

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱۰، شماره ۲، سال ۱۴۰۰

ارزیابی عملکرد دانه ارقام جدید گندم دیم در مزارع کشاورزان استان کردستان

Evaluation of grain yield of new wheat cultivars under farmer's field of Kurdistan province

ابراهیم روحی^۱، محمد بهرام نصرالله بیگی^۲، جواد وفابخش^۳، شهریار سهرابی^۴، شهریار فاتحی^۵، جمال سایه میری^۶،
محمد طاهر محمدیانی^۷، غلامرضا نیک سرشت^۸، فرهاد یعقوب نژاد^۹، میثم شریفیان^{۱۰}

- ۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران.
- ۲- کارشناس، سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان.
- ۳- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۵

چکیده

روحی، ا.، بهرام نصرالله بیگی، م. ب.، وفابخش، ج.، سهرابی، ش.، فاتحی، ش.، سایه میری، ج.، محمدیانی، م. ط.، نیک سرشت، غ. ر.، یعقوب نژاد، ف. و شریفیان، م. ۱۴۰۰. ارزیابی عملکرد دانه ارقام جدید گندم دیم در مزارع کشاورزان استان کردستان. نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۱۰ (۲): ۱۲۶-۱۱۳.

یکی از چالش‌های اصلی تولید در اراضی تحت کشت گندم دیم عدم پایداری تولید است. به نظر می‌رسد از دلایل اساسی این ناپایداری کم بودن تنوع ژنتیکی و عدم اعمال صحیح اصول به زراعی است. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و اثر ضریب نفوذ ارقام جدید گندم دیم و در راستای اجرای پروژه ارتقای امنیت غذایی در سیستم‌های غلات محور دیم یک تحقیق سه ساله در طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۵ انجام شد. برای این منظور ارقام معرفی شده جدید همراه با ارقام شاهد سرداری و یا آذر ۲ در دو منطقه سرد و معتدل سرد در قالب مزارع نمایشی کشت و با رعایت نکات به زراعی مطابق با دستورالعمل‌های موجود، مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بررسی در مزارع نمایشی مناطق سرد نشان داد که طی سه سال متوالی با شرایط اقلیمی متفاوت از لحاظ میزان بارندگی و دما رقم واران با متوسط تولید ۱۷۳۶ کیلوگرم دانه در هکتار دارای ۲۳ درصد افزایش عملکرد نسبت به سرداری با تولید ۱۴۰۶ کیلوگرم دانه در هکتار بود. بعد از آن ارقام باران، اوحدی، هما و آذر ۲ به ترتیب با عملکرد ۱۶۶۴، ۱۵۴۹، ۱۴۹۶ و ۱۴۸۲ کیلوگرم دانه در هکتار از برتری ۱۸، ۱۰، ۶ و ۵ درصدی نسبت به رقم سرداری برخوردار بودند. در منطقه معتدل سرد نیز که غالباً رقم آذر ۲ کشت می‌شود، مشاهده شد که ارقام واران، ریژاو، اوحدی، باران و پرآو به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۲۸۲۰، ۲۳۲۲، ۲۱۹۶، ۲۱۹۳ و ۲۱۹۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب دارای ۴۲، ۱۷، ۱۱، ۱۱ و ۱۱ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد آذر ۲ با عملکرد دانه ۱۹۸۳ کیلوگرم در هکتار بودند. بنابراین در اقلیم سرد استان کردستان ارقام واران و باران و در اقلیم معتدل سرد استان ارقام واران، ریژاو (در مناطق کم ارتفاع)، اوحدی و باران برای کاشت توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: اقلیم سرد و معتدل سرد، ارقام دیم گندم، عملکرد دانه، مزارع نمایشی

مقدمه

وجود تنوع اقلیمی گسترده در مناطق دیم خیز ایران، نیاز به گسترش تنوع ارقام زراعی برای مقابله با اثرات منفی تنش‌های زیستی و محیطی و استفاده مؤثرتر از اصل مهم اثرمتقابل ژنوتیپ در محیط برای افزایش توان و پایداری تولید محصول دارد. در دهه‌های اخیر به دلیل تغییرات و نوسانات زیاد در میزان نزولات و سایر عناصر اقلیمی، تولیدات کشاورزی بویژه تولیدات دیم همواره با ناپایداری مواجه بوده است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که این اثرات منفی سبب کاهش شدید عملکرد و افزایش ناپایداری خواهد شد (۲۰). یکی از اساسی‌ترین عوامل تهدید پایداری تولید گندم دیم در سطح کشور خصوصاً در استان کردستان، کم بودن تنوع ارقام دیم است. به عنوان مثال رقم سرداری در بیش از ۲/۵ میلیون هکتار از اراضی دیم مناطق سرد و معتدل سرد کشور منجمله اراضی دیم استان کردستان کشت می‌شود (۲۱). همین امر شکنندگی تولید را در مقابل تهدیدات محیطی بیشتر کرده است به گونه‌ای که با بروز یک خشکسالی یا سرما زدگی تولید گندم دیم در استان به شدت دچار افت می‌شود و یا اگر شرایط محیطی نیز مناسب باشد به دلیل پایین بودن پتانسیل عملکرد دانه، حساسیت به زنگ زرد و ورس ارقام محلی بالاخص رقم سرداری کشاورزان دیم کار استان قادر به تولید بالا نخواهند بود.

یکی از روش‌های مؤثر برای افزایش

تنوع ژنتیکی در مزارع کشاورزان، اجرای قسمتی از برنامه به نژادی متعارف در مناطق هدف است (۲). انجام آزمایش در مزارع زارعین و ارزیابی نتایج تحقیقاتی در چنین شرایطی یکی از روش‌های مفید برای انتقال یافته‌های تحقیقاتی به زارعین است. در مناطقی که زراعت غلات به طور سنتی انجام می‌گیرد و واریته‌های جدید به آنجا راه نیافته است، واریته‌های متعدد بومی و غیر اصلاح شده که در نتیجه انتخاب طبیعی و یا انتخاب آگاهانه شخصی طی نسل‌ها به وجود آمده‌اند، مورد زراعت قرار می‌گیرند. این واریته‌ها در برابر عوامل نامساعد مقاوم بوده و به شرایط اکولوژیکی منطقه به خوبی سازگارند، لیکن در مقابل عملیات زراعی پیشرفته واکنش زیادی از خود نشان نمی‌دهند و به همین دلیل جایگزین کردن آن‌ها با واریته‌های اصلاح شده، پیش‌نیاز و شرط لازم برای افزایش تولید مبنی بر تکنولوژی نوین است (۶). با این وجود، معرفی واریته‌های جدید به کشاورزان تضمینی برای پذیرفتن آنها توسط زارعین نیست (۱۶). مطالعات نشان داده‌اند که کشاورزان خرده‌پا، عملکرد بالای ارقام جدید را مهم‌ترین صفت برای پذیرش آنها می‌دانند (۲۴ و ۱۴). همچنین مقاومت در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده، عملکرد بالا و کیفیت ثانویه برتر از مهم‌ترین خصوصیات تعیین‌کننده میزان پذیرش ارقام جدید گندم است (۱۸). واکر و همکاران (۲۴) تأکید کردند که عدم وجود اختلاف

