

گندم بامداد (لاین ۱۲-۹۷-M)؛ انتخابی مطمئن برای مدیریت خشکی آخر فصل و پایداری تولید گندم در استان اصفهان

داوود امین آزرم^۱، حمید دهقانزاده جزئی^{۲*}، لیلی صفائی^۳



- ۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
 - ۲- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.
 - ۳- هیات علمی بخش منابع طبیعی و محیط زیست، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
- Email: h_dehghanzadeh@areeo.ac.ir

چکیده

تأمین آب کافی در هفته‌های منتهی به برداشت، همواره دغدغه اصلی گندم‌کاران مناطق مرکزی ایران بوده است. استان اصفهان به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید این محصول راهبردی، در سال‌های اخیر با افت محسوس منابع آبی روبه‌رو شده که پیامد آن، کاهش عملکرد و نارضایتی تولیدکنندگان است. در چنین فضایی، به‌کارگیری ارقامی که بتوانند افت تولید را در شرایط کم‌آبی به حداقل برسانند، ضرورتی انکارناپذیر می‌باشد. پژوهش پیش‌رو در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در زمین‌های کشاورزی شهرستان برخوار به مرحله اجرا درآمد. در این طرح، لاین امیدبخش M-۹۷-۱۲ (با نام تجاری بامداد) در کنار دو رقم رایج منطقه (امین و فرین) مورد سنجش قرار گرفت. گیاهان در دو گروه جداگانه آبیاری شدند؛ گروه نخست تا پایان فصل به‌طور کامل آبیاری گردید و گروه دوم از مرحله سنبله‌دهی به‌بعد با قطع آبیاری، در معرض تنش خشکی قرار گرفت. نتایج حاصل از برداشت نشان داد که رقم بامداد در هر دو شرایط، از توان تولید رضایت‌بخشی برخوردار است. این رقم در شرایط آبیاری کامل، عملکردی معادل ۴۵۶۰ کیلوگرم در هکتار ثبت کرد که فاصله ناچیزی با رقم پرمحصول امین (۴۶۲۰ کیلوگرم در هکتار) داشت. اما در شرایط تنش، برتری بامداد آشکارتر شد؛ به‌گونه‌ای که با تولید ۳۰۸۰ کیلوگرم دانه در هکتار، از دو رقم شاهد امین و فرین برترتیب ۸۰ و ۱۰۳۷ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتری داشت. استقبال کشاورزان در بازدیدهای مزرعه‌ای و روز مزرعه، نشان از قابلیت بالای این رقم برای کشت در مناطقی دارد که با کمبود آب انتهای فصل مواجه‌اند. مقاله حاضر، ضمن معرفی این رقم، توصیه‌های عملی برای بهره‌گیری از آن در نظام‌های زراعی استان اصفهان ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بامداد، تنش رطوبتی، زراعت گندم، ژنوتیپ برتر، عملکرد دانه

بیان مسئله

امنیت غذایی در هر کشوری با تولید پایدار محصولات اساسی گره خورده است و گندم به عنوان ستون تغذیه جامعه ایرانی، از این قاعده مستثنا نیست. با وجود جایگاه انکارناپذیر این محصول در الگوی مصرف روزانه، زنجیره تولید آن در استان اصفهان با چالش‌های فزاینده‌ای روبه‌روست. کاهش روزافزون سفره‌های آب زیرزمینی، گرمایش زمین و بی‌نظمی بارش‌ها، معادلات کشت را در این استان به هم ریخته و کشاورزان را با سؤالی اساسی مواجه کرده است: «با این همه محدودیت، چگونه می‌توان گندم تولید کرد؟» یکی از حساس‌ترین مقاطع رشد گندم که بیشترین تأثیر را بر کمیت و کیفیت نهایی محصول دارد، دوره پر شدن دانه است؛ دوره‌ای که هرگونه خلل در تأمین آب، به کاهش وزن دانه، افت محسوس عملکرد و نزول کیفیت می‌انجامد (۲، ۳). این پدیده که با عنوان تنش خشکی انتهای فصل شناخته می‌شود، سالانه خسارات سنگینی به کشاورزان اصفهانی تحمیل می‌کند و در سال‌های خشک، این خسارت به مرز هشدار می‌رسد (۲).

