دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هشتم، ۱۳۹۸

بررسی صفات کمی و کیفی گندم نان با استفاده از کاربرد سایکوسل، کود زیستی و سولفات‌روی در شرایط زراعت دیم

مصطفی احمدی[۱]، محمد جواد زارع[۲]، یحیی امام[۳]

دریافت: ۹۵/۱۲/۲۱ پذیرش: ۹۷/۲/٤

چکیده

به منظور بررسی صفات کمی و کیفی دانه گندم، این پژوهش به صورت دو آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو منطقه ایلام و بوشهر در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل کاربرد دوسطح سایکوسل (صفر و ۲/۵ گرم در لیتر)، سولفات‌روی در ۳ میزان (۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین در ۲سطح (تلقیح و عدم تلقیح با بذر) بودند. کاربرد سایکوسل اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سطح احتمال آماری یک درصد داشت. محلول‌پاشی سایکوسل سبب افزایش تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه به ترتیب به‌میزان ١٤/٦، ١٩/١ ، ٤٢/٥ درصد شد. بیشترین میزان پروتئین دانه(١٣/٨٪)، گلوتن(٣٦/١٪)، گلیادین(٥٣/٦٪) وگلوتنین(٣١/٨٪) از تیمار محلول‌پاشی ۲/۵ گرم در لیتر سایکوسل، کاربرد ۵۰ کیلوگرم درهکتار سولفات‌روی وتلقیح بذربا نیتروکسین بدست آمد. بالاترین عملکرد دانه (۱۷۱۰ کیلوگرم درهکتار)، میزان اسیدهای آمینه لیزین، متیونین و ترئونین به‌ترتیب به‌میزان ۵۱۰، ٥٤٥ و ۷۷۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه پروتئین از برهمکنش تیمارهای محلول‌پاشی سایکوسل در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، ۵۰ کیلوگرم درهکتار سولفات‌روی و تلقیح بذر با نیتروکسین حاصل شد. به طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط دیم، کاربرد سایکوسل، سولفات‌روی و نیتروکسین در بهبود و افزایش عملکرد دانه گندم می‌تواند مؤثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: اسید آمینه، زراعت دیم، پروتئین، اجزای عملکرد

احمدی، م.، م.ج. زارع و ی. امام. ۱۳۹۸. بررسی صفات کمی و کیفی گندم نان با استفاده از کاربرد سایکوسل، کود زیستی و سولفات‌روی در شرایط زراعت دیم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۸: ١٦١-١٤٨.

۱- دانشجوی سابق دکتری و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران- مسئول مکاتبات. ma_ahmadi@yahoo.com

۲- دانشجوی سابق دکتری و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی روی زمین است (امام، ۱۳۹۰). اهمیت این گیاه برای ایرانیان از این جهت زیاد است که نان گندم بخش اصلی الگوی تغذیه جامعه را تشکیل می‌دهد. سایکوسل یا کلرمکوات‌کلراید با نام اختصاری CCC یکی از مهم‌ترین کندکننده‌های رشد برای دست‌ورزی رشد و عملکرد غلات می‌باشد (پیرسته انوشه و همکاران، ۲۰۱۶). چگونگی عمل سایکوسل از راه جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های چرخه‌ی بیوسنتز جیبرلیک اسید مانند آنزیم انت- کائورون سنتتاز می‌باشد (راجالا، ۲۰۰۴). نتایج پژوهش‌ها بیانگر آن است که کاربرد سایکوسل در غلات باعث کاهش ارتفاع ساقه، افزایش تعداد پنجه در هر بوته و مقاومت به سرما و شوری می‌شود (پیرسته انوشه و همکاران، ۲۰۱۶؛ صادقی و میری، ۱۳۹۳). افزایش عملکرد دانه گندم در اثر کاربرد به هنگام سایکوسل (در مرحله انگیزش آغازه لما) به دلیل ازدیاد تعداد دانه بوده که آن هم به نوبه‌ی خود نتیجه‌ی ازدیاد تعداد سنبله بارور و تعداد دانه در سنبله بوده است، یعنی اندازه مقصد فیزیولوژیک بزرگ‌تر شده است (شکوفا و امام، ۲۰۰۸).