روی سیستم انتقال زارع - زارع برای توسعه واریته‌های جدید لوبیا در اوگاندا انجام شد، مشخص شد که این سیستم از کارآیی گسترده‌ای برخوردار بود به طوری که با مقدار کم بذر، کشاورزان واریته‌های جدید را برای کاهش ریسک تولید در میان خود انتقال می‌دادند (۱۲). آزوما و همکاران (۶) در بررسی روش‌های مختلف انتقال تکنولوژی در میان برنج کاران کشور غنا دریافتند که مزارع نمایشی و انتقال زارع به زارع از موثرترین روش‌های آموزشی و انتقال تکنولوژی‌های جدید نسبت به بقیه روش‌های ترویجی بوده است.

طی چند سال گذشته ارقام متعددی توسط موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور برای اقلیم‌های سرد و معتدل سرد کشور از جمله استان کردستان معرفی شده است اما به دلیل عدم شناخت کافی کشاورزان دیم کار از این ارقام و هم‌چنین کمبود بذر ارقام جدید، روند توسعه این ارقام بسیار کند بود. پروژه ارتقای امنیت غذایی در سیستم‌های غلات محور دیم با اجرای پایگاه‌های نوآوری در مزارع زارعیین و به دنبال آن اجرای مزارع نمایشی در اراضی زارعیین دیم کار استان، سعی کرد تا تکنولوژی‌های جدید از جمله تنوع ژنتیکی را در مزارع دیم توسعه دهد. هدف از این بررسی شناسایی و معرفی ارقام دیم پرمحصول و سازگار گندم نان در استان کردستان بود.

عملکرد قابل تشخیص بین ارقام اصلاح شده و سنتی به عنوان مهم‌ترین عامل در عدم پذیرش این ارقام است. مطالعات متعدد نشان داده است که همه واریته‌های آزاد شده به دلایل متعدد نتوانسته اند وارد جریان تولید محصول شوند (۱۴). به عنوان مثال در پنجاب پاکستان از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۱ از میان ۲۸ واریته آزاد شده فقط هشت واریته توانستند ۸۵ درصد سطح زیر کشت را به خود اختصاص دهند (۱۵). به طور کلی یک جریان پیوسته اصلاحی برای اصلاح ارقام جدید، تولید بذر و جایگزینی آنها به جای ارقام قدیمی، به منظور نیل به افزایش تولید بیشتر و غلبه بر چالش امنیت غذایی در اغلب کشورها وجود دارد (۱۶). بنابراین جایگزین نمودن ارقام قدیمی با ارقام جدید، لزوماً باید سودمندی بیشتری را برای کشاورزان به همراه داشته باشند. این سودمندی غالباً و به طور معمولی در ارزیابی‌های درون ایستگاه‌های تحقیقاتی به اثبات رسیده است ولی در مقیاس وسیع و گسترده و در مشارکت با زارعیین، ارزیابی ارقام جدید نسبت به شاهد‌های محلی خیلی کم و یا به ندرت بررسی شده است. روش ارزیابی ارقام جدید در مزارع کشاورزان بسیار سریع، ارزان و سودمند است (۱۷). در این روش ارزیابی، نقاط ضعف و قوت ارقام جدید در هر منطقه توسط خود کشاورزان تشخیص داده شده و شناسایی می‌شود (۱۶). این روش هم‌چنین روشی بسیار سریع برای تولید بذر به صورت غیر رسمی است. در یک بررسی که

مواد و روش‌ها

برای شروع مطالعه، بذر ارقام جدید معرفی شده توسط موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور برای مناطق سرد و معتدل سرد با نظارت کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان در اختیار زارعین منطقه قرار گرفت. خصوصیات این ارقام در جدول ۱ نمایش داده شده است. این ارقام همراه با ارقام شاهد سرداری و یا آذر ۲ با نظارت و هدایت کارشناسان پهنه‌ها و با مشارکت کشاورزان در طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۵ در مناطق مختلف استان کشت شدند. سطوح اجرایی در سال‌های اول، دوم و سوم به ترتیب برابر ۴۰۰، ۱۶۵۰۰ و ۷۶۴۰۰ هکتار بود که در نهایت از ۱۸۲، ۱۵۷۹۶ و ۵۴۱۳۰ هکتار رکوردگیری شد. میزان مشارکت کشاورزان گندم کار در پروژه طی این سال‌ها به ترتیب ۸۵، ۱۰۴۶ و ۶۵۴۵ نفر بود. هم‌چنین همراه با تنوع ارقام توصیه‌های زراعی و فنی از قبیل تاریخ کاشت، عمق کاشت، نوع کارنده، مصرف کود، استفاده از بذور گواهی شده، مبارزه با علف‌های هرز و کنترل آفات و بیماری‌ها بر اساس دستورالعمل‌های رایج موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور در اختیار کشاورزان قرار گرفت و با نظارت کارشناسان تا حد امکان عملیاتی شدند (جدول ۲). در سال اول مطالعه مزارع نمایشی فقط در شهرستان‌های کامیاران، سقز، دیواندره