بی‌شک، اصلاح الگوی کشت و مدیریت بهینه مزرعه، اگرچه تأثیرگذارند، اما نمی‌توانند جایگزین توان ذاتی ژنتیک در مقابله با تنش شوند. پژوهش‌های متعدد نشان داده که دستیابی به ارقامی که با ساختار ژنتیکی خود، کم‌آبی را بهتر تاب می‌آورند، نه تنها از حیث فنی، بلکه از منظر اقتصادی نیز به صرفه‌ترین مسیر مقابله با تنش خشکی است (۱، ۵). چنین ارقامی با مصرف بهینه آب، ریسک تولید را برای کشاورز کاهش می‌دهند و زمینه را برای کشاورزی پایدار فراهم می‌سازند. در دو دهه اخیر، زنجیره به‌نژادی گندم کشور، لاین‌های امیدوارکننده‌ای را روانه عرصه آزمایش‌های تحقیقاتی کرده است، اما نباید فراموش کرد که موفقیت در محیط کنترل‌شده ایستگاه‌های پژوهش، لزوماً به معنای کارایی در مزرعه کشاورز نیست. هر ژنوتیپ پیش از آنکه به کشاورز معرفی شود، باید در شرایط واقعی و با مدیریت متعارف منطقه، خود را اثبات کند (۵).

پروژه میدانی حاضر، با همین نگاه، روی یکی از این لاین‌های امیدبخش به نام M-۹۷-۱۲ (بامداد) متمرکز شده است. این رقم که در آزمایش‌های مقدماتی نتایج قابل قبولی نشان داده بود، همراه با دو رقم شاهد رایج منطقه (امین و فرین)، در مزرعه‌ای در شهرستان برخوار تحت دو رژیم آبیاری مجزا به ارزیابی گذاشته شد. هدف، پاسخ به این پرسش بود که آیا بامداد می‌تواند در شرایط کم‌آبی انتهای فصل، عملکردی پایدارتر از ارقام موجود ارائه دهد یا خیر. افزون بر این، اجرای این پژوهش بستری برای تعامل نزدیک‌تر میان محققان، مروجان و کشاورزان فراهم آورد تا نتایج پژوهش، پیش از هرگونه توصیه رسمی، در بوته نقد و مشاهده عملی قرار گیرد.

معرفی دستاورد

خشکی آخر فصل، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد گندم در مناطق معتدل استان اصفهان است. در بسیاری از سال‌ها، کاهش بارندگی، محدودیت منابع آب و افزایش دمای هوا باعث می‌شود آبیاری مزارع در هفته‌های پایانی فصل رشد با محدودیت روبه‌رو شود. این شرایط معمولاً هم‌زمان با مرحله پر شدن دانه اتفاق می‌افتد؛ مرحله‌ای که نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد نهایی محصول دارد. در نتیجه، گیاه فرصت کافی برای انتقال مواد غذایی به دانه را از دست می‌دهد، وزن دانه کاهش می‌یابد و عملکرد مزرعه کمتر از ظرفیت واقعی خواهد بود. از این رو یکی از اساسی‌ترین نیازهای گندم‌کاران مناطق معتدل، دسترسی به ژنوتیپ‌هایی است که بتوانند در چنین شرایطی عملکرد مطلوب خود را حفظ کنند و خسارت ناشی از خشکی آخر فصل را کاهش دهند.

برنامه‌های به‌نژادی گندم در کشور طی سال‌های گذشته لاین‌های امیدبخش متعددی را تولید کرده‌اند که هر یک دارای ویژگی‌های زراعی ارزشمندی هستند. با این حال، موفقیت یک لاین در آزمایش‌های تحقیقاتی به‌تنهایی برای توصیه آن به

