب متر مکعب در هکتار

(باران موثر ۷۰ درصد بارندگی در نظر گرفته شد)

$$WP(a) = \frac{Y}{V} \quad (1)$$

$$WP(b) = \frac{Y}{V + P} \quad (2)$$

عملیات آماده‌سازی زمین در شهریور ماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. عملیات کوددهی قبل از کاشت بصورت یکسان صورت پذیرفت. سپس کاشت در تاریخ‌های ۱۳/۰۷/۱۳۹۵ و ۰۸/۰۱/۱۳۹۵ به ترتیب برای مشهد و جلگه رخ انجام گردید. بذر گندم میهن در هریک از مناطق استفاده شد. آبیاری اول نیز به ترتیب در تاریخ‌های ۲۶/۰۷/۱۳۹۵ و ۰۵/۰۸/۱۳۹۵ انجام شد. پس از انجام اولین آبیاری اندازه‌گیری‌های مقدار آب مصرفی انجام شد و عملکرد در پایان فصل اندازه‌گیری گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها برای مقایسه تیمارهای آزمایش مورد نظر و آنالیزهای آماری از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C استفاده شد.

نتایج و بحث

اطلاعات حاصل از صفات مورد بررسی از دو منطقه اجرای طرح ابتدا با آزمون بارتلت^۱ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که عملکرد دانه در دو منطقه اجرای طرح، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بود. بنابراین آنالیز واریانس برای هر یک از مناطق بصورت مجزا انجام شد. جدول ۵ نتایج آزمون بارتلت را نشان می‌دهد. محاسبات تجزیه واریانس برای عملکرد دانه و بهره‌وری آب برای هریک از مناطق انجام شد و نتایج حاصل در جدول‌های ۶ و ۷ ارائه شده است. نتایج در منطقه مشهد نشان داد که اثر مستقل تیمار مقدار آب آبیاری و فاصله نوار تیپ بر روی عملکرد دانه از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. اثر متقابل تیمارهای فاصله نوار تیپ و مقدار آب آبیاری بر روی عملکرد دانه از نظر آماری معنی‌دار نشد. بهره‌وری آب در دو حالت با احتساب و بدون احتساب بارندگی سالیانه محاسبه گردید، بارندگی سالیانه قسمت عمده آن در فصل پاییز اتفاق افتاده بود و مجموع باران موثر و مقدار آب مصرفی برای نشان دادن مقدار کل آب دریافتی گندم بود و در روش بدون احتساب بارندگی بهره‌وری آب براساس مقدار آب مصرفی از منابع آب برای تولید گندم نشان داده شده است. مقدار آب آبیاری از نظر آماری اثر معنی‌داری بر روی مقادیر بهره‌وری آب نداشت، که این بیانگر آنست که کاهش آب

1- Bartlett's test

جدول ۵- نتایج آزمون بار تلت (میانگین مربعات) برای صحت تجزیه مرکب

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	بهره‌وری آب آبیاری	بهره‌وری آب آبیاری و بارندگی
بین مناطق	۱	۴۱۱۶۶۱۳۵/۴	۲/۹۸	۰/۸۰
داخل مناطق	۷۰	۹۰۱۶۳۱/۶۱۸	۰/۰۵	۰/۰۲
کای اسکور		۶/۱۲۱*	۰/۵۵ ns	۰/۷۹ ns

***، * و ns به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح آماری ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، بهره‌وری آب (میانگین مربعات) منطقه مشهد

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	بهره‌وری آب آبیاری	بهره‌وری آب آبیاری و بارندگی
تکرار	۳	۱۰۰۸۰۴۰/۳ ns	۰/۰۶۴ ns	۰/۰۳۱
تیمار سطح آب	۲	۸۶۶۶۵۱۶/۷ ***	۰/۰۷۵ ns	۰
تیمار فاصله نوار تیپ	۲	۳۵۴۰۲۵۷/۶ ***	۰/۱۰۷ ***	۰/۰۶۵
سطح آب در فاصله نوار	۴	۷۳۷۲۳/۵ ns	۰/۰۱۳ ns	۰/۰۰۵
خطا (eb)	۲	۶۸۹۴۵۱/۹	۰/۰۳۶	۰/۰۱۸
ضریب تغییرات CV درصد		۱۲/۴۶	۱۲/۸۸	۱۲/۷۸

***، * و ns به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح آماری ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، بهره‌وری آب (میانگین مربعات) منطقه تربت حیدریه