و قروه اجرا شد و در سال‌های دوم و سوم شهرستان‌های بیجار، دهگلان و سنندج نیز به محل‌های اجرای پروژه اضافه شدند. پس از عملیات داشت و در مرحله رسیدگی، اکیپ‌های کارشناسی به مزارع هدف اعزام شده و به دو روش نسبت به برداشت داده‌های عملکرد اقدام نمودند. روش اول کیل‌گیری بود که در تعدادی از مزارع انجام شد بویژه در مزارعی که ارقام جدید در کنار رقم سرداری کاشته شده و متعلق به مزرعه یک کشاورز بودند و در روش بعدی از طریق برگه‌های باسکول و یا میزان گندم تحویلی به مراکز خرید، میزان تولید ارقام ثبت شد. در این حالت درصدی از محصول ارقام جدید که توسط بعضی از کشاورزان به عنوان بذر برای کشت سال بعد در نظر گرفته شده و تحویل مراکز خرید نشده بود نیز پایش و رصد شد و با مقدار بذور ارقام تحویلی به مراکز خرید جمع شد. در نهایت بر اساس سطوح زیر کشت هر رقم که توسط جی پی اس مساحی شده بود و هم‌چنین میزان تولید محصول در مزارع نمایشی، عملکرد دانه ارقام به تفکیک هر شهرستان مشخص شد. برای بررسی اثر میزان بارندگی سالیانه در بر عملکرد ارقام آمار بارندگی سالانه سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵، ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در مقایسه با میانگین بلند مدت بارندگی در مناطق مورد بررسی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱- نام، منشاء، سال معرفی، تیپ رشد و مناطق قابل کشت ارقام گندم دیم جدید معرفی شده

رقم	تیپ رشد	سال معرفی	منشاء	مناطق قابل توصیه برای کشت
آذر ۲	زمستانه	۱۳۷۸	ایران	سرد و معتدل سرد
اوحدی	زمستانه	۱۳۸۹	ایران	سرد و معتدل سرد
هما	زمستانه	۱۳۸۸	ایران	سرد و معتدل سرد
باران	زمستانه	۱۳۹۳	ترکیه-سیمیت-ایکاردا	سرد و معتدل سرد
واران	زمستانه	۱۳۹۷	ایران	سرد و معتدل سرد
صدرا	زمستانه	۱۳۹۶	ایران	سرد و معتدل سرد
ریژاو	بینابین	۱۳۹۰	ترکیه-سیمیت-ایکاردا	معتدل سرد
ساجی	بینابین	۱۳۸۸	ایکاردا	معتدل سرد
پرآو	زمستانه	۱۳۹۶	ترکیه-سیمیت-ایکاردا	معتدل سرد (دیم) و آبیاری تکمیلی

جدول ۲- عملیات زراعی توصیه شده به کشاورزان در مزارع نمایشی

اقلیم	ارقام	تاریخ کاشت	عمق کاشت	میزان بذر	کود مصرفی	نوع کارنده	طبقه بذری	تناوب
سرد (بیجار، قروه، دهگلان، دیواندره، سنندج، سقز)	آذر ۲، باران، اوحدی، هشترو، واران، صدرا، هما و سرداری (شاهد)	قبل از شروع بارندگی های موثر پاییزه از اول تا آخر مهر	۴-۶ سانتی متر و برای رقم آذر ۲ حداکثر چهار سانتی متر	۴۰۰-۴۵۰ دانه در متر مربع بر اساس وزن هزار دانه	مصرف تمام یا دو سوم اوره در پاییز به میزان ۱۳۰ کیلو گرم در هکتار، مصرف ۳۰ کیلو گرم فسفات هم زمان با کاشت و محلول پاشی با عناصر ریز مغذی در مرحله پنجه زنی یا ساقه دهی	کارنده بهبود یافته از نوع دو مخزنه با قابلیت جایگذاری کود در زیر بذر حداقل به مقدار سه سالتی متر	گواهی شده و یا خود مصرفی ضد عفونی شده (علافه)، در غیر این صورت گندم-آیش	ترجیحاً گندم (نخود)، دیواندره، سنندج، سقز
معتدل سرد (کامیاران)	آذر ۲، باران، اوحدی، هشترو، واران، صدرا، هما، پرآو، ریژاو، ساجی و سرداری (شاهد)	قبل از شروع بارندگی های موثر پاییزه از پل زده مهر تا پانزده آبان	۳-۵ سانتی متر و برای رقم آذر ۲ حداکثر چهار سانتی متر	۳۵۰-۴۰۰ دانه در متر مربع بر اساس وزن هزار دانه	مصرف تمام یا دو سوم اوره در پاییز به میزان ۱۳۰ کیلو گرم در هکتار، مصرف ۳۰ کیلو گرم فسفات هم زمان با کاشت و محلول پاشی با عناصر ریز مغذی در مرحله پنجه زنی یا ساقه دهی	کارنده بهبود یافته از نوع دو مخزنه با قابلیت جایگذاری کود در زیر بذر حداقل به مقدار سه سالتی متر	گواهی شده و یا خود مصرفی ضد عفونی شده (علافه)، در غیر این صورت گندم-آیش	ترجیحاً گندم (کامیاران)، دیواندره، سنندج، سقز

جدول ۳- میزان بارندگی سالانه (میلی متر) در شهرستان های مختلف در سال های زراعی ۱۳۹۵-۹۸

شهر	۱۳۹۵-۹۶	۱۳۹۶-۹۷	۱۳۹۷-۹۸	میانگین بلند مدت
سقز	۴۰۳	۵۱۹	۵۹۱	۴۳۸
دیواندره	۳۲۴	۳۹۴	۵۴۰	۳۷۶
قروه	۲۷۰	۳۷۵	۴۴۵	۳۳۳
بیجار	۳۱۴	۳۵۳	۴۰۲	۳۳۲
دهگلان	۳۰۴	۳۶۷	۴۷۷	۳۴۵
سنندج	۳۰۹	۴۱۶	۵۴۴	۳۸۰
کامیاران	۴۹۲	۶۱۱	۸۷۷	۵۰۳
میانگین	۳۴۵	۴۳۴	۵۵۴	۳۸۷

