شناسه دیجیتال (DOI) : 10.22092/idaj.2021.352329.322

اثر پرایمینگ بذر بر شاخص برداشت، عملکرد دانه و اجزاء آن در سه رقم گندم دیم

کیانوش صفری[۱]، یوسف سهرابی*[۲]، عادل سی‌وسه مرده[۲]، شهریار ساسانی[۳]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۳- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمارهای پرایمینگ‌بذر بر عملکرد و اجزای آن در سه رقم گندم نان ریژاو، سرداری و کریم آزمایشی دو ساله در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی (کرمانشاه) به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. تیمار پرایمینگ‌بذر شامل، پرایمینگ هورمونی (جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۲۴- اپی براسینولید ۱ میلی‌گرم بر لیتر)، اسموپرایمینگ (کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر و پلی‌اتیلن گلیکول (PEG_{4000}) با پتانسیل‌های ۲/۳- و ۲/۹- بار)، پرایمینگ‌غذایی (سولفات روی آبدار با ۰/۱ و ۰/۳ درصد وزنی- حجمی، اوره ۲ و ۴ گرم در لیتر، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و یک سطح هیدروپرایمینگ‌بذر با آب مقطر یک‌بار تقطیر شده و شاهد بدون پرایمینگ مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، تیمارهای پرایمینگ با اوره ۴ گرم در لیتر، سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار دارای بیشترین میانگین عملکرد دانه بودند. نتایج دو ساله نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد دانه از رقم ریژاو و تیمار پرایمینگ‌بذر با اوره ۴ گرم در لیتر بدست آمد که برابر ۲۸۰۱/۴ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین عملکرد زیستی مربوط به ترکیب تیماری رقم سرداری × اوره ۴ گرم در لیتر (۸۲۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار) بود. بیشترین وزن هزاردانه (۳۹/۵ گرم) در رقم سرداری × سولفات روی ۰/۳ درصد حاصل شد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با سولفات روی آبدار۰/۳ درصد، اوره ۴ گرم در لیتر و کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، اوره ۲ گرم در لیتر وجود داشت. بر اساس نتایج بدست آمده، تیمارهای اوره ۴ گرم در لیتر، سولفات روی ۰/۳ درصد و آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار به‌عنوان تیمارهای مناسب پرایمینگ‌بذر قابل توصیه شرایط استان کرمانشاه هستند.

واژه‌های کلیدی: ۲۴- اپی براسینولید، اوره، تعداد سنبله، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، جیبرلیک اسید

مقدمه

* نگارنده مسئول: *sohrabi_yousef@yahoo.com* تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۴

در مناطق خشک جوانه‌زنی به‌صورت نامنظم و در یک دوره زمانی طولانی و گسترده صورت می‌گیرد (Mahmoudieh Cham Piri and Aboutalebian., 2020) و به دلیل استقرار ضعیف گیاهچه، تولید غلات محدود می‌شود (Jones and Wanbi, 1992)، جوانه‌زنی و استقرار مطلوب گیاه در مناطق خشک و نیمه‌خشک و مدت زمان بین کاشت تا استقرار گیاهچه، اثرات قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد مزرعه‌ای گیاهان زراعی دارد. با استفاده اصولی و علمی از روش تیمارهای پیش از کاشت بذر می‌توان وضعیت زراعت و تولید بسیاری از محصولات را بهبود بخشید (عیسوند و همکاران، ۱۳۸۷).

جوانه‌زنی به‌عنوان اولین مرحله نموی گیاه، یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زیستی گیاهان و یک فرآیند کلیدی در سبز شدن گیاهچه است. یکی از راه‌های افزایش جوانه‌زنی استفاده از روش پرایمینگ بذر است. پرایمینگ بذر به اعمال تیمارهای رطوبتی قبل از کاشت روی بذر به‌منظور ارتقاء جوانه‌زنی و استقرار اولیه اطلاق می‌شود (صفری و همکاران، ۱۳۹۷). بذور پرایم شده آمادگی جوانه‌زنی و در ادامه استقرار مطلوب را در بستر خود کسب می کنند و وضعیت زیستی مناسبتری در مقایسه با بذور پرایم نشده دارند. چندین روش مختلف برای پرایمینگ بذر وجود دارند که از آن جمله می‌توان به اسموپرایمینگ (Osmo priming)، هیدروپرایمینگ (Hydropriming)، ماتریک پرایمینگ (Matric priming)، پرایمینگ هورمونی (Hormonal priming) و بیوپرایمینگ (Biopriming) اشاره کرد (عیسوند و همکاران، ۱۳۸۷). حداکثر کارآیی پرایمینگ‌بذر در اراضی کم‌بازده و تنش‌زا می‌باشد. اراضی کم‌بازده زمین‌هایی هستند که محصول استحصالی از آن‌ها ۴۰ درصد کم‌تر از میانگین عملکرد سایر مزارع است (Jalilian and Tavakkoli Afshari, 2004). بسیاری از اراضی زراعی کشاورزی در کشور با انواع تنش‌های کمبود آب، شوری و ... درگیر بوده و عملکرد اقتصادی در آنها تولید نمی‌شود. بذور پرایم شده به لحاظ متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و غیره، در وضعیت زیستی مناسب‌تری قرار دارند (Hsu *et al*., 2003)، برآیند این شرایط باعث می‌شود بذور مذکور به لحاظ اکوفیزیولوژیک شرایطی مطلوب‌تر داشته باشند و در شرایط تنش وضعیت گیاه زراعی را بهبود بخشند. هریس و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشات مقدماتی خود تشریح کردند که پرایمینگ‌بذر با سولفات روی (۰/۴ درصد) ۶۱۵ کیلوگرم در هکتار (۲۱ درصد) عملکرد دانه گیاهان زراعی را در مقایسه با بذرهای پرایم نشده افزایش داد. محققین در یک سری آزمایشات مزرعه‌ای گزارش کردند که پرایمینگ بذر، عملکرد گندم را ۱۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Harris *et al*., 2008). پرایمینگ‌بذر با کلریدپتاسیم و کلریدکلسیم خصوصیات کیفی دانه در کشت مستقیم بذر برنج را بهبود بخشید (Zheng *et al*., 2002). گزارش شده است که پرایمینگ بذر گندم با محلول ۴ درصد اوره بیشترین تاثیر را بر درصد جوانه‌زنی، طول و وزن

ریشه‌چه داشت (صفری و همکاران، ۱۳۹۸). تیمار قبل از کاشت بذور سورگوم و ارزن در محلول کود اوره (۷/۵ گرم در لیتر) باعث تسریع جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گردید (Rehman *et al.*, 2011). پرایمینگ‌بذر با آسکوربیک اسید روابط آب گیاه، محتوی کلروفیل، پایداری غشاء، فنولیک‌های محلول، محتوی پرولین آزاد برگ و محتوی آسکوربیک اسید همزمان با کاهش مالون‌دی‌آلدئید تحت شرایط خشکی و مطلوب را بهبود بخشید (Farooq *et al.*, 2012).

این تحقیق با هدف ارزیابی و مقایسه اثر تیمارهای پرایمینگ‌بذر انتخاب‌شده از مراحل قبلی (آزمایشگاهی و گلخانه‌ای) بر عملکرد دانه و اجزاء آن، عملکرد زیستی و شاخص برداشت گندم دیم تحت شرایط مزرعه‌ای در راستای انتخاب یک یا چند تیمار مناسب و برتر پرایمینگ، طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه با مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی، ۴۶ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۸۰ متر، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت سنگین تا خیلی‌سنگین (Silty Clay to Clay) بود (جدول ۱). متوسط بارندگی دراز مدت منطقه نیز ۳۶۱/۷ میلی‌متر می‌باشد. سایر مشخصات هواشناسی محل اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه گردیده است. بذور سه رقم گندم نان ریژاو، سرداری و کریم از معاونت تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه تهیه گردید. بذرهای سالم انتخاب و برای آزمایشات مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۳).

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بافت خاک محل آزمایش

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	واکنش گل اشباع (pH)	درصد کربن آلی (%O.C)	درصد ازت (%N)	فسفر P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg\ kg^{-1}$)	درصد رس (%Clay)	درصد سیلت (%Silt)	درصد شن (%Sand)	بافت خاک (Texture)
۳۰-۰	۷/۴۲	۱/۰۵	۰/۱	۴/۲	۳۰۲	۳۷	۴۸	۱۵	سیلتی کلی لوم

جدول ۲- ویژگی‌های آب و هوایی محل آزمایش (http://www.kermanshahmet.ir)

	متوسط بارندگی ماهیانه (میلی‌متر)											
	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
بلندمدت	۰/۱	۱/۵	۵/۳	۶۰/۲	۴۷/۲	۴۲	۶۱/۶	۴۵	۶۴/۹	۳۱/۴	۱	۱/۵
سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴	۰	۱	۵/۵	۲۳۲	۶۲/۲	۵۰	۷۷/۵	۸۷/۷	۱۶۲	۴۲/۶	۰	۰
سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵	۰	۰	۰	۳۰	۵/۵	۷۶/۵	۱۱۳/۵	۹۳	۱۵۲/۵	۱۸/۵	۰	۰

ادامه جدول ۲- متوسط درجه حرارت ماهیانه (سانتی‌گراد)

	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان
بلندمدت	۲۵/۴	۲۱/۲	۱۴/۶	۱۰/۹	۶/۹	۳	۳/۱	۵/۴	۱۰/۷
سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴	۲۵/۸	۲۲/۴	۱۶/۱	۹/۳	۸/۹	۴/۱	۴/۱	۴/۵	۱۰/۷
سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴	۲۶/۲	۲۲/۸	۱۷/۳	۱۳/۲	۷/۸	۲/۶	۴/۱	۵/۶	۱۰/۸

جدول ۳- خصوصیات زراعی ارقام مورد مطالعه (http://www.ispa.ir).

