نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۶-۳۱

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 2, Autumn and Winter 2021, 31-46

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی اقتصادی کاربرد روش آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) در زراعت گندم

هادی افشار[1*]، حسین شریفان[2]، بیژن قهرمان[3] و محمد بنایان اول[4]

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) افزایش‌یافته است. این پژوهش به‌منظور بررسی اقتصادی کاربرد نوار آبیاری تیپ در زراعت گندم در دو مزرعه واقع در مشهد و تربت‌حیدریه-جلگه رخ با بافت خاک به ترتیب لوم و لوم رسی، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. این آزمایش شامل سه مقدار آب آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) در هر دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری بود و علاوه بر آن روش قطره‌ای دارای سه فاصله نوار (تیپ) ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر نیز بود. برای مقایسه اقتصادی تیمارهای مختلف، درآمد خالص اولیه هریک از تیمارها از تفاضل درآمدها و هزینه‌ها محاسبه گردید و درآمد خالص نهایی نیز از محاسبه افزایش سود حاصل از درآمد آب صرفه‌جویی شده به‌اضافه درآمد خالص اولیه به دست آمد. نتایج نشان داد که بیشترین درآمد خالص نهایی در مشهد (۱۸۱۸۳۲۲۲ ریال) و تربت‌حیدریه (جلگه رخ) (۱۵۸۲۸۴۲۶ ریال) در تیمار فاصله نوار ۱۰۰ سانتی‌متر (روش قطره‌ای) به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آب مصرفی، آبیاری قطره‌ای، عملکرد اقتصادی.

مقدمه

در سال‌های اخیر سامانه آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) به‌صورت فزاینده‌ای برای آبیاری گیاهان زراعی ردیفی مورداستفاده قرارگرفته است. راندمان بالای سیستم، امکان کنترل بیشتر بر عملیات آبیاری و از طرفی کمبود آب بر اهمیت استفاده از این سیستم افزوده است. اگر نکات لازم و اختصاصی در طراحی، اجرا و بهره‌برداری این سامانه رعایت گردد، می‌تواند موجب افزایش کارایی مصرف آب و کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی گردد؛ اما بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که گسترش روش‌های آبیاری تحت‌فشار، بدون توجه به برخی مسائل فنی و خصوصیات زراعی و باغی موجب عدم افزایش بهره‌وری آب در برخی از این سامانه‌های آبیاری شده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵). کشاورزی به‌عنوان عمده‌ترین منبع تأمین غذا است اما منابع آب محدود است و برای تولید مواد غذایی بیشتر، فشار بیشتری بر منابع آب وارد می‌کند و با ادامه برداشت بی‌رویه از منابع، پایداری آن به مخاطره خواهد افتاد (Cai and Rosegrant, 2003; Pimentel and Pimentel 2006). تحقیقات زیادی در خصوص راندمان و بهره‌وری آب در سیستم‌های مختلف آبیاری از گذشته‌های دور انجام‌شده که نتایج آن‌ها نشان داده که سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار می‌تواند راندمان آبیاری را افزایش دهد.

نتایج تحقیقات ترک نژاد و همکاران (۱۳۸۵) که به‌منظور

[1] دانش‌آموخته دکتری زهکشی دانشگاه فردوسی مشهد، عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران (* نویسنده مسئول: (Email: afsharch@yahoo.com
[2] دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
[3] استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
[4] استاد گروه اگرو تکنولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹
DOR:20.1001.1.24764531.1399.7.2.3.2

ارزیابی سامانه آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با آبیاری سطحی، بر روی محصول گندم انجام شد نشان داد که بهره‌وری آب به ازای هر واحد آب مصرفی در آبیاری قطره‌ای (۲/۵۷) در مقایسه با روش سطحی (۱/۳۸) حدود دو برابر بود. نتایج این آزمایش اجرایی بودن روش آبیاری قطره‌ای در گندم را به‌خوبی نشان داد. مقایسه اقتصادی این دو روش نیز نشان داد که نسبت منفعت به هزینه (B/C) در روش آبیاری قطره‌ای برابر ۱/۳۴ و در روش سطحی ۱/۴۳ و در هردو روش بیشتر از یک بود، بنابراین هر دو روش ازنظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه بود.

مطالعات دنگ و همکاران در شمال و شمال شرق چین در خصوص کمبود آب نشان داد که افزایش راندمان مصرف آب مهم‌ترین راهکار برای مواجهه با کمبود منابع آب بوده و کاهش مصرف آب با روش‌هایی مانند روش‌های آبیاری کم‌فشار، آبیاری شیاری، آبیاری قطره‌ای و استفاده از مالچ امکان‌پذیر است (Deng et al., 2006).

در مصر عارفا و همکاران آزمایشی به‌منظور تعیین بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای سطحی، زیرسطحی و آبیاری بارانی روی گندم انجام دادند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان داد علی‌رغم اینکه عملکرد دانه در دو روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و سطحی نسبت به آبیاری بارانی به ترتیب ۱۶/۳۳ و ۲۶/۵۷ درصد کمتر بوده، اما کارایی مصرف آب در این دو روش به ترتیب به میزان ۴۳/۱۳ و ۷۶ درصد نسبت به آبیاری بارانی بیشتر بوده است (Arafa et al., 2009). در شمال چین با توجه به کاهش منابع آب کشاورزی گرایش کشاورزان به روش آبیاری قطره‌ای گندم در حال افزایش است درحالی‌که داده و راهنمای لازم برای برنامه‌ریزی آبیاری قطره‌ای در دسترس نیست و تخمین دقیق از تبخیر و تعرق واقعی گیاه برای مدیریت مناسب آبیاری وجود ندارد.

در تحقیقات گائو و همکاران مشخص شد که برنامه‌ریزی مناسب آبیاری اثرات معنی‌داری بر تبخیر و تعرق واقعی، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب دارد. تخمین زده شد که عملکرد دانه و کارایی مصرف آب گندم زمستانه با برنامه‌ریزی بهینه آبیاری به ترتیب ۷۷۸۰ کیلوگرم در هکتار و ۱/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Gao et al., 2014). مصطفی و همکاران از آبیاری قطره‌ای برای افزایش عملکرد محصول گندم و افزایش بهره‌وری آب و صرفه‌جویی در مصرف آب استفاده کردند. آن‌ها بیشترین عملکرد گندم را در آبیاری قطره‌ای با ۸/۲۸ و ۷/۶۲ تن در هکتار به دست آوردند. درحالی‌که عملکرد در روش آبیاری شیاری کمترین مقدار بود (Mostafa et al., 2018). ساندهو و همکاران کاربرد آبیاری قطره‌ای در زارعت گندم- ذرت همراه با حفظ بقایای گیاهی، باعث افزایش عملکرد ذرت به میزان ۱۴ درصد و گندم به میزان ۲۳ درصد نسبت به روش آبیاری شیاری گردید (Sandhu et al., 2019). تاری در تحقیقی برای ۲۲ تیمار آزمایشی شامل آبیاری کامل، بدون آبیاری و سطوح مختلف آب در دوره‌های مختلف رشد گندم، نشان داد که کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد، اثر متفاوتی داشت و کارایی مصرف آب بین ۰/۵۱ تا ۱/۱۷ کیلوگرم در مترمکعب بود (Tari, 2016).

احمددار و همکاران در تحقیق خود در زمینه شبیه‌سازی واکنش عملکرد گندم به زمان‌بندی و عمق آب آبیاری بیان کردند که آبیاری قطره‌ای در مقایسه با روش‌های مرسوم می‌تواند ۳۳ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی نماید و عملکرد دانه ۸,۳ درصد و بهره‌وری آب ۹,۳ درصد افزایش یابد (Ahmad-Dar et al., 2017).

احمددار و همکاران اثر آبیاری قطره‌ای در زراعت گندم تحت شرایط مختلف رطوبت خاک را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری می‌تواند باعث صرفه‌جویی در مصرف آب شود و برای رسیدن به عملکرد دانه و بهره‌وری آب بالاتر کاهش رطوبت خاک تا ۱۵ درصد کمتر از ظرفیت زراعی، مناسب است (Ahmad-Dar et al., 2017). جها و همکاران بیان کردند که مدیریت آبیاری هنگامی‌که رطوبت خاک تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش یافت باعث صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد می‌شود (Jha et al., 2019). یان و همکاران اثر مدیریت آب و کود را بر پر شدن دانه گندم در روش آبیاری قطره‌ای بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که زمان حداکثر سرعت پر شدن

دانه و زمان خاتمه آن با افزایش نرخ کودآبیاری بیشتر شد و باکم شدن نرخ کودآبیاری این زمان کوتاه گردید. همچنین بیان کردند که کمبود خفیف آب باعث افزایش نرخ رشد دانه شد (Yan et al., 2019).