نتایج و بحث

نتایج بررسی در مزارع نمایشی مناطق سرد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ که شرایط بسیار سختی بر دیم‌زارهای مناطق سرد از لحاظ میزان بارندگی و سرما حاکم بود، بیانگر اختلاف چشمگیر عملکرد ارقام جدید نسبت به رقم سرداری بود (جدول ۴). در این سال در شهرستان‌های سقز، دیواندره و قروه میزان بارندگی به ترتیب برابر ۴۰۳، ۳۲۴ و ۲۷۰ میلی‌متر بود که نسبت به میانگین بلندمدت به ترتیب ۳۵، ۵۲ و ۶۳ میلی‌متر کاهش نشان داد (جدول ۳) ضمن اینکه اکثر بارندگی‌ها طی زمستان اتفاق افتاد و در بهار که مصادف با شروع فاز خطی رشد گندم در این مناطق است بارندگی فقط در فروردین اتفاق افتاد و ماه‌های اردیبهشت و خرداد عملاً بدون بارندگی بودند، لذا گیاهان در همان مراحل اولیه رشد تنش خشکی را تجربه کردند. در این سال علاوه بر تنش خشکی، یخبندان اول فصل، یکی دیگر از عوامل محدود کننده تولید بود به طوری که بلافاصله پس از نزول باران‌های موثر پاییزه، بروز یخبندان ناگهانی در بعضی از مناطق سرد سبب شد تا گیاهچه‌های جوان دچار آسیب شده و به همین لحاظ تراکم گیاه در واحد سطح کاهش یافت. با وجود این عوامل محدود کننده، ارقام جدید گندم برتری خود را در مقایسه با رقم سرداری در این شرایط سخت نشان دادند به طوری که رقم واران با متوسط عملکرد ۱۲۲۳ کیلوگرم دانه در هکتار نسبت به رقم

سرداری با متوسط عملکرد ۸۰۵ کیلوگرم دانه در هکتار، دارای برتری ۳۵ درصدی از لحاظ عملکرد دانه بود (جدول ۵).

همچنین رقم باران با متوسط عملکرد ۱۰۶۷ کیلوگرم دانه در هکتار از برتری ۳۲ درصدی نسبت به سرداری برخوردار بود. برتری ارقام باران و یا اوحدی نسبت به رقم سرداری در سایر مناطق سرد کشور توسط روستایی و همکاران (۳ و ۴) نیز گزارش شده است. به عنوان مثال روستایی و همکاران (۳) در بررسی عملکرد رقم باران در مزارع آنفارم در شهرستان‌های هشترود و اهر در مناطق سرد آذربایجان شرقی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ گزارش کردند که رقم باران نسبت به آذر ۲ دارای ۲۶ درصد افزایش عملکرد بود. در همان سال در مزارع ترویجی شهرستان مراغه نیز رقم باران نسبت به سرداری دارای برتری ۹۰۰ کیلوگرمی در هکتار بود. در مجموع می‌توان گفت سازگاری عمومی رقم باران در دامنه متفاوتی از شرایط اقلیمی، نسبت به بقیه ارقام مورد بررسی بیش تر بود.

در منطقه معتدل سرد نیز که میزان بارندگی در حد نرمال بود (جدول ۳) مشاهده شد که تمامی ارقام نسبت به آذر ۲ (رقم غالب منطقه) با عملکرد ۱۷۳۱ کیلوگرم دانه در هکتار، افزایش عملکرد داشتند (جدول ۶). بیشترین عملکرد دانه در رقم واران با تولید ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در رقم اوحدی با تولید ۱۹۱۹ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۶). بعد از رقم واران، رقم باران دارای بیشترین

رقمی مانند اوحدی با سرداری ۱۳ درصد بود در حالی که در سال دوم با بارندگی بیشتر میزان افزایش عملکرد دانه رقم اوحدی نسبت به سرداری به پنج درصد کاهش یافت.

در منطقه معتدل سرد کامیاران با میزان بارندگی ۶۱۱ میلی متر برخلاف مناطق سرد مشاهده شد که دامنه اختلاف عملکرد ارقامی مانند سرداری و هما با بقیه ارقام بسیار قابل توجه بود (جدول ۶). در این شهرستان عملکرد رقم سرداری ۱۸۱۳ کیلوگرم در هکتار و تقریباً شبیه مناطق سرد استان بود در حالی که میزان بارندگی و شرایط دمایی در این شهرستان با بقیه شهرستان‌های مناطق سرد تفاوت معنی داری داشته و بسیار مطلوب تر از این مناطق بود. این امر ناشی از ورس ارقام سرداری و هما در شهرستان کامیاران بر اثر بارندگی زیاد بود که سبب کاهش وزن دانه شد. حساسیت به ورس و در نتیجه کاهش وزن دانه به عنوان یک ضعف اساسی در رقم سرداری توسط روستایی و همکاران (۲۱) و سی و سه مرده و همکاران (۲۳) نیز گزارش شده است. از آنجایی که بیشتر سطح زیر کشت گندم دیم این شهرستان، رقم آذر ۲ است حتی اگر این رقم را که عملکرد ۲۳۸۶ کیلوگرم در هکتار داشت به عنوان شاهد در نظر بگیریم تمام ارقام مورد بررسی غیر از ارقام سرداری، هما و ساجی از عملکرد بیشتری نسبت به آذر ۲ برخوردار بودند. بیشترین افزایش عملکرد مربوط به رقم ریژاو به میزان ۳۱ درصد و کمترین افزایش متعلق به رقم پراو به میزان ۵

اختلاف عملکرد با رقم شاهد آذر ۲ بود. رقم ریژاو به دلیل حساسیت به سرمای زمستانه در بعضی از مناطق مرتفع شهرستان کامیاران، دچار آسیب شده و لذا عملکرد آن کاهش یافت. در بررسی‌های حق پرست و همکاران (۱) این رقم نسبت به سرمای دیررس بهاره مقاوم تر از سرداری و آذر ۲ ولی نسبت به سرماهای زمستانه حساس تر از این ارقام گزارش شده است.

سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ سال بسیار مناسبی برای شرایط دیم استان بود و در مجموع بارندگی‌ها از لحاظ فراوانی و توزیع بسیار مناسب بودند. متوسط دمای اسفند و فروردین بالاتر از میانگین بلندمدت بود و در مجموع شرایطی فراهم شد تا عملکرد اکثر ارقام به پتانسیل واقعی خود نزدیک شود. در این سال، سطحی معادل ۱۶۵۰۰ هکتار از اراضی گندم دیم استان زیر پوشش پروژه قرار گرفت و بالغ بر ۱۰۴۶ بهره بردار در کشت مزارع نمایشی مشارکت کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که باز هم رقم باران با میزان عملکرد ۲۲۸۳ کیلوگرم دانه در هکتار نسبت به سرداری با عملکرد دانه ۱۹۸۲ کیلوگرم در هکتار ۱۵ درصد افزایش عملکرد نشان داد (جدول ۵) در حالی که در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ این میزان افزایش برابر ۲۸ درصد بود. این نشان می‌دهد که نسبت به سال‌های با درجه سختی بیشتر مثل سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ فاصله عملکردی ارقام جدید با رقم سرداری در مناطق سرد، کمتر بود. به عنوان مثال در سال اول پروژه فاصله عملکردی

وقوع بارندگی‌ها به ویژه در ماه‌های اسفند و فروردین در مجموع عملکرد ارقام وضعیت مناسبی نداشت. با این وجود کلیه ارقام جدید نسبت به سرداری با عملکرد ۱۴۳۲ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد داشتند. در این سال، ارقام واران، باران، اوحدی و آذر ۲ به ترتیب با عملکرد ۱۷۶۲، ۱۶۴۱، ۱۵۱۴ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، در رتبه‌های بالاتر افزایش عملکرد نسبت به سرداری قرار گرفتند (جدول ۵).

درصد بود. بعد از رقم ریژا، ارقام واران و اوحدی به ترتیب از افزایش ۲۳ و ۱۶ درصدی نسبت به آذر ۲ برخوردار بودند (جدول ۶). افزایش عملکرد دانه رقم ریژا نسبت به آذر ۲ در مزارع مختلف و در شرایط زارعین استان کرمانشاه نیز گزارش شده است (۲ و ۱۹). سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اگرچه از نظر میزان بارندگی وضعیت مطلوبی داشت ولی به دلیل عدم تطابق درجه حرارت مناسب رشد با زمان

جدول ۴- مقادیر سطح و عملکرد دانه ارقام گندم در مزارع کشاورزان مناطق سرد استان کردستان طی سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ تا ۹۸-۱۳۹۷

شهرستان	سال	رقم گندم					عملکرد / سطح
		سرداری	آذر ۲	هما	واران	اوحدی	
بیجار	۹۷-۱۳۹۶	۹۳۰	۶۶۰	۴۸۳	۶/۲	۴۰	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۸-۱۳۹۷	۹۳۶۹	۷۵۳	۱۷۷۴	۰	۴۴/۵	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۶-۱۳۹۵	۲۶	۳۲	۱۵	۱	۱۱	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
قروه	۹۷-۱۳۹۶	۹۲۷±۲۹۶	۹۸۹±۲۴۱	۱۰۶۲±۲۳۷	۸۴۵±۱۵۵	۹۲۱±۲۹۶	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۸-۱۳۹۷	۵۵۳۷	۵۲۴۷	۱۲۸۸	۲۰	۲۱۴	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۷-۱۳۹۶	۹۵۰	۱۷۶۲	۶۱۶	۷/۱	۷۰	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
سندج	۹۷-۱۳۹۶	۱۳۱۸	۳۵۱	۱۰۱	-	۱۷	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۸-۱۳۹۷	۲۴۵	۷۴	۳۵	۱۲	۰	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۷-۱۳۹۶	۱۱۶۹±۲۶۳	۱۳۰۶±۱۸۴	۱۴۴۴±۵۲	۱۷۴۶±۲۶۳	۰	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
دهگلان	۹۷-۱۳۹۶	۱۳۰	۶۳۰	۸۸	۹/۲	۳۰	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۸-۱۳۹۷	۲۰۲۸	۷۵۰۹	۲۱۵۰	۳۴۲	۲۱	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۶-۱۳۹۵	۱۲	۵	۱	۱	۵	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
سفر	۹۷-۱۳۹۶	۱۸۸۳	۶۷۱	۳۸۶/۴	۱/۹	۵۴	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۸-۱۳۹۷	۴۱۵۷	۱۵۳۳	۱۳۶۹	۳۸	۱۷۷	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۶-۱۳۹۵	۱۶	۲۷	۱۵	-	۱۲	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
دیواندره	۹۷-۱۳۹۶	۱۸۸۳	۶۸۷	۲۴۴	۱۱	۸۴	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۸-۱۳۹۷	۶۰۸	۳۴۹	۳۰۲	۶۵	۱۵۱	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
	۹۶-۱۳۹۵	۶۰۸±۱۶۸	۵۸۱±۱۶۳	۵۹۹±۱۸۶	-	۸۱۰±۳۵۰	سطح (هکتار) عملکرد (کیلوگرم در هکتار)

جدول ۵- متوسط عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ارقام در مناطق سرد استان کردستان طی سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ تا ۹۸-۱۳۹۷

ارقام گندم						
سال زراعی	سرداری	آذر ۲	هما	واران	اوحدی	باران
۱۳۹۵-۹۶	۸۰۵±۳۳۵	۸۸۹±۴۰۴	۹۵۲±۴۴۰	۱۲۲۳±۳۸۱	۱۰۶۱±۳۸۸	۱۰۶۷±۳۵۳
۱۳۹۶-۹۷	۱۹۸۲±۱۷۰	۲۰۵۷±۲۶۲	۲۰۴۷±۲۲۳	۲۲۲۳±۵۶۱	۲۰۷۲±۲۲۶	۲۲۸۳±۲۶۱
۱۳۹۷-۹۸	۱۴۳۲±۲۳۸	۱۵۰۰±۱۴۹	۱۴۹۱±۹۸	۱۷۶۲±۱۶۰	۱۵۱۴±۲۳۰	۱۶۴۱±۲۴۳
میانگین	۱۴۰۷±۴۸۰	۱۴۸۱±۴۷۷	۱۴۹۶±۴۴۷	۱۷۳۶±۴۰۹	۱۵۴۹±۴۱۳	۱۶۶۴±۴۹۶

در مجموع برتری ارقام باران و واران نسبت به رقم سرداری در اکثر شهرستان‌های استان مشاهده شد که نشان از سازگاری عمومی بالای این ارقام دارد (جدول ۴). در واقع این ارقام توانستند برتری عملکرد خود را در اکثر نقاط و مزارع حفظ کنند. گلکاری و همکاران (۱۱) در بررسی ۲۴ لاین و رقم امید بخش گندم نان در ایستگاه‌های تحقیقاتی مناطق سرد و معتدل سرد کشور، گزارش کردند که لاین‌های پر محصول در اکثر ایستگاه‌های تحقیقاتی دارای برتری نسبت به شاهد بودند و لذا این ارقام دارای سازگاری عمومی زیادتری نسبت به سرداری می‌باشند.

