تأثیر محتوای روی بذر بر خصوصیات رشدی و قدرت اولیه گیاهچه گندم نان

مجید عبدلی*[۱]، عزت‌اله اسفندیاری[۲] ، سیمین سبزچی[۳]

[۱]دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

[۲]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

[۳]دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۰۶

چکیده

به‌منظور بررسی محتوای روی بذر بر نحوه تسهیم ذخایر بذر، خصوصیات رشدی و قدرت اولیه گیاهچه‌های گندم، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی گندم نان رقم کوهدشت با محتوای روی کم و زیاد (به‌ترتیب با ۲۸± ۱۹۹ و ۱۰۲± ۵۹۵ نانوگرم روی در گرم بذر) به‌صورت گلدانی به اجراء در آمد. لازم به‌ذکر است که بذور فوق از گندم برداشت شده از مزرعه تحقیقاتی که در آن کود سولفات روی به‌میزان ۲ گرم بر لیتر در مراحل ساقه‌روی و پرشدن دانه برای افزایش غلظت روی مصرف شده بود، تهیه گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که محتوای روی بذر اثر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه‌چه و کل گیاهچه، وزن ذخایر پویا شده بذر، طول ساقه‌چه و کل گیاهچه داشت، اما بر وزن خشک ریشه‌چه و باقیمانده بذر، طول ریشه‌چه، نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه، کارایی استفاده از ذخایر بذر و درصد تخلیه ذخایر بذر غیرمعنی‌دار بود. نتایج نشان داد که بذور حاوی روی زیاد سبب افزایش ۱۵/۱ درصدی وزن خشک ساقه‌چه و ۱۳/۲ درصدی میزان ذخایر پویا شده بذر گردید. همچنین بذور غنی شده سبب بهبود وزن خشک گیاهچه از ۲۰/۷ میلی‌گرم به ۲۲/۵ میلی‌گرم و طول گیاهچه از ۲۷/۸ به ۳۱/۸ سانتی‌متر شد. در بذور غنی از روی تقریباً آغاز مرحله اتروتروفی و اتروتروفی کامل نسبت به بذور حاوی روی کم زودتر شروع شد. می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که کشت بذور غنی‌شده از روی سبب بهبود خصوصیات رشدی شده و در نتیجه گیاهچه قوی‌تری تولید خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: ذخایر بذر، عنصر روی، گندم، گیاهچه، کارایی استفاده از ذخایر بذر.

*نویسنده مسئول: majid.abdoli64@yahoo.com

مقدمه

برای خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی و به‌ویژه گندم لازم است میزان عملکرد در واحد سطح افزایش یابد و در این میان نقش عناصر ریزمغذی (کم مصرف) در افزایش عملکرد و بهبود وضعیت کیفی بسیار حائز اهمیت است (Malakouti et al., 2008). کمبود عنصر روی در خاک (به‌ویژه خاک‌های آهکی) نه تنها باعث کاهش رشد گیاهچه و عملکرد گیاه می‌شود، بلکه از طریق کاهش غلظت این عنصر در مواد غذایی سبب کمبود آن در انسان نیز می‌گردد که این امر سبب افزایش ابتلا به بیماری‌های عفونی، کوتاه قدی، افت تحصیلی و در نتیجه پایین آمدن سطح بهداشت و سلامت جامعه می‌شود (Welch et al., 1991).

