دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

تنوع ژنتیکی ارقام گندم بهاره ایران از لحاظ کارآیی روی

فاطمه شورمیج[۱]، سید سیامک علوی کیا[۲]، محمد مقدم واحد[۳] و محمود تورچی[۳]

۱ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد، دانشگاه تبریز
۲- استادیار، دانشگاه تبریز، (نویسنده مسوول: ss.alavikia@tabrizu.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۳

چکیده

یکی از راهکارهای اصلاح نباتات برای افزایش محتوای روی در دانه گندم، استفاده از تنوع ژنتیکی طبیعی از نظر این ویژگی است. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ارقام گندم بهاره ایران از لحاظ صفات مربوط به کارآیی روی و هم‌چنین رابطه این صفات با عملکرد و اجزاء عملکرد دو آزمایش مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد که یکی از آزمایش‌ها فاقد محلول‌پاشی روی و دیگری واجد محلول‌پاشی روی بود. تجزیه دو آزمایش به شکل تجزیه واریانس مرکب انجام شد. نتایج تجزیه رگرسیون گام به‌گام، همبستگی و علیت نشان داد که صفات میزان روی آندوسپرم و میزان روی جنین و آلورون مستقل از عملکرد و اجزای آن بوده و فاقد هرگونه اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر روی این صفات می‌باشند. هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس مرکب حاکی از این بود که صفات مذکور در بین ارقام مورد مطالعه فاقد تنوع، واریانس ژنتیکی و وراثت‌پذیری مطلوب می‌باشند. بنابراین انجام تلاقی و گزینش در داخل ارقام گندم بهاره فاقد کارآیی لازم برای اصلاح این صفات می‌باشد و برای ارتقای محتوای روی در دانه این ارقام باید تلاقی آنها با ارقام روی کارآ یا خویشاوندان نزدیک روی کارآ را مد نظر قرار داد.

واژه‌های کلیدی: گندم بهاره، لکه گذاری DTZ، میزان روی آندوسپرم، میزان روی در جنین و آلورون

مقدمه

اگرچه امروزه تولید غذا در بسیاری از نقاط جهان به حد کافی است اما بخش زیادی از جمعیت دنیا با وجود تامین انرژی، گرسنگی پنهان[۱] را تحمل می‌کنند. این اصطلاح برای کمبود ریز مغذی‌هایی مانند ید، روی، آهن، کلسیم، اسیدفولیک و ویتامین‌های آ و ب در بدن بکار می‌رود (۱۴). گندم (*Triticum aestivum* L.) به‌عنوان مهم‌ترین ماده غذایی در کشورهای در حال توسعه و با تولید جهانی ۶۵۱ میلیون تن در سال یکی از گیاهان حساس به کمبود روی و منگنز و دارای حساسیت کمتر به آهن و مس می‌باشد (۱۸،۴). به‌طورکلی دانه‌های غلات به شکل ذاتی دارای فراهمی زیستی پائینی از لحاظ عنصر روی هستند، به‌ویژه زمانی که گیاه درخاک فاقد مقادیر کافی روی رشد نماید (۱۸،۳). کمبود Zn در خاک‌های قلیایی و با آهک فراوان و مقدار اندک مواد آلی شایع‌تر است. متأسفانه اکثر خاک‌های ایران از لحاظ این عنصر دارای کمبود روی می‌باشند (۱۱). در گزارشی از ۳۰ کشور جهان (۲۲) اعلام شد که بیش از ۳۰ درصد از خاک‌های این مناطق دچار کمبود روی هستند. بر اساس بررسی‌های انجام شده در ایران نیز ۴۰ درصد از اراضی تحت کشت گندم دچار کمبود شدید روی هستند (۲،۱).

کمبود شدید روی در مزارع، سبب زردی و چروک‌شدن برگ گیاهان و هم‌چنین سوختگی در مرکز آن‌ها می‌شود. کمبود روی در خاک، علاوه بر کاهش عملکرد و درصد پروتئین دانه، موجب افت ارزش تغذیه‌ای محصول گندم شده و استفاده از نان حاصل سبب بروز کمبود این عنصر در انسان می‌شود (۱۷). یک راه‌حل سریع و ساده برای جبران کمبود روی در گیاهان استفاده از مکمل‌های روی بوسیله کوددهی است که البته مستلزم صرف هزینه و ناقض اصول کشاورزی پایدار از جنبه‌های زیست محیطی می‌باشد (۲۶). استراتژی اصلاح برای افزایش محتوای روی در دانه گندم وابسته به بهره برداری از تنوع ژنتیکی طبیعی از نظر این ویژگی است. تنوع ژنتیکی برای غلظت روی در دانه، در میان ارقام زراعی گندم نسبتاً کم است ولی گندم‌های وحشی منبع ژنتیکی مهمی برای افزایش غلظت ریزمغذی در دانه‌های گندم زراعی به‌حساب می‌آیند (۷،۵). در بین گندم‌های وحشی که مورد آزمون قرار گرفته‌اند، گندم وحشی Emmer، *Triticum turgidum* spp. Dicoccoides دارای بیش‌ترین محتوای روی (۱۹۰ تا ۱۴mg/kg) در دانه است (۱۶،۵). با این‌وجود نتایج غربال‌گری ژرم پلاسم گندم‌های زراعی اشاره به این دارد که محتوای روی و آهن غذاهای پایه مانند نان می‌تواند از طریق اصلاح نباتات مرسوم دو برابر شود (۱۹،۱۳،۱۱،۳،۴).