در سامانه آبیاری قطره‌ای تیپ، فاصله نوارها یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر هزینه اولیه است. از طرفی بافت خاک، نوع گیاه و بارندگی مؤثر در طول فصل رشد، بیشترین تأثیر را در تعیین فاصله بهینه نوارها خواهند داشت (Lamm, 2002). در سال ۲۰۰۹ عبدالرحمان به‌منظور تعیین بهره‌وری آبیاری قطره‌ای روی سه رقم گندم (Sakha8، Giza7 و Giza69) آزمایشی در مصر انجام داد. چهار تیمار آبیاری شامل آبیاری قطره‌ای یک نوار با دبی ۴ و ۸ لیتر در ساعت به ازای هر ردیف کاشت و دو نوار با دبی‌های ۴ و ۸ به ازای هر ردیف کاشت بود. نتایج آزمایش او نشان داد که عملکرد دانه و کاه و کارایی مصرف آب گندم در تیمار دبی چهار لیتر در ساعت و دو خط نوار آبیاری نسبت به بقیه تیمارها بیشتر بود (Abd El-rahman, 2009). در تحقیقی دیگر اثر فاصله نوارهای آبیاری و مقدار آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گندم موردمطالعه قرار گرفت. فاصله بین نوارهای آبیاری ۳۰، ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متر بود، نتایج نشان داد که عملکرد دانه و رشد گیاه هر دو با افزایش فاصله نوارهای آبیاری کاهش می‌یابند. تیمار فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و مقدار آب ۶۰۰۰ مترمکعب در هکتار بیشترین رطوبت پایدار را در طول فصل رشد نشان داد. این تیمار بیشترین عملکرد را نیز دارا بود (Chen et al., 2015). در منطقه شین چیانگ کشور چین که با کمبود آب مواجه است به‌کارگیری آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) برای تولید گندم موفق بوده است. بااین‌وجود استفاده از نوار تیپ در روش‌های مرسوم کاشت (یک نوار آبیاری به ازای چهار ردیف کاشت با فاصله ۱۵ سانتی‌متر) هزینه زیادی دارد. در پژوهشی که در این منطقه توسط لو و همکاران انجام‌شده 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. با افزایش این نسبت، عملکرد کاهش آشکاری داشت؛ اما نسبت کاهش عملکرد از نسبت کاهش آب دریافتی به دلیل کاهش شاخص سطح برگ کمتر بود؛ بنابراین نتیجه‌گیری شد که می‌توان الگوهای جدیدی برای آبیاری گندم با نوار آبیاری پیدا کرد که هزینه‌های آن را کاهش دهد (Lv et al., 2019).

شفیعی‌راد (۱۳۸۹) در پژوهشی در استان فارس به بررسی تأثیر فاصله قطره‌چکان‌ها و نوارهای آبیاری قطره‌ای بر میزان عملکرد گندم پرداخته است؛ نتایج تحقیق وی نشان داد که بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب مربوط به تیماری با فاصله نوارهای ۰/۴ متر و فاصله قطره‌چکان‌های ۰/۱ متر است و مناسب‌ترین تیمار اقتصادی، تیماری با فاصله نوارهای ۰/۶ متر و فاصله قطره‌چکان‌های ۰/۱ متر بود.

دلاورپور و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی منطقه پل بند استان خراسان رضوی 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 عملکرد و اجزای عملکرد گندم و کارایی مصرف آب در سطح یک درصد معنی‌دار است. فاصله نوار آبیاری ۰/۵ متر و نوع آبیاری ثابت، بهترین تیمار در افزایش عملکرد محصول بود و کمترین میزان کارایی مصرف آب را داشت. درحالی‌که بیشترین بهره‌وری آب در تیمار با فاصله نوارهای آبیاری ۰/۵ متر و نوع آبیاری متناوب بوده است. قدمی فیروزآبادی و باغانی (۱۳۹۸) در تحقیقی اثر آرایش کاشت و فاصله نوار آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و بهره‌وری گندم را برای همدان بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که فاصله نوار ۷۵ سانتی‌متر با فاصله ردیف‌های گندم ۱۵ سانتی‌متری بیشترین مقدار بهره‌وری آب را به خود اختصاص داد.

گندم با سطح زیر کشت ۱/۹۴ میلیون هکتار در ایران گیاهی است که عمدتاً با روش‌های سطحی و بارانی آبیاری می‌شود (آمارنامه کشاورزی ۱۳۹۸)، اما با توجه به وجود مشکل تلفات تبخیر و باد بردگی در آبیاری بارانی و عدم وجود شرایط مناسب مانند تسطیح اراضی و خاک‌ورزی نامناسب در روش آبیاری سطحی، کشاورزان به استفاده از روش قطره‌ای (نوار تیپ) برای

آبیاری گندم روی آورده‌اند. استفاده از روش آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) می‌تواند سبب صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی در بخش کشاورزی شود؛ اما در مورد گندم پرسش‌هایی وجود دارد. آرایش کاشت گندم با گیاهان ردیفی نظیر سیب‌زمینی، چغندرقند و خیار و گوجه‌فرنگی متفاوت است که و نیاز به تحقیقات ویژه دارد. ازجمله سؤالات مطرح، اقتصادی بودن روش آبیاری قطره‌ای در مزارع گندم است؛ بنابراین در این پژوهش به بررسی اقتصادی کاربرد آبیاری قطره‌ای در زراعت گندم پرداخته‌شده است.

این پژوهش در منطقه مشهد و تربت‌حیدریه (جلگه رخ) در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ 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، و خصوصیات کیفی آب آبیاری در جدول های شماره ۱ و ۲ ارائه‌شده است. این آزمایش شامل سه مقدار آب آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) و دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری بود. علاوه بر این در روش قطره‌ای سه فاصله نوار (تیپ) ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر نیز در هر سطح آبیاری وجود داشت (جدول۳).

مواد و روش‌ها

جدول ۱- ویژگی‌های اقلیمی مناطق موردمطالعه

ردیف	نام مزرعه	مشخصات جغرافیایی محلی[2]		میانگین دما		حداقل مطلق	ارتفاع از سطح دریا	متوسط بارش
		(سانتی‌گراد)				(سانتی‌گراد)	(متر)	(میلی‌متر)
		طول	عرض	دوره ۱۰ ساله	سال ۹۶-۹۵	سال ۹۶-۹۵		سالانه
۱	مشهد	۷۳۷۶۸۸	۴۰۱۱۵۸۲	۱۹/۶	۱۴/۱	-۱۳/۰	۱۰۰۶	۲۰۸
۲	جلگه رخ	۷۱۵۷۰۷	۳۹۴۰۰۵۴	۱۶/۹	۱۳/۴	-۱۴/۵	۱۶۹۵	۲۱۲

جدول ۲- نتایج آزمایش کیفیت آب آبیاری

منطقه	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	کاتیون‌های محلول (میلی اکی والان بر لیتر)				آنیون‌های محلول (میلی اکی والان بر لیتر)			SAR
			سدیم	منیزیم	کلسیم	کلر	سولفات	بی‌کربنات	کربنات	
مشهد	۱/۰۵	۷/۹	۳/۲	۳/۸	۲/۸	۳/۲	۲/۹	۳/۷	۰	۱/۷
جلگه رخ	۰/۸	۷/۸	۳/۰	۲/۴	۲/۴	۱/۸	۲/۴	۳/۸	۱/۰	۱/۹۳