غلظت روی دانه علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای گندم تولیدی برای انسان، می‌تواند موجب افزایش کمی (Lotfollahi et al., 2007) و کیفی محصول به‌ویژه در خاک‌های با حاصلخیزی کم شود. در مرحله جوانه‌زنی باید ذخیره عناصر غذایی بذر به‌قدر کافی باشد تا بتواند رشد گیاهچه را تا زمانی که خود قادر به جذب عناصر غذایی شود تأمین نماید (Asher, 1987; Bardbeer, 1988; Bolland et al., 1989). در گندم میزان عناصر روی و منگنز ذخیره شده در بذر تأثیر زیادی بر رشد و عملکرد گندم در خاک‌های دچار کمبود دارد (Moussavi-Nik et al., 1998). در این بین Moussavi-Nik et al. (1998) گزارش دادند که حدود ٦٣ درصد ذخیره عناصر معدنی دانه گندم در پوسته، ٢٧ درصد در آندوسپرم و ١٠ درصد در رویان وجود دارد. به‌طور کلی میزان روی انباشته شده در دانه گندم به‌میزان ١٠ تا ٣٥ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (Rengel et al., 1999; Cakmak et al., 2010). بنا به نظر Rengel and Graham (1995) و Cakmak (2008) گیاهان رشد یافته از بذور با ذخیره عناصر غذایی بالاتر تولید گیاهچه‌های قوی‌تر کرده و حساسیت آن‌ها به عوامل بیماری‌زای گیاهی نیز کاهش می‌یابد. Moussavi-Nik et al. (1997) گزارش کردند که با مصرف کودهای ریزمغذی مخصوصاً سولفات روی و سولفات منگنز، علاوه بر افزایش تولید و غنی‌سازی دانه گندم، بذرهای گندم به‌دلیل ذخیره‌سازی مناسب‌تر از ریشه‌دهی بیشتری برخوردار می‌شوند. در این ارتباط Abdoli et al. (2016) بیان کردند که طی ٤٨ ساعت بعد از کشت در حدود ٦٠ درصد بذور با محتوای روی بالا و در حدود ٣٠ درصد بذور با محتوای روی کم جوانه زده و در سطح خاک ظاهر شدند که این امر نشانگر استقرار سریع‌تر بذور با محتوای روی زیاد بود. Lotfollahi et al. (2013) گزارش کردند که با مصرف بذور غنی شده از روی می‌توان در مصرف بذر در زمان کشت صرفه‌جویی کرد و از این طریق سبب کاهش هزینه‌های تولید گردید. نتایج فوق موید مزیت کشت بذور غنی شده در مقایسه با بذرهای معمولی است. با توجه به موارد بیان شده، این تحقیق به‌منظور درک بهتر اثر میزان روی بذر بر خصوصیات رشدی، تسهیم ذخایر بذر و قدرت اولیه گیاهچه گندم نان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی محتوای روی بذر بر تسهیم مواد ذخیره‌ای و قدرت اولیه گیاهچه گندم نان (رقم کوهدشت)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در اتاقک رشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه مراغه در سال ١٣٩٢ به‌صورت گلدانی انجام شد. در این آزمایش فتوپریود ١٤:١٠، دمای شبانه روز ٢±٢٣ درجه سانتی‌گراد و شدت نور ٤٠٠ میکرومول فوتون بر متر مربع در ثانیه در نظر گرفته شد. بذور دارای میزان روی متفاوت، از گندم برداشت شده از مزرعه تحقیقاتی که در آن کود سولفات روی به‌میزان ٢ گرم بر لیتر در مراحل ساقه‌روی و پرشدن دانه

برای افزایش غلظت روی مصرف شده بود، تهیه گردید. میزان عنصر روی در دانه پس از تهیه عصاره با دستگاه جذب اتمی (مدل AA-6300 Shimadzu) اندازه‌گیری و پس از تجزیه نتایج اختلاف بذور از نظر میزان روی در سطح احتمال یک درصد مشخص گردید (جدول ۱). در جدول ۱ غلظت و محتوای روی و سایر ترکیبات در دو نوع بذر مورد استفاده، گزارش شده‌است. غلظت روی، میزان عنصر روی را بر حسب واحد میلی‌گرم روی بر کیلوگرم ماده خشک نشان می‌دهد ولی بخاطر بیان دقیق‌تر از واحد محتوای روی استفاده می‌شود که نشانگر میزان روی بر حسب نانوگرم یا میکروگرم روی در هر بذر می‌باشد.

بذور یکنواخت (۰/۰۰۲±۰/۰۳۸ گرم) حاوی مقادیر متفاوت روی کم و زیاد در ژرمیناتور به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۲±۲۵ نگهداری شدند و پس از ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه در گلدان‌های کوچک حاوی ماسه بادی که قبلاً مرطوب شده بودند نشاء گردیدند (در هر گلدان ۵ بذر). نمونه‌برداری‌ها از ۲ روز پس از خیساندن آغاز و یک روز در میان با ۳ تکرار ادامه یافت. نمونه‌های برداشت شده به ریشه، ساقه و باقیمانده بذر تقسیم و پس از خشک نمودن در آون به مدت ۲٤ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، توزین شدند و این روند تا ۲۲ روز ادامه یافت. لازم به یادآوری است که در گیاهچه‌های گندم در مدت آزمایش پنجه‌ای مشاهده نشد.