به علت حذف بخش جنین و آلورون (به عنوان سبوس) طی فرآیند تهیه آرد، در برنامه‌های اصلاحی گندم نان باید ویژگی میزان روی در آندوسپرم به‌عنوان یک صفت مهم مد نظر قرار گیرد (۲۸). بنابراین یافتن ارقام گندم کارآ از نظر جذب موثر روی، به‌خصوص در آندوسپرم با استفاده از تنوع ژنتیکی طبیعی می‌تواند راه حلی مناسب در برنامه‌های اصلاحی گندم نان باشد (۲۳،۱۹،۱۳).

با توجه به مطالب فوق در این پژوهش سعی بر آن شد که اطلاعات اولیه در مورد تنوع ژنتیکی میزان روی در جنین، آلورون و آندوسپرم ارقام گندم بهاره، ارتباط این صفات با سایر صفات زراعی و هم‌چنین خصوصیات ژنتیکی و وراثت‌پذیری این صفات بررسی شود.

1- Hidden hungry

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21]

مواد و روش‌ها

بذور ۴۷ رقم گندم بهاره در فصل زراعی ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در اراضی کرکج کشت شد (جدول ۱). با توجه به بادخیز بودن منطقه و احتمال اختلال و وقوع تداخل در هنگام محلول پاشی، این تحقیق در دو آزمایش جداگانه با فاصله کافی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید که یک آزمایش تحت شرایط نرمال و بدون محلول پاشی روی (شاهد) و دیگری همراه با محلول پاشی روی بود. خاک سطحی ایستگاه جزو خاک‌های لومی- شنی، دارای pH قلیایی ضعیف تا متوسط و دارای ۰/۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی بود (۱۰). بر اساس آزمون خاک، برای هر دو آزمایش ازت به صورت NH4NO3 به مقدار ۵/۵۶ کیلوگرم در هکتار، فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل با فرمول مولکولی Ca(H2PO4).2H2O به مقدار ۵/۵۶ کیلوگرم در هکتار، آهن از منبع فروسولفات با فرمول مولکولی FeSO4.7H2O به مقدار ۲/۷۸ کیلوگرم در هکتار و مس از منبع سولفات مس با فرمول مولکولی CuSO4.5H2O به مقدار ۱/۱۲ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. در آزمایش واجد محلول پاشی روی، سولفات روی به میزان ۰/۶۸ کیلوگرم در هکتار در مرحله ظهور سنبله استفاده شد (۶).

عملیات کاشت به شکل کرتی انجام و فاصله بین خطوط کاشت ۲۰ سانتی متر و فاصله بذور روی هر خط کاشت ۲/۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. مراقبت های معمول زراعی شامل آبیاری، وجین و غیره متعاقباً اعمال گردید. صفاتی مانند روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول سنبله، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه در سنبله، طول × عرض برگ پرچم در مرحله ظهور سنبله، بیوماس کل و در نهایت عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند.

هم‌چنین میزان غلظت روی در آندوسپرم و نیز در جنین و آلورون اندازه گیری شد. برای تعیین مقدار روی در آلورون و جنین بعد از انتقال بذرها به آزمایشگاه، تعداد ۱۲ بذر از هر رقم پس از توزین توسط رزین اپوکسی روی لام ها چسبانده شدند به‌طوری که روی هر لام چهار بذر قرار گرفت، سپس لام‌ها در حدود ۲۴ ساعت در دمای اتاق برای خشک شدن چسب نگهداری شدند. بعد از گرفتن گرد و غبار، بذرهای چسبیده بر روی لام تقریباً تا نصف قطر سنباده زنی شدند به طوری که مقطع طولی جنین و آلورون نمایان شد. سپس اسلایدها در HCl یک نرمال به مدت سه دقیقه تیمار شدند و در مرحله بعدی به مدت دو دقیقه در محلول یک نرمال NaOH قرار گرفتند. سپس محلول از روی بذور توسط دستمال کاغذی پاک شد و لام‌ها در محلول DTZ[1] (۵۰۰ میلی‌گرم DTZ در یک لیتر متانول) به مدت یک دقیقه قرار گرفتند و بلافاصله انتقال به آب دو بار تقطیر به مدت سه دقیقه انجام گرفت. اسلایدها هوا خشک شده و در نهایت بعد از تصویر برداری توسط اسکنر مساحت رنگ قرمز که حاصل لکه گذاری با معرف DTZ است با میزان فازی بودن برابر با ۱۳۲ توسط نرم افزار فتوشاپ محاسبه و برای هر واحد آزمایشی بر حسب پیکسل بر گرم بذر ثبت شد (۱۳). برای تعیین میزان روی در آندوسپرم ابتدا بذرها را به مدت ۲۴ ساعت خیسانده و سپس در هاون آسیاب شدند تا سبوس از قسمت آرد جدا شود. سپس از آرد حاصل ۲۰۰ میلی گرم در داخل میکروتیوب ریخته و به آن ۲۰۰ میکرولیتر محلول DTZ اضافه شد. پس از سپری شدن ۳۰ دقیقه، رنگ آمیزی برای تعیین میزان روی انجام شد. محلول رنگ آمیزی شده در طول موج ۵۱۲ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر که قبلاً با استفاده از محلول استاندارد روی کالیبره شده بود، مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۵،۴) و سپس ارقام حاصل طبق رابطه ۱ بر اساس ppm به غلظت تبدیل شدند.

$$Y = \alpha + bx = -٦٢ + ١٨٢.٩\,x \qquad (١)$$

$R^2 = ٠/٧١$

در این معادله Y غلظت روی برحسب ppm و x میزان جذب نوری (عدد اسپکتروفتومتر) است.

