مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۴ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

مجله پژوهش‌های به زراعی

تأثیر پرایمینگ اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی، عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی ارقام مختلف گندم دیم در خرم‌آباد

علی خورگامی[1]*، مریم جایدری[1]

۱-گروه کشاورزی، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد ، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی اثر پرایمینگ و محلول‌پاشی محلول سالیسیلیک‌اسید بر جوانه‌زنی، عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی ارقام مختلف گندم دیم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگایی شهرستان خرم‌آباد اجرا شد. کاربرد سالیسیلیک‌اسید در چهار سطح محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)، محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱ میلی‌مولار، پرایمینگ سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۲ میلی‌مولار و رقم گندم دیم در سه سطح (قابوس، کریم و کوهدشت) به‌عنوان تیمار آزمایش در نظر گرفته شد. اثر ساده رقم و محلول سالیسیلیک‌اسید بر عملکرد و بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار بودند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، رقم قابوس با ۳۹۷۴/۶ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه در بین ارقام مورد بررسی بود. بر اساس نتایج حاصل، بهترین تیمار برای پرایم نمودن بذور استفاده از ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید بود که تأثیر معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد گردید، به‌طوری که عملکرد دانه تحت تأثیر پرایمینگ برگی ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید نسبت به تیمار شاهد ۱۰/۳ درصد افزایش یافت. بررسی‌های انجام شده در خصوص تیمار پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی دو میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر و عملکرد و اجزای عملکرد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش می یابد. با توجه به تأثیر مثبت رقم قابوس و پرایمینگ برگی ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید در بهبود عملکرد دانه گندم، می‌توان استفاده از پرایمینگ برگی ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید را برای گندم دیم رقم قابوس در شرایط آب و هوایی خرم آباد پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، رقم، سالیسیلیک‌اسید، گندم دیم.

* نگارنده مسئول (a.khorgami@khoiau.a.ir)

مقدمه

خشکی یکی از اصلی‌ترین محدودیت‌های محیطی برای رشد و باروری گیاهان و هم‌چنین مهم‌ترین عامل محدودکننده عملکرد محصولات زراعی در سیستم‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که مورفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اثرات عمده‌ای بر تولیدات کشاورزی می‌گذارد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۳). تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده عملکرد محصولات بر همه فرآیندهای رشد گیاه اثر می‌گذارد و یکی از عوامل مهم محدودکننده عملکرد گندم در محیط‌های مختلف است (Yan & Shi 2013).

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی در دنیا است که در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می‌کند و نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی انسان‌ها دارد. این محصول تأمین‌کننده ۲۰ درصد انرژی و ۹۳-۷۸ درصد پروتئین موجود در جیره غذایی بشر است (دشتکی و همکاران، ۱۳۹۹). مرحله جوانه‌زنی یکی از بحرانی‌ترین مراحل رشد است و بذرهایی که جوانه‌زنی مناسب‌تری داشته باشند، در مراحل بعدی رشد می‌توانند گیاهچه‌هایی با بنیه قوی‌تر و سامانه ریشه‌ای توسعه یافته‌تری را تولید نمایند (همراهی و همکاران، ۱۳۹۶). امروزه فناوری‌های مختلفی در جهت ارتقای کیفیت بذر با هدف افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه‌ها تحت شرایط محیطی مختلف توسط پژوهشگران توسعه یافته است. یکی از این فناوری‌ها، پیش‌تیمار بذر و یا پرایمینگ بذر می‌باشد (Delin & Lagunovschi, 2015) استفاده از پرایمینگ بذر به‌ویژه در شرایط نامطلوب محیطی موجب افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، سبزشدن بذرها و گیاهچه‌ها و ظهور یکنواخت ریشه‌چه و ساقه‌چه در دامنه وسیعی از درجه حرارت می‌شود (بخرد و همکاران، ۱۳۹۴). در میان مراحل مختلف رشد گیاه، جوانه‌زنی بذر حساس‌ترین مرحله به تنش‌های محیطی