برای تعیین اجزای رشد هتروتروفیک گیاهچه مطابق روش Soltani et al. (2002) و Rassam and Dadkhah (2013) عمل شد. به این ترتیب که در پایان دوره ۱۰ روزگی، گیاهچه‌ها از باقیمانده بذر جدا شدند. وزن خشک گیاهچه‌ها (SLDW[1]) و باقیمانده بذر (RSDW[2]) بعد از خشک کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. در نهایت وزن ذخایر پویا شده بذر (WMSR[3])، کارایی استفاده از ذخایر بذر یا کارایی تبدیل ذخایر بذری پویا شده به بافت گیاهچه (SRUE[4]) و درصد تخلیه ذخایر بذر (SRDP[5]) بر اساس روابط فوق محاسبه شد:

رابطه ۱: وزن ذخایر پویا شده بذر (WMSR)

$$WMSR = SLDW - RSDW$$

رابطه ۲: کارایی استفاده از ذخایر بذر یا کارایی تبدیل ذخایر بذری پویا شده به بافت گیاهچه (SRUE)

$$SRUE = SLDW / WMSR$$

رابطه ۳: درصد تخلیه ذخایر بذر (SRDP)

$$SRDP = (WMSR / SLDW) \times 100$$

جهت محاسبه مراحل آغاز فتوسنتز و اتوتروفی کامل، نمونه‌برداری تا روز بیست و دوم ادامه یافت و برای برآورده آنها از رگرسیون استفاده شد. آغاز فتوسنتز مصادف با شروع افزایش وزن خشک کل گیاهچه پس از حداکثر افت مرحله هتروتروفی بوده و اتروتروفی کامل برابر با زمانی بود که وزن خشک بذر ثابت ماند یعنی مواد ذخیره‌ای بذر به اتمام رسیده و یا این که وزن خشک کل گیاهچه با وزن اولیه بذر برابر گردید، در نظر گرفته شد (Asch et al., 1999; Sadegi Razligi et al., 2012).

داده‌های جمع‌آوری شده برای صفات مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

1- Seedling dry weight
2- Remnant seed dry weight
3- Weight of mobilized seed reserve
4- Seed reserve utilization efficiency
5- Seed reserve depletion percentage

جدول ۱: غلظت و محتوای روی و سایر ترکیبات دو نوع بذر استفاده شده در آزمایش.

میزان عنصر روی در بذر	غلظت روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	محتوای روی بذر (نانوگرم روی بر بذر)	میزان اسیدهای آمینه (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم)		وزن بذور مورد استفاده (گرم)
			ترئونین	متیونین	
کم	۷/۷ ± ۰/۲	۱۹۹ ± ۲۸	۸۹۳ ± ۱۶	۸۵۲ ± ۱۷	۰/۰۳۸ ± ۰/۰۰۲
زیاد	۱۹/۷ ± ۳/۶	۵۹۵ ± ۱۰۲	۹۲۴ ± ۱۹	۹۰۰ ± ۱۵	۰/۰۳۸ ± ۰/۰۰۲
F test	**	**	*	**	NS

بذور با میزان عنصر روی متفاوت از محلول‌پاشی سولفات روی در مزرعه طی سال قبل بدست آمده بود.

NS و * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

میانگین ± اشتباه معیار.

نتایج و بحث

وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که محتوای روی بذر اثر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه‌چه و کل گیاهچه به‌ترتیب در سطح پنج و یک درصد داشت، اما بر وزن خشک ریشه‌چه و باقیمانده بذر غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین بیانگر این مطلب بود که بذور حاوی روی زیاد سبب افزایش ۱۵/۱ درصدی وزن خشک ساقه‌چه گردید. همچنین سبب بهبود وزن خشک گیاهچه از ۲۰/۷ میلی‌گرم در بذور حاوی روی کم به ۲۲/۵ میلی‌گرم در بذور حاوی روی زیاد شد (جدول ۲). در این ارتباط، تحقیقات مختلفی موافق با نتایج بدست آمده می‌باشند (Rengel and Graham, 1995; Cakmak, 2008; Abdoli et al., 2016). بنا به نظر Rengel and Graham (1995) گیاهان رشد یافته از بذور با ذخیره عناصر معدنی بالاتر تولید گیاهچه‌های قوی‌تر کرده و حساسیت آنها به عوامل بیماری‌زای گیاهی نیز کاهش می‌یابد. Savaghebi Firouzabadi et al. (2003) گزارش کردند که گیاهان رشد یافته از بذور دارای روی زیاد در مقایسه با گیاهان رشد یافته از بذر دارای روی کم دارای بازده فیزیولوژیکی بالاتری بودند. از طرفی Yilmaz et al. (1998) تأثیر روی بذر را بر عملکرد و غلظت روی دانه گندم در ترکیه بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که در شرایط کمبود روی خاک، غلظت زیاد روی بذر، در نهایت رشد و عملکرد گندم را افزایش می‌دهد.