اجزای ژنتیکی واریانس و وراثت پذیری نیز از طریق روابط ۲ تا ۶ مورد محاسبه قرار گرفتند.

$$\sigma_g^2 = \frac{MS_g - MS_{Eb}}{rZn} \qquad (٢)$$

$$\sigma_p^2 = \frac{\sigma_{Eb}^2}{rZn} + \sigma_g^2 \qquad (٣)$$

$$CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}_{..}} \times ١٠٠ \qquad (٤)$$

$$CV_{ph} = \frac{\sqrt{\sigma_p^2}}{\bar{X}_{..}} \times ١٠٠ \qquad (٥)$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \qquad (٦)$$

در روابط بالا، σ_g^2، σ_p^2، MS_g، MS_{Eb}، dfe، dfg، $\bar{X}_{..}$، r و Zn به ترتیب واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی، میانگین مربعات رقم، میانگین مربعات خطا، درجه آزادی خطا، درجه آزادی رقم، میانگین کل، تعداد تکرار و تعداد سطوح روی هستند (۱۹).

مفروضات تجزیه واریانس و تجزیه رگرسیون مورد آزمون قرار گرفتند و در مورد صفات طول سنبله، عملکرد دانه و میزان روی آندوسپرم به ترتیب تبدیل به کسینوس، لگاریتم و سینوس انجام گرفت و تجزیه‌ها بر روی داده‌های تبدیل شده انجام شد. تجزیه رگرسیون نیز به روش گام به گام انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه رگرسیون چندگانه و همبستگی

نتایج رگرسیون چندگانه به روش گام به‌گام به منظور تعیین متغیرهای با ارزش و مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط واجد و فاقد محلول‌پاشی روی در جدول ۲ درج شده است. بر این اساس، در شرایط واجد محلول‌پاشی صفات عملکرد کلش، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در مدل باقی ماندند که ۰/۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرده و به‌عنوان تأثیرگذارترین متغیرها بر عملکرد دانه شناسایی شدند. در شرایط فاقد محلول‌پاشی نیز صفات تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، میزان روی در آلورون و جنین و ارتفاع بوته در مدل باقی ماندند که ۰/۹۹

1- Ditizon (1,5-Diphenylthiocarbazon)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21]

درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرده و به‌عنوان تأثیرگذارترین متغیرها بر عملکرد دانه شناسایی شدند. با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون صفات میزان روی در آلورون و جنین، عملکرد کلش، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور و ارتفاع بوته که در مجموع دو مدل حاصل از تجزیه رگرسیون به‌عنوان تاثیرگذارترین متغیرها بر عملکرد دانه شناسایی شدند برای تجزیه‌های بعدی انتخاب شدند. هم‌چنین ویژگی میزان روی در آندوسپرم نیز به دلیل اهمیت بالای این صفت در غنی‌سازی آرد گندم مدنظر قرار گرفت.

جدول ۱- ارقام گندم بهاره مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Studied spring wheat varieties

ردیف	رقم	ردیف	رقم	ردیف	رقم	ردیف	رقم
۱	افق	۱۳	دریا	۲۵	سیروان	۳۷	افلاک
۲	کویر	۱۴	مارون	۲۶	خلج	۳۸	بیات
۳	رسول	۱۵	طبسی	۲۷	کرخی	۳۹	هیرمند
۴	شیرودی	۱۶	گلستان	۲۸	بهار	۴۰	تجن
۵	چناب	۱۷	هامون	۲۹	پارسی	۴۱	آرتا
۶	کرج ۱	۱۸	بک کراس روشن بهاره	۳۰	گنبد	۴۲	استار
۷	داراب ۲	۱۹	ارگ	۳۱	اروند	۴۳	مرودشت
۸	مغان ۳	۲۰	نیک نژاد	۳۲	سیوند	۴۴	شیراز
۹	فلات	۲۱	مغان ۱	۳۳	شعله	۴۵	سیستان
۱۰	عدل	۲۲	اترک	۳۴	اکبری	۴۶	افلاک
۱۱	چمران	۲۳	مغان۲	۳۵	سپاهان	۴۷	ورامین
۱۲	خزر ۱	۲۴	مروارید	۳۶	پیشتاز		

جدول ۲- رگرسیون گام به گام صفات مورد مطالعه بر روی عملکرد دانه

Table 2. Stepwise regression of studied traits on grain yield

شرایط محلول پاشی	صفات وارد شده به مدل	ضرایب رگرسیون جزء استاندارد شده
شرایط محلول پاشی روی	عملکرد کلش	۰/۰۵۸*
	تعداد دانه در سنبله	۰/۶۴۵**
	وزن هزار دانه	۰/۶۱۰**
	تعداد پنجه بارور	۰/۴۹۲**
	ضریب تبیین	۰/۹۸۵
شرایط فاقد محلول پاشی روی	تعداد دانه در سنبله	۰/۶۵۵**
	تعداد پنجه بارور	۰/۴۲۳**
	وزن هزار دانه	۰/۳۶۱**
	میزان روی در جنین و آلورون	-۰/۰۳۶**
	ارتفاع بوته	-۰/۰۳۱**
	ضریب تبیین	۰/۹۹۱

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

در شرایط واجد محلول پاشی روی نیز (جدول ۳) تنها همبستگی میزان روی آندوسپرم با تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود که البته ضریب تبیین پایینی را داشت (۱۵/۷٪). البته در این رابطه می‌توان این‌گونه اظهار داشت که در شرایط محلول‌پاشی روی در برخی از ارقامی که باروری بهتر و در نتیجه تعداد دانه بیشتر داشتند دارای میزان روی بیشتری در آندوسپرم بودند که البته محلول‌پاشی روی نیز در افزایش تعداد دانه در سنبله یا به عبارت دیگر افزایش باروری موثر بود (۲۱).