نام رقم	تیپ رشد	وزن هزاردانه (گرم)	ارتفاع (سانتی متر)	از نظر ریزش	طول دوره رویش (روز) در شرایط		ورس	واکنش به سرما		تحمل خشکی	پروتئین دانه (درصد)
					سرد	معتدل سرد		زمستانه	دیررس بهاره		
ریژاو	بینابین	۳۵	۷۲	مقاوم	۲۲۴	۱۸۵	مقاوم	نیمه مقاوم	نیمه مقاوم	بسیار متحمل	۱۲/۵
سرداری	زمستانه زودرس	۳۶	۷۸	مقاوم	۲۳۴	۱۹۵	حساس	مقاوم	نیمه حساس	مقاوم	۱۰
کریم	بهاره زودرس	۳۹/۲	۸۳/۵	مقاوم	۱۳۴	۱۱۸	مقاوم	مقاوم	نیمه حساس	بسیار متحمل	۱۲/۵

برای انتخاب تیمارهای پرایمینگ‌بذر، دو آزمایش مقدماتی در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای کنترل‌شده، انجام شد که در ابتدا تیمارها پرایمینگ بذر هورمونی شامل اکسین (ایندول بوتیریک اسید)، جیبرلیک اسید، سالیسیلیک اسید و سیتوکینین (کینتین) با غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، ۲۴- اپی براسینولید با غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، توفوردی با غلظت‌های ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار، اسموپرایمینگ بذر شامل دو نمک کلریدکلسیم و کلریدپتاسیم با غلظت‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر (میلی‌مولار) و پلی‌اتیلن گلیکول ۴۰۰۰ (PEG[1]4000) با غلظت‌های ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد وزنی- حجمی (پتانسیل‌های ۱/۷-، ۲/۳- و ۲/۹- بار) بود. سطوح پرایمینگ بذر غذایی شامل سولفات روی آبدار ($ZnSO_4, 7H_2O$) با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد وزنی- حجمی (۳/۷، ۱۱/۲ و ۱۸/۷ میلی‌مول در لیتر یا ۱، ۳ و ۵ گرم در لیتر)، اوره با غلظت‌های ۲، ۴ و ۶ گرم در لیتر (۳۳/۴، ۶۶/۷ و ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر یا میلی‌مولار)، آسکوربیک اسید و مایواینوزیتول با غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بر اساس صفات اندازه‌گیری شده در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای، تیمارهای برتر برای شرایط مزرعه انتخاب شدند (صفری و همکاران، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸). این تیمارهای برتر شامل، پرایمینگ جیبرلیک اسید با غلظت ۱۰۰

[1] Polyethylene glycol

میلی‌گرم بر لیتر و ۲۴- اپی‌براسینولید با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، اسموپرایمینگ کلرید پتاسیم با غلظت ۱۰۰ میلی مول در لیتر و پلی‌اتیلن گلیکول۴۰۰۰ (PEG_{4000}) با پتانسیل‌های ۲/۳- و ۲/۹- بار، پرایمینگ غذایی شامل سولفات روی آبدار ($ZnSO_4,7H_2O$) با غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۳ درصد وزنی- حجمی، اوره با غلظت‌های ۲ و ۴ گرم در لیتر آب، آسکوربیک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و یک سطح هیدروپرایمینگ با آب مقطر یک‌بار تقطیر شده و یک تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) بودند. برای این منظور، ابتدا بذرهای گندم با اتانول ۷۰ درصد برای ۳۰ ثانیه و سپس با محلول هیپوکلرایت سدیم ۱۰ درصد (v/v) برای ۵۰ ثانیه ضدعفونی شدند و بلافاصله بذرها برای چندین بار با آب مقطر آبکشی شدند. برای اعمال تیمارهای پرایمینگ هورمونی، پس از توزین مقادیر هورمون‌ها، هورمون‌های جیبرلیک اسید و ۲۴- اپی براسینولید در چند قطره الکل اتیلیک ۱۰ درصد حل شدند و سپس با استفاده از آب مقطر به حجم مورد نظر رسانده شدند (Abdoli *et al.*, 2013). نسبت بذر به محلول‌های پرایمینگ، ۱ به ۵ (گرم به میلی‌لیتر) در نظرگرفته شد. بذرها در محلول‌های پرایمینگ، به مدت ۱۰ ساعت در دمای ۱±۲۰°C قرار داده شدند و با استفاده از پمپ آکواریوم عمل تهویه (هوادهی) انجام شد. بعد از عمل پرایمینگ، بذرها به‌سرعت با آب مقطر آبکشی شده و به مدت سه روز در دمای ۱±۲۰°C خشک شدند. سپس به مدت یک هفته در شرایط یخچال با دمای ۱±۵°C نگهداری شدند (Hussain *et al.*, 2015).

هر کرت شامل ۸ خط کاشت به فواصل ۲۰ سانتی‌متر و طول ۶ متر بود (۳۵۰ بوته در متر مربع) و بذور با عمق کاشت ۴ تا ۵ سانتی‌متر کشت شد. کاشت در دهه سوم آبان‌ماه و عملیات آماده‌سازی و مصرف کودهای پایه بر اساس توصیه آزمایشگاه خاک، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۲/۳ مصرف خاکی و ۱/۳ سرک) و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (مصرف خاکی) به صورت یکسان برای کلیه تیمارها انجام شد. عملیات زراعی در مرحله داشت نظیر مهار علف‌های هرز (علف‌کش تاپیک به‌میزان ۱ لیتر در هکتار و گرانستار به‌میزان ۲۰ گرم در هکتار، در مرحله پنجه‌زنی گندم)، مبارزه با آفات (دیازینون به نسبت ۱/۵ در هزار) و مصرف کود سرک به صورت یکسان انجام شد.

برای ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد، بعد از حذف اثر حاشیه، برداشت از سطحی معادل ۱ مترمربع انجام شد. پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها (بصورت هوا خشک تا تثبیت وزن نمونه-ها)، وزن خشک گیاه (عملکرد زیستی)، عملکرد و اجزای عملکرد دانه برای هر کرت تعیین گردید. پس از اندازه‌گیری عملکرد زیستی و عملکرد دانه جهت محاسبه شاخص برداشت از رابطه ۱ استفاده شد:

(رابطه ۱)

٪ شاخص برداشت = (عملکرد دانه /عملکرد زیستی) × ۱۰۰

با توجه به این‌که این طرح در دو سال زراعی اجرا شد، آزمون بارتلت برای بررسی یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی در محیط‌های مختلف انجام شد و با توجه به وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین مربعات خطاها برای صفات اندازه‌گیری شده، تجزیه واریانس جداگانه برای هر سال انجام شد. در ادامه، تست یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی دو سال برای تمامی صفات مورد مطالعه نیز با استفاده از آزمون F انجام شد. بنابراین تجزیه و تحلیل داده‌ها مطابق با فرض بالا به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ صورت گرفت. علاوه بر این از نرم‌افزار XLSTAT برای انجام تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Office-Excel 2010رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده ها در سال اول و سال دوم نشان داد که اثر اصلی رقم و تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر بر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر برهمکنش رقم در سطوح تیمار پرایمینگ نیز به جز تعداد سنبله در متر مربع (سال زراعی اول) و تعداد دانه در سنبله (سال زراعی دوم) در باقی صفات درسطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

میزان بارش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ (سال اول) و سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ (سال دوم) به ترتیب ۷۱۰/۵ و ۴۸۹/۵ میلی‌متر بوده است. در سال اول نسبت به سال دوم، میزان بارش و پراکنش آن، به‌خصوص در ابتدای و انتهای فصل رشد کاملاً با هم تفاوت داشته، به‌طوری‌که میزان بارش در سه ماهه اول سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، ۲۹۹/۷ میلی‌متر بارندگی بوده در حالی‌که در سال دوم (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵) این میزان به حدود ۳۵/۵ میلی‌متر رسیده است. هم‌چنین در انتهای فصل رشد، میزان بارش در سال اول و دوم به‌ترتیب ۳۲/۶ و ۱۸/۵ میلی‌متر بود. علاوه بر این متوسط دمای ماهیانه ماه‌های بهمن و اسفند در سال دوم نسبت به سال اول به ترتیب با کاهش ۰/۵ و ۱/۱ درجه سانتی‌گراد و در انتهای فصل رشد نیز برعکس، تغییرات دمایی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد در سال دوم نسبت به سال اول با افزایش به ترتیب ۳/۹، ۱/۲ و ۰/۵ درجه سانتی‌گراد همراه بود (جدول ۲). همگی این موارد می‌تواند دلیلی بر اختلاف در دو سال باشد.