جدول ۲: تأثیر محتوای روی بذر بر وزن خشک قسمت‌های مختلف گیاهچه و باقیمانده بذر گندم.

میزان عنصر روی در بذر	وزن خشک (میلی‌گرم)			
	ساقه‌چه	ریشه‌چه	کل گیاهچه	باقیمانده بذر
کم	۱۴/۱±۱/۴ b	۶/۵±۱/۰	۲۰/۷±۰/۴ b	۳/۵±۰/۷
زیاد	۱۶/۳±۰/۵ a	۶/۳±۰/۲	۲۲/۵±۰/۶ a	۳/۱±۰/۲
F test	*	NS	**	NS
اشتباه آزمایشی	۳/۲۷	۱/۴۳	۰/۶۹	۰/۸۹
ضریب تغییرات (٪)	۱۱/۹	۱۸/۷	۲۴/۹	۴/۳۷
میزان تغییرات نسبت به بذور با روی کم (٪)	+۱۵/۱	-۴/۱	+۹/۰	-۱۱/۳

NS و * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

میانگین ± اشتباه معیار.

وزن ذخایر پویا شده بذر، کارایی استفاده از ذخایر بذر و درصد تخلیه ذخایر بذر: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که محتوای روی بذر اثر معنی‌داری بر وزن ذخایر پویا شده بذر در سطح پنج درصد داشت ولی بر کارایی استفاده از ذخایر و درصد تخلیه ذخایر تأثیری نداشت (جدول ۳). نتایج نشان می‌دهد که در بذور حاوی روی زیاد میزان ذخایر پویا شده بذر افزایش یافت به‌طوری که افزایش ۱۳/۲ درصدی نسبت به بذور حاوی روی کم داشت (جدول ۳). این امر نشانگر این مطلب است که در بذور غنی از عنصر روی، فعل و انفعلات درونی بذر مبنی بر تجزیه اندوخته بذر و انتقال آن به قسمت‌های مختلف گیاهچه در حال رشد با روند بهتری صورت می‌پذیرد. لازم به‌ذکر است که بوجود آمدن گیاهچه، صرف نظر از عوامل ژنتیکی تابع فرآیندهای متابولیسمی داخل سلولی است که عدم دسترسی به فاکتورهای تأثیرگذار مانند عناصر کم مصرف، ویتامین‌ها و کوآنزیم از جمله آنها به‌شمار می‌آید. این ریزمغذی‌ها نقش کوآنزیمی یا کوفاکتوری برای آنزیم‌ها داشته و کمبود آنها هدر رفت مواد ذخیره‌ای به‌شکل دی‌اکسید کربن یا تنفس نگهداری را افزایش می‌دهد (Esfandiari et al., 2016). روی از جمله عناصری است که نقش کوآنزیمی در آنزیم‌های متعدد دارد (Grotz and Guerinot, 2006). در حضور این عنصر احتمالاً فرآیندهای متابولیسمی نظیر تجزیه ذخایر بذر و آزادسازی انرژی آنها به‌همراه تأمین سوبسترای اولیه بیوسنتز سایر بیومولکول‌ها به‌شکل مطلوب‌تری صورت گرفته و این عمل منجر به جوانه‌زنی مناسب و ظهور گیاهچه بذور با روی بیشتر شده است. در این ارتباط بر نقش محتوای روی بذر در استقرار و ویگور گیاهچه‌های گندم توسط Yilmaz et al. (1998) و Cakmak (2008) تاکید شده و مشخص شده است که در بذور با محتوای روی بیشتر گیاهچه‌های قوی‌تری بوجود می‌آید، که به نوعی با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد.

جدول ۳: تأثیر محتوای روی بذر بر وزن ذخایر پویا شده بذر، کارایی استفاده از ذخایر بذر و درصد تخلیه ذخایر بذر گندم.