[2] Universal transverse mercator

جدول ۳- علائم اختصاری و توصیف تیمارها در طرح بلوک‌های کامل تصادفی

شماره تیمار	نام تیمار	توصیف
۱	W1D1	مقدار آب ۱۰۰٪ فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر
۲	W1D2	مقدار آب ۱۰۰٪ فاصله نوار ۷۵ سانتی‌متر
۳	W1D3	مقدار آب ۱۰۰٪ فاصله نوار ۱۰۰ سانتی‌متر
۴	W1FURR	مقدار آب ۱۰۰٪ روش شیاری
۵	W2D1	مقدار آب ۷۵٪ فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر
۶	W2D2	مقدار آب ۷۵٪ فاصله نوار ۷۵ سانتی‌متر
۷	W2D3	مقدار آب ۷۵٪ فاصله نوار ۱۰۰ سانتی‌متر
۸	W2FURR	مقدار آب ۷۵٪ روش شیاری
۹	W3D1	مقدار آب ۵۰٪ فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر
۱۰	W3D2	مقدار آب ۵۰٪ فاصله نوار ۷۵ سانتی‌متر
۱۱	W3D3	مقدار آب ۵۰٪ فاصله نوار ۱۰۰ سانتی‌متر
۱۲	W3FURR	مقدار آب ۵۰٪ روش شیاری

جدول ٤- اطلاعات مبنای محاسبات برای سال زراعی ۹۵-۹٦

نهاده/ ستاده	واحد	ارزش (۱۰ ریال)
گندم	کیلوگرم	۱۳۰۰
کاه	کیلوگرم	۴۷۵
هزینه سالانه نصب آبیاری قطره‌ای	هکتار	۲۳۳۷۰۰۰
متوسط هزینه گندم (به‌جز آب)	هکتار	۲۲۶۸۰۰۰
نوار تیپ با نصب	متر	۱۱۱
انرژی استخراج آب از چاه برای هر مترمکعب	کیلووات	۰/۹
انرژی پمپاژ آب در سامانه برای هر مترمکعب	کیلووات	۰/۳
قیمت برق	کیلووات	۲۱
کارگر	نفر روز	۳۴۰۰۰
بست ابتدای لوله با نصب	عدد	۲۳۶
نصب بست انتهایی	عدد	۵۶

مقادیر آب مصرف‌شده و عملکرد دانه گندم برای یک از تیمارها ثبت و اندازه‌گیری شد (افشار و همکاران، ۱۳۹۹). تجزیه‌وتحلیل اقتصادی طرح بر مبنای اطلاعات سال زراعی ۹۶-۹۵ انجام شد. هزینه‌های غیرمشترک

تیمارها شامل هزینه آبیاری تحت‌فشار، نوارهای تیپ و متعلقات آن، برق و کارگر بود (جدول ۴). درآمدهای مستقیم شامل درآمد حاصل از فروش گندم و کاه و درآمدهای غیرمستقیم از ارزش مازاد آب مصرفی نسبت به بیشترین مصرف آب در بین تیمارها به دست آمد. با توجه به پرداخت یارانه‌های دولتی برای سامانه‌های نوین آبیاری بررسی اقتصادی در دو حالت با و بدون در نظر گرفتن یارانه‌ها انجام شد. به‌منظور بررسی اقتصادی نتایج آزمایشات از روش بودجه‌بندی جزئی[3] و تحلیل مارجینالی[4] استفاده شد. در این روش پس از محاسبه هزینه و درآمد تیمارهای مختلف، منافع خالص از تفاضل کل ارزش عملکرد و هزینه‌هایی که در تیمارهای مختلف وجود داشت محاسبه شد. در مرحله سوم کل تیمارها بر اساس هزینه‌ها و از کم به زیاد مرتب‌شده (لذا مخرج کسر همواره مثبت است)؛ و معادله‌های زیر برای تک‌تک تیمارها محاسبه شد (زارع و همکاران، ۱۳۹۳؛ Perrin et al.,1988).

$$MGB_{ba} = \frac{GB_b - GB_a}{C_b - C_A} \qquad (۱)$$

در این رابطه، MGB_{ba}: منافع ناخالص نهایی تیمار b نسبت به a بوده و بیانگر افزایش درآمد کل به ازای یک واحد افزایش در هزینه است. GB: منافع ناخالص تیمار که از حاصل‌ضرب تولید در هکتار و قیمت محصول محاسبه شد. C: بیانگر هزینه غیرمشترک تیمارها است. a و b: تیمارهایی که با هم مقایسه شدند.

اگر میزان منفعت نهایی به کمتر از یک برسد، تیمار b رد می‌شود. پس از حذف تیمارهای مردود شده، محاسبات مجدداً با تیمارهای باقی‌مانده انجام شد. این کار تا بزرگ‌تر از یک شدن منافع ناخالص نهایی کلیه تیمارها نسبت به تیمار قبل از خود ادامه یافت تا با استفاده از معیار نرخ بازده، انتخاب نهایی صورت گیرد. جهت محاسبه نرخ بازده نهایی ابتدا منافع خالص نهایی محاسبه شد.

$$MNB_{ba} = NB_b - NB_a \qquad (۲)$$

در این رابطه، MNB_{ba}: بیانگر منافع خالص نهایی تیمار b نسبت به a بوده نشان‌دهنده افزایش منافع خالص ناشی از اجرای تیمار B به‌جای تیمار A است. NB: منافع خالص هر تیمار است.

نرخ بازده نهایی (MRRb) یک تیمار که بیانگر درصد منافع خالص یک تیمار در قبال مازاد هزینه اجرای آن نسبت به تیمار a است (بازده خالص سرمایه‌گذاری)، نیز از رابطه زیر قابل‌محاسبه است.

$$MRR_b = 100\frac{MNB_{bA}}{C_b - C_a} \qquad (۳)$$

در این مطالعه با توجه به اینکه تأسیسات آبیاری قطره‌ای دارای هزینه اولیه بالا و مدت بهره‌برداری از تأسیسات چندساله است با استفاده از روابط اقتصاد مهندسی میزان هزینه سالانه محاسبه گردید. به‌منظور تعیین هزینه‌های سالانه سامانه‌های نوین آبیاری از معادله‌های ۳-۶ و ۳-۷ استفاده شد (Mc Kinney and Savitsky., 2006).

$$F = P(1+i)^n \qquad (۴)$$

$$A = P\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \qquad (۵)$$

که در آن،F: ارزش آتی هزینه سرمایه‌گذاری در تأسیسات آبیاری، P: ارزش کنونی هزینه سرمایه‌گذاری در تأسیسات، i: نرخ بهره، n: تعداد سال بهره‌برداری (۲۰ سال)، A ارزش یکنواخت سالانه هزینه سرمایه‌گذاری در تأسیسات آبیاری است. ازآنجاکه محاسبات اقتصادی درآمدها و هزینه‌ها در مدل در یک سال زراعی بود، لذا نرخ تنزیل بر پایه سود بانکی یک‌ساله، ۱۰ درصد در نظر گرفته شد (زارع و همکاران، ۱۳۹۷).

[3] Partial Budgeting
[4] Marginal Analysis

نتایج و بحث

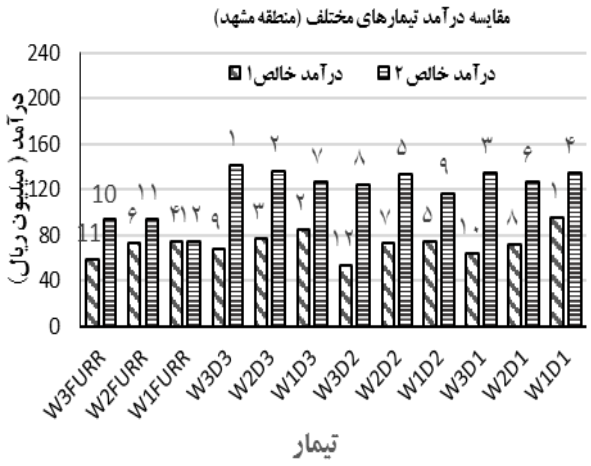
با توجه به اینکه در حال حاضر برای اجرای سامانه‌های نوین آبیاری در کشور یارانه اختصاص داده می‌شود در این پژوهش بررسی اقتصادی در دو حالت با و بدون در نظر گرفتن یارانه انجام شد.

