

## معرفی دور آبیاری و سطح بهینه تأمین آب گندم در سامانه بارانی تاشو(رین فلت)

نادر نادری<sup>۱\*</sup>، مریم گوهری<sup>۲</sup>



۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران.

۲- دانش آموزخته شیمی دانشگاه فردوسی مشهد

Email: Naderi7367@yahoo.com

### چکیده

گندم مهم ترین محصول زراعی ایران است. با توجه به محدودیت منابع آب، افزایش بهره‌وری آب در تولید این محصول اهمیت ویژه‌ای دارد. این پژوهش با هدف تعیین دور آبیاری و سطح مناسب تأمین نیاز آبی گندم در سامانه آبیاری بارانی تاشو، در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شاهرود انجام شد. نتایج نشان داد دور آبیاری و درصد تأمین نیاز آبی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. دوره‌های آبیاری ۴ و ۵ روز، با عملکرد ۵۴۱۰ و ۵۰۱۶ کیلوگرم در هکتار، در گروه برتر قرار گرفتند، در حالی که افزایش دور آبیاری به ۶ روز موجب کاهش ۳۰ درصدی عملکرد شد. این کاهش، با وجود اختلاف تنها دو روز، به حساسیت بالای خاک لومی‌شنی به کاهش رطوبت و تبخیر-تعرق زیاد در شرایط گرم و نیمه‌خشک منطقه نسبت داده شد. تیمارهای تأمین ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، با عملکرد ۵۵۲۰ و ۵۲۱۸ کیلوگرم در هکتار، تفاوت محسوسی نداشتند؛ اما کاهش تأمین آب به ۶۰ درصد، عملکرد را ۳۹ درصد کاهش داد. بیشترین عملکرد (۶۳۵۲ کیلوگرم در هکتار) در دور آبیاری ۴ روز و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. بیشترین بهره‌وری آب در سطح ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی، معادل ۳۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب، مشاهده شد. همچنین، بیشترین بهره‌وری آب (۱/۳۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به ترکیب دور آبیاری ۴ روز و تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی بود. بنابراین، کم‌آبیاری کنترل‌شده با این ترکیب، ضمن حفظ عملکرد، موجب افزایش بهره‌وری آب شده و برای تولید پایدار گندم در شرایط محدودیت منابع آب توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: بهره‌وری آب، تنش رطوبتی، عملکرد دانه، کم‌آبیاری، نیاز آبی

## بیان مسئله

گندم مهم‌ترین محصول زراعی ایران و یکی از ارکان اصلی تأمین امنیت غذایی کشور به شمار می‌رود. افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به تولید مواد غذایی از یک‌سو و محدودیت منابع آب از سوی دیگر، ضرورت ارتقای بهره‌وری آب در تولید این محصول راهبردی را بیش از پیش آشکار ساخته است. بر اساس آمار رسمی وزارت جهاد کشاورزی، گندم سهم قابل‌توجهی از سطح زیر کشت و تولید محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص داده است (۱). در عین حال، بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب کشور محسوب می‌شود و کاهش بارندگی، افت سطح آب‌های زیرزمینی و تداوم خشکسالی‌ها، پایداری تولید محصولات کشاورزی را با چالش‌های جدی مواجه کرده است (۱۰). بررسی راندمان آبیاری در ایران نشان می‌دهد که بخش قابل‌توجهی از آب مصرفی در فرآیند انتقال، توزیع و کاربرد مزرعه‌ای تلف می‌شود و افزایش بهره‌وری آب می‌تواند نقش مؤثری در کاهش فشار بر منابع آب و افزایش پایداری تولید ایفا کند (۸). استان سمنان نیز به دلیل قرار گرفتن در اقلیم خشک و نیمه‌خشک و وابستگی شدید کشاورزی به منابع آب زیرزمینی، از جمله مناطق حساس کشور از نظر مدیریت مصرف آب به شمار می‌رود. از این‌رو، توسعه سامانه‌های آبیاری کارآمد و تدوین برنامه‌های بهینه آبیاری برای محصولات راهبردی، به‌ویژه گندم، از اولویت‌های مهم بخش کشاورزی محسوب می‌شود.