میزان عنصر روی در بذر	وزن ذخایر پویا شده بذر (میلی‌گرم/بذر)	کارایی استفاده از ذخایر بذر	تخلیه ذخایر بذر (درصد)
کم	۱۷/۱±۰/۷ b	۱/۲۱±۰/۰۵	۸۳±۳
زیاد	۱۹/٤±۰/۵ a	۱/۱٦±۰/۰۱	۸٦±۱
F test	*	NS	NS
اشتباه آزمایشی	۱/۲۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)	٦/۰۱	٤/۹۳	٤/۷۱
میزان تغییرات نسبت به بذور با روی کم (٪)	+۱۳/۲	-٤/۰	+۳/۹

NS و * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

میانگین ± اشتباه معیار.

طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که محتوای روی بذر اثر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه و کل گیاهچه داشت ولی بر روی طول ریشه‌چه و همچنین نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه غیرمعنی‌دار بود (جدول ٤). نتایج حاصل از مقایسات میانگین در این تحقیق نشان می‌دهد که سرعت توسعه و گسترش اندام‌های مختلف گیاهچه به‌ویژه ساقه‌چه در بذور حاوی روی زیاد به مراتب بیشتر از بذور حاوی روی کم بود. به‌طوری که در ده روز پس از خیساندن در بذور حاوی روی کم طول ساقه‌چه و گیاهچه به‌ترتیب ۱٦/۹ و ۲۷/۸ سانتی‌متر بود در

حالی که در همین بازه زمانی در بذور حاوی ۵۹۵ نانو گرم روی (زیاد) برابر با ۱۹/۷ و ۳۱/۸ سانتی‌متر بود به‌عبارت دیگر در بذور غنی از عنصر روی، طول ساقه‌چه و گیاهچه به‌ترتیب ۱۷ و ۱٤/۳ درصد افزایش یافت (جدول ٤). احتمالاً مقدار بالای روی در بذر مانند یک کود شروع کننده عمل می‌کند و بذور با ذخیره روی بیشتر دارای قدرت توسعه بهتری هستند. نتایج بدست آمده با یافته‌های Rengel and Graham (1995) و .Abdoli et al (2014) مطابقت دارد. همچنین .Moussavi-Nik et al (1997) گزارش کردند که با مصرف کودهای محتوی عناصر ریزمغذی مخصوصاً سولفات روی و سولفات منگنز، علاوه بر افزایش تولید و غنی‌سازی دانه گندم، بذرهای گندم به‌دلیل ذخیره‌سازی از ریشه‌دهی بیشتری برخوردار می‌شوند ولی در این تحقیق علارغم افزایش ۱۰/۱ درصدی طول ریشه‌چه در بذور غنی شده اختلاف معنی‌داری از نظر صفت فوق در دو نوع بذر مورد استفاده، مشاهده نشد. شمایی از گیاهچه‌های تولیدی از بذور حاوی روی کم و زیاد در شکل ۱ قابل مشاهده است.

جدول ٤: تأثیر محتوای روی بذر بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه گندم.

میزان عنصر روی در بذر	طول (سانتی‌متر)			نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه
	ساقه‌چه	ریشه‌چه	کل گیاهچه	
کم	۱٦/۹±۱/۱ b	۱۱/۰±۰/٦	۲۷/۸±۱/۲ b	۱/۵۵±۰/۱۵
زیاد	۱۹/۷±۰/۲ a	۱۲/۱±۰/۸	۳۱/۸±۰/۷ a	۱/٦۵±۰/۱۲
F test	**	NS	**	NS
اشتباه آزمایشی	۱/۸۷	۱/۵۵	۲/۷۸	۰/۰۵٤
ضریب تغییرات (٪)	۷/٤۸	۱۰/۸	۵/۵۹	۱٤/۵
میزان تغییرات نسبت به بذور با روی کم (٪)	+۱۷/۰	+۱۰/۱	+۱٤/۳	+٦/٤