در منطقه معتدل سرد (کامیاران) نیز داده‌های به دست آمده از مزارع زارعین نشان داد که تمامی ارقام جدید مورد کشت در مزارع نمایشی از ارقام سرداری و آذر ۲ که بخش وسیعی از اراضی تحت کشت این منطقه را پوشش می‌دهند محصول بیشتری تولید کردند. متوسط تولید این دو رقم به ترتیب برابر ۱۴۹۶ و ۱۸۳۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). در میان ارقام کشت شده در این شهرستان، رقم واران با

عملکرد ۲۵۱۵ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان اختلاف با ارقام سرداری و آذر ۲ به ترتیب به میزان ۱۰۱۹ و ۶۸۴ کیلوگرم در هکتار بود. پس از آن ارقام ریژاو، پرآو و ساجی به ترتیب دارای افزایش عملکردی معادل ۱۶، ۱۰، ۹ درصد نسبت به رقم آذر ۲ بودند. حق پرست و همکاران (۱) برتری رقم ریژاو را در مجموع مزارع تحقیقاتی و شرایط زارعین نسبت به ارقام آذر ۲ و سرداری به ترتیب برابر ۱۴ و ۱۶ درصد گزارش کردند. محمدی و حق پرست (۱۹) در بررسی پنج لاین امید بخش گندم در آزمایش‌های آنفارم در شهرستان‌های هرسین، سرفیروز آباد، روانسر و بیستون دریافتند که لاین PATO/CAL/3/7C//BB/CNO/5/CAL//C NO که بعداً به عنوان ریژاو نام گذاری شد (۲) نسبت به ارقام سرداری و آذر ۲ هم از لحاظ عملکرد دانه و هم از لحاظ شاخص‌های پایداری برتر بود. کریسپو هیرا و همکاران (۷) گزارش کردند که سود ژنتیکی سالانه ارقام پیشرفته سیمیت نسبت به واریته آتیلا که در سطح وسیع کشت می‌شود از ۰/۳۱ تا ۲/۷ درصد متغیر بود

برتری معنی‌داری نسبت به شاهد‌ها داشت. اگرچه در برخی مطالعات ارقام با پتانسیل بالای عملکرد، لزوماً ممکن است برای همه محیط‌ها مناسب نبوده و پایداری ضعیفی داشته باشند (۹ و ۲۲) ولی در این بررسی مشخص شد ارقام معرفی شده گندم نان توسط موسسه دیم برای مناطق سرد (ارقامی مانند باران، واران و اوحدی) ضمن افزایش عملکرد از پایداری بیشتری نیز نسبت به رقم سرداری برخوردار بودند (۳ و ۴). نتایج همچنین نشان داد که در منطقه کامیاران، ارقام باران و واران دارای بیشترین فراوانی حداکثر تولید در میان ارقام برخوردار بودند. از آنجا که بین ارقام برتر آزمایش از جمله باران و واران در بعضی از شهرستان‌ها و در بعضی از سال‌ها تفاوت‌هایی وجود داشت لذا برای کاهش ریسک تولید، لازم است ترکیبی از ارقام همواره مد نظر باشد و هر کشاورز نسبت به کاشت چندین رقم برتر در مزرعه خود اقدام کرده و به کشت یک رقم بسنده نکند. یکی از روش‌های توسعه تنوع ژنتیکی و افزایش پایداری تولید گندم استفاده از واریته‌های متعدد در جریان تولید محصول است. با این روش در صورت کاهش عملکرد یکی از ارقام، یک یا چند رقم دیگر می‌توانند جبران این کاهش را نموده و لذا سود خالص کشاورزان دیم‌کار، کمتر دچار کاهش می‌شود. به همین دلیل است امروزه در بعضی از کشورها کشاورزان از توده‌های محلی و یا از مخلوط واریته‌ها به منظور کاهش ریسک تولید در اراضی کم‌بازده و یا

درحالی که همین ارقام نسبت به واریته‌های محلی دارای سود ژنتیکی ۰/۴۱ تا ۱ درصد بودند. به‌طور کلی در شهرستان‌های مختلف استان و در مناطق سرد و مرتفع با شدت‌های مختلفی از تنش‌های محیطی از جمله سرما و خشکی و همچنین نوسانات زیاد اقلیمی، ارقام جدید نسبت به رقم سرداری دارای افزایش عملکرد بودند. این افزایش از پنج درصد در رقم آذر ۲ تا ۲۳ درصد در رقم واران متغیر بود (جدول ۵). رقم باران هم جزو ارقام برتر آزمایش بود و در مجموع ۱۸ درصد نسبت به سرداری افزایش عملکرد داشت. از میان ارقام مورد بررسی ارقامی مانند باران و واران در تمامی سال‌ها و در اغلب مناطق دارای افزایش عملکرد پایداری نسبت به رقم سرداری بودند که نشان از پایداری این ارقام دارد (۳). در واقع نتایج این بررسی نشان داد که ارقامی که در شرایط ایستگاه‌های تحقیقاتی نسبت به رقمی مانند سرداری برتری داشتند در شرایط زارعین نیز توانستند این قابلیت خود را حفظ کنند. این نتیجه با نتایج جوشی و همکاران (۱۶) که در آن طی یک بررسی دو ساله در ایالت‌های پنجاب و سند پاکستان هشت رقم گندم دیم را در آزمایش‌های انتخاب مشارکتی ارقام (Participatory varieties Selection) در بیش از ۳۴۵ مزرعه زارعین مناطق مورد نظر، کشت کرده و آن را با شاهد‌های هر منطقه مقایسه کردند، مغایرت دارد. در آزمایش این محققان فقط یک رقم از ارقام مورد بررسی در هر دو سال آزمایش

استقبال کشاورزان قرار گرفته‌اند (جدول ۶). لذا چنانچه بذر گواهی شده این ارقام جدید تامین شود سطح زیر کشت آنها در استان کردستان توسعه پیدا کرده و می‌توانند جایگزین ارقام قدیمی تر شوند.