می‌باشد(Patade *et al.*, 2011). چرا که فرآیند پیچیده و چند مرحله‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌گردد که خود تحت تأثیر محیط می‌باشند (Kaour *et el.*, 2015). پرایمینگ بذر یک تکنیک نسبتاً جدید، ساده و کم هزینه برای بهبود درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاهچه و سایر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه در شرایط نرمال و تنش است (Ibrahim, 2016). به عبارتی پرایمینگ بذر عبارت است از آبنوشی و آبگیری نسبی بذور طی یک دوره کوتاه زمانی و سپس پسابیده شدن[1] آن ها که می‌تواند سبب بهبودی و یا تسریع جوانه‌زنی این بذور در صورت کاشت در زمین اصلی شود (Wang *et al.*, 2018). نتایج تحقیقات احمدی‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلک نقش مؤثری در کاهش آسیب‌های ناشی از تنش خشکی بر عملکرد ارقام سورگوم داشت، به‌طوری که محلول‌پاشی دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تحت شرایط تنش خشکی شدید به میزان ۳۷ درصد اثر تنش خشکی را بر عملکرد دانه کاهش داد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زارعی ۹۷-۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات سراب چنگایی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۱۷۱ متر از سطح دریا اجراء گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار اجرا شده است. عامل محلول اسید سالیسیلیک (S) در چهار سطح شامل: شاهد - محلول‌پاشی با آب مقطر(S1) ، پرایمینگ و محلول‌پاشی محلول اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار (S2) ، پرایمینگ و محلول‌پاشی محلول اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار(S3)، پرایمینگ و محلول‌پاشی محلول اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار (S4) و عامل رقم در سه سطح

[1] - dehydration

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق Depth	۰/۳۰
درصد اشباع S.P	-
هدایت الکتریکی $E_c \times 10^{3}$	۰/۴۷
واکنش کل اشباه Ph of paste	۷/۶۱
درصد آهک T.N.V	۳۱/۴
درصد کربن آلی o.c	۱/۱۵
فسفر قابل جذب P(av).p.p.m	۸/۲
پتاسیم قابل جذب k(av).p.p.m	۳۱۰
درصد شن sand	۸
درصد لای silt	۵۱
درصد رس Clay	۴۱
بافت خاک	Si.c.L

شامل: رقم قابوس (V1)، رقم کوهدشت (V2)، رقم کریم (V3)، بود.

مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

قبل از اجرای آزمایش، از خاک محل اجرای طرح نمونه برداری و خصوصیات محل اجرای آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، قبل از کاشت ۱۰ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی متری برداشته شد، از این ۱۰ نمونه پس از مخلوط کردن، نمونه مرکب تهیه و به آزمایشگاه جهت تجزیه ارسال شد که نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱، نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک پس از نمونه برداری از خاک، عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین اجرا گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۵ متر و به فاصله ۲۰ سانتی متر بود. کشت به صورت دستی در تاریخ با تراکم ۳۵۰ بوته انجام شد. برای تهیه محلول اسید سالیسیلیک با غلظت یک میلی‌مولار، ۱/۴ گرم اسید سالیسیلیک را ۱۰ لیتر آب حل نموده. جهت انجام پرایمینگ، پس از تهیه غلظت‌های مختلف محلول اسید سالیسیلیک، بذرهای گندم به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد تحت تیمارهای مختلف محلول اسید سالیسیلیک غوطه‌ور شدند. سپس بذرها در دمای معمولی اطاق و به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد خشک و پس از ضد عفونی با قارچ کش جهت کشت به مزرعه منتقل شد .برای محلول‌پاشی، محلول اسید

سالیسیلیک به‌صورت شاخساره‌ای بر روی شاخ و برگ گیاه محلول‌پاشی شد. محلول‌پاشی در دو مرحله، با فاصله ۱۰ روز در زمان پنجه‌رفتن گندم انجام گردید. برای جلوگیری از تبخیر محلول، عملیات محلول‌پاشی در شرایط هوای ساکن و بدون باد و در اوایل صبح یا اواخر روز صورت گرفت. برای آزمایش تعیین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی، ابتدا بذور ارقام گندم مورد مطالعه با محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شده و پس از شستشو با آب مقطر بر روی کاغذ واتمن خشک شدند (Lin *et al.*, 2012). سپس بذرها به مدت ۱۲ ساعت در محلول‌های مورد نظر اسید سالیسیلیک خیسانده و به پتری‌دیش‌های حاوی کاغذ صافی جهت تست جوانه‌زنی انتقال داده شدند. به‌منظور تعیین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی، شمارش بذور جوانه‌زده ارقام مختلف گندم به‌صورت روزانه انجام گردید. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه حداقل ۲ میلی‌متر بود (Soltani *et al.*, 2001). برای تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده و مقایسه میانگین آن‌ها از نرم افزار SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. در این آزمایش جهت پردازش و رسم نمودار و سایر عملیات ضروری بر حسب ضرورت از نرم‌افزار Excel استفاده گردید