NS و * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

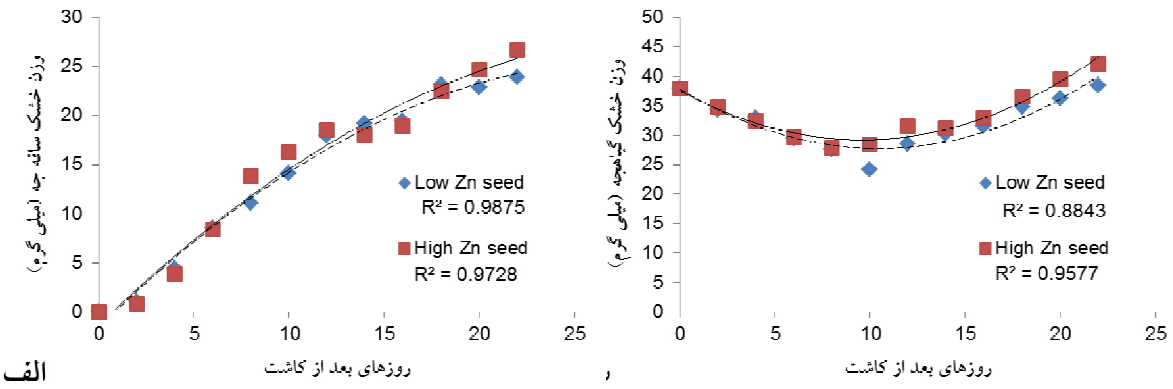
میانگین‌ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

میانگین ± اشتباه معیار.

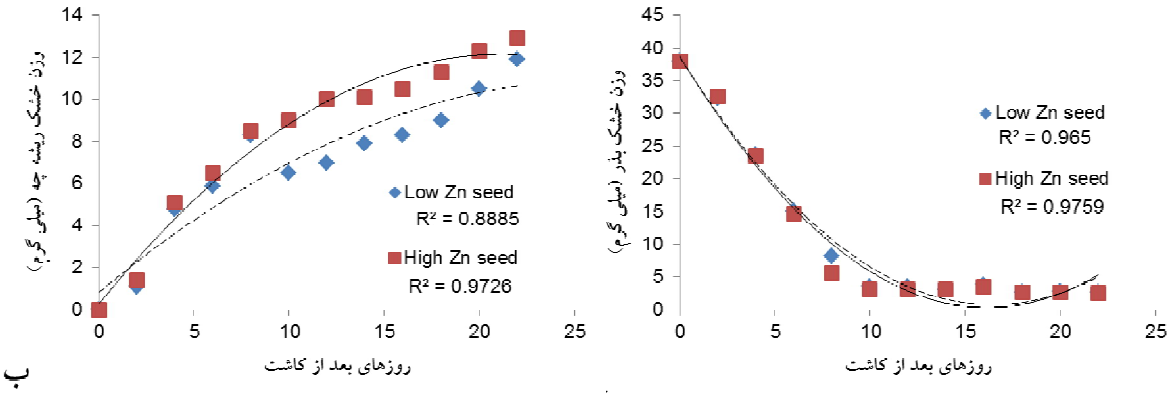
آغاز فتوسنتز و اتروتروفی کامل: نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات وزن خشک بذر در بذور حاوی روی کم و زیاد در طول دوره جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها، روند مشابهی داشته است (شکل ۲ الف–ج). در بذور غنی از روی تقریباً آغاز مرحله اتروتروفی (یا آغاز فتوسنتز که مصادف با شروع افزایش وزن خشک کل گیاهچه پس از حداکثر افت مرحله هتروتروفی است) از روز هشتم الی دهم بوده است در حالی که بذور حاوی روی کم این پارامتر از روز دهم و دوازدهم شروع شده است (شکل ۲ پ). از طرفی نیز اتروتروفی کامل که در آن وزن خشک کل گیاهچه با وزن اولیه بذر برابر می‌گردد در بذور غنی از روی تقریباً در روز بیستم و در بذور حاوی روی کم در روز بیست و دوم به بعد رخ داد (شکل ۲ پ) که به‌طور کلی نشانگر برتری چند روزه بذور غنی از عنصر روی از نظر آغاز فتوسنتز و اتروتروفی کامل است. باتوجه به نقش کوآنزیمی روی در آنزیم‌های متعدد، احتمالاً فرآیندهای متابولیسمی نظیر تجزیه ذخایر بذر و آزادسازی انرژی آنها به‌همراه تأمین سوبسترای اولیه بیوسنتز سایر بیومولکول‌ها مانند پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک سریع‌تر اتفاق افتاده و این عمل منجر به ورود زودتر و سریع‌تر به فاز اتروتروفی در بذور غنی از روی شده است. در این ارتباط، بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در بذور با

محتوای روی بیشتر در نواحی با کمبود روی گزارش شده‌است (Yilmaz et al., 1998; Cakmak, 2008; Abdoli and Esfandiari, 2014).

شکل ۱: شمایی از تأثیر محتوای روی بذر بر گیاهچه‌های تولیدی.