جدول ۳- همبستگی صفات مورد مطالعه در شرایط واجد محلول پاشی روی

Table 3. Correlations between studied traits under zinc foliar application condition

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
میزان روی در جنین و آلورون	۱							
میزان روی درآندوسپرم	۰/۰۸۱	۱						
طول سنبله	۰/۱۲۳	۰/۲۲۰	۱					
عملکرد کلش	-۰/۰۱۱	۰/۱۴۴	۰/۰۴۶	۱				
تعداد دانه در سنبله	۰/۰۳۴	۰/۳۹۶**	۰/۰۳۹	۰/۰۲۹	۱			
وزن هزار دانه	۰/۰۲۷	-۰/۰۴۷	-۰/۱۵۸	۰/۴۶۳**	۰/۳۳۸*	۱		
عملکرد دانه	۰/۰۳۴	۰/۲۱۹	-۰/۱۲۳	۰/۷۰۳**	۰/۳۳۷**	۰/۶۰۴**	۱	
تعداد پنجه بارور	۰/۰۴۷	-۰/۰۳۳	-۰/۱۱۸	۰/۶۹۳**	-۰/۱۲۸	۰/۳۷۵**	۰/۶۷۹**	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21]

طبق جدول ۴ در شرایط فاقد محلول‌پاشی ویژگی‌های میزان روی در جنین و آلورون و میزان روی در آندوسپرم همبستگی معنی‌داری را با عملکرد و اجزای عملکرد نداشتند. در مجموع از تجزیه رگرسیون چندگانه و تجزیه همبستگی می‌توان استنتاج کرد که صفات میزان روی در آندوسپرم و جنین و آلورون ویژگی‌های مستقل از یکدیگر و هم‌چنین مستقل از عملکرد و اجزای عملکرد می‌باشند و در برنامه‌های اصلاحی گندم باید به شکل مستقل تحت گزینش قرار بگیرند.

تجزیه علیت

جهت تفسیر بهتر نتایج به‌دست آمده از همبستگی‌های ساده و رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت برای عملکرد دانه با استفاده از متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیونی به همراه صفات میزان روی در آندوسپرم و میزان روی در جنین و آلورون انجام شد. در شرایط محلول‌پاشی روی (جدول ۵) به ترتیب صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، و تعداد پنجه بارور دارای اثر مستقیم مثبت قابل‌توجه و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر روی عملکرد دانه بودند.

جدول ۴- همبستگی صفات مورد مطالعه در شرایط فاقد محلول پاشی روی

Table 4. Correlations between studied traits under control condition

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
میزان روی در جنین و آلورون	۱							
میزان روی درآندوسپرم	۰/۲۷۳	۱						
طول سنبله	-۰/۱۶۱	-۰/۰۲۵	۱					
عملکرد کلش	-۰/۱۶۳	۰/۰۶۹	۰/۲۳۷	۱				
تعداد دانه در سنبله	-۰/۰۹	۰/۰۴۸	-۰/۱۲۶	۰/۳۴۶	۱			
وزن هزار دانه	-۰/۰۱۳	۰/۰۳۳	-۰/۱۸۹	۰/۵۱۲**	۰/۳۱۷*	۱		
عملکرد دانه	-۰/۱۰	۰/۰۱۳	-۰/۰۴۴	۰/۵۷۲**	۰/۷۸۵**	۰/۶۹۲**	۱	
تعداد پنجه بارور	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۱	۰/۲۰۴	۰/۳۹۳**	۰/۰۳۰	۰/۳۰۶*	۰/۵۴۵**	۱

* و **: به ترتیب معنی داری درسطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت را تعداد پنجه بارور از طریق وزن هزار دانه بر عملکرد دانه داشت. درشرایط فاقد محلول‌پاشی روی (جدول ۶) به ترتیب تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور و وزن هزار دانه دارای بالاترین اثرات مستقیم بودند که در سطح احتمال یک درصد نیز معنی‌دار تشخیص داده شدند. تحت این شرایط اثرات غیرمستقیم قابل توجهی یافت نشد. نتایج تجزیه علیت نیز نشان می‌دهد که صفات میزان روی در جنین و آلورون و میزان روی در آندوسپرم فاقد اثرات مستقیم و غیرمستقیم قابل‌توجه بر عملکرد دانه بودند. لذا استقلال این دو ویژگی از عملکرد و اجزای آن در هر دو شرایط مورد آزمایش بار دیگر تأیید شد. هر چند به‌طوری‌که توسط رگرسیون گام به گام در شرایط محلول‌پاشی روی مشاهده شد، محلول‌پاشی روی توانست از طریق افزایش باروری تا حدودی منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله شود (۱۷).

تجزیه واریانس مرکب

طبق جدول ۷ نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان می‌دهد که اثر محلول‌پاشی روی بر میزان روی در جنین و آلورون در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار ولی اثر متقابل رقم با محلول‌پاشی روی غیر معنی‌دار بود. با توجه به میانگین صفات در شرایط آزمایش (جدول ۸) محلول‌پاشی روی به طور میانگین باعث افزایش ۱۰ درصدی میزان روی در جنین و آلورون شد که با نتایج ایلماز و همکاران (۲۵) و مارشنر (۱۲) مبنی بر اینکه مصرف روی علاوه بر افزایش عملکرد دانه گندم، می‌تواند غلظت روی دانه را نیز بالا ببرد، هماهنگ است.