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	بهره‌وری آب آبیاری	بهره‌وری آب آبیاری و بارندگی
تکرار	۳	۱۱۷۶۳۶۰/۷***	۰/۰۵۹***	۰/۰۳۴***
تیمار سطح آب	۲	۳۳۴۵۰۷/۱*	۰/۰۳۷۵***	۰/۰۱۳۴***
تیمار فاصله نوار تیپ	۲	۵۹۱۰۲۵۵/۱***	۰/۴۰۲***	۰/۲۲۴***
سطح آب در فاصله نوار	۴	۱۲۴۳۹۶/۴ns	۰/۰۱۲*	۰/۰۰۵*
خطا (eb)	۲	۹۶۶۰۵/۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات CV (%)		۶/۰۳	۶/۹۹	۶/۷۶

***، * و ns به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح آماری ۵ درصد و ۱ درصد.

موجود ناشی از محدودیت‌های اجرای بود.

منطقه تربت حیدریه (جلگه رخ) RKH

در منطقه تربت حیدریه جلگه رخ در تیمار مقدار آب آبیاری (W) بیشترین مقدار عملکرد در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد (W1) به میزان ۵۳۴۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار ۵۰۴۱ و ۵۰۶۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۷۵ درصد (W2) و ۵۰ درصد (W3) بدست آمد. دو تیمار W2 و W3 در گروه آماری b قرار گرفتند (جدول ۸). در تیمار فاصله نوار (D) میانگین عملکردها در سه گروه آماری متفاوت قرار گرفت بیشترین و کمترین آن در تیمارهای W1 و W3 به ترتیب ۵۹۲۱ و ۴۵۴۸ کیلوگرم در هکتار بود. اثر متقابل حاصل از تیمار فاصله نوار و مقدار آب آبیاری بر روی عملکرد از نظر آماری معنی‌دار نشد و میانگین آن حاصل از اثر متقابل WD ۵۱۵۰ کیلوگرم در هکتار شد. بیشترین مقدار بهره‌وری آب با و بدون احتساب بارندگی

بهره‌وری آب در تیمارهای مختلف مقدار آب آبیاری (W) همه بصورت غیر معنی‌دار در یک مرتبه آماری قرار گرفتند که میانگین آنها ۱،۴۸ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد (جدول ۸). در تیمار فاصله نوار (D) بیشترین مقدار بهره‌وری آب با و بدون احتساب بارندگی در تیمار فاصله نوار تیپ ۵۰ سانتی‌متر (D1) به ترتیب ۱/۵۹ و ۱/۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب بود و کمترین آن با همین ترتیب ۱/۴۵ و ۱/۰۳ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد (جدول ۹). اثر متقابل مقدار آب آبیاری و فاصله نوار بر بهره‌وری آب در منطقه مشهد غیر معنی‌دار شد و مقادیر آن دو روش محاسبه ۱،۴۸ و ۱،۰۶ متر مکعب در هکتار بدست آمد (جدول ۱۰) میانگین مقدار آب مصرف شده ۴۵۲۰ متر مکعب در هکتار و در بیشترین و کمترین حالت ۴۶۲۰ و ۴۴۴۸ متر مکعب در هکتار بود. حجم آب مصرفی در تیمارهای فاصله نوار آبیاری بایستی یکسان باشد تا بتوان ادعا کرد که اختلاف به وجود آمده در عملکرد ناشی از تیمار فاصله نوار بوده است و اختلاف جزئی

صرف شده در بیشترین و کمترین حالت ۴۸۱۳ و ۵۱۹۵ متر مکعب در هکتار بود. در اثر متقابل مقدار آب آبیاری و فاصله نوار (WD) میانگین بهره‌وری آب در دو حالت محاسباتی در تیمارهای مختلف در گروه‌های آماری متفاوت قرار گرفتند (جدول ۱۰) که بیشترین مقدار در تیمار W3D1 به میزان ۱,۵۲ و ۱,۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب و کمترین آن در تیمار W1D3 مشاهده گردید.