توصیه ترویجی

از آنجا که زراعت دیم یک زراعت وابسته به باران است و تغییرات اقلیمی نقش عمده‌ای در میزان تولیدات دیم دارد لذا ناپایداری همواره میزان تولید را در این سیستم تهدید می‌کند. توسعه تنوع ژنتیکی یکی از ارکان پایداری بوده و کمک می‌کند که کشاورز دیم کار همواره یک درآمد اقتصادی مقرون به صرفه داشته باشد. وجود ارقام مختلف گندم دیم در کشور نشانگر پتانسیل لازم برای توسعه تنوع ژنتیکی در اراضی دیم است. بر اساس بررسی انجام شده در مزارع کشاورزان مناطق سرد استان کردستان مشخص شد که ارقام واران و باران هر دو دارای اختلاف عملکردی به ترتیب معادل ۳۲۹ و ۲۵۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد سرداری بودند و برای کاشت و جایگزینی با رقم سرداری در این منطقه توصیه می‌شوند. در منطقه معتدل سرد استان (شهرستان کامیاران) نیز ارقام واران، ریژاو، اوحدی و باران به ترتیب دارای اختلاف عملکردی معادل ۸۳۷، ۳۳۹، ۲۱۳ و ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم شاهد آذر ۲ بودند و برای جایگزینی با رقم آذر ۲ در این منطقه پیشنهاد می‌شوند.

سیستم‌های کم نهاده استفاده می‌کنند (۸ و ۱۰). در منطقه معتدل سرد استان نیز که غالباً رقم آذر ۲ کشت می‌شود بازهم مشاهده شد که ارقام واران، ریژاو، اوحدی، باران و پرآو به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۲۸۲۰، ۲۳۲۲، ۲۱۹۶، ۲۱۹۶ و ۲۱۹۳ کیلوگرم دانه در هکتار دارای ۴۲، ۱۷، ۱۱، ۱۱ و ۱۱ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد آذر ۲ با عملکرد دانه ۱۹۸۳ کیلوگرم در هکتار بودند (جدول ۶). نتایج به دست آمده از کاشت ارقام هما و سرداری در مزارع نمایشی این منطقه نشان داد که به دلیل بارندگی زیاد و همچنین حساسیت شدید این ارقام به ورس میزان تولید آنها در پایین‌ترین حد بوده و لذا کاشت این ارقام در منطقه کامیاران توصیه نمی‌شود.

در ارزیابی روند توسعه این ارقام مشخص شد که بعضی از ارقام مانند باران و واران که در اوایل معرفی در سطح بسیار محدودی کشت شدند، در سال سوم سطوح بیش‌تری را به خود اختصاص دادند. به‌عنوان مثال رقم باران در شهرستان سقز و در اولین سال مطالعه، فقط در سطح ۲ هکتار کشت شد اما در سال سوم آزمایش سطح زیر کشت این رقم به ۶۳۴ هکتار رسید. همچنین در شهرستان قروه سطح زیر کشت این رقم از پنج هکتار در سال اول آزمایش به ۹۴۲ هکتار در سال سوم رسید (جدول ۴). نتایج بررسی‌ها در شهرستان کامیاران نیز نشان داد که ارقام جدید باران، ریژاو و اوحدی به خوبی مورد

جدول ۶- سطح زیر کشت و عملکرد دانه ارقام گندم در مزارع کشاورزان مناطق معتدل سرد استان کردستان طی سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۵

ارقام گندم											
شهر	سال	سطح/عملکرد	پراو	ساجی	ریژاو	سرداری	آذر	هما	واران	اوحدی	باران
کامیاران	۱۳۹۵-۹۶	سطح (هکتار)	۴	۱۷	۱۳	-	۴۵	۱۰	۲	۱۳	۴
		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۲۰۵۱	۱۵۸۴	۱۷۲۴	-	۱۷۳۱	۱۴۰۰	۳۰۰۰	۱۹۱۹	۲۱۸۱
	۱۳۹۶-۹۷	سطح (هکتار)	۳۱	۴۶	۹۱	۱۰۳	۱۰۲۳	۱۳۲	۱۴	۲۷	۷۸
		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۲۵۰۶±۵۳۲	۲۳۶۱±۵۰۸	۳۱۲۰±۹۰۸	۱۸۱۳±۱۲۶	۲۳۸۶±۹۲۵	۲۱۸۹±۳۸۵	۲۹۴۴±۵۱۵	۲۷۵۵±۴۵۰	۵۸۹±۲۵۳۶
	۱۳۹۷-۹۸	سطح (هکتار)	۶۶	۴۶	۱۹۹	۵۳۸	۲۱۶۹	۱۹۷	۳۶	۱۳۱	۴۵۲
		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۲۰۲۲±۳۴۲	۱۹۸۹±۳۵۴	۲۱۲۳±۲۶۵	۱۴۹۶±۵۱۹	۱۸۳۱±۵۷۱	۱۹۵۶±۴۱۴	۲۵۱۵±۵۹۷	۱۹۱۳±۲۷۶	۱۸۷۰±۴۵۲
		میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۲۱۹۳±۲۷۱	۱۹۷۸±۳۸۸	۲۳۲۲±۷۱۹	۱۶۵۵±۲۲۴	۱۹۸۳±۳۵۲	۱۸۴۸±۴۰۵	۲۸۲۰±۲۶۵	۲۱۹۶±۴۸۴	۲۱۹۶±۳۳۳