جدول ۵- تجزیه علیت عملکرد دانه از طریق سایر صفات با اهمیت در شرایط واجد محلول پاشی روی

Table 5. Path analysis of grain yield via important traits under zinc foliar application condition

صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق						
		میزان روی جنین و آلورون	میزان روی آندوسپرم	طول سنبله	عملکرد کلش	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
میزان روی جنین و آلورون	۰/۰۱۹	-	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲۸	-۰/۰۰۶۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۱۶۴
میزان روی آندوسپرم	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۵	-	۰/۰۰۱۷۶	۰/۰۰۸۰	-۰/۰۱۶	۰/۲۵۵	۰/۰۲۸
طول سنبله	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۰۰۶	-	-۰/۰۰۲۵	-۰/۰۵۸	۰/۰۲۵	۰/۰۹۶
عملکرد کلش	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۳	-	۰/۳۴۶	۰/۰۱۸۶	۰/۲۸۲
تعداد پنجه بارور	۰/۴۹۵**	۰/۰۰۰۸	-۰/۰۰۰۰۹	-۰/۰۰۰۹۴	۰/۰۳۹	-	-۰/۰۸۲	۰/۳۶۹
تعداد دانه در سنبله	۰/۶۴۴**	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۳۱	۰/۰۰۱۶	-۰/۰۶۳	-	۰/۲۰۶
وزن هزار دانه	۰/۶۹۱**	۰/۰۰۰۵	-۰/۰۰۰۰۱۴	-۰/۰۰۱۲۶	۰/۰۲۵	۰/۲۹۸	۰/۲۱۷	-

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21]

جدول ۶- تجزیه علیت عملکرد دانه از طریق سایر صفات با اهمیت در شرایط فاقد محلول پاشی روی

Table 6. Path analysis of grain yield via important traits under control condition

صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق						
		میزان روی جنین و آلورون	میزان روی آندوسپرم	طول سنبله	عملکرد کلش	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
میزان روی جنین و آلورون	-۰/۰۲۸	-	-۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۴	-۰/۰۰۵۸	-۰/۰۵۹	-۰/۰۰۴۶
میزان روی آندوسپرم	-۰/۰۱۷	-۰/۰۰۷۶	-	۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۶	-۰/۰۰۴۶	۰/۰۳۱	۰/۰۱۱
طول سنبله	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۰۴	-	-۰/۰۰۲۱	۰/۰۸۵	۰/۰۸۳	-۰/۰۶۷۴
عملکرد کلش	-۰/۰۰۹	۰/۰۰۴۵	-۰/۰۰۱۱	-۰/۰۰۰۴	-	۰/۱۶۵	۰/۲۲۸	۰/۱۸۲
تعداد پنجه بارور	۰/۴۲۰**	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۱۲	-۰/۰۶۷۴	-	۰/۰۱۹	۰/۱۰۹
تعداد دانه در سنبله	۰/۶۶۰**	۰/۰۰۲۵	-۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۷	-۰/۰۰۳۱	۰/۰۱۲	-	۰/۱۱۳
وزن هزار دانه	۰/۳۵۷**	۰/۰۰۰۳	-۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۱	-۰/۰۰۴۶	۰/۱۲۸	۰/۲۰۹	-

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

اختلاف بین ارقام نیز از لحاظ صفت میزان روی در جنین و آلورون معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده عدم وجود تنوع ژنتیکی از لحاظ این صفت در بین ارقام گندم بهاره می‌باشد. اثر محلول‌پاشی روی بر میزان روی آندوسپرم معنی‌دار نبود و به همین نحو اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی روی و اثر رقم هم نیز غیرمعنی‌دار شد که نشان‌دهنده عدم تاثیر محلول‌پاشی روی و عدم وجود تنوع ژنتیکی در بین ارقام گندم بهاره از نظر این صفت است. استومف و همکاران (۲۳) نیز با کسب چنین نتیجه‌ای اظهار داشتند که ازطریق محلول پاشی روی مقدار روی در جنین و آلورون دانه گندم افزایش یافت ولی مقدار روی در آندوسپرم فاقد تغییر معنی دار بود. ولی با این وجود محلول‌پاشی روی بطور میانگین باعث افزایش تقریباً دو برابری میزان روی در آندوسپرم نسبت به عدم محلول‌پاشی روی شد که عدم معنی دار شدن آن را می‌توان به درجه آزادی پایین مقایسه (۴،۱) نسبت داد (جداول ۷ و ۸). اثر محلول‌پاشی روی بر عملکرد دانه نیز در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار بود که آن را می‌توان به تأثیر مثبت روی بر روی باروری نسبت داد (۹، ۱۲،۱۷).

اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی روی نیز برای این صفت در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار شد و نشان داد که محلول‌پاشی، روی عملکرد همه ارقام به یک اندازه تأثیر ندارد، بلکه این اثر از یک رقم به رقم دیگر متفاوت است. اثر رقم نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که نشان از وجود تنوع ژنتیکی از لحاظ عملکرد در بین ارقام داشت. نتایج مطالعات شارما و لال (۲۱) ملکوتی و لطف‌اللهی (۱۱) و بلالی و همکاران (۲) نیز افزایش عملکرد گندم را در قبال مصرف ریزمغذی روی تایید کردند. سیلیسپور (۲۴) نتیجه گرفت که مصرف توام کودهای آهن و روی میزان عملکرد گندم را به طور متوسط ۸۶۷ کیلوگرم در هکتار افزایش داده است. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌یابد بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم فزونی یافته و باعث غنی‌سازی دانه گندم از روی می‌شود (۲۷).