بررسی اقتصادی بدون در نظر گرفتن یارانه سامانه‌های نوین آبیاری

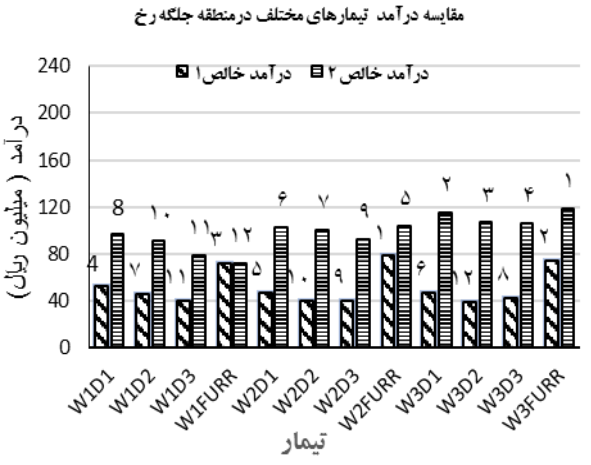
خلاصه هزینه و درآمد تیمارهای موردمطالعه در دو منطقه اجرای طرح در جدول‌های ۵ و ۶ آمده است. در این جدول تیمارها بر اساس هزینه کل از کمترین به بیشترین مقدار مرتب‌شده‌اند. پس از برآورد درآمد خالص هر تیمار (درآمد خالص ۱)، این درآمد به آب مصرفی تقسیم‌شده تا ارزش نهایی آب برای هر تیمار به دست آمد و بیشترین عدد به‌عنوان هزینه فرصت آب در نظر گرفته شد. از مجموع درآمد خالص مستقیم و ارزش آب، درآمد خالص ۲ به دست آمد. رتبه‌بندی تیمارها ازنظر هر دو شاخص در شکل ۱ و ۲ ارائه‌شده است.

در منطقه مشهد با شاخص درآمد خالص ۱ (درآمدهای مستقیم) تیمار شماره یک (W1D1) برترین تیمار است اما با در نظر گرفتن ارزش آب صرفه‌جویی شده، برترین تیمار (W3D3) بیشترین درآمد را دارا بود. اگرچه تیمار ۱۱ (W3D3) بالاترین درآمد خالص را داشت اما لازم است تا نرخ بازده سرمایه‌گذاری در این تیمار با سایر تیمارها مقایسه شود. ازاین‌رو در تحلیل بودجه‌بندی جزئی پس از مرتب کردن تیمارها بر اساس افزایش هزینه، مقایسه‌های زوجی انجام شد. بر این اساس تیمار ۱۱ (W3D3) برترین تیمار اقتصادی است. این تیمار بیشترین فاصله نوارهای تیپ و کمترین مصرف آب را داشته است ازاین‌رو در بین سامانه‌های قطره‌ای کمترین هزینه و بالاترین درآمد غیرمستقیم را داشته است.

در جلگه رخ برترین تیمار ازنظر درآمد خالص ۱ تیمار ۸ (W2FURR) و ازنظر درآمد خالص ۲، تیمار ۱۲ (W3FURR) بود. پس از حذف تیمارهای غیراقتصادی در مقایسات زوجی، تیمار ۱۲ (W3FUR) به‌عنوان اقتصادی‌ترین تیمار باقی ماند. این تیمار بیشترین درآمد خالص و کمترین هزینه را داشت لذا انتخاب هر تیمار دیگری منجر به کاهش درآمد می‌شود.



شکل ۱- رتبه‌بندی درآمد در تیمارهای مختلف در منطقه مشهد W1، W2 و W3: سطوح آب ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد، D1، D2 و D3: فاصله نوار تیپ ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر و FUR: مخفف آبیاری شیاری



شکل ۲- رتبه‌بندی درآمد در تیمارهای مختلف در منطقه جلگه رخ W1، W2 و W3: سطوح آب ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد، D1، D2 و D3: فاصله نوار تیپ ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر و FURR: مخفف آبیاری شیاری

جدول ۵- هزینه و درآمد خالص ۱ و ۲ تیمارهای موردمطالعه در شهرستان مشهد (۱۰ ریال)

نام اختصاری تیمار	شماره تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن کاه (کیلوگرم در هکتار)	مقدار آب مصرف‌شده (مترمکعب در هکتار)	کل هزینه	درآمد خالص ۱	رتبه درآمد خالص ۱	ارزش هر مترمکعب	درآمد آب مازاد	کل درآمد	درآمد خالص ۲	رتبه درآمد خالص ۲	منفعت نهایی ناخالص	منفعت نهایی خالص	نرخ بازده نهایی
W۳FUR	۱۲	۳۲۸۹/۴۲	۷۰۸۷/۵۰	۵۷۱۴	۲۶۱۳۹۹۵	۵۹۲۹۷۱۶	۱۱	۱۰۳۸	۳۴۴۷۰۷۹	۱۱۹۹۰۷۹۰	۹۳۷۶۷۹۶	۱۰	-	-	-
W۲FUR	۸	۵۱۲۲/۲۷	۶۹۲۰/۸۳	۶۴۶۷	۲۶۲۸۲۲۶	۷۳۱۸۱۱۵	۶	۱۱۳۲	۲۰۴۴۷۸۳	۱۱۹۹۱۱۲۴	۹۳۶۲۸۹۸	۱۱	۰/۰۲	-۱۳۸۹۸	-۹۸
W۱FUR	۴	۵۳۷۸/۳۲	۶۵۲۷/۰۸	۷۵۶۵	۲۶۴۸۹۷۹	۷۴۴۳۲۰۲	۴	۹۸۴	۰	۱۰۰۹۲۱۸۱	۷۴۴۳۲۰۲	۱۲	-۹۱/۵۱	-۱۹۱۹۶۹۵	-۹۲۵۱
W۳D۳	۱۱	۵۶۷۲/۱۱	۸۷۵۶/۲۵	۳۶۷۰	۴۶۹۹۰۴۸	۶۸۳۳۹۱۱	۹	۱۸۶۲	۷۲۵۴۲۳۳	۱۸۷۸۷۱۹۳	۱۴۰۸۸۱۴۴	۱	۴/۲۴	۶۶۴۴۹۴۲	۳۲۴
W۲D۳	۷	۶۵۱۳/۹۹	۸۴۳۳/۳۳	۴۴۲۹	۴۷۱۸۱۹۳	۷۷۵۵۸۳۰	۳	۱۷۵۱	۵۸۳۹۴۲۷	۱۸۳۱۳۴۵۱	۱۳۵۹۵۲۵۸	۲	-۲۴/۷۵	-۴۹۲۸۸۷	-۲۵۷۵
W۱D۳	۳	۷۲۱۱/۷۵	۸۱۹۱/۶۷	۵۳۶۷	۴۷۴۱۸۱۸	۸۵۲۴۵۰۳	۲	۱۵۸۸	۴۰۹۳۵۴۰	۱۷۳۵۹۸۶۲	۱۲۶۱۸۰۴۴	۷	-۴۰/۳۶	-۹۷۷۲۱۴	-۴۱۳۶
W۳D۲	۱۰	۵۳۰۴/۸۹	۷۴۵۴/۱۷	۳۷۴۹	۵۰۷۳۵۵۳	۵۳۶۳۵۳۴	۱۲	۱۴۳۱	۷۱۰۷۰۷۰	۱۷۵۴۴۱۵۷	۱۲۴۷۰۶۰۴	۸	۰/۵۶	-۱۴۷۴۳۹	-۴۴
W۲D۲	۶	۶۱۹۷/۶۰	۹۰۰۶/۲۵	۴۳۰۵	۵۰۸۷۵۷۹	۷۲۴۷۲۷۶	۷	۱۶۸۳	۶۰۷۰۵۵۱	۱۸۴۰۵۴۰۶	۱۳۳۱۷۸۲۷	۵	۶۱/۴۰	۸۴۷۲۲۳	۶۰۴۰
W۱D۲	۲	۷۲۳۳/۵۳	۶۶۱۴/۵۸	۵۳۱۸	۵۱۱۳۱۰۵	۷۴۳۲۴۱۵	۵	۱۳۹۸	۴۱۸۴۱۴۳	۱۶۷۲۹۶۶۳	۱۱۶۱۶۵۵۸	۹	-۶۵/۶۵	-۱۷۰۱۲۷۰	-۶۶۶۵
W۳D۱	۹	۶۵۴۳/۹۹	۷۹۰۴/۱۷	۳۸۰۳	۵۸۱۹۵۸۸	۶۴۴۲۰۸۰	۱۰	۱۶۹۴	۷۰۰۵۵۰۰	۱۹۲۶۷۱۶۸	۱۳۴۴۷۵۸۰	۳	۳/۵۹	۱۸۳۱۰۲۲	۲۵۹
W۲D۱	۵	۷۱۱۹/۱۰	۸۰۳۳/۳۳	۴۶۱۰	۵۸۳۹۹۲۷	۷۲۳۰۷۳۵	۸	۱۵۶۸	۵۵۰۲۴۲۹	۱۸۵۷۳۰۹۰	۱۲۷۳۳۱۶۴	۶	-۳۴/۱۳	-۷۱۴۴۱۷	-۳۵۱۳
W۱D۱	۱	۸۱۶۷/۳۸	۲۵۹۹۸۱/	۵۴۴۵	۵۸۶۰۹۶۶	۹۴۹۷۷۲۴	۱	۱۷۴۴	۳۹۴۷۶۵۰	۱۹۳۰۶۳۴۰	۱۳۴۴۵۳۷۴	۴	۳۴/۸۵	۷۱۲۲۱۱	۳۳۸۵

W1، W2 و W3: سطوح آب ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد، D1، D2 و D3: فاصله نوار تیپ ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر و FUR: مخفف آبیاری شیاری است.