پژوهش‌های متعددی در زمینه مدیریت آبیاری و بهره‌وری آب گندم انجام شده است. نتایج پژوهش‌ها نشان داد که دور آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دارد (۲ و ۷). پژوهشگران بیان کردند که کاهش کنترل‌شده آب آبیاری در شرایط مناسب، می‌تواند عملکرد اقتصادی محصول را حفظ کرده و موجب افزایش بهره‌وری آب شود (۳ و ۵). سامانه آبیاری بارانی تاشو مورد استفاده در این پژوهش در مقایسه با سامانه‌های متداول آبیاری بارانی به فشار کاری کمتری نیاز دارد، از این‌رو مصرف انرژی در آن کاهش یافته و استقرار و بهره‌برداری از سامانه نیز با سهولت و سرعت بیشتری انجام می‌شود (۹). اطلاعات مربوط به تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری و سطح تأمین آب در سامانه بارانی تاشو برای زراعت گندم در شرایط اقلیمی مناطق خشک کشور همچنان محدود است. همچنین، به منظور دستیابی به توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه، توصیه می‌شود لوله‌های بارانی تاشو به‌صورت عمود بر جهت شیارها نصب شوند. این آرایش سبب می‌شود قطرات آب در صورت برخورد با پوشش گیاهی در امتداد شیارها هدایت شده و رطوبت به‌طور یکنواخت در سراسر مزرعه توزیع شود (۶). ویژگی‌هایی نظیر نیاز به فشار کاری پایین، سهولت بهره‌برداری و هزینه اجرایی مناسب، این سامانه را به گزینه‌ای کارآمد برای توسعه آبیاری در مناطق کم‌آب تبدیل کرده است. با این حال، بهره‌گیری مؤثر از ظرفیت‌های این سامانه مستلزم تعیین برنامه آبیاری مناسب و شناخت واکنش گیاه به سطوح مختلف تأمین آب است. بر این اساس، در این نوشته نتایج پژوهشی درباره تعیین دور آبیاری و سطح مناسب تأمین نیاز آبی گندم در سامانه آبیاری بارانی تاشو تحت شرایط اقلیمی استان سمنان ارائه شده است. نتایج حاصل می‌تواند مبنای تدوین توصیه‌های فنی برای کاهش مصرف آب، افزایش بهره‌وری آب و بهبود پایداری تولید گندم در مناطق دارای محدودیت منابع آبی باشد.



شکل ۱- سیستم بارانی تاشو (وین فلت) در حال کار



شکل ۲- سبز شدن بذرها در مزرعه

#### معرفی دستاورد

##### ۱- عملکرد دانه گندم

عملکرد دانه مهم ترین شاخص ارزیابی موفقیت مدیریت آبیاری در زراعت گندم محسوب می شود، زیرا نتیجه نهایی تمامی فرآیندهای رشد، فتوسنتز، انتقال مواد پرورده و تشکیل دانه را منعکس می کند. در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک کشور، مدیریت صحیح زمان و مقدار آبیاری نقش بسیار تعیین کننده ای در دستیابی به عملکرد مطلوب دارد. نیاز آبی کامل به روش پنمن - مانتیت با استفاده از داده های هواشناسی ایستگاه هواشناسی موجود در مرکز تعیین شد. نتایج این پژوهش نشان داد که هر دو عامل دور آبیاری و درصد تأمین نیاز آبی گیاه تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه گندم داشته اند. مقایسه میانگین ها و بررسی

اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه نشان داد که تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۵ روز به ترتیب با عملکرد ۵۴۱۰/۶ و ۵۰۱۶/۱ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری برتر قرار گرفتند (جدول ۱). این نتایج بیانگر آن است که تأمین به‌موقع رطوبت مورد نیاز گیاه در این فاصله‌های زمانی توانسته شرایط مناسبی را برای رشد رویشی، توسعه ریشه، تشکیل سنبله و پر شدن دانه فراهم کند. در مقابل، تیمار دور آبیاری ۶ روز با میانگین عملکرد ۳۴۸۶/۸ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت و کاهش محسوسی در عملکرد نسبت به دو تیمار دیگر نشان داد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط این آزمایش، دور آبیاری ۵ روز حداکثر فاصله قابل قبول بین دو آبیاری است که بدون کاهش معنی‌دار عملکرد قابل استفاده می‌باشد. کاهش عملکرد مشاهده‌شده در اثر افزایش دور آبیاری از ۴ به ۶ روز، صرفاً ناشی از دو روز افزایش فاصله زمانی نیست، بلکه به تشدید و طولانی‌تر شدن تنش رطوبتی در فاصله بین دو آبیاری مربوط می‌شود. با توجه به بافت لومی‌شنی خاک محل آزمایش، ظرفیت نگهداری آب نسبتاً محدود بوده و افزایش فاصله آبیاری می‌تواند موجب کاهش سریع‌تر رطوبت قابل استفاده در ناحیه ریشه شود. در نتیجه، تداوم تنش رطوبتی می‌تواند فعالیت فتوسنتزی و تولید ماده خشک و در نهایت تشکیل و پر شدن دانه را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین، حتی افزایش دو روزه دور آبیاری در این شرایط می‌تواند اثر قابل توجهی بر عملکرد داشته باشد. زمانی که گیاه برای مدت طولانی‌تری با کمبود آب مواجه می‌شود، بخشی از انرژی خود را صرف سازگاری با تنش می‌کند و در نتیجه سهم کمتری از مواد تولیدی به اندام‌های زایشی

جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه و بهره‌وری آب در تیمارهای مختلف

| تیمارها              | عملکرد دانه<br>(کیلوگرم در هکتار) | بهره‌وری آب آبیاری<br>(کیلوگرم بر مترمکعب) |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|
| دور آبیاری:          |                                   |                                            |
| ۴                    | ۵۴۱۰/۶ <sup>a</sup>               | ۱/۱۶۹ <sup>a</sup>                         |
| ۵                    | ۵۰۱۶/۱ <sup>a</sup>               | ۱/۰۷۷ <sup>a</sup>                         |
| ۶                    | ۳۴۸۶/۸ <sup>b</sup>               | ۰/۷۵۸ <sup>b</sup>                         |
| سطح تأمین آب آبیاری: |                                   |                                            |
| ۱۰۰                  | ۵۵۲۰/۷ <sup>a</sup>               | ۰/۹۵۶ <sup>b</sup>                         |
| ۸۰                   | ۵۲۱۸/۴ <sup>a</sup>               | ۱/۱۳۰ <sup>a</sup>                         |
| ۶۰                   | ۳۱۷۴/۳ <sup>b</sup>               | ۰/۹۱۸ <sup>b</sup>                         |

اختصاص می‌یابد. این موضوع در نهایت باعث کاهش عملکرد نهایی می‌شود. نتایج این تحقیق با یافته‌های صنوبر و همکاران (۷) همخوانی دارد. آنان با بررسی اثر دورهای مختلف آبیاری بر ژنوتیپ‌های گوناگون گندم گزارش کردند که دورهای آبیاری ۸ و ۱۰ روز بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند، در حالی که افزایش بیشتر فاصله بین آبیاری‌ها باعث کاهش عملکرد شد.

جدول ۲- حجم آب مصرفی و مقایسه میانگین اثر متقابل دور و سطح آبیاری بر عملکرد دانه

| تأمین آب آبیاری (درصد)          |                           |                                 |                           |                                 |                           |                  |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|
|                                 |                           |                                 |                           |                                 |                           | دور آبیاری (روز) |
| ۶۰                              |                           | ۸۰                              |                           | ۱۰۰                             |                           |                  |
| حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) | حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) | حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) | عملکرد (کیلوگرم در هکتار) |                  |
| ۳۴۶۱/۰                          | ۳۷۰۶/۸ <sup>d</sup>       | ۴۶۲۰/۰                          | ۶۱۷۲/۵ <sup>a</sup>       | ۵۷۷۴/۰                          | ۶۳۵۲/۴ <sup>a</sup>       | ۴                |
| ۳۴۶۱/۰                          | ۳۲۹۷/۷ <sup>e</sup>       | ۴۶۲۰/۰                          | ۵۶۴۵/۰ <sup>b</sup>       | ۵۷۷۴/۰                          | ۶۱۰۵/۵ <sup>a</sup>       | ۵                |
| ۳۴۶۱/۰                          | ۲۵۱۸/۴ <sup>f</sup>       | ۴۶۲۰/۰                          | ۳۸۳۷/۷ <sup>cd</sup>      | ۵۷۷۴/۰                          | ۴۱۰۴/۲ <sup>c</sup>       | ۶                |