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی بذر

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده اسید سالیسیلیک بر صفت درصد جوانه‌زنی بذر در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر ساده رقم و اثرمتقابل رقم × اسید سالیسیلیک در سطح پنج و یک درصد تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۱/۵۵ درصد) به تیمار محلول یک و نیم میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تعلق داشت و کمترین میزان (۸۵/۱۲ درصد) نیز به تیمار محلول دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و سپس تیمار شاهد (۸۶/۰۶

درصد) اختصاص یافت که از نظر آماری نیز دریک گروه قرار گرفتند (جدول مقایسه میانگین). بر اساس نتایج به‌دست آمده محلول یک و نیم میلی‌مولار اسید سالیسیلیک سبب افزایش ۷/۵ درصدی جوانه‌زنی بذر گندم نسبت به تیمار شاهد (کاربرد آب مقطر) گردید و هم‌چنین تیمار محلول دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک کاهش ۱/۰۹ درصدی جوانه‌زنی بذر در مقایسه با تیمار شاهد را در پی داشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده، تیمارهای ۱ و ۱/۵ درصد محلول یک اسیدسالیسیلیک به عنوان پیش‌تیمار بذر (پرایم بذر) سبب می‌شود درصد جوانه‌زنی بذر افزایش یابد ولی با افزایش محلول به ۲ میلی‌مولار نه‌تنها درصد جوانه‌زنی افزایش نمی‌یابد، بلکه باعث کاهش جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد نیز می‌گردد (جدول ۴). سبزشدن سریع و یکنواخت گیاهچه دو پیش‌نیاز ضروری برای افزایش عملکرد، کیفیت و در نهایت سود سالانه محصولات است. سبز شدن سریع گیاهچه می‌تواند به تولید گیاهان قوی منجر شود (Ghasemi *et al.*, 2008). بذور پرایم‌شده پس از قرار گرفتن در بستر خود زودتر جوانه‌زده و در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتزکننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای را به گیاهان حاصل از بذور پرایم‌شده می‌دهد (Duman, 2006).

سرعت جوانه‌زنی بذر

نتایج بررسی‌ها نشان داد که سرعت جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر عامل محلول اسید سالیسلیک قرار گرفته و از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار گردید، اما اثر ساده رقم و همچنین اثرمتقابل رقم × اسید سالیسیلیک بر سرعت جوانه‌زنی بذر از نظر آماری در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی دار نشده و بین تیمارهای آن‌ها

تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

بـر اسـاس نـتایج به دست آمده از مقـایسه

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد آزمون

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی بذر	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲			۱۲/۱۹	۲۹۷/۴۴۴	۲۵/۹۲۷	۴۳۳۴۱/۷۰
رقم(V)	۲	۳/۸۳$^{n.s}$	۰/۷۴۵$^{n.s}$	۲۴۲/۱۱۱**	۴۸۰۳/۰۲۷**	۳۸/۸۹۸*	۱۱۱۵۲۷۶/۶۷**
اسید سالیسیلیک (S)	۳	۷۳/۹۲**	۳۷/۳۰۷**	۱۲۸/۹۹*	۲۷۳۰/۴۰۷**	۲۰/۵۹۶$^{n.s}$	۳۰۲۰۱۸/۵۷**
رقم(V) × سالیسیلیک‌اسید (S)	۶	۲/۱۱$^{n.s}$	۰/۲۲۷$^{n.s}$	۱/۴۰۷$^{n.s}$	۸۰/۲۱۲$^{n.s}$	۱/۱۹۲$^{n.s}$	۲۲۳۰۲/۸۰$^{n.s}$
خطا	۲۲	۱۸/۵۰	۱/۸۱۶	۳۲/۸۳	۴۶۲/۸۰۸	۱۰/۹۸۴	۵۶۵۵۱/۲۹
ضریب تغییرات (٪)		۴/۸۹	۵/۶۳	۶/۱۵	۷/۴۸	۱۰/۱۶	۶/۴۸

$^{n.s}$ ، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

میانگین داده‌ها، بیشترین سرعت جوانه زنی با ۲۶/۱۱ درصد به تیمار محلول ۱/۵ درصد محلول اسید سالیسیلیک و کمترین میزان نیز با ۲۱/۳ درصد به تیمار محلول دو درصد محلول اسید سالیسلیک اختصاص یافت (جدول ۴).