اجزاء عملکرد: جدول مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در سال اول (۱۳۹۵) متعلق به رقم سرداری با ۳۴۴/۱۱ سنبله در مترمربع بود و رتبه‌های بعدی به‌ترتیب به ارقام ریژاو با ۳۳۰/۸۹ و کریم با ۲۸۰/۶۹ سنبله در مترمربع تعلق گرفت (جدول ۵). احتمالاً هر کدام از این ارقام با توجه به ویژگی‌های ژنتیکی خاص خود و بهره‌برداری آن‌ها از شرایط محیطی متغییر، تا حدی توانسته‌اند شرایط را برای تولید تعداد سنبله مناسب در مترمربع فراهم کنند. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد بخشی از این اختلاف در میانگین‌ها را می‌توان به‌دلیل وجود شرایط محیطی مناسبی (میزان بارش

، عملکرد دانه و اجزای آن در سه رقم گندم نان دیم تحت تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵

میانگین مربعات

تعداد دانه در سنبله		وزن هزار دانه		عملکرد دانه		عملکرد زیستی		شاخص برداشت	
۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴
۳۱/۲۸۷۰**	۲۷/۸۱۴۸**	۹/۹۰۱۲**	۱۲/۲۴۴۵**	۱۸۹۶/۷۳۱۴**	۲۶۸۶/۸۴۲۵**	۸۱۹۳/۵۹۲۶**	۵۸۵۲/۳۹۸۱**	۵/۲۵۰۰**	۱۰/۶۲۰۴**
۸۱۱/۷۸۷۰**	۳۹۲/۶۷۵۹**	۲۵۸/۷۹۱۸**	۲۵۹/۵۵۴۵**	۲۷۲۹۱/۷۰۳۷**	۹۸۷۱/۲۸۷۰**	۱۵۴۴۱/۳۷۰۴**	۷۷۶۶۵/۱۷۵۹**	۳۳۳/۷۷۷۷**	۷۵/۲۵۹۳**
۴/۷۱۳۸**	۲/۲۵۹۳**	۱۱/۸۷۶۱**	۲/۲۸۲۷**	۲۱۰۰/۰۲۶۹**	۹۴۱/۵۰۴۲**	۵۸۳۴/۸۶۵۳**	۹۶۹/۹۲۵۹**	۱۴/۵۸۸۴**	۵/۶۲۵۴**
۰/۳۵۲۷ ns	۱/۳۹۳۱**	۰/۷۵۷۳**	۱/۱۲۵۱**	۴۷/۲۴۹۲**	۳۵/۶۴۰۶**	۶۴۵/۶۱۲۸**	۸۴/۹۶۳۸**	۰/۲۸۲۸**	۰/۸۰۴۷**
۰/۴۶۸۰	۰/۳۲۹۱	۰/۰۸۳۴	۰/۴۰۲۲	۳/۷۵۰۵	۹/۲۷۱۲	۲۳/۰۴۰۰	۲۰/۱۰۲۹	۰/۱۳۵۷	۰/۲۳۹۴
۴/۰۷	۳/۱۹	۱/۸۳	۲/۷۶	۲/۹۵	۳/۰۴	۲/۶۵	۲/۵۵	۲/۳۴	۲/۳۵

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد

و پراکنش مناسب آن و هم‌چنین درجه حرارت مناسب برای رشد) که در سال اول در مقایسه با سال دوم رخ داده است، نسبت داد. تعداد پنجه بارور از مهمترین صفاتی است که موجب افزایش عملکرد می‌شود (Garcia del moral *et al*., 2003) همچنین در سال اول، بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در تیمار اوره با غلظت ۴ گرم در لیتر (با میانگین ۳۲۴/۱۱ سنبله در مترمربع) به‌دست آمد. تیمارهای سولفات روی آبدار با غلظت ۰/۳ درصد، آسکوربیک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کلرید پتاسیم با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار به‌ترتیب با ۳۲۳/۳۳، ۳۲۱/۱۱ و ۳۲۰/۲۲ سنبله در مترمربع در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). کم‌ترین تعداد سنبله در مترمربع در سال اول مربوط به تیمار پلی اتیلن گلیکول با میانگین ۳۱۰/۱۱ سنبله در مترمربع اختصاص داشت که حتی از تیمار شاهد بدون پرایم به تعداد ۳۱۴/۸۹ سنبله در مترمربع هم کم‌تر بود. جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال دوم (۱۳۹۶) نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به رقم سرداری با تیمار اوره با غلظت ۴ گرم در لیتر با میانگین ۲۸۰/۳۳ سنبله در مترمربع مربوط بود و رتبه‌های بعدی نیز به همین رقم با تیمارهای سولفات روی آبدار با غلظت ۰/۳ درصد، جیبرلیک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و ۲۴- اپی‌براسینولید با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر اختصاص داشت (جدول ۶). کم‌ترین تعداد سنبله در مترمربع در رقم کریم و تیمار پلی اتیلن گلیکول با غلظت ۱۰ درصد (با میانگین ۲۳۷ سنبله در مترمربع) بدست آمد. در این تحقیق تیمارهایی از پرایمینگ‌بذر بر تعداد سنبله در مترمربع بی‌اثر بوده و یا حتی تاثیر سوء داشته‌اند، این مساله نامناسب بودن غلظت ماده مورد استفاده را جهت پرایمینگ‌بذر نشان می‌دهد. این موضوع به‌روشنی نشان می‌دهد علاوه بر انتخاب نوع ماده مناسب، غلظت بهینه و مناسبی از آن نیز برای انجام عملیات پرایمینگ‌بذر از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (صفری و همکاران، ۱۳۹۸). به‌نظر می‌رسد هرچند تغییرات این صفت در سال اول و دوم زیاد بوده و احتمالاً بتوان گفت که یکی از دلایل اصلی، تغییرات شرایط محیطی است که در دو سال اتفاق افتاده است. با این حال احتمالاً تیمارهای برتر پرایمینگ‌بذر نیز توانسته‌اند از طریق افزایش سرعت در جوانه‌زنی، سبزشدن و استقرار مناسب، بستر و شرایط را برای بهره‌برداری گیاه از عوامل محیطی محدود فراهم نموده و با توسعه مناسب سیستم ریشه‌ای و شاخساره‌ای خود، باعث تولید سطح سبز و وزن خشک مناسب در گیاه شده و نهایتاً منجر به افزایش تعداد سنبله در مترمربع شده‌اند. مطالعاتی وجود دارد که بر تاثیر نیتروژن بر سرعت سبز شدن، استقرار گیاهچه و افزایش عملکرد در طی پرایمینگ‌بذر تمرکز کرده است (Rehman *et al*., 2011). بذور پیش تیمار شده گندم و جو به علت جوانه‌زنی مطلوب و رشد سریع در ابتدای فصل، تعداد پنجه‌های بارور بیشتر بوده و در اثر این امر تعداد و در عین حال طول سنبله‌ها افزایش می‌یابد (Farooq *et al*., 2006d). علاوه بر این، در این گیاهان دانه‌بندی و پرشدن دانه‌ها نیز

به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت. در مطالعه دیگری، کاربرد جیبرلیک اسید و توفوردی درصد جوانه‌زنی، رشد گیاهچه (طول ریشه و شاخساره) گیاه جعفری چینی را افزایش و مدت زمان جوانه‌زنی را کاهش داد (Kumar *et al*., 2012). پرایمینگ‌بذر با آب اثرات تنش‌ها را کاهش داد و منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته و وزن هزار دانه شد (Mahmoudieh Cham Piri and Aboutalebian, 2020). گزارش شده که به بیشترین وزن خشک سنبله گندم (۱/۴۷ گرم در متر مربع) در تیمار پرایمینگ‌بذر با ۱۴۰ میکرومولار پاکلوبوترازول بدست آمد (Shekari *et al*., 2016). در تحقیقاتی دیگر افزایش در پنجه‌زنی و رشد گندم و برنج را نیز در بذرهای پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده گزارش شده است (Farooq *et al*., 2006c; 2008, 2009a). از طرفی به نظر می‌رسد تیمارهای پرایمینگ‌بذر یکسان تا حدودی واکنش مشابهی را در ارقام مختلف و با در نظر گرفتن ویژگی‌های ژنتیکی خاص هر رقم از خود نشان داده‌اند (جدول ۶).

مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال اول (۱۳۹۵) نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در رقم سرداری با تیمار اوره با غلظت ۴ گرم در لیتر با میانگین ۳۵۰/۶۷ سنبله در مترمربع بدست آمد (جدول ۶). رتبه‌های بعدی نیز به همین رقم با تیمارهای سولفات روی آبدار با غلظت ۰/۳ درصد، کلرید پتاسیم با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار، آسکوربیک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، جیبرلیک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، هیدروپرایمینگ‌بذر با آب مقطر و سولفات روی آبدار با غلظت ۰/۱ درصد اختصاص داشت که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. کم‌ترین تعداد سنبله در مترمربع در رقم کریم با تیمار پلی اتیلن گلیکول با غلظت ۱۰ درصد (با میانگین تعداد ۲۷۳ سنبله در مترمربع) مشاهده شد. مقایسه میانگین‌ها برای عامل رقم در سال دوم نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در رقم ریژاو با میانگین ۳۰۴/۵۳ سنبله در مترمربع بدست آمد (جدول ۵). رتبه‌های دوم و سوم به‌ترتیب در ارقام سرداری و کریم با تعداد ۲۷۴/۲۲ و ۲۴۰/۷۵ سنبله در مترمربع مشاهده شد (جدول ۵). احتمالاً هر کدام از این ارقام با توجه به ویژگی‌های ژنتیکی خاص خود و بهره‌برداری آن‌ها از شرایط محیطی متغییر، تا حدی توانسته‌اند شرایط را برای تولید تعداد سنبله مناسب در مترمربع فراهم کنند. هم‌چنین بخشی از این اختلاف در میانگین‌ها را می‌توان به‌دلیل وجود شرایط محیطی مناسبی (میزان بارش و پراکنش مناسب آن و همچنین درجه حرارت مناسب برای رشد) که در سال اول در مقایسه با سال دوم رخ داده است، نسبت داد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها در سال دوم (۱۳۹۶) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله به تیمار اوره با غلظت ۴ گرم در لیتر با ۲۳/۳۳ دانه در سنبله تعلق داشت و رتبه‌های بعدی به‌ترتیب به تیمارهای سولفات روی آبدار با غلظت ۰/۳ درصد، آسکوربیک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کلرید پتاسیم با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار اختصاص داشت. کم‌ترین تعداد دانه در سنبله در تیمار پلی اتیلن گلیکول با غلظت ۱۰ درصد با ۲۰/۸۹ دانه در سنبله حاصل