شکل ۳- برداشت خوشه‌های گندم در مزرعه

بررسی اثر درصد تأمین نیاز آبی نیز نشان داد که تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی به ترتیب با عملکرد ۵۵۲۰/۷ و ۵۲۱۸/۴ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری برتر قرار داشتند. لذا می‌توان بخشی از آب مصرفی را بدون کاهش محسوس عملکرد صرفه‌جویی کرد. در مقابل، تیمار ۶۰ درصد تأمین نیاز آبی با عملکرد ۳۱۷۴/۳ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد را به

خود اختصاص داد (جدول ۱). این نتایج بیانگر آن است که تنش ملایم کم‌آبی تأثیر منفی چندانی بر تولید دانه ندارد، اما تشدید تنش و کاهش بیش از حد آب مصرفی به افت شدید عملکرد منجر می‌شود. بر اساس نتایج این پژوهش، کاهش میزان آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ درصد نیاز آبی امکان‌پذیر است و می‌تواند بدون کاهش معنی‌دار عملکرد اجرا شود. این موضوع از نظر مدیریت منابع آب اهمیت زیادی دارد، زیرا در مناطق دارای محدودیت آب می‌توان با صرفه‌جویی حدود ۲۰ درصدی در مصرف آب، عملکرد قابل قبولی را حفظ کرد. با این حال، کاهش تأمین آب از ۸۰ به ۶۰ درصد نیاز آبی باعث شد عملکرد دانه حدود ۳۹/۱۷ درصد کاهش یابد که نشان‌دهنده عبور از آستانه تحمل گیاه نسبت به تنش خشکی است. حاجی‌آبادی و همکاران (۳) گزارش نمودند که کاهش تأمین آب به کمتر از ۷۵ درصد نیاز آبی موجب افت معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود.

بررسی اثر متقابل دور آبیاری و درصد تأمین نیاز آبی نشان داد که عملکرد دانه از ۲۵۱۸/۴ تا ۶۳۵۲/۴ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده و میانگین کلی آن ۴۶۳۷/۸ کیلوگرم در هکتار است (جدول ۲). این دامنه وسیع تغییرات نشان می‌دهد که مدیریت آبیاری می‌تواند تأثیر بسیار زیادی بر عملکرد گندم داشته باشد و در صورت اعمال مدیریت نامناسب، عملکرد تا حدود ۶۰/۳۵ درصد کاهش یابد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمارهای دور آبیاری ۴ روز با ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی، دور آبیاری ۴ روز با ۸۰ درصد تأمین نیاز آبی و دور آبیاری ۵ روز با ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی بود که به ترتیب عملکردی برابر با ۶۳۵۲/۴، ۶۱۷۲/۵ و ۶۱۰۵/۵ کیلوگرم در هکتار تولید کردند و در گروه آماری برتر قرار گرفتند. این نتایج نشان می‌دهد که تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی در شرایط دور آبیاری مناسب می‌تواند عملکردی مشابه آبیاری کامل ایجاد کند. در مقابل، کمترین عملکرد مربوط به تیمار دور آبیاری ۶ روز همراه با ۶۰ درصد تأمین نیاز آبی بود که تنها ۲۵۸۱/۴ کیلوگرم در هکتار عملکرد تولید کرد (جدول ۲). نتایج همچنین نشان داد در هر یک از دوره‌های آبیاری ۴، ۵ و ۶ روز، کاهش تأمین آب از ۸۰ به ۶۰ درصد نیاز آبی موجب افت شدید عملکرد شده است. این موضوع نشان می‌دهد که اثرات منفی کاهش مقدار آب و افزایش فاصله آبیاری به صورت هم‌زمان تشدید شده و شدت تنش خشکی را افزایش می‌دهد. در واقع زمانی که فاصله بین آبیاری‌ها افزایش می‌یابد و همزمان حجم آب مصرفی نیز کاهش پیدا می‌کند، رطوبت خاک سریع‌تر به محدوده بحرانی می‌رسد و گیاه برای مدت طولانی‌تری تحت تنش قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی فتوسنتز، جذب عناصر غذایی و انتقال مواد پرورده به دانه‌ها محدود شده و در نهایت عملکرد کاهش می‌یابد (۷).