جدول ۳- اثر ساده رقم بر صفات مورد آزمون

رقم	عملکرد دانه (Kg/ha)	وزن هزار دانه (g)	تعداد سنبله در مترمربع	ارتفاع بوته (Cm)	سرعت جوانه‌زنی بذر	درصد جوانه‌زنی
قابوس	۳۹۷۴a	۳۴a	۳۱۳ a	۹۴ b	۸۷ b	۹۱ a
کوهدشت	۳۳۶۴ c	۳۰ c	۲۷۳ c	۸۸ c	۸۵ c	۸۵ c
کریم	۳۶۶۳ b	۳۳ b	۲۹۹ b	۹۷ a	۹۰ a	۸۹ b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که تیمار محلول ۱/۵ درصد محلول اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش ۲۲/۶ درصدی سرعت جوانه‌زنی بذور گردید، اما تیمار محلول دو درصد محلول اسید سالیسیلیک موجب گردید که سرعت جوانه‌زنی بذور نسبت به تیمار شاهد به میزان ۹/۳ درصد کاهش یابد (جدول ۴) که به نظر می‌رسد علت این کاهش در اثر سمیت ناشی از سطوح بالاتر محلول اسید سالیسیلیک باشد. امروزه فناوری‌های مختلفی در جهت ارتقای کیفیت بذر با هدف افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه‌ها تحت شرایط محیطی مختلف توسط پژوهشگران توسعه یافته است. یکی از این فناوری‌ها، پیش‌تیمار بذر و یا پرایمینگ بذر می‌باشد.

(Delian & lagunovschi., 2015).

جدول ۴- اثر ساده اسید سالیسیلیک بر صفات مورد آزمون

پرایمینگ محلول اسید سالیسیلیک	عملکرد دانه (Kg/ha)	وزن هزار دانه (g)	تعداد سنبله در مترمربع	ارتفاع بوته (Cm)	سرعت جوانه‌زنی بذر	درصد جوانه‌زنی
عدم مصرف (شاهد)	۳۹۷۴d	۳۰ c	۳۹۷۴ c	۹۱ b	۸۶ b	۹۶ c
۱ میلی مولار	۳۷۹۸ b	۳۲ b	۲۹۸ b	۹۱ b	۸۵ c	۸۵ d
۱/۵ میلی مولار	۳۸۵۱ a	۳۴ a	۳۱۵ a	۹۷ a	۹۱ a	۹۱a
۲ میلی مولار	۳۵۳۸ c	۳۰ c	۱۷۷ d	۸۹ c	۸۶ c	۸۸ b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

استفاده از پرایمینگ بذر به‌ویژه در شرایط نامطلوب محیطی موجب افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، سبزشدن بذرها و گیاهچه‌ها و ظهور یکنواخت ریشه‌چه و ساقه‌چه در دامنه وسیعی از درجه حرارت می‌شود.

(Bekhrad *et al.*, 2015).

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم و اسید سالیسیلیک به ترتیب در سطح یک و پنج درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بودند، ولی اثرمتقابل رقم× اسید سالیسیلیک در سطح پنج و یک درصد از نظر آماری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، رقم کریم با ۹۷/۰۳ سانتی‌متر دارای بیشترین ارتفاع بوته در بین ارقام مورد بررسی بود که از نظر آماری با رقم قابوس با ارتفاع ۹۴/۰۸ سانتی‌متر در یک گروه آماری قرار گرفتند و کمترین ارتفاع بوته نیز با ۸۸/۲۵ سانتی‌متر به رقم کوهدشت اختصاص یافت (جدول ۳). به‌طور کلی تغییرات ارتفاع معمولاً بارزترین مشخصه از خصوصیات ژنتیکی و تغییر شرایط محیطی در اغلب گیاهان است و یکی از اختلافات بین ارقام مربوط به‌همین ویژگی است. این خصوصیت کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فتوسنتزی قرار می‌دهد. رستمی و همکاران (۱۳۹۶) و (Valizadeh *et al.*, 2012) نیز وجود اختلاف بین ارقام گندم را گزارش نمودند.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۹۷/۵۵ سانتی‌متر) به تیمار محلول یک و نیم میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تعلق داشت و کمترین میزان (۸۹/۰ درصد) نیز به تیمار محلول دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و سپس تیمار شاهد (۹۱/۲۲ درصد) اختصاص یافت که از نظر آماری نیز دریک گروه قرار گرفتند (جدول ۴). بر اساس نتایج به‌دست آمده پرایم و محلول‌پاشی برگی محلول یک و نیم و یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب سبب افزایش ۶/۹ و ۳/۹ درصدی جوانه‌زنی بذر گندم نسبت به تیمار شاهد