شد. این در حالی بود که رتبه بعدی مربوط به تیمارهای اوره با غلظت ۲ گرم در لیتر و پلی اتیلن گلیکول با غلظت ۷/۵ درصد بود (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد استفاده از پیش‌تیمارهای مناسب باعث تولید ساقه‌های قوی‌تر و سیستم ریشه‌ای گسترده‌تر شده است که در نتیجه بهره‌برداری از منابع را افزایش داده است (Sharifi et al., 2018). تعداد سنبلچه‌های هر سنبله در مراحل قبل از گرده افشانی تعیین می‌شوند در نتیجه یکنواختی در رشد گیاه می‌تواند تأثیر مثبتی در تعداد سنبلچه و در نتیجه تعداد دانه داشته باشد. از طرفی، تلقیح گلچه‌ها و پر شدن دانه‌ها به مواد فتوسنتزی به ویژه در زمان باروری و تشکیل دانه بستگی دارد. پرایمینگ بذر به جهت فراهم آوردن شرایط یکنواخت جوانه‌زنی (صفری و همکاران، ۱۳۹۸) می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبلچه داشته باشد. از سوی دیگر گزارش شده که فعالیت مخزن در گیاه نخود حاصل از بذرهای پرایم شده در مقایسه با گیاهان شاهد بود که علت آن را بالاتر بودن فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم ساکارز نظیر ساکارز سینتتاز، اینورتاز و ساکارز فسفات سینتتاز بود (عیسوند و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال اول (۱۳۹۵) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در رقم سرداری با تیمار سولفات روی آبدار با غلظت ۰/۳ درصد (با میانگین ۴۰/۰۷ گرم) بدست آمد که با تمامی تیمارهای پرایمینگ‌بذر در این رقم (باستثنای تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۶). کم‌ترین وزن هزار دانه به رقم کریم به‌همراه تیمار پلی اتیلن گلیکول با غلظت ۷/۵ درصد به میزان ۳۳/۲۳ گرم مربوط بود که با تیمارهای سولفات روی آبدار ۰/۳ و ۰/۱ درصد، پلی اتیلن گلیکول ۱۰ درصد، جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و شاهد بدون پرایم در رقم سرداری و همچنین اثر متقابل رقم ریژاو با تیمارهای سولفات روی آبدار ۰/۳ و ۰/۱ درصد، پلی اتیلن گلیکول ۷/۵ و ۱۰ درصد، جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، اپی براسینولید یک میلی‌گرم بر لیتر، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، هیدروپرایمینگ‌بذر با آب مقطر و شاهد بدون پرایم در یک گروه آماری قرار داشت. مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال دوم (۱۳۹۶) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در رقم سرداری با تیمار اوره با غلظت ۴ گرم در لیتر با میانگین ۳۹ گرم مشاهده شد و رتبه‌های بعدی نیز به همین رقم با تیمارهای سولفات روی آبدار با غلظت ۰/۳ درصد و کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار اختصاص داشت، اگرچه بین این تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). کم‌ترین وزن هزار دانه به رقم ریژاو با تیمار پلی اتیلن گلیکول با غلظت ۱۰ درصد (با میانگین ۳۰/۰۳ گرم) مربوط بود. رتبه‌های بعدی نیز به همین رقم با تیمارهای شاهد بدون پرایم و سولفات روی آبدار ۰/۱ درصد اختصاص داشت. با توجه به نتایج بدست آمده، تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر تا حدودی واکنش مشابهی را در ارقام مختلف و با در نظر

گرفتن ویژگی‌های ژنتیکی خاص هر رقم از خود نشان داده‌اند. احتمالاً هر کدام از این تیمارهای برتر پرایمینگ‌بذر توانسته‌اند با اثرات مناسبی که روی رشد و تولید ماده خشک داشته باشند، شرایط مناسبی را برای تشکیل دانه و وزن مناسب آن فراهم کنند. از طرف دیگر به نظر می‌رسد که تیمارهای مناسب، با تاثیری که بر دوام دوره سبز و دوام سطح برگ گیاه می‌گذارند (Khooshehkar H, Shekari F. 2012)، منجر به افزایش سطح فتوسنتزکننده و مدت فتوسنتز در این گیاهان می‌گردند که متعاقب این امر مواد پرورده تولیدی و همین طور ذخیره هیدروکربن‌های غیرساختاری در ارگان‌های مختلف گیاه افزایش یافته، در نتیجه بیوماس تولیدی، بیشتر خواهد شد. از آنجا که بین بیوماس و ذخایر غذایی موجود در پیکره گیاه با تخصیص و قدرت زایشی، ارتباط تنگاتنگی برقرار است (Sharifi *et al*., 2018)، به‌شرط عدم وجود محدودیت مخزن، محصول دانه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش خواهد یافت.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی تیمار رقم و تیمارهای پرایمینگ‌بذر بر تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله گیاه گندم

رقم	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله
	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵
ریژاو	۳۳۰/۸۹b	b۲۲/۶۹
سرداری	۳۴۴/۱۱a	c۱۷/۳۶
کریم	۲۸۰/۶۹c	a۲۶/۸۳
تیمارهای پرایمینگ‌بذر		
KCl- ۱۰۰میلی مولار	۳۲۰/۲۲abcd	abcd۲۲/۷۸
$ZnSO_4$- ۰/۱ درصد	cde۳۱۸	cde۲۲/۳۳
$ZnSO_4$- ۰/۳ درصد	ab۳۲۳/۳۳	ab۲۳/۲۲
PEG- ۲/۳- بار	cde۳۱۸	ef۲۱/۵۶
PEG- ۲/۹- بار	f۳۱۰/۱۱	f۲۰/۸۹
اوره- ۲ گرم در لیتر	cde۳۱۸/۱۱	ef۲۱/۷۸
اوره- ۴ گرم در لیتر	a۳۲۴/۱۱	a۲۳/۳۳
GA- ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	cde۳۱۸/۸۹	de۲۲/۱۱
BR- ۱ میلی‌گرم بر لیتر	de۳۱۶/۴۴	de۲۲
ASA- ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	abc۳۲۱/۱۱	abc۲۳/۱۱
هیدروپرایمینگ با آب مقطر	bcd۳۱۹/۵۶	cde۲۲/۲۲
شاهد بدون پرایم	e۳۱۴/۸۹	cde۲۲/۲۲

حروف مشابه در هر ستون میانگین‌ها، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ (براساس آزمون دانکن) می‌باشند.

عملکرد دانه: مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال اول (۱۳۹۵) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار اثر متقابل رقم ریژاو به‌همراه تیمارهای اوره ۴ گرم در لیتر و سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد به‌ترتیب با ۳۱۹/۶۷ و ۳۱۸/۳۳ گرم در مترمربع مشاهده شد (جدول ۶). رتبه بعدی نیز به رقم سرداری با تیمار اوره ۴ گرم در لیتر با ۳۱۸ گرم در مترمربع و رقم ریژاو به‌همراه تیمارهای کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار و آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب با میانگین‌های ۳۱۵/۶۷ و ۳۱۳ گرم در مترمربع اختصاص داشت. کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب به اثر متقابل رقم کریم با تیمارهای پلی اتیلن گلیکول ۱۰ درصد و تیمار شاهد بدون پرایم با ۲۵۲/۳۳ و ۲۵۶/۶۷ گرم در مترمربع اختصاص داشت (جدول ۶).

مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال دوم (۱۳۹۶) نشان داد که رتبه‌های اول و دوم عملکرد دانه به اثر متقابل رقم کریم به‌همراه تیمار اوره ۴ گرم در لیتر و سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد به ترتیب با ۲۴۴/۳۳ و ۲۴۲/۳۳ گرم در مترمربع اختصاص داشت و رتبه سوم به رقم ریژاو با تیمار اوره ۴ گرم در لیتر با۲۴۰/۶۷ گرم در مترمربع تعلق گرفت که همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۶). کم‌ترین عملکرد دانه به اثر متقابل رقم سرداری با تیمار پلی اتیلن گلیکول ۱۰ درصد با ۱۳۸/۶۷ گرم در مترمربع مربوط بود که با بقیه اثرات متقابل ارقام و تیمارهای پرایمینگ‌بذر تفاوت معنی‌داری داشت. به‌نظر می‌رسد این سه رقم تا حدودی واکنش مشابهی را در برابر اعمال تیمارهای پرایمینگ‌بذر یکسان از خود نشان داده‌اند. به عنوان مثال در هر سه رقم تقریبا تیمار پلی اتیلن گلیکول ۱۰ درصد، کم‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است. افزایش عملکرد دانه در اثر پرایمینگ‌بذر می‌تواند ناشی از جوانه‌زنی مطلوب، استقرار سریع و یکنواخت بذر در مراحل ابتدایی رشد باشد (صفری و همکاران، ۱۳۹۷) . در این شرایط گیاه امکان استفاده بیشتر و بهتری از منابع محیطی موجود را خواهد داشت. در اثر این امر برگ‌ها سریعتر گسترش می یابند که بخش اعظم فرآیند فتوسنتز در آن‌ها انجام می‌گیرد. نتایج مطالعات صورت گرفته در کشور پاکستان حاکی از افزایش ۱۱ تا ۱۹ درصدی محصول دانه لوبیا در شمال‌غرب این کشور به واسطه کاربرد تجاری بذور پیش تیمار شده می‌باشد (Harris *et al.*, 2008). بین عملکرد دانه با تیمارهای سولفات روی آبدار۰/۳ درصد ($r=۰/۹۶۶^{**}$)، اوره ۴ گرم در لیتر ($r=۰/۹۹۰^{*}$)، اوره ۲ گرم در لیتر ($r=۰/۹۹۸^{*}$)، کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار ($r=۰/۹۹۹^{*}$)، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ($r=۰/۹۸۶^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. به‌نظر می‌رسد پرایم‌کردن بذر با محلول‌های سولفات روی، اوره، آسکوربیک اسید و کلرید پتاسیم به دلیل نقش آن‌ها در ساختار داخلی گیاه و هم‌چنین تامین نمودن بخشی از عناصر و ویتامین‌ها برای رشد گیاه به‌خصوص در مراحل اولیه رشد، باعث برتری نسبی گیاهان پرایم شده در مقایسه با

گیاهان حاصل از بذور پرایم نشده گردیده است. آنجایی که گیاهان پرایم شده، سیستم ریشه‌ای قوی‌تری نیز دارند استفاده بهتری از آب و مواد غذایی خواهند داشت که در نهایت باعث حصول عملکرد بیشتر نسبت به سایر گیاهان می‌شود. تحقیقات گذشته نشان داده است پرایمینگ تغذیه‌ای با سولفات روی آبدار ۱٪ و کاربرد خاکی ۲/۷۵ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی آبدار در گندم و نخود منجر به افزایش بیوماس کل، عملکرد کاه و کلش، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شد (Harris *et al*., 2008). بذرهای پرایم‌شده می‌توانند ظهور سریع‌تر و یکنواخت و استقرار بهتر محصول را از طریق فراهم کردن شروع اولیه و مناسب ویگور به انجام برسانند (Hussain *et al*., 2015).

گزارشات سایر محققین نیز حاکی از افزایش قابل ملاحظه محصول در گیاهان زراعی مختلف می‌باشد (Harris *et al*., 2008). این نتایج شامل افزایش محصول گندم ۳۷ درصد، جو ۴۰ درصد، برنج آپلند ۷۰ درصد، ذرت ۲۲ درصد، سورگوم ۳۱ درصد، نخود سفید ۵۶ درصد و ارزن مرواریدی ۵۰ درصد بود. همین‌طور رکورد افزایش عملکرد در اثر پرایمینگ‌بذر نیز توسط محقق مذکور و در رابطه با گیاه ماش به میزان ۲۰۶ درصد گزارش شده است. با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان این‌گونه استنباط کرد که کاربرد عنصر روی، با افزایش مقدار تنظیم‌کننده‌های رشد و کمک به متابولیسم مواد و با تاثیر بر واکنش‌های انتقال الکترون در چرخه کربس و همچنین با تاثیر بر فرایندهای زایشی در افزایش تعداد و وزن دانه و در نهایت در افزایش عملکرد دانه نقش بسزایی دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). با افزایش قدرت رشد رویشی، قدرت رقابت گیاه با علف‌های هرز نیز افزایش می‌یابد و باعث افزایش عملکرد می‌گردد (عباس‌دخت و همکاران، ۱۳۹۱).

عملکرد زیستی: مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال اول (۱۳۹۵) نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی در تیمار اثر متقابل رقم سرداری به‌همراه تیمارهای اوره ۴ گرم در لیتر، سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار، پلی اتیلن گلیکول ۷/۵ درصد، اوره ۲ گرم در لیتر و سولفات روی آبدار ۰/۱ درصد مشاهده شد که همگی در یک گروه آماری مجزا قرار گرفتند. کم‌ترین عملکرد زیستی به برهمکنش رقم کریم با تیمارهای پلی اتیلن گلیکول ۱۰ درصد و شاهد بدون پرایم مربوط بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر در سال دوم (۱۳۹۶) نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی مربوط به اثر متقابل رقم ریژاو به‌همراه تیمارهای سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد و اوره ۴ گرم در لیتر بود که همگی در گروه برتر قرار داشتند (جدول ۶). کم‌ترین عملکرد زیستی نیز در برهمکنش رقم سرداری با تیمار پلی اتیلن گلیکول ۱۰ درصد مربوط بود که همگی در یک گروه آماری مجزا قرار گرفتند (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد واکنش‌پذیری ارقام به تیمارهای پرایمینگ‌بذر در

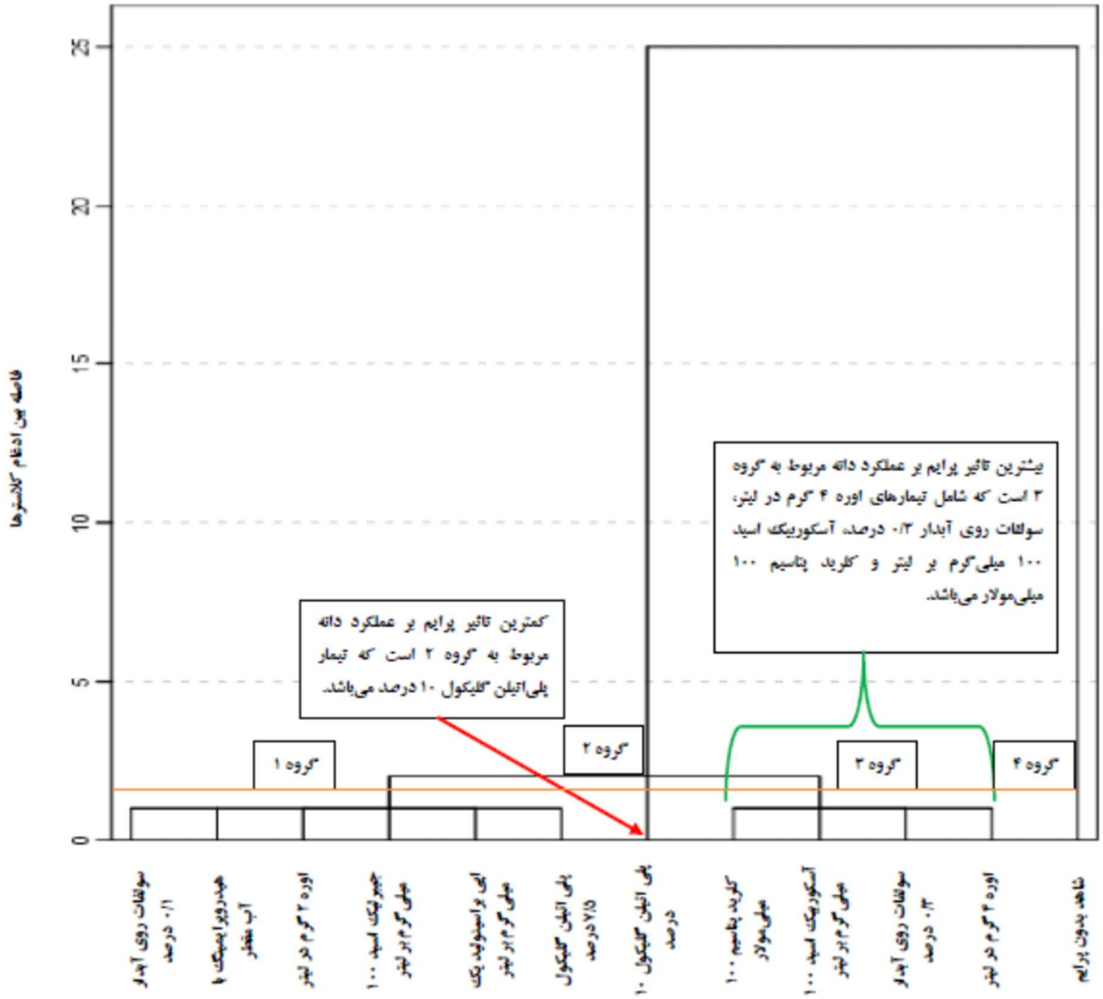
سال دوم بیشتر از سال اول بوده است و این به نوعی نشان می‌دهد که اثر تیمارهای پرایمینگ‌بذر بر این صفت برای سال دوم که شرایط تنشی اتفاق افتاده است بیشتر نمایان است. در این تحقیق کاهش عملکرد زیستی (۷/۴۲ درصد)، کاهش عملکرد دانه (۳۰/۵۲ درصد) و کاهش شاخص برداشت (۲۴/۳۳ درصد) در سال دوم (میزان بارش کم‌تر و پراکنش نامناسب‌تر و وجود شرایط تنش خشکی و گرمایی انتهای فصل) نسبت به سال اول بوده است. علت این کاهش چنین توجیه می‌شود که معمولاً تا زمان شروع تنش خشکی، بخش زیادی از بیوماس گیاه شکل گرفته و به عبارتی پس از سنبله‌دهی، عمده افزایش بیوماس مربوط به رشد دانه است. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد زیستی با آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (r=۰/۹۷۸*)، اوره ۴ گرم در لیتر (r=۰/۹۹۶*)، سولفات روی آبدار۰/۳ درصد (r=۰/۹۹۸*) وکلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار (r=۰/۹۹۸*) مشاهده شد. گزارش شده است که پرایمینگ بذور گندم و ذرت با عناصر ریز مغذی روی و بر، موجب افزایش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه گردید (Ali *et al*., 2002)، که علت این امر را افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت آنزیم‌های فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز و کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی عنوان نمودند. پرایمینگ با نیترات پتاسیم و اوره اثرات تنش‌ها را کاهش داد و منجر به افزایش جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و هم‌چنین طول ریشه شد (Pirasteh Anosheh *et al*., 2011). آسکوربیک اسید اندام‌زایی شاخساره را افزایش می‌دهد که نتایج آن افزایش ظهور و طویل شدن برگ، سطح ویژه برگ، محتوی کلروفیل، طول ریشه و وزن خشک گیاهچه است (Farooq *et al*., 2012).