جدول ٦- هزینه و درآمد خالص ۱ و ۲ تیمارهای در جلگه رخ (۱۰ ریال)

نام اختصاری تیمار	شماره تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن کاه (کیلوگرم در هکتار)	مقدار آب مصرف‌شده (مترمکعب در هکتار)	کل هزینه	درآمد خالص ۱	رتبه درآمد خالص ۱	ارزش هر مترمکعب	درآمد آب مازاد	کل درآمد	درآمد خالص ۲	رتبه درآمد خالص ۲	منفعت نهایی ناخالص	منفعت نهایی خالص	نرخ بازده نهایی
W۳FURR	۱۲	۵۲۹۲/۴۵	۶۷۶۱/۶۷	۵۷۴۳	۲۶۱۴۵۴۳	۷۴۷۷۴۳۱	۲	۱۳۰۲	۴۴۲۵۵۲۵	۱۴۵۱۷۴۹۹	۱۱۹۰۲۹۵۶	۱	۵/۵۵	۱۱۹۰۲۹۵۶	۴۵۵
W۲FURR	۸	۵۴۵۸/۳۳	۷۰۹۹/۴۴	۷۲۰۴	۲۶۴۲۱۵۶	۷۸۲۵۹۱۴	۱	۱۰۸۶	۲۵۲۳۲۹۱	۱۲۹۹۱۳۶۱	۱۰۳۴۹۲۰۵	۵	-۵۵/۲۷	-۱۵۵۳۷۵۱	-۵۶۲۷
W۱FURR	۴	۵۵۳۳/۸۵	۵۷۵۷/۲۲	۹۱۴۲	۲۶۷۸۷۸۴	۷۲۴۹۹۰۷	۳	۷۹۳	۰	۹۹۲۸۶۹۱	۷۲۴۹۹۰۷	۱۲	-۸۳/۶۲	-۳۰۹۹۲۹۸	-۸۴۶۲
W۳D۳	۱۱	۴۶۰۸/۹۶	۶۳۱۲/۵۰	۴۲۸۷,۷	۴۷۱۴۶۲۳	۴۲۷۵۴۵۶	۸	۹۹۷	۶۳۲۰۳۴۳	۱۵۳۱۰۴۲۳	۱۰۵۹۵۷۹۹	۴	۲/۶۴	۳۳۴۵۸۹۲	۱۶۴
W۲D۳	۷	۴۴۸۵/۷۳	۶۲۶۳/۵۴	۵۱۴۱,۳۵	۴۷۳۶۱۳۵	۴۰۷۰۴۹۳	۹	۷۹۲	۵۲۰۸۸۷۳	۱۴۰۱۵۵۰۱	۹۲۷۹۳۶۶	۹	-۶۰/۱۹	-۱۳۱۶۴۳۳	-۶۱۱۹
W۱D۳	۳	۴۵۴۷/۸۵	۵۹۸۷/۵۰	۶۱۵۶,۹۸	۴۷۶۱۷۲۹	۳۹۹۴۵۴۴	۱۱	۶۴۹	۳۸۸۶۵۲۱	۱۲۶۴۲۷۹۵	۷۸۸۱۰۶۶	۱۱	-۵۳/۶۳	-۱۳۹۸۳۰۰	-۵۴۶۳
W۳D۲	۱۰	۴۷۵۵/۵۹	۵۸۷۶/۲۵	۳۹۳۸,۱۵	۵۰۷۸۳۲۸	۳۸۹۵۱۵۶	۱۲	۹۸۹	۶۷۷۵۴۴۹	۱۵۷۴۸۹۳۳	۱۰۶۷۰۶۰۵	۳	۹/۸۱	۲۷۸۹۵۴۰	۸۸۱
W۲D۲	۶	۴۸۱۷/۳۷	۶۰۰۴/۱۷	۴۵۲۰,۳۵	۵۰۹۲۹۹۹	۴۰۲۱۵۵۵	۱۰	۸۹۰	۶۰۱۷۴۳۱	۱۵۱۳۱۹۸۵	۱۰۰۳۸۹۸۶	۷	-۴۲/۰۵	-۶۳۱۶۲۰	-۴۳۰۵
W۱D۲	۲	۵۳۷۵/۸۵	۵۸۳۴/۷۹	۵۶۵۸,۵۶	۵۱۲۱۶۸۲	۴۶۳۸۴۴۷	۷	۸۲۰	۴۵۳۵۴۷۰	۱۴۲۹۵۵۹۹	۹۱۷۳۹۱۷	۱۰	-۲۹/۱۶	-۸۶۵۰۶۸	-۳۰۱۶
W۳D۱	۹	۵۸۳۷/۳۴	۶۱۳۴/۷۹	۳۸۵۱,۳۵	۵۸۲۰۸۰۱	۴۶۸۱۷۶۶	۶	۱۲۱۶	۶۸۸۴۶۶	۱۷۳۹۱۰۳۳	۱۱۵۷۰۲۳۲	۲	۴/۴۳	۲۳۹۶۳۱۵	۳۴۳
W۲D۱	۵	۵۸۲۰/۹۲	۶۲۵۷/۵۰	۴۸۵۶,۵۱	۵۸۴۶۱۳۱	۴۶۹۳۳۸۱	۵	۹۶۶	۵۵۷۹۷۴۷	۱۶۱۱۹۲۵۹	۱۰۲۷۳۱۲۸	۶	-۵۰/۲۱	-۱۲۹۷۱۰۴	-۵۱۲۱
W۱D۱	۱	۶۱۰۴/۱۸	۶۶۱۴/۳۸	۵۷۲۹,۷۹	۵۸۶۸۱۳۷	۵۲۰۹۱۳۱	۴	۹۰۹	۴۴۴۲۷۲۰	۱۵۵۱۹۹۸۸	۹۶۵۱۸۵۰	۸	-۲۰/۲۳	-۶۲۱۲۷۸	-۲۸۲۳

W1، W2 و W3: سطوح آب ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد، D1، D2 و D3: فاصله نوار تیپ ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر و FUR: مخفف آبیاری شیاری است.

بررسی اقتصادی با در نظر گرفتن یارانه سامانه‌های نوین آبیاری

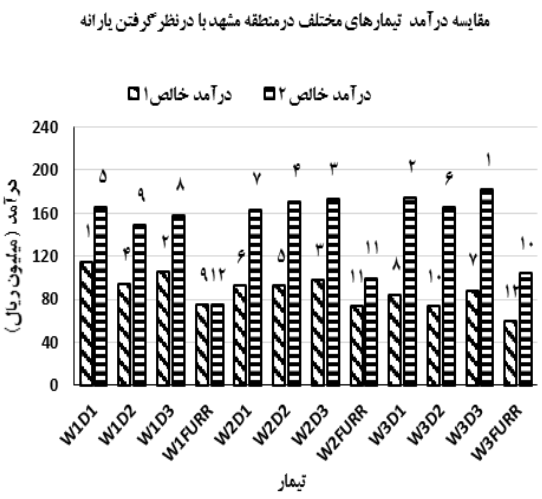
در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار ۸۵ درصد هزینه توسط دولت پرداخت می‌شود ازاین‌رو امکان دارد تیماری که به لحاظ اجتماعی سودمند نباشد با اعطای یارانه سودمند شود؛ بنابراین مقایسه تیمارها با کاهش هزینه اولیه تأسیسات به ۱۵ درصد مقدار فعلی مجدداً انجام شد. رتبه‌بندی تیمارها از لحاظ درآمد یک و دو در شکل‌های ۳ و ۴ ارائه‌شده است. در مشهد نتایج این مقایسه در جدول ۷ ارائه شد.