## ۲- بهره‌وری آب

بهره‌وری آب یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی موفقیت مدیریت آبیاری در مناطق کم‌آب به شمار می‌رود. این شاخص بیان می‌کند که به ازای هر واحد آب مصرف شده چه مقدار محصول تولید شده است. بنابراین هدف اصلی در کشاورزی پایدار تنها افزایش عملکرد نیست، بلکه دستیابی به بیشترین تولید با کمترین مصرف آب نیز اهمیت فراوانی دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که هر دو عامل دور آبیاری و درصد تأمین نیاز آبی تأثیر معنی‌داری بر بهره‌وری آب داشتند. تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۵ روز به ترتیب با بهره‌وری آب ۱/۱۶۹ و ۱/۰۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب در گروه آماری برتر قرار گرفتند (جدول ۱). این دو تیمار همچنین بیشترین عملکرد دانه را نیز تولید کردند. در مقابل، تیمار دور آبیاری ۶ روز با بهره‌وری آب ۰/۷۵۸ کیلوگرم بر مترمکعب در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت و کمترین مقدار بهره‌وری را نشان داد. کاهش بهره‌وری آب در دور آبیاری ۶ روز را می‌توان ناشی از افت عملکرد در نتیجه تنش خشکی دانست. افزایش فاصله بین آبیاری‌ها سبب کاهش رطوبت خاک و محدود شدن جذب آب توسط ریشه می‌شود. در نتیجه میزان فتوسنتز کاهش یافته و تولید مواد خشک گیاه محدود می‌گردد. کاهش فتوسنتز همچنین انتقال مواد پرورده به اندام‌های زایشی را مختل کرده و در نهایت عملکرد دانه کاهش می‌یابد. از آنجا که بهره‌وری آب رابطه مستقیمی با عملکرد دارد، افت عملکرد منجر به کاهش بهره‌وری آب نیز می‌شود. صنوبر و همکاران (۷)

نیز گزارش کردند که افزایش تنش خشکی از طریق کاهش فعالیت فتوسنتزی و اختلال در انتقال مواد فتوسنتزی باعث کاهش بهره‌وری مصرف آب می‌شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل دور و سطح تامین آب آبیاری بر بهره‌وری آب آبیاری  
(کیلوگرم بر متر مکعب آب)

| دور آبیاری<br>(روز) | سطح تامین آب آبیاری (درصد) |                    |                    |
|---------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
|                     | ۶۰                         | ۸۰                 | ۱۰۰                |
| ۴                   | ۱/۰۷۱ <sup>c</sup>         | ۱/۳۳۶ <sup>a</sup> | ۱/۱۰۰ <sup>c</sup> |
| ۵                   | ۰/۹۵۳ <sup>d</sup>         | ۱/۲۲۲ <sup>b</sup> | ۱/۰۵۷ <sup>c</sup> |
| ۶                   | ۰/۷۲۹ <sup>f</sup>         | ۰/۸۳۲ <sup>e</sup> | ۰/۷۱۲ <sup>f</sup> |