(کاربرد آب مقطر) گردید و ولی تیمار پرایم و محلول‌پاشی برگی محلول دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک کاهش ۲/۴ درصدی جوانه‌زنی بذر در مقایسه با تیمار شاهد گردید (جدول ۴). با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد علت کاهش ارتفاع بوته گندم در تیمار پرایم و محلول‌پاشی برگی محلول دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در اثر سمیت ناشی از سطوح بالاتر محلول اسید سالیسیلیک باشد.از آن‌جا که محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک باعث افزایش تقسیم و تمایز سلول‌ها و افزایش تعداد روزنه‌ها می‌گردد و از طرفی سبب افزایش بافت‌های استحکامی و جلوگیری از تخریب دیواره‌های سلولی می‌شود (مداح و همکاران، ۱۳۸۵). بنابراین به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی با غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک می‌تواند با جلوگیری از کاهش تقسیمات سلولی و کاهش اندازه سلولی اثرات مضر تنش خشکی را بر میزان رشد گیاه تخفیف دهد (رضایی و پیرزاد،۱۳۹۳).

Hayat *et al* (2010) گزارش کردند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار در ارتفاع گیاه گندم شد.

تعداد سنبله در متر مربع

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده رقم و اسید سالیسیلیک بر تعداد سنبله در متر مربع در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر اثرمتقابل رقم× اسید سالیسیلیک در سطح پنج و یک درصد تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در متر مربع نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم قابوس با ۳۱۳/۰ سنبله در متر مربع دارای بیشترین سنبله در بین ارقام مورد بررسی بود که از نظر آماری با رقم کریم با ۲۹۹/۲۵ سنبله در متر مربع در یک گروه آماری قرار گرفتند و کمترین تعداد سنبله در متر مربع نیز با ۲۷۳/۵۸ سنبله در متر مربع به رقم کوهدشت اختصاص یافت (جدول ۳). تعداد سنبله در واحد سطح اغلب مهم ترین جزء عملکرد برای گندم به حساب می‌آید و درک ارتباط بین سنبله‌ها

با عملکرد دانه می‌تواند در افزایش تولید کمک شایانی نماید (Garcia *et al*., 2003). صفت سنبله‌دهی در غلات یک صفت ژنتیکی است، اما عوامل آب و هوایی، رژیم‌های غذایی، نور و حرارت و روش‌های کاشت نیز بر آن تأثیر می‌گذارند (Zhang *et al*., 2019). نتایج مقایسه میانگین به‌دست آمده از داده‌ها گویای آن بود که تیمار پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک به مقدار ۱/۵ میلی‌مولار دارای بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح (۳۱۵/۵۶ سنبله) بود و تیمار پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک به مقدار دو میلی‌مولار و تیمارشاهد (محلول‌پاشی با آب مقطر) نیز به ترتیب با ۱۷۷/۳۳ و ۲۸۴/۷۸ سنبله در متر مربع دارای کمترین سنبله در واحد سطح بودند. در بین تیمارهای اسید سالیسیلیک، بیشترین تأثیر را بر تعداد سنبله در واحد سطح، تیمار ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نسبت به تیمار شاهد داشت و موجب گردید تعداد سنبله در متر مربع نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۰/۸ درصد افزایش یابد، پس از آن تیمار یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بیشترین تأثیر را نسبت به تیمار شاهد داشت و سبب گردید تعداد سنبله در واحد سطح به میزان ۶/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یابد. اما تیمار دو میلی‌مولار محلول اسید سالیسیلیک موجب گردید تعداد سنبله در واحد سطح نسبت به تیمار شاهد به میزان ۲/۶ درصد کاهش را نشان دهد (جدول ۴) که به نظر می‌رسد این کاهش به‌دلیل اثر مخربی است که مصرف بیش از اندازه محلول اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذور پرایم شده داشته و در نتیجه کاهش تعداد سنبله بارور داشته که موجب گردیده تعداد سنبله تولید شده در واحد سطح نسبت به تیمار شاهد کاهش یابد.

تاج‌بخش و همکاران (۱۳۹۴) نیز افزایش تعداد سنبله در واحد سطح را در اثر پرایمینگ بذور ناشی از جوانه‌زنی مطلوب و استقرار مناسب بوته حاصل از بذر تیمار شده، گزارش کردند. در اثر این امر روند رشد رویشی و به تبع آن رشد زایشی گیاه بهبود می‌یابد. بر اساس گزارش

(Farooq *et al.*, 2008)، پرایمینگ بذور گندم باعث افزایش تعداد پنجه شده که در نتیجه آن نیز عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نیز افزایش یافت. نتایج تحقیقات مناری‌فر و سپهر (۱۳۹۱) نیز گویای آن بود که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد باعث افزایش تعداد سنبله در واحد سطح می‌گردد.