تیمار شماره ۱ و ۱۱ ازنظر درآمد خالص ۱ و ۲ برترین تیمار بودند مقایسه این جدول با جدول ۶ نشان می‌دهد باوجود اینکه ترتیب تیمارها ازنظر درآمد خالص تغییر می‌کند اما همچنان تیمارهای ۱ و ۱۱ در صدر قرار دارند.

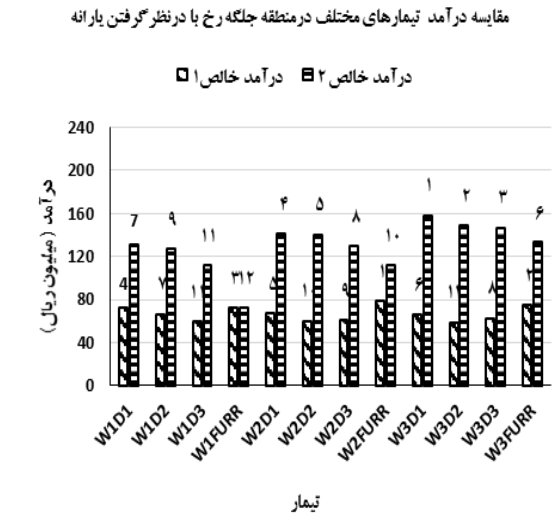
پس از مقایسه زوجی تیمارها، تیمارهای باقی‌مانده با روش بدون در نظر گرفتن یارانه‌ها تفاوتی نداشتند. در جلگه رخ وضعیت تفاوت داشت. در رتبه‌بندی درآمد خالص ۱ و ۲ پس از اعطای یارانه و کاهش هزینه کشاورزان، تیمارهای ۸ (W2FUR) و ۹ (W3D1) به ترتیب برترین تیمار بودند. در اینجا نسبت به قبل از اعطای یارانه، ازنظر درآمد خالص ۲ بجای تیمار ۱۲ تیمار ۹ برترین تیمار به‌دست‌آمده است (جدول ۸).

نتایج مقایسه زوجی تیمارها نیز با وضعیت عدم اعطای یارانه متفاوت است. تیمار برتر تیمار شماره ۹ است. لازم به یادآوری است که نرخ بازده تیمار ۹ نسبت به تیمار قبل از خود ۱۲۶ درصد است و اگر با تیمار ۱۲ مقایسه شود باز رقم بیشتر از ۱۲۶ خواهد بود. در اینجا اگر برای کشاورز نرخ بازده مهم باشد تیمار ۱۱ بهتر از ۹ است اما اگر درآمد خالص را مدنظر داشته باشد تیمار ۹ برترین تیمار است.

حسینیان و همکاران (۱۳۹۵)، گزارش کردند که بهره‌وری اقتصادی هر یک از روش‌های آبیاری، کاملاً وابسته به شرایط آب و هوایی و میزان بارش در سال اجرا دارد. ترک نژاد و همکاران (۱۳۸۵) نیز نسبت منفعت به هزینه را برای آبیاری قطره‌ای ۱/۳۴ و برای آبیاری شیاری ۱/۴۳ به دست آوردند.



شکل ۳- رتبه‌بندی درآمد در تیمارهای مختلف در شهرستان مشهد با در نظر گرفتن یارانه



شکل ٤- رتبه‌بندی درآمد در تیمارهای مختلف در منطقه جلگه رخ با در نظر گرفتن یاران

جدول ۷- هزینه و درآمد خالص ۱ و ۲ تیمارهای موردمطالعه در شهرستان مشهد با در نظر گرفتن یارانه (۱۰ ریال)

نام اختصاری تیمار	شماره تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن کاه (کیلوگرم در هکتار)	مقدار آب مصرف‌شده (مترمکعب در هکتار)	کل هزینه	درآمد خالص ۱	رتبه درآمد خالص ۱	ارزش هر مترمکعب	درآمد آب مازاد	کل درآمد	درآمد خالص ۲	رتبه درآمد خالص ۲	منفعت نهایی ناخالص	منفعت نهایی خالص	نرخ بازده نهایی
W۳FUR	۱۲	۱۲	۳۹۸۲/۴۲	۷۰۸۷/۵۰	۵۷۱۴	۲۶۱۳۹۹۵	۵۹۲۹۷۱۶	۱۲	۱۰۳۸	۴۴۴۹۰۶۱	۱۲۹۹۲۷۷۲	۱۰۳۷۸۷۷۷	۱۰		
W۲FUR	۸	۸	۵۱۲۲/۲۷	۶۹۲۰/۸۳	۶۴۶۷	۲۶۲۸۲۲۶	۷۳۱۸۱۱۵	۱۱	۱۱۳۲	۲۶۳۹۱۵۱	۱۲۵۸۵۴۹۲	۹۹۵۷۲۶۶	۱۱	-۲۸/۶۲	-۴۲۱۵۱۱
W۱FUR	۴	۴	۵۳۷۸/۳۲	۶۵۲۷/۰۸	۷۵۶۵	۲۶۴۸۹۷۹	۷۴۴۳۲۰۲	۹	۹۸۴	۰	۱۰۰۹۲۱۸۱	۷۴۴۳۲۰۲	۱۲	-۱۲۰/۱۵	-۲۵۱۴۰۶۳
W۳D۳	۱۱	۱۱	۵۶۷۲/۱۱	۸۷۵۶/۲۵	۳۶۷۰	۲۷۱۲۵۹۸	۸۸۲۰۳۶۱	۷	۲۴۰۴	۹۳۶۲۸۶۱	۲۰۸۹۵۸۲۰	۱۸۱۸۳۲۲۲	۱	۱۶۹/۸۲	۱۰۷۴۰۰۱۹
W۲D۳	۷	۷	۶۵۱۳/۹۹	۸۴۳۳/۳۳	۴۴۲۹	۲۷۳۱۷۴۳	۹۷۴۲۲۸۰	۳	۲۱۹۹	۷۵۳۶۸۰۵	۲۰۰۱۰۸۲۹	۱۷۲۷۹۰۸۶	۳	-۴۶/۲۳	-۹۰۴۱۳۶
W۱D۳	۳	۳	۷۲۱۱/۷۵	۸۱۹۱/۶۷	۵۳۶۷	۲۷۵۵۳۶۸	۱۰۵۱۰۹۵۳	۲	۱۹۵۸	۵۲۸۳۴۳۲	۱۸۵۴۹۷۵۳	۱۵۷۹۴۳۸۵	۸	-۶۱/۸۴	-۱۴۸۴۷۰۱
W۳D۲	۱۰	۱۰	۵۳۰۴/۸۹	۷۴۵۴/۱۷	۳۷۴۹	۳۰۸۷۱۰۳	۷۳۴۹۹۸۴	۱۰	۱۹۶۱	۹۱۷۲۹۲۱	۱۹۶۱۰۰۰۸	۱۶۵۲۲۹۰۵	۶	۳/۲۰	۷۲۸۵۲۰
W۲D۲	۶	۶	۶۱۹۷/۶۰	۹۰۰۶/۲۵	۴۳۰۵	۳۱۰۱۱۲۹	۹۲۳۳۷۲۶	۵	۲۱۴۵	۷۸۳۵۱۱۱	۲۰۱۶۹۹۶۶	۱۷۰۶۸۸۳۷	۴	۳۹/۹۲	۵۴۵۹۳۳
W۱D۲	۲	۲	۷۲۳۳/۵۳	۶۶۱۴/۵۸	۵۳۱۸	۳۱۲۶۶۵۵	۹۴۱۸۸۶۵	۴	۱۷۷۱	۵۴۰۰۳۷۱	۱۷۹۴۵۸۹۱	۱۴۸۱۹۲۳۵	۹	-۸۷/۱۳	-۲۲۴۹۶۰۲
W۳D۱	۹	۹	۶۵۴۳/۹۹	۷۹۰۴/۱۷	۳۸۰۳	۳۸۳۳۱۳۸	۸۴۲۸۵۳۰	۸	۲۲۱۶	۹۰۴۱۸۲۶	۲۱۳۰۳۴۹۴	۱۷۴۷۰۳۵۷	۲	۴/۷۵	۲۶۵۱۱۲۱
W۲D۱	۵	۵	۷۱۱۹/۰۱	۸۰۳۳/۳۳	۴۶۱۰	۳۸۵۳۴۷۷	۹۲۱۷۱۸۵	۶	۱۹۹۹	۷۱۰۱۸۵۰	۲۰۱۷۲۵۱۱	۱۶۳۱۹۰۳۴	۷	-۵۵/۶۱	-۱۱۵۱۳۲۲
W۱D۱	۱	۱	۸۱۶۷/۳۸	۹۹۸۱/۲۵	۵۴۴۵	۳۸۷۴۵۱۶	۱۱۴۸۴۱۷۴	۱	۲۱۰۹	۵۰۹۵۱۳۵	۲۰۴۵۳۸۲۵	۱۶۵۷۹۳۰۹	۵	۱۳/۳۷	۲۶۰۲۷۵

W1، W2 و W3: سطوح آب ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد، D1، D2 و D3: فاصله نوار تیپ ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر و FUR: مخفف آبیاری شیاری است.