شاخص برداشت: مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در تیمارهای مختلف پرایمینگ‌بذر نشان داد که در سال اول (۱۳۹۵) بیشترین شاخص برداشت در رقم ریژاو به‌همراه تیمارهای اوره ۴ گرم در لیتر، سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، اپی براسینولید یک میلی‌گرم بر لیتر و هیدروپرایمینگ با آب مقطر بدست آمد (جدول ۶). کم‌ترین شاخص برداشت نیز مربوط به رقم سرداری به‌همراه تیمارهای پلی اتیلن گلیکول ۱۰ درصد و شاهد بدون پرایم مربوط بود. در سال دوم (۱۳۹۶) بیشترین شاخص برداشت در رقم کریم به‌همراه تیمارهای اوره ۴ گرم در لیتر، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد مشاهده شد (جدول ۶). کم‌ترین شاخص برداشت مربوط به رقم سرداری به‌همراه تیمار پلی اتیلن گلیکول ۱۰ درصد بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد. بهبود شاخص برداشت در اثر تیمار پرایمینگ‌بذر ممکن است در نتیجه افزایش وزن خشک گیاه و افزایش عملکرد دانه باشد. پرایمینگ‌بذر باعث بهبود عملکرد از طریق بهبود رشد گیاه و در نهایت صفت شاخص برداشت می‌گردد.

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت تأثیر برهمکنش تیمار رقم و پرایمینگ بذر

		تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)		شاخص برداشت (درصد)	
		۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴	۹۶-۱۳۹۵	۹۵-۱۳۹۴
ریژاو	KCl- ۱۰۰میلی مولار	abc۳۰۶/۶۷	۲۷/۳ ef	۳۲/۲ op	۳۴/۹ cdefg	۳۱۵۶ ab	۲۲۲۰ ef	۸۲۶۳ fg	۷۵۵۶ fg	۳۰/۳ bc	۳۶/۶ def
	ZnSO4- ۰/۱ درصد	bcd۳۰۳/۰۰	۲۷/۰ f	۳۰/۳ r	۳۴/۵ cdefgh	۳۰۱۶ def	۲۰۲۳ j	۸۲۲۳ fgh	۷۲۰۶ op	۲۸/۰ fg	۳۶/۶ def
	ZnSO4- ۰/۳ درصد	ab ۳۰۷/۰۰	۲۷/۶ def	۳۳/۰ mn	۳۴/۶ cdefgh	۳۱۸۳ ab	۲۳۵۰ cd	۸۲۹۶ ef	۸۰۰۶ a	۲۹/۳ de	۳۸/۳ ab
	PEG- ۲/۳- بار	abc۳۰۴/۳۳	۲۷/۶ def	۳۲/۲ op	۳۴/۰ defgh	۳۰۸۰ cd	۲۰۷۰ i	۸۲۱۳ fgh	۷۵۱۰ fghi	۲۷/۳ gh	۳۷/۶ bcd
	PEG- ۲/۹- بار	d۳۰۰/۰۰	۲۷/۰ f	۳۰/۰ r	۳۳/۵ gh	۲۸۵۶ kl	۱۸۸۰ l	۸۷۸۰ k	۷۴۰۳ ijklm	۲۵/۳ i	۳۶/۶ def
	اوره- ۲ گرم در لیتر	bcd۳۰۳/۶۷	۲۷/۰ f	۳۲/۵ no	۳۴/۹ cdefg	۳۰۸۳ cd	۲۰۷۳ i	۸۲۲۳ fgh	۷۲۲۰ op	۲۸/۶ ef	۳۷/۶ bcd
	اوره- ۴ گرم در لیتر	a۳۰۸/۰۰	۲۷/۳ ef	۳۳/۵ lm	۳۵/۳ cde	۳۱۹۶ a	۲۴۰۶ ab	۸۱۹۳ fgh	۷۹۹۰ a	۳۰/۳ bc	۳۹/۰ a
	GA- ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	abc۳۰۵/۰۰	۲۷/۰ f	۳۱/۸ opq	۳۴/۳ defgh	۳۰۰۶ efg	۲۱۶۰ h	۸۱۹۶ fgh	۷۵۲۳ fgh	۲۸/۶ ef	۳۶/۶ def
	BR- ۱ میلی گرم بر لیتر	abc۳۰۴/۶۷	۲۸/۳ cdef	۳۱/۶ pq	۳۳/۶ fgh	۳۰۸۳ cd	۲۱۷۳ gh	۸۰۳۰ ij	۷۵۳۰ fgh	۲۸/۶ ef	۳۸/۳ aab
	ASA- ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	ab۳۰۷/۰۰	۲۸/۳ cdef	۳۲/۵ no	۳۳/۸ efgh	۳۱۳۰ abc	۲۳۴۰ cd	۸۱۸۳ gh	۷۷۲۶ cd	۳۰/۳ bc	۳۸/۰ abc
	هیدروپرایمینگ با آب مقطر	abc۳۰۴/۳۳	۲۸/۳ cdef	۳۱/۴ q	۳۴/۰ defgh	۳۱۲۳ c	۲۱۸۳ fgh	۸۱۱۶ hi	۷۵۷۶ ef	۲۹/۰ e	۳۸/۳ ab
	شاهد بدون پرایم	cd۳۰۱/۶۷	۲۷/۳ e	۳۰/۲ r	۳۳/۵ gh	۲۹۵۳ fghi	۲۰۱۳ j	۷۹۵۶ jk	۷۳۴۳ klmn	۲۹/۳ de	۳۴/۶ hij
سرداری	KCl- ۱۰۰میلی مولار	fgh۲۷۵/۳۳	۲۲/۳ ghi	۳۸/۴ a	۳۹/۸ a	۳۰۳۶ de	۱۸۴۶ l	۸۵۶۳ ab	۷۴۱۶ hijkl	۲۵/۰ i	۳۵/۳ ghi
	ZnSO4- ۰/۱ درصد	ghi۲۷۳//۶۷	۲۲/۶ gh	۳۷/۳ bcd	۳۹/۴ a	۳۰۱۳ defg	۱۷۲۳ mn	۸۵۴۳ ab	۷۲۳۶ nop	۲۴/۰ j	۳۵/۰ ghij
	ZnSO4- ۰/۳ درصد	ef۲۷۹/۳۳	۲۲/۳ ghi	۳۸/۹ a	۴۰/۰ a	۳۰۸۰ cd	۱۹۴۳ k	۸۵۹۰ ab	۷۶۷۰ de	۲۵/۳ i	۳۶/۰ efg
	PEG- ۲/۳- بار	i۲۷۰/۶۷	۲۳/۰ gh	۳۶/۸ def	۳۹/۱ a	۲۹۸۳ efg	۱۵۸۰ p	۸۵۲۰ ab	۶۸۵۰ s	۲۳/۲ k	۳۵/۰ ghij
	PEG- ۲/۹- بار	j۲۶۳/۳۳	۲۱/۰ i	۳۳/۷ lm	۳۹/۷ a	۲۷۵۶ mn	۱۳۸۶ q	۸۳۷۰ de	۶۵۸۳ t	۲۳/۰ l	۳۳/۰ k
	اوره- ۲ گرم در لیتر	hi۲۷۲/۶۷	۲۳/۰ gh	۳۶/۹ bcde	۳۸/۹ a	۲۹۷۶ efgh	۱۶۸۳ n	۸۵۵۶ ab	۷۰۹۳ qr	۲۳/۶ jk	۳۴/۶ hij
	اوره- ۴ گرم در لیتر	e۲۸۰/۳۳	۲۳/۰ gh	۳۹/۰ a	۳۹/۷ a	۳۱۸۰ ab	۱۹۸۳ jk	۸۶۵۰ a	۷۷۶۳ bcd	۲۵/۳ i	۳۶/۶ def
	GA- ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	ef۲۷۸/۳۳	۲۳/۶ g	۳۷/۵۰ bc	۳۷/۰ b	۲۹۵۶ fghi	۱۷۳۰ m	۸۴۹۶ bc	۷۱۹۰ q	۲۴/۰ j	۳۴/۶ hij
	BR- ۱ میلی گرم بر لیتر	efg۲۷۷/۰۰	۲۲/۳ ghi	۳۶/۶ efg	۳۸/۷ a	۲۸۸۶ ijkl	۱۷۰۳ mn	۸۵۱۰ bc	۷۰۵۶ r	۲۴/۰ j	۳۴/۰ jk
	ASA- ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	fgh۲۷۶/۰۰	۲۲/۰ hi	۳۷/۶ b	۳۹/۳ a	۲۹۹۳ efg	۱۸۶۳ l	۸۵۸۳ ab	۷۲۹۶ mnop	۲۵/۶ i	۳۴/۶ hij
	هیدروپرایمینگ با آب مقطر	ghi۲۷۴/۰۰	۲۲/۰ hi	۳۳/۷ lm	۳۹/۷ a	۲۹۴۰ ghij	۱۶۲۶ o	۸۵۲۳ bc	۷۰۶۶ r	۲۳/۳ jk	۳۴/۶ hij
	شاهد بدون پرایم	i۲۷۰/۰۰	۲۲/۰ hi	۳۵/۷ hi	۳۸/۶ a	۲۸۵۶ kl	۱۵۸۳ p	۸۴۲۳ cd	۶۷۶۳ s	۲۳/۳ jk	۳۴/۰ jk
کریم	KCl- ۱۰۰میلی مولار	kl۲۴۲/۶۷	۲۹/۰ bcd	۳۶/۰ ghi	۳۵/۵ cd	۲۸۲۰ lm	۲۳۷۳ bc	۷۶۷۳ lm	۷۸۲۶ bc	۳۰/۳ bc	۳۶/۶def
	ZnSO4- ۰/۱ درصد	klmn۲۴۰/۰۰	۲۹/۳ abc	۳۵/۰ jk	۳۴/۴ defgh	۲۷۷۶mn	۲۱۸۶ fgh	۷۵۹۶ mn	۷۴۹۰ fghij	۲۹/۳ de	۳۶/۶ def
	ZnSO4- ۰/۳ درصد	kl۲۴۳/۰۰	۳۰/۰ ab	۳۶/۱ ghi	۳۴/۳ defgh	۲۸۷۰ jkl	۲۴۲۳ a	۷۷۲۰ l	۷۸۵۳ b	۳۰/۶ abc	۳۷/۳ bcd
	PEG- ۲/۳- بار	klm۲۴۱/۶۷	۳۰/۳ a	۳۳/۲ h	۳۵/۰ jk	۲۷۷۶ mn	۲۱۵۳ h	۷۶۱۰ mn	۷۴۸۶ fghij	۲۸/۶ ef	۳۶/۶ def
	PEG- ۲/۹- بار	n۲۳۷/۰۰	۲۷/۰ f	۳۳/۲ lm	۳۴/۳ defgh	۲۵۲۳ o	۱۹۵۲ k	۷۳۴۳ o	۷۳۰۳ lmnop	۲۶/۶ h	۳۴/۳ ij
	اوره- ۲ گرم در لیتر	klm۲۴۰/۶۷	۲۸/۳ cdef	۳۵/۲ cdefg	۳۵/۸ hi	۲۷۴۳ n	۲۲۰۰ efgh	۷۶۶۶ lm	۷۲۶۳ nop	۳۰/۳ bc	۳۵/۶ fgh
	اوره- ۴ گرم در لیتر	k۲۴۳/۶۷	۲۸/۶ bcde	۳۶/۰ bc	۳۶/۸ cdef	۲۹۰۶ hijk	۲۴۴۳ a	۷۷۵۰ l	۷۸۲۰ bc	۳۱/۳ a	۳۷/۳ bcd
	GA- ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	klm۲۴۱/۳۳	۲۸/۶ bcde	۳۴/۶ cdefgh	۳۵/۴ ij	۲۷۵۳ mn	۲۲۴۳ e	۷۵۲۶ n	۷۴۴۳ ghijk	۳۰/۰ cd	۳۶/۶ def
	BR- ۱ میلی گرم بر لیتر	klmn۲۳۹/۶۷	۲۸/۳ cdef	۳۵/۳ cdef	۳۵/۷ hi	۲۷۵۰ mn	۲۲۰۶ efg	۷۶۷۶ lm	۷۳۸۳ jklm	۳۰/۰ cd	۳۶/۰ efg
	ASA- ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	klm۲۴۱/۶۷	۲۸/۶ bcde	۳۴/۸ cdefg	۳۵/۸ hi	۲۷۸۳ mn	۲۳۲۳ d	۷۶۷۶ lm	۷۵۰۶ fghi	۳۱/۰ ab	۳۶/۰ efg
	هیدروپرایمینگ با آب مقطر	mn۲۳۸/۳۳	۲۷/۶ def	۳۵/۲ cdef	۳۴/۵ k	۲۷۱۶ n	۲۱۵۶ h	۷۶۰۰ mn	۷۳۱۳ lmno	۲۹/۳ de	۳۵/۶ fgh
	شاهد بدون پرایم	lmn۲۳۹/۳۳	۲۷/۶ def	۳۳/۸ l	۳۴/۴ cdefgh	۲۵۶۶ o	۲۰۹۳ i	۷۳۹۶ o	۷۲۱۶ op	۲۹/۳ de	۳۴/۶ hij