عنصر ریز مغذی روی از جمله عناصر اصلی لازم برای رشد گندم است (رنگل و گراهام، ۱۹۹۵) و به علت کمبود آن در خاک‌های زراعی ایران به لحاظ آهکی بودن، افت عملکرد کمی و کیفی گندم مشهود است (کریمیان، ۱۹۹۵). گندم از غلاتی است که در آن اختلاف در پاسخ ارقام نسبت به کمبود روی زیاد است (کاکمک و همکاران، ۲۰۱۰). علما و همکاران (۲۰۱٤) نیز افزایش پروتئین و میزان روی در دانه کلزا را با کاربرد سولفات‌روی گزارش کردند. نقش عنصر روی در تولید اسیدهای آمینه و پروتئین‌سازی به وسیله‌ی خیری‌زاده و همکاران (۲۰۱٦) نیز بیان شده است. ایلماز و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند که گندم نان در مقایسه با گندم ماکارونی به کمبود روی حساسیت بیشتری نشان می‌دهد؛ بنابراین نتیجه گرفتند که تأثیر روی در عملکرد دانه گندم نان بیشتر از گندم ماکارونی است.

امروزه کاربرد باکتری‌های خاک‌زیست در تغذیه خاک و گیاهان زراعی در نظام‌های کشاورزی پایدار در سراسر جهان افزایش یافته است. این باکتری‌ها بر ریشه‌های گیاه مستقر و سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (حاجی‌نیا و همکاران، ۲۰۱۲). نیتروکسین از انواع کودهای زیستی است که شامل باکتری‌های جنس *ازتوباکتر* (*Azotobacter* sp.) و *آزوسپیریلوم* (*Azospirillum sp.*) می‌باشد که از جمله ریزسازواره‌های تثبیت کننده نیتروژن مولکولی هستند که در ارتباط با ریزوسفر گیاه و در همیاری با ریشه گیاه اثرهای مفیدی بر رشد گیاه دارند. پاسخ گیاهان به تلقیح با *آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر* بیشتر به صورت افزایش وزن خشک گیاه، افزایش پنجه‌ها، شمار سنبله‌ها و تعداد دانه در سنبله گزارش شده است (حاجی‌نیا و همکاران، ۲۰۱۲). *ازتوباکتر* قادر به ساختن اسیدهای آمینه مانند آرژینین، لیزین، تریپتوفان و گلوتامیک اسید می‌باشد (گونزالس- لوپز و همکاران، ۱۹۸۳). هدف از این مطالعه بررسی پاسخ صفات کیفی و عملکرد دانه گندم به کاربرد سایکوسل، سولفات‌روی و نیتروکسین بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرهای اصلی و برهمکنش‌های سایکوسل، سولفات‌روی و نیتروکسین، بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی دانه گندم رقم کوهدشت آزمایش‌های مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ تحت شرایط دیم انجام پذیرفت. آزمایش‌های مزرعه‌ای در دو شرایط اقلیمی متفاوت (جدول‌های ۱و۲) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و شامل فاکتورهای سایکوسل (در ۲سطح صفر و ۲/۵ گرم در لیتر)، سولفات روی (Zn) (۳ سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (۲ سطح تلقیح و عدم تلقیح با بذر) در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام (با طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و۳۷ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷٤متر) و ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاکی بوشهر (با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و۲۰دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ٦۰ متر) انجام شد. در این پژوهش از تنظیم کننده رشد گیاهی سایکوسل با مارک زیگما آلدریخ متعلق به شرکت مرک آلمان، استفاده شد. محلول سایکوسل با آب مقطر تهیه و به میزان ۲/۵ گرم در لیتر در مرحله‌ی پنجه‌زنی (ZGS=22) (امام، ۱۳۷۳) با استفاده از یک دستگاه محلول‌پاش دقیق دستی با فشار ثابت ۳ بار اعمال شد. در تیمار شاهد از آب مقطر برای محلول‌پاشی استفاده شد. به منظور افزایش کارآیی جذب و پیشگیری از تبخیر سایکوسل، عمل محلول‌پاشی در ساعات اولیه صبح که تبخیر حداقل بود و در هوای آرام انجام شد. محلول‌پاشی به اندازه‌ای صورت گرفت که کل بوته‌ها از محلول مورد نظر خیس شده باشند. بر این اساس حجم محلول‌پاشی حدود ٤۰۰ لیتر در هکتار بود.