الف ب



ب

شکل ۲: تغییرات وزن خشک ساقه‌چه (الف)، ریشه‌چه (ب)، گیاهچه (پ) و بذر (ج) گندم در بذور با محتوای روی کم (۱۹۹ نانوگرم بر بذر) و زیاد (۵۹۵ نانوگرم روی در بذر).

امروزه از تکنیک پرایمینگ جهت حصول اطمینان از یکنواخت سبز شدن بذور و بهبود و تسریع سرعت و میزان جوانه‌زنی در مزرعه و تعدیل اثرات تنش‌های محیطی بهره جسته می‌شود که روشی ساده و کم هزینه است. علی‌رغم همه فواید فوق، این روش دارای معایبی نیز است مثل تأثیرات سمی و مضر استفاده از هالوپرایمینگ‌ها و اسموپرایمینگ‌ها بر روی بذور است و یا در هورموپرایمینگ‌ها هزینه تهیه ماده برای این عمل برای زارع تا حدودی بالاست و حتی در برخی موراد نیاز به فضای کافی برای پرایم و خشک کردن بذور پرایم شده است. از طرفی تحقیقات صورت گرفته در مورد استفاده از بذور غنی شده در کشاورزی نشان می‌دهد که در بذور غنی از عناصر ریزمغذی، منجمله روی و آهن بیشتر در بذر همانند یک کود شروع کننده عمل کرده و با کمک به تولید گیاهچه‌های قوی‌تر (Rengel and Graham, 1995)، سبب افزایش توان رقابت با علف‌های هرز، افزایش تحمل در برابر تنش‌های محیطی (Savaghebi Firouzabadi et al., 2003) و در نهایت بهبود عملکرد می‌گردد (Yilmaz et al., 1998; Maralian et al., 2009). از سوی دیگر تولید گیاهچه‌های قوی از بذور غنی شده سبب کاهش میزان بذر مصرفی توسط زارع می‌گردد و از طرفی به‌علت استقرار بهتر گیاهچه‌ها، مصرف انواع مختلف علفکش‌ها جهت کنترل علف‌های هرز کاهش می‌یابد که به‌طور مستقیم سبب کاهش هزینه تولید محصول برای کشاورز و بهبود وضعیت اقتصادی و درآمدی کشاورزان می‌شود.

نتیجه‌گیری نهایی

از نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت بذور غنی‌شده از روی سبب بهبود خصوصیات رشدی و تولید گیاهچه قوی گندم می‌کند که با توسعه و گسترش کانوپی گیاه در مراحل اولیه رشد، احتمالاً عملکرد بیشتر را در پی خواهد داشت. بنابراین کشت بذور غنی از عناصر ریزمغذی به‌ویژه روی در خاک‌های آهکی جهت تولید گیاهچه‌های قوی با بنیه بالا توصیه می‌گردد، اگرچه پیشنهاد می‌گردد جهت بررسی دقیق‌تر و جامع‌تر، آزمایشات تکمیلی با محتوای روی بالاتر از مقادیر استفاده شده در این آزمایش انجام پذیرد و تأثیر آن بر عملکرد تولیدی مورد ارزیابی قرار گیرد.

سپاسگزاری

از دانشگاه مراغه به‌خاطر فراهم آوردن امکانات قدردانی می‌شود.

References

Abdoli, M. and Esfandiari, E. 2014. Effect of zinc foliar application on the quantitative and qualitative yield and seedlings growth characteristics of bread wheat (cv. Kohdasht). Iranian Journal of Dryland Agriculture. 3(1): 77-90. (In Persian).

Abdoli, M., Esfandiari, A., Mousavi, S.B., Sadeghzadeh, B. and Saeidi, M. 2016. The effect of seed zinc internal content and foliar application of zinc sulfate on yield and storage compositions of wheat grain. Crop Physiology Journal. 28(3): 91-106. (In Persian).

Abdoli, M., Esfandiari, E., Sadeghzadeh, B. and Mousavi, S.B. 2014. Effects of seed zinc concentration on responses of wheat seedling in a calcareous soil. 1st International, 13th Iranian Crop Science Congress & 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference, August 26-28, Seed and Plant Improvment Institute, Karaj, Iran. 1-5 pp. (In Persian).

Asch, F., Sow, A. and Dingkuhn, M. 1999. Reserve mobilization, dry matter partitioning and specific leaf area in seedling of African rice cultivars differing in early vigor. Field Crops Research. 62: 191-202.