منابع

- ۱- حق پرست، ر.، رجبی، ر.، صادق زاده اهری، د.، روستایی، م.، آقایی سربرزه، م. و مهدی پور سیاه‌بیدی، م. ۱۳۹۶. گندم ریژاو (مناسب برای شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در مناطق معتدل). نشریه ترویجی. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی، معاونت ترویج سازمان تات، ۶ صفحه.
- ۲- حق پرست، ر.، رجبی، ر.، روستایی، م.، آقایی سربرزه، م.، احمدی، م. م. و پورسیاه‌بیدی، م. ۱۳۹۲. ریژاو، رقم جدید گندم نان برای کاشت در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در مناطق معتدل سرد ایران. مجله به‌نژادی نهال و بذر، (۲): ۲۹-۴۰۱-۴۰۳.
- ۳- روستایی، م.، حسن پور حسنی، م.، زادحسن، ا.، صادق زاده، د. و صادق زاده، ب. ۱۳۹۳. باران، رقم جدید گندم نان زمستانه برای کاشت در دیم‌زارهای مناطق سرد و معتدل کشور. نشریه علمی-ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، (۴): ۲۳۳-۲۴۲.
- ۴- روستایی، م.، ارشد، ی.، صادق زاده اهری، د.، حسنپور حسنی، م. و زادحسن، ا. ۱۳۹۰. ۱. اوحدی، رقم جدید گندم نان برای کاشت در مناطق سرد سیر و معتدل سرد دیم ایران. مجله به‌نژادی نهال و بذر، (۱): ۱۲۵-۱۲۷.
- ۵- نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۷۷. زراعت غلات، جلد اول، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۶۸ صفحه.
6. Azumah, S. B., Donkoh, S. A. and Awuni, J. A. 2018. The perceived effectiveness of agricultural technology transfer methods: Evidence from rice farmers in Northern Ghana. *Cogent Food & Agric.* 4:1-11.
7. Crespo-Herrera, L. A., Crossa, J., Huerta-Espino, J., Autrique, E., Mondal, S., Velu, G., Vargas, M., Braun, H. J. and Singh, R. P. 2017. Genetic yield gains in CIMMYT's international elite spring wheat yield trials by modeling the genotype × environment interaction. *Crop Sci.* 57:789-801.
8. Dawson, J. C., Murphy, K. M. and Jones, S. S. 2008. Decentralized selection and participatory approaches in plant breeding for low-input systems. *Euphytica* 160:143-154.
9. Fufa, F., Grando, S., Kafawin, O., Shakhatreh, Y. and Ceccarelli, S. 2010. Efficiency of farmers' selection in a participatory barley breeding program in Jordan. *Plant Breed.* 129: 156-161.
10. Goldringer, I., Serpolay, E., Rey, F. and Costanzo, A. 2017. Varieties and populations for on-farm participatory plant breeding. *DIVERSIFOOD Innovation Factsheet 2*; 2017. Available online: <http://www.diversifood.eu>.
11. Golkari, S., Hagparast, R., Roohi, E., Mobasser, S., Ahmadi, M. M., Soleimani, K., Khalilzadeh, G., Abedi Asl, G. and Babaei, T. 2016. Multi-environment evaluation of winter bread wheat genotypes under rainfed conditions of Iran-using AMMI model. *Crop Breed. J* 6(2):17-31.
12. Griely, W. 1994. Farmer-to-farmer transfer of new crop varieties: an empirical analysis on small farmers in Uganda. *Agric. Econ* 11: 43-49.

13. **Hossain, M. 2012.** Rice varietal diversity, milling, and cooking in Bangladesh and Eastern India: A synthesis. In: M. Hossain, W. M. H. Jaim, T. R. Paris, and B. Hardy. (eds.) Adoption and diffusion of modern rice varieties in Bangladesh and Eastern India, Los Banos, Philippines: International Rice Research Institute. Pp 1-14.
14. **Hossain, M. and Jaim, W. M. H. 2012.** Diversity, spatial distribution, and the process of adoption of improved rice varieties in Bangladesh. In: M. Hossain, W. M. H. Jaim, T. R. Paris, and B. Hardy (eds.) Adoption and diffusion of modern rice varieties in Bangladesh and Eastern India, Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute. Pp 15-30.
15. **Javed, M. I., Mahmood, A., Hussain, M. and Ahmad, G. 2015.** Impact of wheat breeding research of Ayub Agricultural Research Institute (AARI) Faisalabad, 33. Faisalabad, Pakistan: Ayub Agricultural Research Institute (AARI) Faisalabad.
16. **Joshi, K. D., Rehman, A. U., Ullah, G., Nazir, M. F., Zahara, M., Akhtar, J., Muhammad, K., Amanullah, B., Jaleelullah, K., Ehsan, E., Attaullah, K., Muhammad, S. and Muhammad, I. 2017.** Acceptance and competitiveness of new improved wheat varieties by smallholder farmers. *J. Crop. Improv* 31(4): 608-627.
17. **Joshi, K. D. and Witcombe, J. R. 2002.** Participatory varietal selection in rice in Nepal in favorable agricultural environments – A comparison of two methods assessed by varietal adoption. *Euphytica* 127:445-58.
18. **Lantican, M. A., Braun, H. J., Payne, T. S., Singh, R., Sonder, K., Baum, M., Ginkel, M. V. and Erenstien, O. 2016.** Impact of international wheat improvement research 1994-2014. Mexico, DF: International Maize and Wheat Improvement Program. CIMMYT Institutional Multimedia Publications Repository. <http://repository.cymmyt.org/>
19. **Mohammadi, R. and Haghparast, R. 2011.** Evaluation of promising rainfed wheat breeding lines on farmers' fields in the west of Iran. *Int. J. Plant. Breed* 5 (1): 30-36.
20. **Ray, D. K., Gerber, J. S., MacDonald, G. K., and West, P. C. 2015.** Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nat. Commun.* 1-9. DOI: 10.1038/ncomms6989
21. **Roostaei, M., Jalal Kamali, M. R., Roohi, E. and Mohammadi, R. 2018.** Evaluation of Sardari bread wheat ecotypes under the rainfed cold conditions of Iran. *J. Agric. Sci.* 156: 504-514.
22. **Sharma, R. C., Morgounov, A. I., Braun, H. J., Akin, B., Keser, M., Bedoshvili, D., Bagci, A., Martius, C. and van Ginkel, M. 2010.** Identifying high yielding stable winter wheat genotypes for irrigated environments in central and west Asia. *Euphytica* 171:53-64.
23. **Siosemardeh, A., Osmani, Z., Bahramnejad, B., Vahabi, K. and Roohi, E. 2012.** Identification of AFLP marker associated with stress tolerance index in sardari wheat ecotypes. *JAST* 14: 629-643.
24. **Walker, T. S., Alwang, J., Alene, A., Ndjunga, J., Labarta, R., Yizgezu, Y., Diangne, A., Andrade, R., Andriatsitona, R. M., De Groote, H., Mauch, K., Yirga, C., Simotowe, F., Katungi, E., Jogo, W., Jaleta, M., Pandey, S. and Kumara. D. C. 2015.** Varietal adoption, outcomes and impact. In T. S. Walker, and J. Alwang, (eds.). Crop improvement, adoption, and impacts of improved varieties in food crops in Sub Saharan Africa, Wallingford, UK: CGIAR and CABI. Pp 388-405.