بررسی اثر درصد تامین نیاز آبی نشان داد که تیمار ۸۰ درصد تامین نیاز آبی با میانگین بهره‌وری آب ۱/۱۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین مقدار بهره‌وری را دارا بود و در گروه آماری برتر قرار گرفت. تیمارهای ۱۰۰ و ۶۰ درصد تامین نیاز آبی به ترتیب با بهره‌وری ۰/۹۵۶ و ۰/۹۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب در گروه آماری بعدی قرار داشتند (جدول ۱). این نتایج بیانگر آن است که تامین ۸۰ درصد نیاز آبی بهترین تعادل را میان مصرف آب و عملکرد محصول ایجاد کرده است. در این شرایط اگرچه مقدار آب مصرفی کمتر از آبیاری کامل بوده، اما عملکرد تقریباً حفظ شده و در نتیجه بهره‌وری آب افزایش یافته است. در مقابل، در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی، شدت تنش به اندازه‌ای بوده که افت عملکرد حاصل از کم‌آبی بیشتر از صرفه‌جویی در مصرف آب بوده و بنابراین بهره‌وری آب کاهش یافته است. نتایج حاضر با یافته‌های جلیلی (۲) و همچنین حاجی‌آبادی و همکاران (۳) مطابقت دارد که گزارش کردند کاهش تامین آب به کمتر از حدود ۷۵ درصد نیاز آبی موجب افت بهره‌وری آب می‌شود.

بررسی اثر متقابل دور آبیاری و درصد تامین نیاز آبی نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب آبیاری با مقدار ۱/۳۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به تیمار دور آبیاری ۴ روز همراه با ۸۰ درصد تامین نیاز آبی بود (جدول ۳). این تیمار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت و بهترین وضعیت استفاده از آب را نشان داد. پس از آن تیمار دور آبیاری ۵ روز با ۸۰ درصد تامین نیاز آبی و بهره‌وری ۱/۲۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب در رتبه بعدی قرار گرفت. کمترین مقدار بهره‌وری آب برابر ۰/۷۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب و مربوط به تیمار دور آبیاری ۶ روز با ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی بود. این نتایج نشان می‌دهد که صرف افزایش حجم آب مصرفی لزوماً موجب افزایش بهره‌وری آب نمی‌شود، بلکه زمان‌بندی مناسب آبیاری و جلوگیری از وقوع تنش شدید رطوبتی اهمیت بیشتری دارد. دهقانی سانج و همکاران (۴) نیز کارایی مصرف آب گندم را در شرایط آبیاری کامل بین ۰/۴ تا ۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب و در شرایط کم‌آبیاری تا حدود ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کردند که با دامنه نتایج به‌دست آمده در این تحقیق همخوانی دارد. محققین گزارش کرده‌اند که تنش‌های شدید خشکی از طریق تسریع پیری برگ و کاهش دوره پر شدن دانه، از وزن دانه می‌کاهد و این مساله افت شدید عملکرد و بهره‌وری آب را در پی دارد (۷) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین افزایش تعداد آبیاری‌ها در مراحل پایانی رشد گندم (اوایل بهار) مخصوصاً آبیاری‌های کم حجم

با دور آبیاری کوتاه به عنوان روش موثری در افزایش طول پر شدن دانه و در نتیجه بهبود عملکرد و بهره‌وری آب گندم معرفی شده است (۵).

به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در سامانه آبیاری بارانی تاشو، دور آبیاری و سطح تأمین نیاز آبی باید به‌صورت توأم مدیریت شوند. در خاک لومی‌شنی مورد مطالعه، دور آبیاری ۴ روز همراه با تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی، بدون کاهش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به تأمین کامل آب، بیشترین بهره‌وری آب را ایجاد کرد. این نتیجه نشان می‌دهد که کاهش کنترل‌شده حجم آب مصرفی، در صورت حفظ فاصله مناسب بین آبیاری‌ها، می‌تواند بدون ایجاد تنش شدید رطوبتی به افزایش بهره‌وری آب منجر شود؛ درحالی‌که افزایش فاصله آبیاری تا ۶ روز، حتی در سطح تأمین کامل نیاز آبی، موجب کاهش عملکرد و بهره‌وری آب شد. بنابراین، کم‌آبیاری کنترل‌شده همراه با زمان‌بندی مناسب آبیاری می‌تواند به‌عنوان راهبردی مناسب برای تولید پایدار گندم در شرایط محدودیت منابع آب توصیه شود.