کشاورزان کافی نیست. یک لاین زمانی می‌تواند به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای کشت معرفی شود که کارایی آن در شرایط واقعی مزرعه، تحت مدیریت معمول کشاورزان و در اقلیم هدف نیز به اثبات برسد. به همین دلیل، ارزیابی میدانی لاین‌های امیدبخش، یکی از مهم‌ترین مراحل انتقال یافته‌های تحقیقاتی از مراکز پژوهشی به عرصه تولید محسوب می‌شود. با همین هدف، پروژه انتقال یافته‌های تحقیقاتی در یکی از مزارع گندم شهرستان برخوار، به‌عنوان یکی از مناطق مهم تولید گندم در استان اصفهان، اجرا شد. انتخاب این منطقه به دلیل شرایط اقلیمی معتدل، سابقه کشت گسترده گندم و بروز مکرر تنش خشکی در اواخر فصل رشد بود. نتایج میزان بارندگی و میانگین دما در طول فصل زراعی در جدول ۱ آورده شده است. اجرای طرح در مزرعه کشاورز این امکان را فراهم کرد که توانایی لاین امیدبخش در همان شرایطی ارزیابی شود که بهره‌برداران هر سال با آن روبه‌رو هستند. این شیوه، علاوه بر افزایش دقت در ارزیابی سازگاری لاین، موجب شد کشاورزان نیز از نزدیک در جریان روند اجرای طرح و نتایج آن قرار گیرند.

جدول ۱- میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) و بارندگی (میلی‌متر) در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
..... دما									
۲۱/۷	۱۵/۳	۵/۵	۱/۷	۲/۹	۹/۴	۱۲/۴	۱۴/۹	۱۸/۹	۳۳/۹
..... بارندگی									
۰	۳/۸	۹/۴	۳۲/۲	۳۹/۶	۸/۴	۳۲/۲	۱۸/۶	۰	۰

در این بررسی، لاین امیدبخش گندم نان ۹۷-۱۲-M (بامداد) در کنار دو رقم شاهد امین و فرین مورد مقایسه قرار گرفت. انتخاب ارقام شاهد این امکان را فراهم کرد که عملکرد و سازگاری لاین امیدبخش با ارقامی که در منطقه کشت شده‌اند، به‌صورت دقیق ارزیابی شود. لاین مورد بررسی در دو وضعیت آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص شود این ژنوتیپ علاوه بر عملکرد بالا، توانایی بیشتری در حفظ تولید در شرایط محدودیت آب دارد. در آزمایش اول، رقم بامداد به همراه ارقام شاهد در شرایط بدون تنش تا انتهای فصل به طور معمول آبیاری گردید و در آزمایش دوم، همین رقم و ارقام شاهد تا زمان سنبله‌دهی به طور معمول آبیاری شدند و پس از ظهور کامل سنبله‌ها، آبیاری قطع گردید و گیاهان تحت تنش خشکی قرار گرفتند. در طول فصل زراعی، رشد و استقرار بوته‌ها، یکنواختی مزرعه، زمان ظهور سنبله، وضعیت پر شدن دانه و روند رسیدگی محصول به‌طور مستمر مورد مشاهده قرار گرفت (شکل ۱).