وزن هزار دانه

نتایج بررسی‌های تجزیه واریانس نشان داد که وزن هزار دانه تحت تأثیر عامل رقم قرار گرفته و از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید، اما اثر ساده محلول اسید سالیسیلیک و هم‌چنین اثرمتقابل رقم× اسید سالیسیلیک بر وزن هزار دانه از نظر آماری در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی دار نشده و بین تیمارهای آن‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین‌ها، رقم قابوس با (۳۴/۰۶ گرم) دارای بیشترین وزن هزار دانه بود که از نظر آماری با رقم کریم با ۳۳/۱۷ گرم وزن هزار دانه در یک گروه قرار گرفتند. رقم کوهدشت نیز با (۳۰/۵۹ گرم) دارای کمترین میزان وزن هزار دانه در بین ارقام مورد بررسی در این تحقیق بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد که وزن هزار دانه رقم قابوس و کریم در مقایسه با ارقام کوهدشت به ترتیب افزایش ۱۱/۳۴ و ۸/۴۳ درصدی را به‌همراه داشت (جدول ۳).

وزن هزار دانه تنها جزء از اجزای عملکرد است که به شرایط محیطی دوره پس از گلدهی بستگی دارد. در عین حال کاهش وزن دانه می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردد. تغییرات وزن هزار دانه نسبت به تعداد دانه در سنبله می‌تواند واکنشی در جهت تعدیل مخزن با منبع باشد. با کاهش تعداد دانه در سنبله مواد غذایی بیشتری به دانه‌های باقی‌مانده در سنبله‌ها انتقال می‌یابد و با مکانیسم خودتنظیمی و ایجاد تعادل بین اجزای عملکرد وزن هزار دانه افزایش خواهد یافت. (Papakosta *et al.*, 2014).

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس عامل رقم و محلول اسیدسالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم داشتند.اما عامل اثرمتقابل فاکتورهای رقم و محلول اسید سالیسیلیک (V×S) در سطوح آماری پنج درصدویک درصدتأثیر معنی‌دار برعملکرد دانه گندم نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به رقم قابوس با ۳۹۷۴/۶ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که از نظر آماری به تنهایی در یک گروه قرار گرفت. رقم کوهدشت نیز با ۳۳۶۴/۹ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد دانه نسبت به سایر ارقام گندم مورد بررسی بود که پس از آن نیز رقم کریم با ۳۶۶۳/۶ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد دانه بود و از نظر آماری هم رقم‌های کوهدشت و کریم در گروه‌های مجزا و جداگانه قرار گرفتند. هم‌چنین عملکرد دانه در رقم قابوس در مقایسه با ارقام کوهدشت و کریم به ترتیب افزایش ۱۸/۱ و ۸/۵ درصدی را نشان داد (جدول ۳). مختاری‌فر و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی نه رقم گندم گزارش دادند به‌دلیل وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام در صفات ارتفاع بوته، طول ریشک، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه درسنبله، تعداد پنجه بارور، تعدادروز تاگلدهی، طول دوره پرشدن وعملکرد دانه اختلاف معنی‌داری دیده‌شد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نیز نشان داد که در میان ارقام مورد مطالعه از نظر بیشتر صفات، اختلاف معنی‌داری وجود داشت که بیانگر وجود اختلاف ژنتیکی قابل توجهی در میان ارقام مورد مطالعه از نظر صفات مورد ارزیابی می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین‌ها این آزمایش، تیمار پرایم بذر و محلول‌پاشی برگی ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک (۳۸۵۱/۴ کیلوگرم در هکتار) دارای بیشترین عملکرد دانه بود که از نظر آماری با تیمار پرایم بذر و محلول‌پاشی برگی یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با

۳۷۹۸/۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه در یک گروه قرار گرفتند. تیمار شاهد (محلول‌پاشی برگی با آب مقطر) نیز با (۳۴۹۲/۷ کیلوگرم در هکتار) دارای کمترین عملکرد دانه گندم بود که با تیمار پرایم بذر و محلول‌پاشی برگی دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با (۳۵۲۸/۸ کیلوگرم در هکتار) درگروه بعدی قرار گرفتند (جدول ۴).