Asher, C.J. 1987. Crop nutrition during the establishment phase, role of seed reserves. In: Wood, I.M. (ed). Crop establishment problem in Queensland Australia. Institue of Agricultural Sciences, Australia.

Bardbeer, J.W. 1988. Seed dormancy and germination. Chapman and Hail. New York.

Bolland, M., Paynter, B. and Barker, M. 1989. Increasing phosphorus concentration in lupin seed increased grain yield in phosphorus deficient soil. Australian Journal of Experimental Agriculture. 29: 797-801.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil. 302: 1-17.

Cakmak, I., Kalayci, M., Kaya, Y., Torun, A.A., Aydin, N., Wang, Y., Arisoy, Z., Erdem, H., Yazici, A., Gokmen, O., Ozturk, L. and Horst, W.J. 2010. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 58: 9092-9102.

Esfandiari, E., Shahabi Vand, S. and Javadi, A. 2016. Physiology of environmental stresses in plants (non-biological). University of Maragheh publication. 204 p. (In Persian).

Grotz, N. and Guerinot, M.L. 2006. Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. Biochimica et Biophysica Acta. 17: 595-608.

Lotfollahi, M., Mehrvar, M.R., Malakouti, M.J. and Rostami, A. 2007. Effect of zinc-fortified seed on tiller number and wheat grain yield. Zinc Crops 2007, Istanbul, Turkey.

Lotfollahi, M., Taher Nezami, M., Satari, M.R. and Mohammadi, A. 2013. The yield of wheat affected by zinc fortified seeds. Journal of Agronomy and Plant Breeding 9(3): 81-88. (In Persian).

Malakouti, M.J., Keshavarz, P. and Karimian, N. 2008. A comprehensive approach towards identification of nutrients deficiencies and optimal fertilization for sustainable agriculture. Tarbiat Modares University Press. Tehran, Iran. 755 pp. (In Persian).

Maralian, H., Didar Taleshmikail, R., Shahbazi, K. and Torabi Giglou, M. 2009. Study of the effects of foliar application of Fe and Zn on wheat quality and quantity properties. Agricultural Research. 8(4): 47-59. (In Persian).

Moussavi-Nik, M., Pearson, J.N. and Graham, R.D. 1998. Dynamics of nutrient remobilization during germination and early seedlings development in wheat. Journal of Plant Nutrition. 21: 421-434.

Moussavi-Nik, M., Pearson, J.N., Hollamby, G.J. and Graham, R.D. 1997. Seed manganese (Mn) content is more important than Mn fertilization for wheat growth under Mn deficient conditions. Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment. 11: 267-268.

Rassam, Gh. and Dadkhah, A. 2013. The effect of drought stress on germination and heterotrophic seedling growth characteristics of lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of Agronomy Knowledge. 9: 13-24.

Rengel, Z. and Graham, R.D. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soils. I: Vegetative growth. Plant and Soil. 173: 267-244.

Rengel, Z., Batten, G.D. and Crowley, D.E. 1999. Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. Field Crops Research. 60: 27-40.

Sadegi Razligi, Sh., Allahdadi, I. and Esfandyari, E. 2012. The effect of folic acid on seed reserve partitioning and early vigor of wheat seedlings. Iranian Journal of Dryland Agriculture. 1(2): 70-81. (In Persian).

Savaghebi Firouzabadi, Gh.R. Malakouti, M.J. and Moez Ardalan, M. 2003. Effects of zinc sulfate application as well as seed zinc concentration on responses of wheat plant in a calcareous soil. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 34(2): 471-482. (In Persian).

Savaghebi Firouzabadi, Gh.R., Malakouti, M.J. and Moez Ardalan, M. 2003. Effects of zinc sulfate application as well as seed zinc concentration on responses of wheat plant in a calcareous soil. Iranian Journal of Agriculture Science. 34(2): 471-482. (In Persian).

Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E. and Latifi, N. 2002. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology. 30: 51-60.

Welch, R.M., Allaway, W.H., House, W.A. and Kubota, J. 1991. Geographic distribution of trace element problems. PP. 31-57. In: Mortvedt, J.J., Cox, F.R., Shuman, L.M. and Welch R.M. (eds.), Micronutrients in Agriculture. 2nd ed. Soil Science Society of America. Madison, WI.

Yilmaz, A., Ekis, H., Gultekin, I., Torun, B., Barut, H., Karanlik, S. and Cakmak, I. 1998. Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc deficient calcareous soils. Journal of Plant Nutrition. 21: 2257-2264.