۱,۲۷ و ۰,۹۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار مقدار آب آبیاری ۵۰ درصد (W3) بدست آمد و کمترین آن در تیمار مقدار آب آبیاری ۱۰۰ درصد مشاهده شد. در تیماری فاصله نوار (D) بیشترین مقدار بهره‌وری آب با و بدون احتساب بارندگی در تیمار فاصله نوار تیپ ۵۰ سانتی‌متر به ترتیب ۱/۲۶ و ۰/۹۹ کیلوگرم بر متر مکعب بود. کمترین آن با همین ترتیب ۰/۹ و ۰/۷۱ کیلوگرم بر متر مکعب در تیمار فاصله نوار تیپ ۱۰۰ سانتی‌متری بدست آمد (جدول ۹). میانگین مقدار آب

جدول ۸- میانگین عملکرد دانه، بهره‌وری آب و آب مصرف شده در تیمارهای مختلف مقدار آب آبیاری در منطقه مشهد و تربت حیدریه

تیمار مقدار آب آبیاری	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	مقدار آب مصرف شده (متر مکعب در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم در متر مکعب)	بهره‌وری آب آبیاری و بارندگی (کیلوگرم در متر مکعب)
MHD				
W1	۷۵۳۸ a	۵۳۷۷	۱/۴۰	۱/۰۵
W2	۶۶۱۰ b	۴۴۴۸	۱/۴۸	۱/۰۶
W3	۵۸۴۰ c	۳۷۴۱	۱/۵۶	۱/۰۶
RKH				
W1	۵۳۴۳ a	۵۸۴۸	۰/۹۲ c	۰/۷۵ c
W2	۵۰۴۱ b	۴۸۳۹	۱/۰۵ b	۰/۸۳ b
W3	۵۰۶۷ b	۴۰۲۶	۱/۲۷ a	۰/۹۶ a

MDH و RKH به ترتیب منطقه اجرای مشهد و تربت حیدریه W2, W1 و W3 به ترتیب مقدار آب مصرفی ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد است.

جدول ۹- میانگین عملکرد دانه، بهره‌وری آب و آب مصرف شده در تیمارهای مختلف فاصله نوار آبیاری در منطقه مشهد و تربت حیدریه

تیمار فاصله نوار تیپ	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	مقدار آب مصرف شده (متر مکعب در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم در متر مکعب)	بهره‌وری آب آبیاری و بارندگی (کیلوگرم در متر مکعب)
MHD				
D1	۷۲۷۷ a	۴۶۲۰	۱/۵۹ a	۱,۱۴ a
D2	۶۲۴۵ b	۴۴۵۷	۱/۴۰ b	۱,۰۰ b
D3	۶۴۶۶ b	۴۴۸۹	۱/۴۵ ab	۱,۰۳ b
RKH				
D1	۵۹۲۱ a	۴۸۱۳	۱/۲۶ a	۰/۹۹ a
D2	۴۹۸۳ b	۴۷۰۶	۱/۰۷ b	۰/۸۴ b
D3	۴۵۴۸ c	۵۱۹۵	۰/۹۰ c	۰/۷۱ c

MDH و RKH به ترتیب منطقه اجرای مشهد و تربت حیدریه D1, D2 و D3 به ترتیب فاصله نوار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر است.

جدول ۱۰- میانگین عملکرد دانه، بهره‌وری آب و آب مصرف شده در تیمارهای مقدار آب و فاصله نوار در منطقه مشهد و تربت حیدریه

تیمار مقدار آب آبیاری	تیمار فاصله نوار تیپ	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	مقدار آب مصرف شده (متر مکعب در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم در متر مکعب)	بهره وری آب آبیاری و بارندگی (کیلوگرم در متر مکعب)
MHD					
	D1	۸۱۶۷	۵۴۴۵	۱/۵۰	۱/۱۳
W1	D2	۷۲۳۴	۵۳۱۸	۱/۳۶	۱/۰۲
	D3	۷۳۱۲	۵۳۶۷	۱/۳۴	۱/۰۱
	D1	۷۱۱۹	۴۶۱۰	۱/۵۴	۱/۱۱
W2	D2	۶۱۹۸	۴۳۰۵	۱/۴۴	۱/۰۲
	D3	۶۵۱۴	۴۴۲۹	۱/۴۷	۱/۰۵
	D1	۶۵۴۴	۳۸۰۳	۱/۷۲	۱/۱۷
W3	D2	۵۳۰۵	۳۷۴۹	۱/۴۲	۰/۹۶
	D3	۵۶۷۲	۳۶۷۰	۱/۵۵	۱/۰۴
	RKH				
	D1	۶۱۰۴	۵۷۳۰	۱/۰۷ c	۰/۸۷ bcd
W1	D2	۵۳۷۶	۵۶۵۹	۰/۹۵ cd	۰/۷۸ ef
	D3	۴۵۴۸	۶۱۵۷	۰/۷۴ e	۰/۶۱ g
	D1	۵۸۲۱	۴۸۵۷	۱/۲۰ b	۰/۹۶ bcd
W2	D2	۴۸۱۷	۴۵۲۰	۱/۰۷ c	۰/۸۳ de
	D3	۴۴۸۶	۵۱۴۱	۰/۸۷ d	۰/۷۰ f
	D1	۵۸۳۷	۳۸۵۱	۱/۵۲ a	۱/۱۴ a
W3	D2	۴۷۵۶	۳۹۳۸	۱/۲۱ b	۰/۹۱ bc
	D3	۴۶۰۹	۴۲۸۸	۱/۰۷ c	۰/۸۳ de