محلول‌پاشی روی بر وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ نشان داد. هم‌چنین برای وزن هزار دانه اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی روی و اثر رقم در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. به‌طورکلی محلول‌پاشی روی به‌طور غیرمستقیم بر عملکرد دانه به واسطه تاثیر بر اجزاء عملکرد اثر می‌گذارد. ضیائیان و ملکوتی (۲۶) مشاهده کردند که در اثر مصرف روی، آهن و منگنز وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه گندم افزایش معنی‌داری را داشته است. همانتاراجان و گاراج (۹) نیز مشاهده کردند که در اثر مصرف آهن و روی تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد افزایش یافت. محلول‌پاشی روی بر روی عملکرد کلش در سطح احتمال ۰/۰۵ تأثیر داشت. اثر متقابل رقم با محلول‌پاشی روی و رقم نیز در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. موسوی‌نیک و همکاران (۲۸) گزارش کردند که ترکیبات آهن، روی و منگنز تاثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد کلش و اجزای عملکرد دانه گندم دارد. هم‌چنین بر اساس میانگین صفات موردنظر در متوسط شرایط محلول‌پاشی روی بیشترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارقام اروند (۳۳۷/۸۱)، پارسی (۳۳۲/۶۶۱) و گنبد (۳۲۵/۰۳۳)، بیشترین میزان روی در جنین وآلورون به ترتیب مربوط به ارقام اروند (۴۸/۳۲)، رسول (۴۵/۳۱) و گنبد (۴۴/۰۸) و بیشترین میزان روی در آندوسپرم به ترتیب مربوط به ارقام خزر۱ (۶۷/۱۰)، بهار (۶۴/۱۴) و تجن (۵۷/۶۴) بود که به ترتیب به‌عنوان ارقام کارآ از نظر عملکرد دانه، میزان روی در جنین و آلورون و میزان روی در آندوسپرم قرار گرفتند. لذا در بین ارقام مورد مطالعه رقم دارای عملکرد بالا و در عین حال کارآ از نظر مصرف روی یافت نشد.

وراثت پذیری

واریانس‌های ژنتیکی و فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی برای هر یک از صفات در (جدول ۹) درج شده است. بیشترین ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی به ترتیب به عملکرد کلش و مقدار روی در جنین و آلورون متعلق بود. صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و میزان روی در جنین و آلورون از نظر ضرایب تغییرات ژنتیکی، و صفات عملکرد کلش، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور از نظر ضرایب تغییرات فنوتیپی در مرتبه بعدی واقع شدند. بیشترین میزان وراثت‌پذیری ۰/۷۰ نیز به عملکرد دانه اختصاص داشت. از میان اجزای عملکرد دانه، وراثت پذیری وزن هزار دانه ۰/۶۰، تعداد دانه در سنبله ۰/۶۶، طول سنبله ۰/۴۳ و تعداد پنجه بارور ۰/۳۳ بود. در نتیجه عملکرد دانه کمتر از سایر اجزای عملکرد تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گرفت. در حالی‌که سایر محققان وراثت‌پذیری عملکرد دانه را کمتر از اجزای عملکرد ذکر کردند (۲۰،۷،۸)، که با نتایج

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21]

حاصل انطباق ندارد. علت این امر را می‌توان به یک ساله بودن آزمایش مرتبط دانست. البته وراثت‌پذیری عملکرد اختلاف چندانی با برخی اجزای عملکرد نداشت.

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در ارقام گندم مورد بررسی

Table 7. Combined analysis of variance of studied traits

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		میزان روی در جنین و آلورون (پیکسل بر گرم)	میزان روی در آندوسپرم (میلی گرم بر گرم)	عملکرد کلش (گرم)	طول سنبله (سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه	تعداد پنجه بارور
محلول پاشی روی	۱	۷۶۶/۶۸*	۰/۰۹^{ns}	۵۲۶۷۶۳/۶۳*	۰/۷۳^{ns}	۳۶۶۰/۵۴**	۹۱۲/۹۳**	۰/۱۴*	۲۶۲۸/۸^{ns}
خطای ۱	۴	۸۷۷/۵۹	۰/۹۹	۶۲۳۷۵/۷۵	۱/۵۷	۱۳/۴۸	۱۱/۷۶	۰/۰۱	۳۲۹/۳۳
رقم	۴۶	۱۵۹/۵۹^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۱۸۳۷۹/۳۹**	۰/۶**	۱۳۴/۰۵**	۳۹/۱۷**	۰/۰۳**	۱۱۶۷/۱**
رقم × محلول پاشی روی	۴۶	۱۷۷/۴۸^{ns}	۰/۴۳^{ns}	۱۱۰۹۵/۷۰**	۰/۲۶^{ns}	۹۱/۵۷**	۲۹/۲۶**	۰/۰۳**	۱۲۳۶/۱۲**
خطای ۲	۱۸۴	۱۲۶/۶۱	۰/۴۶	۶۲۰۲/۰۵	۰/۲۴	۲۶/۶	۹/۵	۰/۰۱	۵۸۴/۸۹

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۸- میانگین صفات مورد ارزیابی در شرایط مختلف محلول پاشی روی

Table 8. Means of studied traits under control and zinc foliar application conditions