جدول۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکو- شیمیایی خاک مناطق محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

محل نمونه‌برداری	بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	ماده‌آلی (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر	پتاسیم	روی	آهن
						میلی‌گرم در کیلوگرم			
بوشهر	لوم شنی	۱/۳۲	۷/۸	۰/۵۵	۰/۰۷	۸	۱۶۱	۰/۶۵	۲/۶
ایلام	لوم رسی	۰/۶۲	۷/۳	۱/۱٤	/۰۹	۷/۸	۲۲۰	۰/۹۲	٤/۲

جدول ۲- میزان بارندگی و دما در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	جمع
بارندگی (میلی‌متر) – بوشهر	۰	۱۳۲/۳	٤/۳	۱۷۱	۱۲/۸	۱۰/۹	۳/۹	۰	۰	۳۳۵/۲
بارندگی (میلی متر)- ایلام	۰	۱٦۳/۷	۱۰۳/۳	۸۹/۹	۱۵۱/۳	۹۳/۱	۳۲/٤	۲۷/۱	۰/٤	٦٦۱/۲
میانگین دمای ماهانه (سلسیوس) بوشهر	۲۷/۸	۲۳/٦	۱۸/۸	۱٤/۷	۱٦/۲	۲۰/۷	۲۳/۸	۲۹/۳	۳۲/۲	۲۳
میانگین دمای ماهانه (سلسیوس) – ایلام	۱۹	۱۲/۹	۷/۷	٤/۹	۵/٦	۱۰/٤	۱۳/۱	۱۸/٦	۲۳/٦	۱۲/۸