MDH و RKH: به ترتیب منطقه اجرای مشهد و تربت حیدریه

W1، W2 و W3: به ترتیب مقدار آب مصرفی ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد است.

D1، D2 و D3: به ترتیب فاصله نوار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی متر است.

نتیجه گیری

بکارگیری روش آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) در زراعت گندم با اعمال تیمارهای مقادیر مختلف آب آبیاری و فاصله مختلف نوار تیپ نشان داد که هر چقدر مقدار آب آبیاری کاهش داده شود، عملکرد دانه نیز کاهش می‌یابد. همچنین افزایش فاصله نوارهای تیپ نیز باعث کاهش مقدار عملکرد دانه شد. تفاوت فاصله نوار تیپ با مقادیر مختلف آب آبیاری رابطه مستقیم و معنی‌داری داشت. این بدان معنی است که کاهش مقدار آب آبیاری و افزایش فاصله نوارهای تیپ هر یک بطور مستقل عملکرد دانه را کاهش می‌دهند. بیشترین عملکرد دانه در فاصله نوار تیپ ۵۰ سانتی‌متر و مقدار آب آبیاری ۱۰۰ درصد بدست آمد. بررسی بهره‌وری آب که حاصل عملکرد دانه در مقدار آب مصرفی است، نشان داد که با کاهش مصرف آب، بهره‌وری آب افزایش می‌یابد اما با افزایش فاصله نوار تیپ، بهره‌وری آب کاهش پیدا می‌کند. اثر متقابل فاصله نوارهای تیپ در مقادیر مختلف آب آبیاری نشان داد اثر ترکیب حاصل از فاصله نوارهای متفاوت در

مقادیر مختلف آب نشان داد که بهترین بهره‌وری آب (۱،۷۲ و ۱،۵۲ کیلوگرم بر متر مکعب به ترتیب در مشهد و تربت حیدریه) در فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر با تیمار سوم آبیاری (W3D1) بدست آمد. تیمار فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر و آبیاری ۱۰۰ درصد (W1D1) اگرچه بیشترین عملکرد (۸۱۶۷ و ۶۱۰۴ کیلوگرم بر هکتار به ترتیب در دو منطقه) را دارد اما از لحاظ بهره‌وری با تیمار مقدار آب ۷۵ درصد و فاصله نوار ۷۵ سانتی‌متر (W2D2) و تیمار مقدار آب ۵۰ درصد و فاصله نوار ۱۰۰ سانتی‌متر (W3D3) در گروه آماری c قرار می‌گیرند. بطور خلاصه نتایج نشان می‌دهد که در شرایط آبیاری کامل افزایش فاصله نوار تا ۷۵ سانتی‌متر در کشت گندم کاهش عملکرد و بهره‌وری آب معنی‌دار نیست. اما با کاهش مقدار آب آبیاری و همزمان افزایش فاصله نوار عملکرد کاهش چشمگیری دارد. تصمیم‌گیری نهایی در مورد فاصله نوار تیپ مناسب نیاز به تحلیل اقتصادی و زیست محیطی هم دارد که در این پژوهش هدف‌گذاری نشده و بررسی نگردیده است. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده به آنها پرداخته شود.