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش گویای آن بود که عملکرد دانه در تیمار پرایم بذر و محلول‌پاشی برگی ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار شاهد (محلول‌پاشی برگی با آب مقطر) و تیمار پرایم بذر و محلول‌پاشی برگی دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب افزایش ۱۰/۳ و ۹/۱ درصدی را به‌همراه داشت. تیمار پرایم بذر و محلول‌پاشی برگی یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نیز در مقایسه با تیمار شاهد (محلول‌پاشی برگی با آب مقطر) و تیمار پرایم بذر و محلول‌پاشی برگی دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب افزایش ۸/۷ و ۷/۶ درصدی عملکرد دانه را نشان داد (جدول ۴). آن‌چه که نتیجه تحقیقات مختلف نشان داده است جنبه‌های متابولیک گیاهانی که با اسید سالیسیلیک یا مشتقات آن تیمار، شده‌اند، تغییراتی را با درجات مختلف نشان می‌دهدکه بستگی به نوع گیاه و روش اعمال اسید سالیسیلیک دارد (Hayat *et al.*, 2010).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بهترین تیمار برای پرایم نمودن بذور استفاده از ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود که سبب گردید درصدجوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارهای اعمال شده، بهتر و تأثیرگذارتر باشد. اما تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک برای پرایمینگ بذور موجب شد که درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذور ارقام مورد بررسی نسبت به تیمار شاهد کاهش یابد به‌طوری که پرایم نمودن بذور با محلول ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک سبب کاهش ۱/۱ درصد جوانه‌زنی و

۹/۳ درصد سرعت‌جوانه‌زنی بذور نسبت به تیمار شاهد شد که به نظر می‌رسد علت این کاهش در اثر سمیت ناشی از سطوح بالاتر از ۱/۵ میلی‌مولار در پرایمینگ بذور ارقام مورد بررسی باشد. بررسی‌های انجام شده در خصوص تیمار پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نشان داد که محلول‌پاشی برگی کاهش ناشی از پرایمینگ در خصوص درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذور را جبران نموده و توانسته عملکرد و اجزای عملکرد را نسبت به تیمار شاهد افزایش اندکی دهد، به‌طوری که تیمار پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک موجب گردید که عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد تنها به میزان ۱/۰۳ در افزایش دهد.اثرمتقابل عوامل رقم و محلول اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد معنی‌دار نشدند. اما با توجه به تأثیر مثبت رقم قابوس و پرایمینگ ومحلول‌پاشی برگی ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در بهبود عملکرد دانه گندم، می‌توان استفاده از پرایمینگ و محلول‌پاشی برگی ۱/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک را برای گندم دیم رقم قابوس در شرایط آب و هوایی خرم آباد پیشنهاد داد.

منابع

احمدی، ک.، ح. قلی زاده، و ح.ر. عبادزاده، ر. حسین پور، ه. عبدشاه، آ. کاظمیان، م. رفیعی. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶.

بخرد، ح.، ب. مهدوی، و ا. رحیمی.۱۳۹۴. تأثیر هالوپرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه زنی، مورفولوژیک و فیزیولوژیک کنجد تحت تنش قلیائیت. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۲ (۲): ۴۶-۲۵.

حیدری، ح، ی.علیزاده، و آ. فاضلی. ۱۳۹۸. اثر پیش‌تیمار بذر و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد ماش در شرایط

تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۶ (۲): ۱۲۱-۱۴۱.

دشتکی، م.، م.ر. بی‌همتا، ا. مجیدی، و ر. عزیزی‌نژاد. ۱۳۹۹. مطالعه شاخص‌های جوانه‌زنی بذر در ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) تحت تنش خشکی شبیه‌سازی شده با پلی‌اتیلن گلیکول. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۳ (۱): ۱۹۷-۲۱۰.

رضایی چیانه، ا. و ع. پیرزاد. ۱۳۹۳. اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اسانس سیاهدانه (*Nigella Sativa* L.). در شرایط تنش کم آبی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران . ۱۲ (۳): ۴۲۷-۴۳۷.

رضایی‌زاده، ا ف.، محمدی، و ا ؛ سیاهپوش، م ر؛ احمدی، ع. ۱۳۹۹. بررسی واکنش برخی از ارقام زراعی گندم بهاره به تنش گرما در مرحله گلدهی و پرشدن دانه. پژوهش‌نامه اصلاح گیاهان زراعی. سال دوازدهم. شماره ۳۳ : ۱۰۹-۱۰۲.

مداح، م.، ف. فلاحیان، ح. صباغ‌پور، و ف. چلبیان. ۱۳۸۵. اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد و ساختار تشریحی گیاه نخود، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، ۶۲: ۶۱-۷۰.