### توصیه ترویجی

با توجه به نتایج این پژوهش، به کشاورزان مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، به‌ویژه استان سمنان، می‌توان توصیه نمود، برای کشت گندم در سامانه آبیاری بارانی تاشو از راهبرد کم‌آبیاری کنترل‌شده استفاده کنند. نتایج نشان داد که تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه همراه با دور آبیاری ۴ روزه، ضمن حفظ عملکرد دانه در سطح مطلوب، موجب افزایش بهره‌وری آب و کاهش مصرف آب آبیاری می‌شود. این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا در شرایط کمبود منابع آب، صرفه‌جویی حدود ۲۰ درصدی در مصرف آب بدون کاهش معنی‌دار عملکرد، می‌تواند ضمن حفظ منابع آبی، پایداری تولید را افزایش دهد. همچنین توصیه می‌شود هنگام استفاده سامانه بارانی تاشو کشاورزان از افزایش بیش‌ازحد فاصله بین دو آبیاری، به‌ویژه دور آبیاری ۶ روزه، خودداری کنند؛ زیرا این شرایط باعث تشدید تنش خشکی، کاهش عملکرد دانه و افت بهره‌وری آب می‌شود. توسعه کاربرد سامانه آبیاری بارانی تاشو همراه با برنامه‌ریزی علمی آبیاری، علاوه بر کاهش هزینه‌های تأمین و انتقال آب، موجب افزایش بهره‌وری آب، حفظ منابع طبیعی و ارتقای امنیت غذایی خواهد شد. از این‌رو، ترویج این فناوری و آموزش نحوه بهره‌برداری صحیح از آن می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای مؤثر مدیریت آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مورد توجه قرار گیرد.

### فهرست منابع

۱. بی‌نام، ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹. جلد اول محصولات زراعی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات معاونت برنامه ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ۹۷ صفحه.
۲. جلیلی، محمد. ۱۳۹۲. تاثیر مقادیر و زمان قطع آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ارقام گندم در روش آبیاری بارانی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱۴، شماره ۱، صفحه ۱۲-۱.
۳. حاجی‌آبادی، فاطمه؛ فرزاد حسن‌پور؛ مصطفی یعقوب‌زاده؛ حسین حمادی و سیدمحسن سیدی. ۱۴۰۰. اثر تیمارهای کم‌آبیاری و شوری آب بر واکنش‌های رشدی و عملکردی گندم رقم سیروان. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۱۱، شماره ۲، صفحه ۶۳-۵۱.
۴. دهقانی سانچ، حسین؛ محمد مهدی نخجوانی مقدم و مهدی اکبری. ۱۳۸۷. بررسی کارایی مصرف آب بر اساس مزایای نسبی مناطق کم‌آبیاری. مجله آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۹۱-۷۷.

۵. رحیمی، زینب؛ فرزاد حسین پناهی و عیسی سی و سه مرده. ۱۳۹۸. ارزیابی عملکرد، کارایی مصرف آب و نور در ارقام حساس و مقاوم به خشکی گندم تحت سطوح مختلف آبیاری. تولید و ژنتیک گیاهی، جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۳۴-۱۹.
۶. رودبانی، جهانگیر؛ جواد مظفری و سیداسدالله محسنی موحد. ۱۴۰۰. مقایسه عملکرد لوبیا در سیستم‌های آبیاری شیاری، تیپ و رین‌فلت. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه ۱۹۵-۲۱۰.
۷. صنوبر، علی؛ سید علی طباطبایی و فرهاد دهقانی. ۱۳۸۹. اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم نان در منطقه یزد. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد ۳، شماره ۲، صفحه ۹۵-۱۰۴.
۸. عباسی، فریبرز؛ فرحناز سهراب و نادر عباسی. ۱۳۹۶. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی (تحقیقات مهندسی کشاورزی سابق)، جلد ۱۷، شماره ۶۷، صفحه ۱۲۰-۱۱۳.
۹. نادری، نادر. ۱۴۰۱. بررسی اثر دور آبیاری و مقدار آب بر بهره‌وری آب گندم در روش آبیاری بارانی رین‌فلت. گزارش پژوهشی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران.
۱۰. Nasser, A. ۲۰۱۸. Energy use and economic analysis for wheat production by conservation tillage along with sprinkler irrigation. Science of the total Environment. ۶۴۸ (۱۵): ۴۵۰-۴۵۹.