ب

الف

شکل ۱- یادداشت‌برداری و بازدید از طرح اجرا شده در منطقه برخوار اصفهان

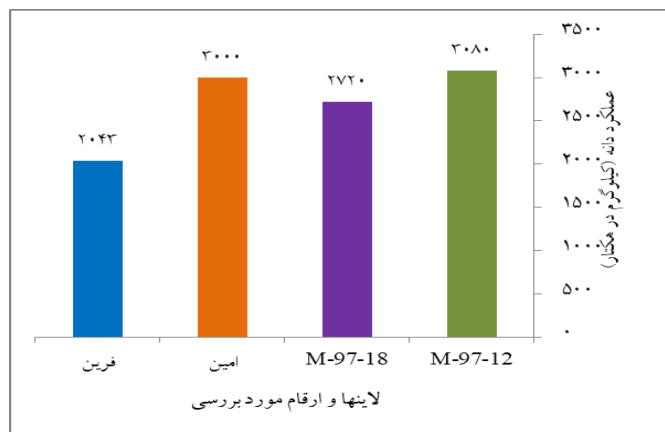
ب : تنش خشکی

الف مزرعه با آبیاری معمول

این ارزیابی‌ها نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به کاهش آب آبیاری یکسان نیست. با آغاز تنش، رقم بامداد توانست روند رشد و انتقال مواد غذایی به دانه را برای مدت بیشتری حفظ کند و کاهش وزن دانه در آن کمتر از ارقام شاهد بود. همین تفاوت اهمیت انتخاب ژنوتیپ مناسب را برای شرایط اقلیمی استان اصفهان به‌خوبی نشان می‌دهد. با نزدیک شدن به زمان برداشت، برتری رقم بامداد از نظر وضعیت بوته، یکنواختی مزرعه و میزان پرشدگی دانه‌ها به‌خوبی آشکار شد. در شرایطی که آبیاری در اواخر فصل با محدودیت روبه‌رو شد، رقم بامداد توانست رشد مناسب خود را حفظ کند و در مقایسه با ارقام شاهد، افت عملکرد کمتری را تجربه کند. این ویژگی نشان داد که این لاین از سازگاری بیشتری با شرایط خشکی آخر فصل برخوردار است و می‌تواند در سال‌هایی که منابع آب محدود می‌شود، عملکرد پایدارتری داشته باشد. در زمان برداشت نیز برتری این رقم به‌خوبی نمایان شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، در آزمایش بدون تنش بیشترین عملکرد دانه به میزان ۴۶۲۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم شاهد امین بود و پس از آن رقم بامداد با عملکرد دانه ۴۵۶۰ کیلوگرم در هکتار قرار داشت. رقم فرین با عملکرد ۳۰۴۰ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی قرار گرفت (نمودار ۱). در آزمایش تنش خشکی آخر فصل، بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم بامداد به میزان ۳۰۸۰ کیلوگرم در هکتار بود و پس از آن، رقم امین با عملکرد دانه ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و رقم فرین با عملکرد ۲۰۴۳ کیلوگرم در هکتار در مراتب بعدی قرار گرفتند (نمودار ۲). حفظ عملکرد در دو وضعیت متفاوت آبیاری، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی است که در انتخاب یک لاین امیدبخش مورد توجه قرار می‌گیرد؛ زیرا کشاورزان همواره با شرایط اقلیمی یکسان روبه‌رو نیستند و ممکن است در یک سال از آب کافی و در سال دیگر از آب محدود برخوردار باشند. لاینی که بتواند در هر دو شرایط عملکرد قابل قبولی ارائه دهد، ریسک تولید را کاهش داده و امنیت بیشتری برای بهره‌بردار ایجاد می‌کند.



نمودار ۱- عملکرد دانه لاین بامداد و ارقام شاهد در شرایط آبیاری معمول (بدون تنش)



نمودار ۲- عملکرد دانه لاین بامداد و ارقام شاهد در شرایط تنش خشکی آخر فصل

علاوه بر عملکرد دانه، وضعیت عمومی مزرعه نیز بیانگر برتری این رقم بود. یکنواختی بوته‌ها، استقرار مناسب، تشکیل مطلوب سنبله‌ها و پرشدگی بهتر دانه‌ها از ویژگی‌هایی بود که در بازدیدهای مختلف مورد توجه کارشناسان و کشاورزان قرار گرفت. در حالی که ارقام شاهد با شروع تنش، زودتر وارد مرحله رسیدگی شدند و کاهش وزن دانه در آن‌ها محسوس بود، رقم بامداد توانست فعالیت رویشی و فتوسنتزی خود را برای مدت بیشتری حفظ کند. این موضوع سبب شد انتقال مواد غذایی به دانه‌ها بهتر انجام شود و عملکرد نهایی کاهش کمتری نسبت به ارقام شاهد داشته باشد. همچنین در هر دو مزرعه، خوابیدگی بوته (ورس) در هیچ یک از لاین و ارقام شاهد مشاهده نگردید و حساسیتی نسبت به بیماری‌های زنگ زرد و قهوه‌ای نیز دیده نشد. این ویژگی‌ها نشان‌دهنده سلامت عمومی و مقاومت مطلوب لاین مورد بررسی است. بررسی داده‌های عملکرد نیز این مشاهدات را تأیید کرد. این لاین در شرایط آبیاری معمول، با متوسط عملکرد حدود ۴۵۶۰ کیلوگرم در هکتار، عملکردی نزدیک به رقم شاهد امین (۴۶۲۰ کیلوگرم در هکتار) داشت. حتی در شرایط تنش خشکی آخر فصل نیز با عملکردی در حدود ۳۰۸۰ کیلوگرم در هکتار، برتری خود را نسبت به ارقام شاهد حفظ کرد و عملکردی بالاتر از رقم امین (۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و رقم فرین (۲۰۴۳ کیلوگرم در هکتار) داشت. (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه عملکرد و برخی صفات لاین M-۹۷-۱۲ (رقم بامداد) و ارقام شاهد در دو شرایط آبیاری