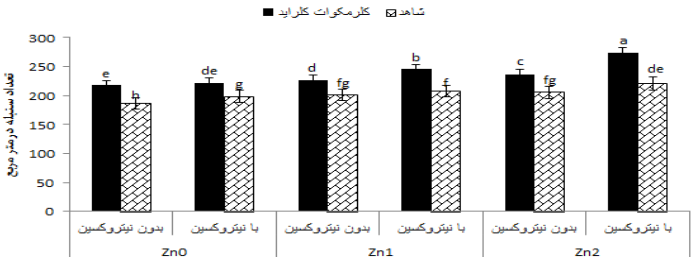
تیمارهای ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم درهکتار سولفات‌روی، به صورت پیش کاشت و آمیخته با خاک مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمایش کود زیستی نیتروکسین به صورت بذرمال مورد استفاده قرار گرفت و قبل از تلقیح، با هدف چسبندگی بیشتر مایه تلقیح، بذرها با محلول شکر آغشته شدند. نیتروکسین به عنوان یکی از انواع مایه تلقیح تجاری در ایران برای گندم معرفی شده است. مایه‌ی تلقیح دارای 10^8 سلول زنده از هریک از جنس‌های باکتری *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* در هر میلی‌لیتر از کود زیستی بود. بر اساس توصیه شرکت تولیدی، نیتروکسین به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به صورت بذرمال (تلقیح بذر به صورت آغشتگی کامل) استفاده شد و بذرها برای خشک شدن به مدت دو ساعت در سایه نگهداری شده و سپس کشت شدند. کشت بذرها در عمق ۳ تا ٤ سانتی‌متری و در کرت‌هایی به ابعاد ٤×۳ مترمربع انجام شد. فواصل بین بوته‌ها ۳ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۱۵ سانتی‌متر و تراکم تقریبی ۲۰۰ بوته بود. تاریخ کاشت بذرها در ایلام ۲۵ آبان و در بوشهر ۱۸ آبان ۱۳۹۲ بود. در طول فصل در چند نوبت براساس شرایط مزرعه، وجین علف‌های هرز به وسیله‌ی دست انجام شد. برداشت در بوشهر در تاریخ ۱۸ اردیبهشت و در ایلام ۲٦ خرداد ۱۳۹۳ انجام شد. در پایان فصل رشد و پس از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، "تعداد سنبله" در واحد سطح از راه شمارش تعداد کل سنبله‌های برداشت شده از یک متر مربع در برداشت نهایی تعیین شد. "تعداد دانه در سنبله" به وسیله‌ی شمارش تصادفی تعداد دانه در۲۰سنبله از ناحیه میانی هر کرت و محاسبه میانگین به دست آمد. در برداشت نهایی با حذف اثرحاشیه‌ای، برای اندازه‌گیری عملکرد دانه از خطوط میانی هر کرت به مساحت یک متر مربع انتخاب و گیاهان از نزدیکی سطح خاک کف برشدند. پس از آن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ٤۸ ساعت قرار داده شدند. سپس دانه‌ها را از کاه و کلش جدا کرده و اقدام به توزین آنها گردید و سرانجام عملکرد دانه از مساحت برداشت شده تعیین شد. "میزان پروتئین دانه" به صورت درصد نیتروژن در ماده خشک دانه ضرب در ضریب ثابت ۵/۷ محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری صفات کیفی دانه از دستگاه اتو آنالایز آرد (NIR) مدل DA7200 ساخت شرکت Perten سوئد استفاده شد. برای تعیین "محتوای گلوتن" دستگاه گلوتن شوی گلوتامیک و دستگاه سانتریفوژ، مطابق با روش ICC (International Association for Cereal Chemistry) به شماره ۱۳۷ استفاده شد. اندازه‌گیری میزان گلوتن گندم بر اساس دستورالعمل انجمن بین المللی علوم و تکنولوژی غلات انجام شد. تعیین درصد گلوتن مرطوب دانه به وسیله شتشوی نمونه آرد ۱۰گرمی با استفاده از دستگاه گلوتامیک انجام شد. برای اندازه‌گیری برخی "اسیدهای آمینه دانه"، ۱۰۰ گرم از گندم مربوط به دو محل آزمایش در سه تکرار به وسیله آسیاب دستی تبدیل به آرد گردید. مواد چربی نمونه‌ها قبل از انجام آزمایش با استفاده از روش سالمون و دانکل گل (۱۹۷٤) استخراج گردید. دو نمونه یک گرمی از هریک از نمونه‌ها بر اساس روش تارکووسکی و

وجسیک (۱۹۷٤) هیدرولیز شد. برای این کار مقداری از نمونه آسیاب شده داخل لوله هیدرولیز ریخته شد و مقدار ۰/۲۵ میلی‌لیتر از محلول نورولوسین به لوله‌ها افزوده شد. سپس به مقدار ۲٤ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ٦ نرمال به هریک از لوله‌های حاوی نمونه اضافه شده، لوله‌ها به مدت ۳۰ ثانیه مجاورگاز نیتروژن قرار گرفت و بلافاصله درپوش آنها گذاشته شد. لوله‌ها به آرامی (با دورسه) ورتکس شدند. لوله‌های درپوش‌دار در آون با دمای ۱۱۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت برای هیدرولیز قرار داده شدند. مقدار ٤۰ میکرولیتر از نمونه هیدرولیز شده به وسیله دستگاه Technicon Auto Analyzer مورد آزمایش قرارگرفت و میزان اسیدهای آمینه لیزین، متیونین و ترئونین اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از نمونه برداری‌های صفات در هر دو آزمایش مزرعه‌ای، پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی با آزمون بارتلت و اطمینان از تجانس واریانس‌ها به وسیله نرم افزارهای SAS (ver. 6.1) و Mstat-c و برنامه Excel 2007 آنالیز و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