جدول ۸- هزینه و درآمد خالص ۱ و ۲ تیمارهای موردمطالعه در منطقه جلگه رخ با در نظر گرفتن یارانه (۱۰ ریال)

نام اختصاری تیمار	شماره تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن کاه (کیلوگرم در هکتار)	مقدار آب مصرفشده (مترمکعب در هکتار)	کل هزینه	درآمد خالص ۱	رتبه درآمد خالص ۱	ارزش هر مترمکعب	درآمد آب مازاد	کل درآمد	درآمد خالص ۲	رتبه درآمد خالص ۲	منفعت نهایی ناخالص	منفعت نهایی خالص	نرخ بازده نهایی
W۳FUR	۱۲	۵۲۹۲/۴۵	۶۷۶۱/۶۷	۵۷۴۳	۲۶۱۴۵۴۳	۷۴۷۷۴۳۱	۲	۱۳۰۲	۵۸۸۵۰۱۷	۱۵۹۷۶۹۹۱	۱۳۳۶۲۴۴۸	۶			
W۲FUR	۸	۵۴۵۸/۳۳	۷۰۹۹/۴۴	۷۲۰۴	۲۶۴۲۱۵۶	۷۸۲۵۹۱۴	۱	۱۰۸۶	۳۳۵۵۴۴۶	۱۳۸۲۳۵۱۶	۱۱۱۸۱۳۶۰	۱۰	-۷۷/۹۹	-۲۱۸۱۰۸۸	-۷۸۹۹
W۱FUR	۴	۵۵۳۳/۸۵	۵۷۵۷/۲۲	۹۱۴۲	۲۶۷۸۷۸۴	۷۲۴۹۹۰۷	۳	۷۹۳	۰	۹۹۲۸۶۹۱	۷۲۴۹۹۰۷	۱۲	-۱۰۶/۳۳	-۳۹۳۱۴۵۳	-۱۰۷۳۳
W۳D۳	۱۱	۴۶۰۸/۹۶	۶۳۱۲/۵۰	۴۲۸۸	۲۷۲۸۱۷۳	۶۲۶۱۹۰۶	۸	۱۴۶۰	۸۴۰۴۷۲۶	۱۷۳۹۴۸۰۶	۱۴۶۶۶۶۳۲	۳	۱۵۱/۱۷	۷۴۱۶۷۲۵	۱۵۰۱۷
W۲D۳	۷	۴۴۸۵/۸۳	۶۲۶۳/۵۴	۵۱۴۱	۲۷۴۹۶۸۵	۶۰۵۶۹۴۳	۹	۱۱۷۸	۶۹۲۶۷۰۵	۱۵۷۳۳۳۳۳	۱۲۹۸۳۶۴۸	۸	-۷۷/۲۳	-۱۶۸۲۹۸۵	-۷۸۲۳
W۱D۳	۳	۴۵۴۷/۸۵	.۵۹۸۷/۵۰	۶۱۵۷	۲۷۷۵۲۷۹	۵۹۸۰۹۹۴	۱۱	۹۷۱	۵۱۶۸۲۵۶	۱۳۹۲۴۵۲۹	۱۱۱۴۹۲۵۰	۱۱	-۷۰/۶۷	-۱۸۳۴۳۹۸	-۷۱۶۷
W۳D۲	۱۰	۴۷۵۵/۵۹	۵۸۷۶/۲۵	۳۹۳۸	۳۰۹۱۸۷۸	۵۸۸۱۶۰۶	۱۲	۱۴۹۳	۹۰۰۹۹۲۱	۱۷۹۸۳۴۰۵	۱۴۸۹۱۵۲۷	۲	۱۲/۸۲	۳۷۴۲۲۷۸	۱۱۸۲
W۲D۲	۶	۴۸۱۷/۳۷	.۶۰۰۴/۱۷	۴۵۲۰	۳۱۰۶۵۴۹	۶۰۰۸۰۰۵	۱۰	۱۳۲۹	۸۰۰۱۹۱۶	۱۷۱۱۶۴۷۰	۱۴۰۰۹۹۲۱	۵	-۵۹/۰۹	-۸۸۱۶۰۶	-۶۰۰۹
W۱D۲	۲	۵۳۷۵/۸۵	۵۸۳۴/۷۹	۵۶۵۹	۳۱۳۵۲۳۲	۶۶۲۴۸۹۷	۷	۱۱۷۱	۶۰۳۱۲۲۱	۱۵۷۹۱۳۵۰	۱۲۶۵۶۱۱۸	۹	-۴۶/۲۰	-۱۳۵۳۸۰۳	-۴۷۲۰
W۳D۱	۹	۵۸۳۷/۳۴	۶۱۳۴/۷۹	۳۸۵۱	۳۸۳۴۳۵۱	۶۶۶۸۲۱۶	۶	۱۷۳۱	۹۱۶۰۲۱۰	۱۹۶۶۲۷۷۷	۱۵۸۲۸۴۲۶	۱	۵/۵۴	۳۱۷۲۳۰۸	۴۵۴
W۲D۱	۵	۵۸۲۰/۹۲	۶۲۵۷/۵۰	۴۸۵۷	۳۸۵۹۶۸۱	۶۶۷۹۸۳۱	۵	۱۳۷۵	۷۴۱۹۸۸۹	۱۷۹۵۹۴۰۱	۱۴۰۹۹۷۲۱	۴	-۶۷/۲۵	-۱۷۲۸۷۰۶	-۶۸۲۵
W۱D۱	۱	۶۱۰۴/۱۸	۶۶۱۴/۳۸	۵۷۳۰	۳۸۸۱۶۸۷	۷۱۹۵۵۸۱	۴	۱۲۵۶	۵۹۰۷۸۸۲	۱۶۹۸۵۱۵۰	۱۳۱۰۳۴۶۳	۷	-۴۴/۲۷	-۹۹۶۲۵۸	-۴۵۲۷

W1، W2 و W3: سطوح آب ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد، D1، D2 و D3: فاصله نوار تیپ ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر و FUR: مخفف آبیاری شیاری است.

نتیجه‌گیری

بررسی اقتصادی طرح نشان داد که تیمار آبیاری قطره‌ای با فاصله نوار ۱۰۰ سانتی‌متر، با در نظر گرفتن یارانه دولتی در هر دو منطقه برترین تیمار اقتصادی بود. این تیمار در بین روش‌های آبیاری قطره‌ای کمترین هزینه و بالاترین درآمد غیرمستقیم را تولید کرد. به‌طورکلی برای تصمیم‌گیری در استفاده از روش آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) در زراعت گندم، مؤلفه‌های حداکثر عملکرد، حداقل حجم آب مصرفی، حداکثر بهره‌وری فیزیکی آب و حداکثر بهره‌وری اقتصادی باید موردتوجه قرار گیرد. از نظر بهره‌وری اقتصادی (درآمد خالص ۱) روش آبیاری قطره‌ای با فاصله نوار ۵۰ سانتی‌متر و تأمین نیاز آبی ۱۰۰ درصد در مشهد بیشترین درآمد را دارد و از نظر بهره‌وری اقتصادی (درآمد خالص ۲) روش آبیاری قطره‌ای با فاصله نوار ۱۰۰ سانتی‌متر و تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی بهترین

خواهد بود. در منطقه تربت‌حیدریه (جلگه رخ) بدون در نظر گرفتن یارانه تیمار آبیاری شیاری با ۷۵ درصد تأمین نیاز آبی بیشترین درآمد خالص ۱ را دارا بود. ولی با در نظر گرفتن یارانه تیمار آبیاری قطره‌ای با فاصله نوار ۱۰۰ و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی بهترین تیمار شناخته شد.