شرایط	میزان روی در جنین و آلورون (پیکسل بر گرم)	میزان روی در آندوسپرم (میلی گرم بر گرم)	عملکرد کلش (گرم)	طول سنبله (سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه	تعداد پنجه بارور
عدم محلول پاشی روی	۳۲/۱۰۷	۱۶/۱۱۴	۳۵۱/۹۳۶	۸/۴۷۲	۳۵/۹۵۳	۳۴/۳۱۱	۲۳۰/۷۴۳	۳/۷۹۱
محلول پاشی روی	۳۵/۳۶	۲۹/۷۸۷	۴۳۸/۳۷۶	۷/۸۲۳	۳۴/۱۵۹	۳۰/۷۱۳	۲۵۳/۲۶۸	۳/۸۵۳
LSD$_{./.۵}$	۷/۵۲	۱۴/۰۵	۶۳/۴۲	۱/۲۵	۰/۹۳	۰/۸۷	۱۱/۰۶	۰/۰۹۲

صفات میزان روی در جنین و آلورون و میزان روی آندوسپرم از وراثت‌پذیری پایئنی برخوردار بودند که حاکی از این است که گزینش در بین ارقام گندم بهاره برای این صفات فاقد تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری کافی است لذا برای حصول تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا می‌توان این ارقام را با ارقام مناسب دیگر برای مثال پاییزه تلاقی داد. ارقام پاییزه و لاین‌های اینبرد و نوترکیب حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نوراستار دارای تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالا برای میزان روی در جنین و آلورون و میزان روی آندوسپرم بودند (۱۳، ۱۹). لذا تلاقی بین ارقام گندم بهاره و ژنوتیپ‌های روی کاراً از موارد ذکر شده توصیه می‌گردد.

با توجه به اینکه صفات میزان روی آندوسپرم و میزان روی در جنین و آلورون مستقل از اجزای عملکرد بودند باید به شکل مستقل از عملکرد در برنامه‌های اصلاحی مورد گزینش قرار بگیرند. هم‌چنین از آنجایی که در ارقام تحت آزمایش وراثت‌پذیری مطلوبی برای صفات فوق بدست نیامد لذا پیشنهاد می‌شود که انجام تلاقی و گزینش در داخل ارقام گندم بهاره فاقد کارآیی برای اصلاح این صفات می‌باشد. لذا برای اصلاح این صفات ارقام مورد آزمایش باید با ارقام دیگر تلاقی یابند.

جدول ۹- پارامترهای ژنتیکی صفات مورد مطالعه

Table 9. Genetic parameters of studied traits

صفات	σ^2_g	σ^2_{ph}	CV_g	CV_{ph}	h^2
تعداد پنجه بارور	۹۷/۰۳۵	۲۹۱/۹۹۸	۵/۱۹۵	۹/۰۱۲	۰/۳۳۲
طول سنبله	۰/۰۶۰	۰/۱۳۹	۳/۰۲۳	۴/۵۸۱	۰/۴۳۵
عملکرد کلش	۲۰۲۹/۵۵۸	۴۰۹۶/۹۰	۱۱/۴۰	۱۶/۱۹	۰/۴۹۵
تعداد دانه در سنبله	۱۷/۹۰۸	۲۶/۷۷۶	۱۰/۶۹	۱۳/۰۸	۰/۶۶۸
عملکرد دانه	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۲۸	۰/۰۳	۰/۷
وزن هزار دانه	۴/۹۴۶	۸/۱۱۱	۶/۸۴۰	۸/۷۵۹	۰/۶۰۹
مقدار روی در جنین و آلرون	۴/۹۹۶	۴۷/۲۰۰	۶/۶۲۵	۲۰/۳۶۶	۰/۱۰۵
مقدار روی آندوسپرم دانه	۰	۰/۱۰۳	۰	۱/۳۹۹	۰

h^2،CV_{ph}،CV_g،σ^2_{ph}،σ^2_g به ترتیب عبارتند از: واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنتیکی، ضریب تغییرات فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21]