اثر مکان بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار مکان بر تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در سطح احتمال آماری۱٪ بود (جدول ۳). جدول‌های ۱و۲ شرایط خاک وپارامترهای دما و بارندگی را برای دو محل آزمایش نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد شرایط جوی دو مکان بر عملکرد و اجزای عملکرد کاملاً مؤثر بوده است (جدول۵). بر اساس جدول ۲ در شرایط ایلام اولین بارندگی مؤثر زودتر واقع شد و مجموع بارندگی آبان ماه نسبت به شرایط بوشهر ۱۹/۱٪ بیشتر بود. کل بارندگی سالانه در ایلام و بوشهر به ترتیب ٦٦۱/۲ و ۳۳۵/۲ میلی‌متر و الگوی پراکنش بارندگی نیز متفاوت بود به طوری که در شرایط بوشهر در ماه‌های بهمن و اسفند که مصادف با دوره پرشدن و رسیدگی دانه است میزان بارندگی به ترتیب ۱۲/۸ و ۱۰/۹ میلی‌متربوده است، درحالی که در شرایط ایلام در ماه‌های فروردین و اردیبهشت میزان بارندگی به‌ترتیب ۳۲/٤ و ۲۷/۱ میلی‌متر بود که تا حدودی از تنش در مرحله پرشدن دانه کاسته است. به نظر می‌رسد روند سریع‌تر افزایش دما در طول دوره پرشدن دانه و زودرسی نسبی و کوتاه‌تر شدن دوره رشد در اقلیم بوشهر در کاهش عملکرد دانه نقش مؤثری داشته است. وضعیت اقلیمی مطلوب منطقه ایلام در زمان تشکیل دانه و گرده‌افشانی در مقایسه با بوشهر نقش مهمی را در افزایش عملکرد دانه داشت.



شکل ۱- اثر سایکوسل(کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر تعداد سنبله در متر مربع. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد سنبله در واحد سطح

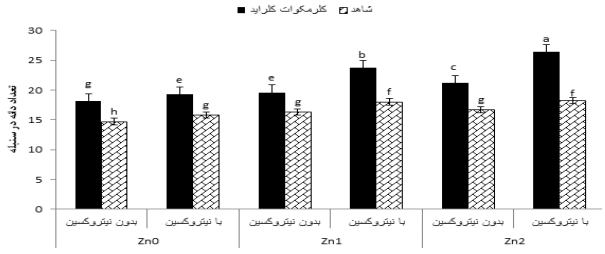
نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که تعداد سنبله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مصرف سایکوسل، کاربرد سولفات‌روی، نیتروکسین و برهمکنش سه‌گانه این تیمارها در سطح احتمال آماری ۱٪ قرارگرفت (جدول۳). بالاترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به تیمار محلول‌پاشی ۲/۵ گرم در لیتر سایکوسل، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی و تیمار بذر با نیتروکسین بود (شکل۱)، به گونه‌ای که در مقایسه با شاهد سبب افزایش تعداد سنبله به میزان ۳۱/۸٪ شد. چنین استنباط می‌شود که علت افزایش تعداد سنبله در واحد سطح در اثر مصرف سایکوسل می‌تواند نتیجه القای پنجه‌زنی و ایجاد سنبله‌های بارور بیشتر در بوته باشد. یافته‌های رنگل و گراهام (۱۹۹۵) حاکی است که بیش از ۷۵ درصد کل عنصر روی مورد نیاز گیاه در مراحل اولیه رشد جذب می‌گردد. در این آزمایش سولفات‌روی به صورت خاکی

مصرف شد و بنابراین می‌توان دریافت که کفایت این عنصر در خاک، با جلوگیری از مرگ و میر احتمالی پنجه‌ها، افزایش تعداد سنبله در بوته را فراهم کرده است.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس مرکب ویژگی‌های اگرو- فیزیولوژیک گندم تحت کاربرد تنظیم کننده رشد سایکوسل، عنصر کم مصرف روی و کود زیستی نیتروکسین در مناطق بوشهر و ایلام