منابع

- شفیعی‌راد، س. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر فاصله قطره چکان‌ها و نوارهای آبیاری قطره‌ای از یکدیگر بر روی میزان عملکرد گندم در روش آبیاری قطره‌ای نوار سطحی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت.
- Hinrichsen, D. and Tacio, H. D. 2002. The coming freshwater crisis is already here. Finding the Source: The Linkages between Population and Water. 1-26.
- Lamm, F. R. 2002. Advantages and disadvantages of subsurface drip irrigation. International Meeting on Advances in Drip/Micro Irrigation, Puerto da La Cruz, Tenerife, Canary Islands, December 2-5, 2002.
- Chen, R., Cheng, W., Cui, J., Liao, J., Fan, H., Zheng, Z. and Ma, F. 2015. Lateral spacing in drip-irrigated wheat: The effects on soil moisture, yield, and water use efficiency. *Field Crops Research*. 179: 52-62.
- Lv, Z., Diao, M., Li, W., CAI, J., Zhou, Q., Wang, X., Dai, T., Cao, W. and Jiang, D. 2019. Impacts of lateral spacing on the spatial variations in water use and grain yield of spring wheat plants within different rows in the drip irrigation system. *Agricultural Water Management*. 212: 252-261.
- عربی یزدی، ا.، علیزاده، ا. و محمدیان، ف. ۱۳۸۸. بررسی رد پای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳. (۴): ۱۵ - ۱.
- زاهدپور یگانه، ح.، وردی‌نژاد، و. و دهقانی سانچ، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی بازده کاربرد بهره‌وری سامانه‌های آبیاری سطحی در مزارع منطقه نازلوچای، دشت ارومیه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۱. ۴: ۶۹۸ - ۶۸۵
- عباسی، ف.، سهراب، ف. و عباسی، ن. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۷. (۶۷): ۱۲۸ - ۱۱۳.
- ترک نژاد، ا. آقای سربرز، م.، جعفری، ح.، شیروانی، ع.، روئین‌تن، ر.، نعمتی، ع. و شهبازی، خ. ۱۳۸۵. ارزیابی فنی و اقتصادی روش آبیاری قطره‌ای در گندم و مقایسه آن با روش آبیاری سطحی. نشریه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۲: ۴۴ - ۳۶.
- دل‌اورپور، ع.، ذاکری‌نیا، م. و حسام، م. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر فواصل مختلف نوارهای آبیاری قطره‌ای (tape) بر عملکرد گندم و کارایی مصرف آب. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۶. ۱۲: ۱۵۷۳ - ۱۵۶۳.

Investigation of Wheat Water Productivity in Drip Irrigation (tape) (Case study of Mashhad and Torbat-e-Heydariyeh)

H. Afshar¹, H. Sharifan^{*2}, B. Ghahraman³ and M. Bannayan Aval⁴

Recived: Nov.11, 2019

Accepted: Oct.25, 2019

Abstract

Drought in Iran is a climatic fact, and due to the growing demand for various parts of the water, the problem of water scarcity will become more acute in the coming years. Due to lack of water and for proper use of water resources, the importance of research on wheat irrigation by drip irrigation technique, has been increased in recent years. This study was carried out to investigate the effect of distance between drip lateral and amount of irrigation water on wheat water productivity in drip irrigation (tape) in two farms located in Mashhad (MHD) and Torbat-e-Heydariyeh(Rokh) (RKH) with Loam and clay loam soil texture respectively, were in the 96-95 crop year. The statistics design was complete blocks (factorial) and consisted of three lateral spacing (D1: spacing of 50 cm, D2: spacing of 75cm and D3: spacing of 100cm). The amount of irrigation water was also in three treatments (W1: 100%, W2: 75% and W3:50% of irrigation water requirement). The results showed that irrigation water treatment had significant effect on grain yield in both areas of the project and the highest yield was obtained from W1 treatment by 7537 and 5342 kg/ha in Mashhad and Torbat-e-Heydariyeh, respectively. Irrigation Lateral spacing also had significant effect on grain yield in both region and the highest yield was obtained from D1 treatment (7267 and 5920 kg/ha in Mashhad and Torbat-Heydariyeh, respectively). Interaction of irrigation water and Irrigation Lateral spacing (W-D) on water productivity in Mashhad region was insignificant but significant in Torbat-e-Heydariyeh region. The interaction showed that the best water productivity (1.72 and 1.52 kg/m³ in Mashhad and Torbat-e-Heydariyeh, respectively) was obtained in W3D1 treatment. Although W1D1 treatment (50 cm lateral spacing and 100% irrigation water) had the highest yield (8167 and 6104 kg/ha, respectively), they were in the c group in terms of productivity with W2D2 and W3D3 treatments.

Keywords: Water used, drip irrigation, yield, Lateral spacing

1- Ph.D. Candidate, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. and Academic Staff, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

2- Associate Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3- Professor, Department of Water Science and Engineering Ferdowsi University of Mashhad

4- Professor, Department Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(*- Corresponding Author Email: h_sharifan@um.ac.ir)