حروف مشابه در هر ستون میانگین‌ها، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ (براساس آزمون دانکن) می‌باشند



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای میانگین عملکرد دانه سه رقم گندم نان تحت تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در شرایط دیم (میانگین دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶).

گزارش شده است که بهبود شاخص برداشت در اثر پرایمینگ‌بذر در نتیجه دو عامل است: یکی بهبود رشد رویشی و افزایش ماده خشک و دیگری بهبود جذب مواد غذایی توسط گیاه و افزایش تعداد و وزن دانه (Keshavarz and Sadegh Ghol Moghadam, 2017). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان این‌گونه استنباط کرد که افزایش رشد رویشی گیاه در اثر تیمار بذر باعث توسعه سیستم آوندی و نقل و انتقال مواد فتوسنتزی شده و این امر منجر به افزایش شاخص برداشت می‌گردد. بین شاخص برداشت با تیمارهای آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ($r=۰/۹۹۸^{**}$)، هیدروپرایمینگ با آب مقطر ($r=۰/۹۹۵^{*}$)، سولفات روی آبدار۰/۳ درصد ($r=۰/۹۸۹^{*}$) و اوره ۴ گرم در لیتر ($r=۰/۹۹۸^{*}$)، کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار ($r=۰/۹۹۷^{*}$)، اوره ۲ گرم در لیتر ($r=۰/۹۹۸^{*}$) و بین تیمار کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار با تیمارهای پلی اتیلن گلیکول ۷/۵ درصد ($r=۰/۹۹۵^{*}$) و سولفات روی آبدار۰/۳ درصد ($r=۰/۹۹۸^{*}$) و اوره

۲ گرم در لیتر (r=۰/۹۹۷*) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. پرایمینگ‌بذر به طور قابل توجهی ارتفاع گیاه، تعداد پنجه‌های بارور در واحد سطح و طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه، وزن کاه و کلش و شاخص برداشت گندم را در تمامی تاریخ‌های کاشت آن بهبود می‌بخشد (Hussain *et al*., 2015). بهبود در شاخص برداشت بوسیله پرایمینگ‌بذر، تخصیص مواد فتوسنتزی بهتر و تسهیم ماده خشک به طرف دانه را نشان می‌دهد (Rehman *et al*., 2011).

با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای که در مورد عملکرد دانه ارقام گندم تحت تاثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر صورت گرفته و رسم نمودار دندروگرام آن‌ها که در شکل ۱، آمده است، نشان می‌دهد تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر از نظر اثر بر عملکرد دانه به ۴ گروه تقسیم بندی شدند، به طوری که گروه اول، دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب شامل ۶، ۱، ۴، و ۱ تیمار پرایمینگ بودند. بیشترین میانگین عملکرد دانه در بین گروه‌ها متعلق به گروه ۳ با میانگین گروه ۲۶۱/۸ گرم در مترمربع بود و بین تیمارهای پرایمینگ در این گروه، تیمار اوره ۴ گرم در لیتر با میانگین ۲۶۸/۶ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد دانه را داشت. کمترین میانگین عملکرد دانه در بین گروها، به گروه ۲ با میانگین گروه ۲۲۲/۸ گرم در مترمربع اختصاص یافت.

نتیجه‌گیری کلی

در سال اول (شرایط مطلوب توزیع بارش)، مناسب‌ترین تیمارهای پرایمینگ بذر از نظر عملکرد دانه، تیمارهای اوره ۴ گرم در لیتر (افزایش ۹/۷۶ درصدی نسبت به شاهد) و سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد (افزایش ۸/۲۸ درصدی نسبت به شاهد) بودند. در سال دوم (شرایط نامطلوب توزیع بارش)، مناسب‌ترین تیمارهای پرایمینگ بذر از نظر عملکرد دانه، به‌ترتیب تیمارهای اوره ۴ گرم در لیتر (افزایش ۱۶/۶۲ درصدی نسبت به شاهد)، سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد (افزایش ۱۵/۲۰ درصدی نسبت به شاهد)، آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (افزایش ۱۲/۶۲ درصدی نسبت به شاهد) و کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار (افزایش ۱۱/۵۴ درصدی نسبت به شاهد) بودند. لذا استفاده از این تیمارها برای شرایط تنش خشکی نیز قابل توصیه می‌باشد. میانگین داده‌های به‌دست آمده از شرایط مزرعه نشان داد که پرایمینگ بذر با اوره ۴ گرم در لیتر، سولفات روی آبدار ۰/۳ درصد و آسکوربیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کلرید پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار تیمارهای برتری بودند که بیشترین تأثیر مثبت بر عملکرد زیستی، شاخص برداشت، عملکرد دانه و اجزای آن داشتند. با توجه به ارزانی و در دسترس بودن اوره برای کشاورزان، شاید بتوان توصیه تیمار پرایم بذر با اوره را به‌عنوان کاربردی‌ترین تیمار به‌طور عام توصیه نمود.