منابع

1. Anonymous. Stat Crop production. 2012. FAO- http://faostat.fao.org/site/567.
2. Belali, M.R., G.M. Malakooti, C. Mashayekhi and G. Khademi. 1999. Cultivated yield and determination of critical levels in soils under wheat cultivation. Journal of Soil Water, Crop Supplement, 12: 119-111 (In Persian).
3. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? Plant Soil, 302: 1-17.
4. Cakmak, I., M.Y. Kalayci, A.A. Kaya, A. Torun, N. Aydin, Y. Wang, Z. Arisoy, H. Erdem, A.Yazici, O. Gokmen, L. Ozturk and W.J. Horst. 2010. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 87: 10-20.
5. Cakmak, I., A. Torun, E. Millet, M. Feldman, T. Fahima, A. Korol, E. Nevo, H.J. Braun and H. Ozkan. 2004. Triticum dicoccoides: An important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. Soil Science Plant Nutrition, 50: 1047-1054.
6. Choi, E.Y., R. Graham and J. Stangoulis. 2007. Semi-quantitative analysis for selecting Fe-and Zn-dense genotypes of staple food crops. Journal of Food Science and Techology-Mysore, 20: 495-505.
7. Eid, M.H. 2009. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought condition. International Journal of Genetic and Genomics,10: 115-120.
8. Haq, W.U., M.F. Malik, M. Rashid, M. Munir and Z. Akram. 2008. Evaluation and estimation of heritability and genetic advancement for yield related attributes in wheat lines. Journal of Agricultural Science, 400: 1699-1702.
9. Hemantaranjan, A. and O.K. Garg. 1988. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum* L. Journal of Plant Nutrition, 11: 1439-1451.
10. Jafarzadeh, A.A., B. Kasraeie and C.E. Neishabouri. 1997. Detailed studies of 18 hectares of land of Karkaj Station. Agricultural knowledge, 7: 213-187 (In Persian).
11. Malakouti, M.G. and C.E. Lotfallahi. 1999. Role in increasing the quantity and quality of agricultural products and improve the public health. Tat Organization, Ministry of Agriculture, Karaj, Iran (In Persian).
12. Marschner, H. 1993. Mineral nutrition of hisher plants. 2nd ed.Academic, Woodhead Publishing, Cambridge, UK. 357 pp.
13. Nakhjiri, E. 2013. Genetic diversity of winter wheat under foliar zinc application and normal conditions. MSc thesis, Tabriz University, Tabriz, Iran. 121 pp (In Persian).
14. Ortiz, R., H.J. Braun, G. Crossa, J. Crouch, G. Davenport, J. Dixon, S. Dreisigacker, E. Dreisigacker, Z.H. Huerta, J. Joshi, A. Kishii, M. Kosina, P. Manes, Y. Ozturk, L. Yazici, M.A. Yucel, C. Torun, A. Cekic, C. Bagci, A. Ozkan, H. Braun, H. Sayers, and, I. Cakmak. 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. Physiology Plantarum, 26: 144-152.
15. Ozturk, L., M.A. Yazici, C. Yucel, A. Torun, C. Cekic, A. Bagci, H. Ozkan, H. Braun, Z. Sayers and I. Cakmak. 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. Physiolology Plantarum, 20: 135-147.
16. Peleg, Z., Y. Saranga, M.A. Yazici, T. Fahima, L. Ozturk and I. Cakmak. 2008. Grain zinc, iron and protein concentrations and zinc-efficiency in wild emmer wheat under contrasting irrigation regimes. Plant Soil, 306: 57-67.
17. Savaghebi Firouzabadi, G.H., M.G. Malakooti and C.E. Mzardlan. 2003. Effect of zinc sulfate and zinc in wheat seed responses in calcareous soil. Journal of Agricultural Science, 34: 482-471 (In Persian).
18. Seyfi, M., J. Ahmadi and M.H. Fotukian. 2015. Polymorphism of High Molecular Glutenin Subunits and Seed Micronutrients in Bread Wheat Cultivars. Journal of crop breeding, 7: 96-104 (In Persian).
19. Shariatipoor, N. 2013. Efficiency of zinc absorption and transportation to grains in facultative wheat cultivars. MSc thesis, Tabriz University, Tabriz, Iran. 109 pp (In Persian).
20. Sharifi, P. and H. Amin Panah. 2010. Estimation of Genetic Parameters for a Number of Nutrient Quality Traits in Rice. Journal of crop breeding, 2: 1-16 (In Persian).
21. Sharma, S. and F. Lal. 1993. Estimation of critical limit of DTPA-Zinc for wheat in pellusterts of southern Ragastan Journal of Indian Society and Soil Science, 41: 197-210.
22. Sillanpaa, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global Bull, study. FAO Soils, 48: 75-82.
23. Stomph, T.J., E.Y. Choi and J.C.R. Stangoulis. 2011. Temporal dynamics in wheat grain zinc distribution: is sink limitation the key?. Annals of Botany, 107: 927-937.
24. Sylspour, M. 1997. Investigate the effects of iron and zinc on quantitative and qualitative characteristics of wheat and its critical level in soil Varamin plain. Journal of Agronomy and Horticulture Research and Development, 25: 133-123 (In Persian).
25. Yilmaz, A., I.M. Cakmak, H. Kalayci, B. Ekiz, A. Torun, B. Erenaglu and H.I. Braun. 1996. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in central Anatolia. Journal Of Food, Plant Nutrition and Soil Science. Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde, 87: 165-172.
26. Ziaeian, A.S. and M.G. Malakouti. 2000. Examine the effects of greenhouse Fe, Zn, Cu and Mn in wheat soils highly calcareous soils of Fars Province. Balanced nutrition of wheat. Dissemination of Agricultural Education (In Persian).
27. Malakouti, M.J. 2007. Zinc is a neglected element in the life cycle of plants. Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology, 1: 1-12 (In Persian).
28. Moussavi-Nik, M., J.N. Pearson, G.J. Hollamby and R.D. Graham. 1998. Dynamics of nutrient remobilization during germination and early seedlings development in wheat. Journal of Food and Plant Nutrition, 21: 421-434.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21]

Genetic Variability of Zinc Efficiency in Some Iranian Spring Wheat Varieties

Fatemeh Shoormij[1], Seyyed Siamak Alavi Kia[2], Mohammad Moghaddam Vahed[3] and Mahmoud Toorchi[3]

1 and 3- M.Sc. Student and Profeesor, University of Tabriz
2- Assistant Profeesor, University of Tabriz (Corresponding author: ss.alavikia@tabrizu.ac.ir)
Received: August 9, 2014 Accepted: November 24, 2014

Abstract

One of the plant breeding strategies for increasing zinc content of wheat grain is employing natural genetic variability of this trait. To investigate genetic variation of traits related to zinc efficiency among Iranian spring wheat cultivars and determining the relationship between these traits and grain yield and its components, two separate experiments were conducted based on randomized complete blocks design with three replications. One of the experiments was under zinc foliar application condition and the other lacked the mentioned condition. Analysis of variance was performed based on combined analysis. Results of stepwise regression, correlation and path analysis indicated independence of endosperm zinc content and embryo and aleuron zinc content from grain yield and its components with any direct or indirect significant effects. Results of combined analysis determined that there was not considerable genetic variability about traits related to zinc efficiency among examined wheat varieties and heritability of these traits was low. Therefore crossing and selection among these spring varities is not enough efficient for promotion of grain zinc content and it would be nessecary to crossing between these variteis and other zinc efficient landraces, cultivars or wild relatives.

Keywords: DTZ blothing, Embryo and aleuron zinc content, Endosperm zinc content, Spring wheat

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-21]