همراهی، ط.، م. قوام، و ع. طویلی. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد هورمون‌های گیاهی برای بهبود جوانه‌زنی بذر گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، ایران.

Chen, K. and R. Arora. 2011. Dynamics of the antioxidant system during seed osmopriming, postpriming germination, and seedling establishment in Spinach (Spinacia oleracea). Plant Science. 180: 212–220.

Chen, K. and R. Arora. 2013. Priming memory invokes seed stress-tolerance. Environmental and Experimental Botany. 94: 33– 45.

wheat (*Triticum aestivum* L.) by improving chilling tolerance. J Agron Crop Sci. 194:55–60.

Lin, T., X. Zhu, and F. Zhang. 2012. The Interaction effect of cadmium and Nitrogen on Populus yunnanensis. The Journal of Agricultural Science. 4 (2): 125-134.

Papakosta, D. K. and A.A. Gayians. 2014. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agronomy Journal. 83: 864-870.

Yan, L. and Y. Shi. 2013. Effect of drought stress on growth and development in winter wheat with aquasorb-fertilizer. Advance Journal of Food Science and Technology. 5(11): 1502-1504.

Zhang W, Z. Huang, K. Xu, L. Liu, Y. Zeng, S. Ma, and Y. Fan.2019. The efect of plant growth regulators on recovery of wheat physiological and yield-related characteristics at booting stage following chilling stress. Acta Physiol Plant. 41 (8):133.

Delian, E. and V.Lagunovschi-luchian. 2015. Germination and vigor of primed Daucus carota L. seeds under saline stress conditions. Romanian Biotechnological Letters, 20(5): 10833-10840.

Duman, I. 2006. Effect of seed priming with PEG and K3PO4 on germination and seedling growth in Lettuce. Pakistan Journal of Biology Science. 9(5): 923-928.

Ghassemi Golezani, K., P. Sheikhzadeh Mosaddeg, and M. Valizadeh. 2008. Effect of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of Chickpea. Research Journal of Seed Science. 1(1): 34-40.

Hayat Q, S. Hayat, M. Irfan, and A. Ahmad . 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. Environmental and Experimental Botany. 68: 14–25.

Ibrahim, E. A. 2016. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. Journal of Plant Physiology. 192(1): 38-46.

Khan M. I., M. Fatma, T.S. Per, N.A. Anjum, and N.A. Khan. 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. Plant science Journal. 6:462.

Farooq. M, S.M.A. Basra, H. Rehman, and B.A. Saleem. 2008. Seed priming enhances the performance of late sown

The effect of salicylic acid priming on germination, yield and some morphological characteristics of different rainfed wheat cultivars in Khorramabad

A.Khorgami[1]*, M. Jaydari[1]

1-Department of Agronomy, Khorramabad branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.

Abstract

In order to study the effect of priming and foliar application of salicylic acid on germination, yield and some morphological characteristics of different wheat cultivars, an experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications in agricultural research station of Sarab plain in Khorramabad in 2015-16 .The application factor of the salicylic acid solution was in four levels (control, foliar application of distilled water, priming and foliar application of salicylic acid with concentration of 1 mm, foliar application of salicylic acid with a concentration of 1.5 mm and foliar application of salicylic acid with a concentration of 2 mm) and the factor of rainfed wheat in three levels (Qaboos, Kareem and Kuhdasht) was the test agents. The simple effect of cultivar and salicylic acid solution on performance and most of the attributes were significant. According to the results, the rate of Qaboos with 3974.6 kg / ha had the highest seed performance among the studied figures. According to the obtained results, the best treatment for priming the seeds was the use of 1.5 mm salicylic acid, which caused significant effect on germination percentage and rate of germination. Priming and leaf foliar application with a concentration of 1.5 mm salicylic acid caused the seed performance to significantly increase in comparison to control treatment, so that seed yield was increased (10.3%) compared to control treatment by priming and leaf foliar application with a concentration of 1.5 mm salicylic acid. The results of priming and foliar application of two mm salicylic acid showed has compensated the reduction caused by priming on germination percentage and germination rate of seeds and increased the performance and performance components compared to the control treatment. Due to the positive effect of Qaboos and priming and foliar application of 1.5 mm salicylic acid in improving wheat grain performance, we can use priming and foliar application of 1.5 mm salicylic acid for rainfed Qaboos wheat in Khorramabad climate.

Keywords: Cultivar, Priming, Salicylic Acid, Wheat

* Corresponding author (a.khorgami@khoiau.a.ir)