صفت	آبیاری	لاین M-۹۷-۱۲ (رقم بامداد)	رقم امین	رقم فرین
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	معمول	۴۵۶۰	۴۶۲۰	۳۰۴۰
	تنش خشکی	۳۰۸۰	۳۰۰۰	۲۰۴۳
	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (روز)	۱۹۹	۲۰۰	۱۹۹
تعداد دانه در سنبله	تنش خشکی	۱۹۵	۱۹۷	۱۹۶
	معمول	۳۲	۳۴	۳۵
	تنش خشکی	۲۸	۳۲	۲۹
وزن هزار دانه (گرم)	معمول	۳۵	۳۲	۳۱

تنش	۲۹	۳۰	۲۷
خشکی			
معمول	۶۸۵	۶۸۱	۵۷۵
تنش	۴۷۵	۴۰۱	۳۶۵
خشکی			
معمول	۴۲/۸	۴۴/۲	۳۸/۲
تنش	۳۶/۴	۳۳/۲	۲۸/۶
خشکی			
معمول	۷۵	۷۶	۷۵
تنش	۷۱	۷۴	۷۱
خشکی			

بررسی سایر صفات نیز نشان داد که در شرایط تنش، تعداد روز تا ظهور سنبله در لاین بامداد معادل ۱۶۸ روز و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک آن ۱۹۵ روز بود که نسبت به ارقام شاهد زودرس‌تر بود. این ویژگی می‌تواند به عنوان یک مزیت در شرایط کم‌آبی انتهای فصل محسوب شود، زیرا گیاه قادر است پیش از تشدید تنش، دوره رشد خود را کامل کند. وزن هزار دانه در این لاین در شرایط تنش ۲۹ گرم و در شرایط معمول ۳۵ گرم اندازه‌گیری شد. تعداد دانه در سنبله در رقم بامداد نیز در شرایط تنش ۲۸ دانه و در شرایط معمول ۳۲ دانه به دست آمد. تعداد سنبله بارور در رقم بامداد در شرایط معمول و تنش به ترتیب ۴۲۵ و ۳۸۰ بود، در حالی که در رقم شاهد امین به ترتیب ۴۲۵ و ۳۱۲ بود. بالاتر بودن تعداد سنبله در واحد سطح و همچنین شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی در رقم بامداد در مقایسه با ارقام امین و فرین باعث شد که عملکرد بالاتری از این رقم به دست آید (جدول ۲). ارتفاع بوته این لاین نیز در شرایط تنش ۷۱ سانتی‌متر و در شرایط معمول ۷۵ سانتی‌متر بود. یکی دیگر از نکات ارزشمند این پروژه، بررسی آثار اقتصادی استفاده از لاین امیدبخش بود. با احتساب نرخ خرید تضمینی گندم در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ (هر کیلوگرم ۱۵۰,۰۰۰ ریال)، در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، کشت رقم بامداد نسبت به رقم امین، افزایش درآمدی معادل ۱۲ میلیون ریال و نسبت به رقم فرین، افزایش درآمدی معادل ۱۵۵ میلیون و ۵۵۰ هزار ریال در هر هکتار به همراه خواهد داشت. همچنین در شرایط آبیاری معمول، با توجه به عملکرد مشابه این لاین با رقم امین، از نظر اقتصادی نیز گزینه‌ای قابل‌رقابت محسوب می‌شود. این افزایش درآمد بدون نیاز به مصرف آب بیشتر یا افزایش سایر نهاده‌های تولید حاصل شده و نشان می‌دهد که انتخاب ژنوتیپ مناسب، علاوه بر مزیت فنی، از نظر اقتصادی نیز برای کشاورزان سودمند است.

یکی از اهداف اصلی اجرای این پروژه، ایجاد ارتباط نزدیک‌تر میان پژوهشگران، کارشناسان ترویج و کشاورزان بود. به همین منظور، در طول فصل زراعی چندین نوبت بازدید کارشناسی از مزرعه انجام شد و وضعیت رشد رقم بامداد در مراحل مختلف مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲).