منابع

عباس‌دخت حسن، مکاریان حسین، احمدی‌شرف حسین، غلامی اعظم، رحیمی محمد. ۱۳۹۱. مطالعه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز با تاکید بر اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مجله پژوهش علف‌های هرز ۴(۲): ۶۷-۶۳.

ملکوتی محمد، کشاورز بهروز، کریمیان نفی. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارت دانشگاه تربیت مدرس. ۷۱۸ صفحه.

صفری کیانوش، سهرابی یوسف، سی و سه مرده عادل، ساسانی شهریار. ۱۳۹۸. اثر پرایمینگ‌بذر بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک بخش هوایی و ریشه گندم نان (*Triticum aestivum L.*) در شرایط کاشت لوله‌های گلدانی داخل مزرعه. مجله تولیدات گیاهی. پذیرش چاپ DOI: 10.22055/PPD.2019.28875.1736

صفری کیانوش، سهرابی یوسف، سی و سه مرده عادل، ساسانی شهریار. ۱۳۹۷. تأثیر پرایمینگ بذر روی برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک سه رقم گندم در شرایط آزمایشگاه و گلخانه. نشریه پژوهش های گندم. ۱: ۶۸-۵۳.

عیسوند حمید رضا، توکلی افشار رضا، شریف زاده فرزاد، مداح عارفی حسن، حسام زاده حجازی سید محسن. ۱۳۸۷. بهبود کیفیت فیزیولوژیک بذرهای زوال یافته علف گندمی بلند (*Agropyron elongatum* Host) با استفاده از پرایمینگ هورمونی برای شرایط تنش و بدون تنش خشکی. نشریع علوم گیاهان زراعی. ۳۹: ۶۵-۵۳.

Abdoli M, Saeidi M, Azhand M, Jalali-Honarmand S, Esfandiari E, Shekari F. 2013. The effects of different levels of salinity and Indole-3-Acetic Acid (IAA) on early growth and germination of wheat seedling. Journal of Stress Physiology and Biochemistry 9(4): 329-338.

Ali S, Khan R, Miraj G, Arif M, Fida M, Bibi S. 2002. Assessment of different crop nutrient management practices for yield improvement. Australian Journal of Crop Science 2(3): 150- 157.

Chauhan PS, Bisht S, Singh M. 2017. Effects of Urea, DAP, Potash and their mixture on seed germination and seedling growth Maize (*Zea mays* L.). Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences 5(2): 1-4.

Farooq M, Basra S, Tabassum R, Afzal I. 2006b. Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. Plant Production Science 9(4): 446-456.

Farooq M, Basra SMA, Tabassum R, Ahmad N. 2006d. Evaluation of seed vigour enhancement techniques on physiological and biochemical techniques on physiological basis in coarse rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science and Technology 34:741-750.

Farooq M, Basra SMA, Wahid A, Khan MB. 2006c. Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Science and Technology 34: 775-780.

Farooq M, Basra SMA, Wahid A. 2006a. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. Plant Growth Regulation 49: 285-294.

Farooq M, Irfan M, Aziz T, Ahmad I, Cheema SA. 2012. Seed Priming with Ascorbic Acid Improves Drought Resistance of Wheat. Journal of Agronomy and Crop Science 199(1): 12-22.

Garcia del moral LF, Rharrabiti Y, Villegas D, Royo C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions. Agronomy Jornal 95: 266-274.

Harris D, Kumar WA, Rao JVDK. 2005. The improvement of crop yield in marginal environments using 'on-farm' seed priming: nodulation, nitrogen fixation and disease resistance. Australian Journal of Agricultural Research 56:1211-1218.

Harris D, Rashid A, Miraj G, Arif M, Yunas M. 2008. 'On-farm' seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. Plant Soil 306: 3-10.

Hsu CC, Chen CL, Chen JJ, Sung JM. 2003. Accelerated aging enhanced lipid peroxidation in bitter gourd seeds and effects of priming and hot water soaking treatments. Scientia Horticulturae 98: 201-212. http://www.ispa.ir

Hussain S, Zheng M, Khan F, Khaliq A, Fahad S, Peng S, Huang J, Cui K, Nie L. 2015. Benefits of rice grain priming are offset permanently by prolonged storage and the storage conditions. Scientific Reports 5: 8101.

Jalilian A, Tavakkoli Afshari R. 2004. Study of effects of osmo-priming on seed germination of sugarbeet under drought stress conditions. Agricultural Science Journal 2: 23-35.

Jones MJ, Wanbi A. 1992. Site-factor influence on barley response to fertilizer in on-farm trials in northern Syria: descriptive and predictive models. Australian Journal of Experimental Agriculture 28: 63-87.

Keshavarz H, Sadegh Ghol Moghadam, R. 2017. Seed priming with cobalamin (vitamin B12) provides significant protection against salinity stress in the common bean. Rhizosphere 3: 143-149.

Khooshehkar H, Shekari F. 2012. Effect of Seed Treatment with Salicylic Acid on Some Seedling Characteristics of Borage. Journal of Crop Ecophysiology, 21(1): 69-78.

Kumar, S., Ghatty, S., Satyanarayana, J., Guha, A., Chaitanya, B. S. K. and Reddy, A. R. 2012. Paclobutrazol treatment as a potential strategy for higher seed and oil yield in field-grown Camelina sativa L. (Crantz). BMC Research Notes 137: 1-13.

Mahmoudieh Cham Piri R, Aboutalebian M. A. 2020. Effect of seed priming and mycorrhiza on some physiological characteristics, yield and yield components of wheat under salt stress conditions. Journal of Crop Production and Processing. 10(3): 29-45.

Pirasteh Anosheh H, Sadeghi H, Emam Y. 2011. Chemical Priming with Urea and KNO_3 Enhances Maize Hybrids (*Zea mays* L.) Seed Viability under Abiotic Stress. Journal of Crop Science and Biotechnology.14 (4): 289-295.

Rehman H, Basra SM A, Farooq M. 2011. Field appraisal of seed priming to improve the growth, yield and quality of direct seeded rice. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 35: 357-365.

Sharifi HR, Gazanchian Gh A, Anahid S. 2018. Effects of planting date and seed priming on partitioning coefficients, grain yield and yield components of wheat (Triticum aestivum L.). Iranian Journal of Seed Science and Technology, 7(1): 257-280.

Shekari F, Karami S, Saba J. 2016. Variations in yield and yield components by seed priming with three anti-gibberellin regulators on wheat cv. Azar-2. Cereal Research 6(3): 339-351.

Zheng HC, Jin HU, Zhi Z, Ruan SL, Song WJ. 2002. Effect of seed priming with mixed-salt solution on emergence and physiological characteristics of seedling in rice (*Oryza sativa* L.) under stress conditions. Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Science) 28:175-178.

DOI: 10.22092/idaj.2021.352329.322

Effect of seed priming on harvest index, grain yield and it's components in three dryland wheat cultivars

Kianoush Safari [1], Yousef Sohrabi [2*], Adel Siosemardeh [3], Shahryar Sasani [4]

1- *Ph.D. Candidate of Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran*
2- *Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran*
3- *Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran*

Abstract

To investigate the effect of seed priming treatments on grain yield and it's components in three bread wheat cultivars ("Rijaw", "Sardari" and "Karim"), two years field experiment were conducted at the Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Kermanshah) in 2015-2016 and 2016-2017. Seed priming treatments included, gibberellic acid 100 mg L^{-1}, 24-epiprasinolide 1 mg L^{-1}, potassium chloride 100 mmol L^{-1} and polyethylene glycol (PEG4000) (-2.3 and -2.9 bar), aqueous zinc sulfate 0.1 and 0.3% by weight-volume, 2 and 4 g urea L^{-1}, ascorbic acid 100 mg L^{-1}, one surface of hydropriming with distilled water and a control treatment. The results showed that the highest grain yield was obtained from "Rijaw" and 4 g L^{-1} urea (2801.4 kg ha^{-1}). The highest biological yield was related to the Sardari and 4 g urea L^{-1} treatment (8206.7 kg ha^{-1}). The maximum 1000-seed weight (39.5 g) was obtained from Sardari and 0.3% (w/v) zinc sulfate. There was a positive and significant correlation between grain yield and 0.3% hydrated zinc sulfate, 4 g L^{-1} urea and 100 mmol L^{-1} potassium chloride, 100 mg L^{-1} ascorbic acid and 2 g L^{-1} urea, respectively. In this study, based on the results of grain yield and its components, treatments of 4 g urea L^{-1}, zinc sulfate 0.3%, ascorbic acid 100 mg L^{-1} and potassium chloride of 100 mmol L^{-1} were recommended as appropriate seed priming treatments for similar dryland conidtions.

Keywords: 24-epiprasinolide, Gibberellic acid, Numer of spike, Plant growth regulators, Urea,

** Corresponding author: sohrabi_yousef@yahoo.com* *Submit date:2020/10/26 Accept date: 2021/03/14*