پیشنهادها

با توجه به اینکه بافت خاک تأثیر زیادی بر فاصله بهینه نوارها از یکدیگر دارد. پیشنهاد می‌شود فاصله نوار مختلف در تعداد متنوعی از بافت‌های مختلف خاک آزمایش شود. همچنین روش کاشت نیز می‌تواند بر فاصله نوار و هزینه‌های آن اثر داشته باشد بهتر است فاصله نوار در روش‌های مختلف کاشت نیز بررسی گردد. با توجه به اینکه سامانه آبیاری قطره‌ای (نوار تیپ) در گندم در آبیاری‌های اولیه مقدار زیادی آب برای سبز مناسب گیاه مصرف می‌نماید، پیشنهاد می‌شود برای اقتصادی کردن روش آبیاری تیپ در گندم در زمینه آب موردنیاز در آبیاری اول و دوم تحقیقات بیشتری انجام شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات آقای دکتر شجاعت زارع، عضو هیئت‌علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی که در بررسی اقتصادی همکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی جلد اول محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.amar.maj.ir.

افشار، ه.، شریفان، ح.، قهرمان،ب. و بنایان اول،م. ۱۳۹۹. بررسی بهره‌وری آب گندم در روش آبیاری قطره‌ای تیپ(مطالعه موردی مشهد و تربت‌حیدریه). نشریه آبیاری و زهکشی ایران ۱(۱۴): ۳۹-۴۸.

ترک‌نژاد، ا.، آقایی، م.، جعفری، ح.، شیروانی، ع. ر.، روئین‌تن، ر.، نعمتی، ع. و شهبازی، خ. ۱۳۸۵. ارزیابی فنی و اقتصادی روش آبیاری قطره‌ای در گندم و مقایسه آن با روش آبیاری سطحی. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۲: ۳۶-۴۴.

حسینیان، ص.، خالدیان، م. ر. و معتمد، م. ک. ۱۳۹۵. ارزیابی سامانه‌های آبیاری قطرهای و بارانی از لحاظ شاخص‌های اقتصادی بهره‌وری آب در جنوب فرانسه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰ (۲): ۲۱۵-۲۲۶.

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 ـ ۱۵۶۳.

زارع، ش.، محمدی، ح.، صبوحی صابونی، م.، احمدپور برازجانی، م. و محدث حسینی، س.ا. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر سیاست‌های قیمتی و سرمایه‌گذاری در فن‌آوری‌های آب اندوز و بر کسری مخازن آب زیرزمینی و هزینه‌های اجتماعی در استان خراسان رضوی. اقتصاد کشاورزی، ۱۲(۳)، ص۱۳۳-۹۷.

زارع، ش.، زارع فیض‌آبادی، ا. و صبوحی، م. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد و تحلیل اقتصادی نظام‌های تناوب زراعی مبتنی بر گندم. مجله به زراعی نهال و بذر، ۲- ۳۰(۱): ۳۳-۱۹.

شفیعی‌راد، س. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر فاصله قطره‌چکان‌ها و نوارهای آبیاری قطره‌ای از یکدیگر بر روی میزان عملکرد گندم در روش آبیاری قطره‌ای نواری سطحی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت.

قدمی فیروزآبادی، ع. و باغانی، ج. ۱۳۹۸. اثر آرایش‌های مختلف کشت در آبیاری نواری قطره‌ای بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری گندم در همدان. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳ (۲) :۲. ۵۲۸-۵۳۹.

عباسی ف.، سهراب، ف. و عباسی، ن. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۷. (۶۷): ۱۲۸ ـ ۱۱۳.

Abd El-rahman, G. 2009. Water Use Efficiency of Wheat under Drip Irrigation Systems at Al-Maghara Area, North Sinai, Egypt. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 5(5): 664–670.

Ahmad-Dar, E., Brar, A. S. and Singh, K. B. 2017. Water use and productivity of drip irrigated wheat under variable climatic and soil moisture regimes in North-West, India. Agriculture, Ecosystems & Environment. 248: 9-19

Ahmad-Dar, E., Brar, A. S., Mishra, S. K. and Singh. K.B. 2017.Simulating response of wheat to timing and depth of irrigation water in drip irrigation system using CERES-Wheat model. Field Crops Research. 214:149-163

Arafa, Y. E., Wasif, E. A. and Mehawed, H. E. 2009. Mximizing Water Use Efficiency in Wheat Yields Based on Drip Irrigation Systems. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 790–796.

Cai,X. and Rosegrant, M. W. 2003. 10 World Water Productivity: Current Situation and Future Options. Water Product Agric limits Oppor Improv 1:163

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.

Deng, X., Shan, L., Zhang, H. and Turner, N. C. 2006. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China. Agricultural Water Management, 80: 23–40.

Gao, Y., Yang, L., Shen, X., Li, X., Sun, J., Duan, A. and Wu, L. 2014. Winter wheat with subsurface drip irrigation (SDI): Crop coefficients, water-use estimates, and effects of SDI on grain yield and water use efficiency. Agricultural Water Management, 146: 1–10.

Jha, S. K., Ramatshaba, T. S., Wang, G., Liang Y., Liu, H., Gao, Y. and Duan, A. 2019. Response of growth, yield and water use efficiency of winter wheat to different irrigation methods and scheduling in North China Plain. Agricultural Water Management. 217: 292-302.

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.

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.

Mc Kinney, D.C. and Savitsky, A.G. 2006. Basic Optimization Models for Water and Energy Management. Thechnical report from theUniversity of Texas at Austin. Availableat <http://www.caee.utexas. edu/prof/mckinney/ce385d/lectures/ McKinneySavitsky_ver8_e.pdf> (accessed 22 February 2019).

Mostafa, H., El-Nady, R., Awad, M. and El-Ansary, M. 2018. Drip irrigation management for wheat under clay soil in arid conditions. Ecological Engineering. Vol. 121: 35-43

Pimentel, D. and Pimentel, M. 2006. Global environmental resources versus world population growth. Ecol Econ 59:195–198. doi: 10.1016/j.ecolecon.2005.11.034

Perrin, R., Anderson, J., Winkelmann, D. and Moscardi, E. 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economics Training Manual. CIMMYT, Economics Program International Maize Wheat Improvement Center.

Sandhu, O. S., Gupta R. K., Thind H. S., Jat, M.L., Sidhu, H.S. and Singh, Y. 2019. Drip irrigation and nitrogen management for improving crop yields, nitrogen use efficiency and water productivity of maize-wheat system on permanent beds in north-west India. Agricultural Water Management. Vol. 219: 19-26

Tari, A. F. 2016. The effects of different deficit irrigation strategies on yield, quality, and water-use efficiencies of wheat under semi-arid conditions. Agricultural Water Management, 167: 1–10.

Yan, Y., Wu, Y., Fan, J., Zhang, F., Qiang, S., Xiang, Y., Guo, J. and Zou, H. 2019. Effects of water and fertilizer management on grain filling characteristics, grain weight and productivity of drip-fertigated winter wheat. Agricultural Water Management. Vol. 213: 983-995

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 2, Autumn and Winter 2021, 31-46

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص. ۴۶-۳۱

Economic Study of the Application of Drip Irrigation Method (Tape) in Wheat Cultivation

H. Afshar*[1], H. Sharifan[2], B. Ghahraman[3] and M. Bannayan Aval[4]

Abstract

Drought in Iran is a climatic fact, and due to the growing water demand for the various sectors, the water scarcity problem will become more severe in the coming years. Due to the lack of water resources and proper use it, 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 drip lateral distances and amount of net irrigation water on wheat crop water productivity in drip irrigation (tape) in two farms located in the Mashhad (MHD) and the Torbat-e-Heydariyeh (Jolgeh-Rokh) (RKH) with loam and clay loam soil texture respectively. The results showed that the highest final net income was obtained in Mashhad (18183222 Rials) and Torbat Heydariyeh (Rokh Plain) (15828426 Rials) in the treatment of 100 cm strip distance (drip method).

Keywords: Drip irrigation, Economic yield, Water consumption.

[1] PhD Graduated, 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 (* Corresponding Author Email: afsharch@yahoo.com)

[2] Associate Professor, Department of water science and Engineering, faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

[3] Professor, Department of water science and Engineering Ferdowsi University of Mashhad, Iran

[4] Professor, Department Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Received: 16 February 2020
Accepted: 9 March 2021