شکل ۲- برگزاری روز مزرعه و بازدید بهره‌برداران و کارشناسان از روند اجرای پروژه

این بازدیدها فرصت مناسبی فراهم کرد تا ویژگی‌های این لاین به‌صورت عملی برای کارشناسان و بهره‌برداران تشریح شود و آنان بتوانند تفاوت این ژنوتیپ را با ارقام شاهد در شرایط واقعی مزرعه مشاهده کنند. همچنین برگزاری روز مزرعه، زمینه گفت‌وگوی مستقیم میان پژوهشگران و کشاورزان را فراهم ساخت و پرسش‌های بهره‌برداران درباره ویژگی‌های لاین امیدبخش، مدیریت مزرعه و نحوه مقابله با خشکی آخر فصل به‌صورت حضوری پاسخ داده شد. بازخوردهای دریافت‌شده از کشاورزان نشان داد که مشاهده نتایج در مزرعه، تأثیر بسیار بیشتری از بیان نتایج در کلاس‌های آموزشی یا گزارش‌های مکتوب دارد. بسیاری از کشاورزان اظهار کردند که وقتی عملکرد لاین را در مزرعه‌ای با شرایط مشابه زمین خود مشاهده می‌کنند، اطمینان بیشتری برای پذیرش یافته‌های تحقیقاتی پیدا می‌کنند. این تجربه بار دیگر اهمیت اجرای پروژه‌های انتقال یافته در مزارع کشاورزان را نشان داد و ثابت کرد که ارتباط مستمر میان بخش تحقیق و عرصه تولید، یکی از مؤثرترین راه‌های افزایش سرعت پذیرش فناوری‌های جدید در کشاورزی است.

اجرای این پروژه نشان داد که ارزیابی لاین‌های امیدبخش در شرایط واقعی مزارع کشاورزان، یکی از مؤثرترین روش‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه است. نتایج به‌دست‌آمده تنها بیانگر تفاوت عملکرد یک لاین گندم نان نبود، بلکه نشان داد انتخاب صحیح ژنوتیپ تا چه اندازه می‌تواند در افزایش پایداری تولید، کاهش اثرات تنش خشکی آخر فصل و استفاده بهینه از منابع محدود آب نقش داشته باشد. این موضوع برای استان اصفهان که بخش قابل توجهی از اراضی گندم آن در سال‌های اخیر با محدودیت آب آبیاری روبه‌رو بوده است، اهمیت ویژه‌ای دارد.

بررسی‌های انجام‌شده بیانگر آن بود که رقم بامداد در مقایسه با ارقام شاهد مورد ارزیابی، از سازگاری مطلوب‌تری با شرایط مناطق معتدل استان اصفهان برخوردار است و توانست در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل، عملکرد پایدارتری ارائه کند. به عبارت دیگر کاهش عملکرد این رقم در شرایط خشکی کمتر از دو رقم شاهد بود. این ویژگی، همراه با عملکرد مناسب و کاهش افت تولید در شرایط کم‌آبی، نشان می‌دهد که این لاین ظرفیت لازم را برای ادامه مراحل ارزیابی و طی فرآیند معرفی رسمی داراست. دستاورد دیگر این پروژه، تأکید بر این واقعیت است که افزایش تولید گندم تنها از طریق افزایش مصرف نهاده‌ها امکان‌پذیر نیست. در شرایطی که منابع آب محدود و هزینه‌های تولید رو به افزایش است، انتخاب ژنوتیپ مناسب می‌تواند به‌عنوان یکی از اقتصادی‌ترین و پایدارترین راهکارهای افزایش بهره‌وری مطرح باشد. بهره‌گیری از لاین‌هایی که از توان تولید بالا و سازگاری مطلوب با شرایط محیطی برخوردار هستند، در کنار اجرای صحیح سایر عملیات مدیریتی، می‌تواند نقش مؤثری در حفظ عملکرد، کاهش ریسک تولید و افزایش درآمد کشاورزان داشته باشد.

به طور کلی، این پروژه نمونه‌ای موفق از انتقال یافته‌های تحقیقاتی به عرصه تولید بود و نشان داد که همکاری نزدیک میان پژوهشگران، کارشناسان ترویج و کشاورزان، زمینه‌ساز تولید دانش کاربردی و تسریع در به‌کارگیری نتایج تحقیقات در مزارع است. استمرار اجرای چنین پروژه‌هایی، علاوه بر شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر، می‌تواند نقش مهمی در توسعه کشاورزی دانش‌بنیان، افزایش بهره‌وری منابع آب و خاک و ارتقای امنیت غذایی کشور ایفا کند. تجربه به‌دست‌آمده از این طرح، پشتوانه‌ای

ارزشمند برای ادامه برنامه‌های به‌نژادی گندم و توسعه لاین‌های سازگار با شرایط تنش خشکی در مناطق معتدل استان اصفهان خواهد بود.

توصیه ترویجی

با توجه به محدودیت روزافزون منابع آب و افزایش احتمال وقوع تنش خشکی آخر فصل در مناطق معتدل استان اصفهان، انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار و متحمل به کم‌آبی، یکی از مهم‌ترین راهکارهای حفظ پایداری تولید گندم است. نتایج این پروژه نشان داد که رقم بامداد در هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل، از عملکرد بالاتر و پایداری بیشتری نسبت به ارقام شاهد امین و فرین برخوردار است. بر این اساس، توصیه می‌شود:

- ۱- رقم بامداد در برنامه تولید بذر مادری شهرستان برخوار و سایر مناطق معتدل استان اصفهان قرار گرفته و برنامه‌ریزی لازم برای کشت آن در منطقه صورت پذیرد.
- ۲- پس از معرفی رسمی این رقم، کشاورزان از ارقام تأییدشده مراکز تحقیقاتی و مدیریت‌های جهاد کشاورزی استفاده کنند و از کشت بذره‌های نامطمئن خودداری نمایند.
- ۳- پس از معرفی رسمی، توسعه کشت این رقم در مناطقی که با محدودیت آب در اواخر فصل رشد مواجه هستند، در اولویت قرار گیرد.
- ۴- در کنار انتخاب ژنوتیپ مناسب، رعایت تاریخ کاشت مطلوب، استفاده از بذر گواهی‌شده، تغذیه متعادل بر اساس آزمون خاک، مدیریت صحیح آبیاری، کنترل به‌موقع آفات و بیماری‌ها و برداشت محصول در زمان مناسب، برای دستیابی به عملکرد پایدار ضروری است.
- ۵- توصیه می‌شود کارشناسان ترویج و مروجان کشاورزی با اجرای مزارع الگویی، روز مزرعه و برنامه‌های انتقال یافته‌های تحقیقاتی، زمینه‌آشنایی بیشتر بهره‌برداران با ژنوتیپ‌های امیدبخش را فراهم کنند. مشاهده عملی عملکرد ژنوتیپ‌های جدید در شرایط واقعی مزرعه، اعتماد کشاورزان را به یافته‌های پژوهشی افزایش داده و زمینه پذیرش سریع‌تر فناوری‌های نوین را فراهم می‌کند.
- ۶- استمرار این برنامه‌ها، ضمن افزایش بهره‌وری مصرف آب، می‌تواند به پایداری تولید گندم، کاهش ریسک ناشی از تنش خشکی و ارتقای امنیت غذایی در مناطق معتدل استان اصفهان کمک کند.

فهرست منابع

۱. احمدی لاهیجانی، م. ج. و ی. امام. ۱۳۹۲. بررسی واکنش ژنوتیپ‌های گندم به تنش خشکی انته‌ای فصل با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیک. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، ۳ (۹): ۱۶۳-۱۷۵.
۲. امین‌آزم، د. ۱۴۰۱. مقایسه لاین‌های امیدبخش گندم با ارقام شاهد در مزرعه کشاورزان منطقه برخوار استان اصفهان. گزارش نهایی ثبت شده به شماره ۶۱۴۳۶. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
۳. یزدان سپاس، ا. ۱۳۹۲. اصلاح برای مقاومت به تنش‌های غیرزنده (ترجمه). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۳۲۳ صفحه

۴. حیدری، ن. ۱۴۰۰. بهره‌وری آب گندم در ایران و مقایسه آن با مقادیر چند کشور. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، ۳۵ (۴): ۴۲۱-۴۳۵.
۵. کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، امین‌غفوری، ا.، و محلوچی‌راد، م. ۱۳۹۸. برآورد سهم نسبی عوامل به‌نژادی و به‌زراعی در افزایش عملکرد در نظام‌های تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) کشور. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱ (۱): ۱۳۷-۱۵۳.