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد سنبله	تعداد دانه	وزن دانه	عملکرد دانه
سایکوسل	۱	۱۹۸۰۰/۵**	۱۲۵/۸۷**	۱۷/٦**	۳۱٦۸۹/٦**
سولفات روی	۲	۵۰۱۷/۷۹**	۲٤/۵٤**	٦/۸۸**	۷۳۹۱/۸۸**
نیتروکسین	۱	۱۸٤۰/۲**	۲۰/٦۹**	۳/۱٤**	٤٤۷٦/۱٤**
مکان	۱	۱۰۱۲/۵**	۲۱٤/۹۳**	۲/٤٦*	۵۹۵٦/٤٦**
سایکوسل × سولفات‌روی	۲	۱۸۷/۱۲*	۰/۳٦۵	/۱۱۲	۳۹۳/٤*
سایکوسل × نیتروکسین	۱	۱/۳۸	۱/۰۷	۰/٤۳۵	۱۹۳/۱*
سایکوسل × نیتروکسین	۲	۸۹۱/٦۸**	٤/۸۰**	/۱۲	۱٤۱٤/۲**
مکان× سایکوسل	۱	٤۵/۱	۷/۳٤**	۰/۱۲۵	۱۵۷٤/۵**
مکان× سولفات‌روی	۲	۲۲۹/۵٤	۰/٦۵۷	۰/٤۳۵	۳۱۵/۷*
مکان× نیتروکسین	۱	۱۰۲/۷۲	۱/۲۸	۰/۹۳	۲۷۹/٦*
سایکوسل × سولفات‌روی× نیتروکسین	۲	٦٦۷/٦۸**	٤/۰۲**	٤/۹۵**	۱۲۰۳/۸**
مکان× سایکوسل × سولفات‌روی	۲	٤/۵٤	۰/۱۷	۰/۳۷	۳۷/۹
مکان× سایکوسل ×نیتروکسین	۱	۳۲	۰/۱٦	۰/٦۰۵	۱۵۱/٦
مکان× سولفات‌روی × نیتروکسین	۲	۱۲۰/٤۱	۰/٤۱۱	۰/۱۷۵	۱٤۸/۵
مکان× سایکوسل × سولفات‌روی نیتروکسین	۲	۳٦/۲٦	۰/۳۵۳	۰/۱۵۷	۱٦٤/۱
اشتباه آزمایشی	٤۸	۲۰/۹	۰/٤۹	۰/۸	۲٦/٦
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۳	۹/۸	٦/۳	۱۰/۳

* و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

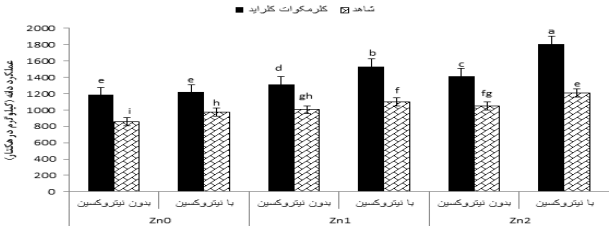


شکل ۲-اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر تعداد دانه در سنبله. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

تعداد دانه در سنبله

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۳)، کاربرد سایکوسل، سولفات‌روی و تیماربذر با نیتروکسین و برهمکنش سه‌گانه آن‌ها بر تعداد دانه در سنبله دارای تأثیر معنی‌داری (سطح احتمال آماری ۱٪) بودند. بالاترین میانگین تعداد دانه در سنبله از تیمار محلول‌پاشی ۲/۵ گرم در لیتر سایکوسل و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی و تیمار بذر با نیتروکسین در شرایط ایلام حاصل شد (شکل۲) که نسبت به تیمار شاهد ۲۸/٤٪ برتری داشت. با کاربرد سایکوسل تسهیم مواد پرورده به رشد رویشی کمتر شده و سهم دانه‌ها از این مواد افزایش می‌یابد.

مصرف میزان‌های ۲۵ و۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی در مقایسه با شاهد از نظر تعداد دانه در سنبله به ترتیب ۱۲/۱٪ و ۲۲/۳٪ برتری داشتند (جدول ٤). تأثیر عنصر روی بر افزایش تعداد دانه در سنبله و افزایش عملکرد دانه به احتمال زیاد به تأثیر این عنصر بر فتوسنتز و سنتز تریپتوفان به عنوان یک پیش نیاز برای تشکیل ایندول استیک اسید، مرتبط است (سینگ، ۲۰۱٤). نقش مثبت نیتروکسین در افزایش تعداد دانه در سنبله به میزان ۹/۵٪ در مقایسه با شاهد (جدول ٤) را می‌توان به تأثیر تیمار بذر با باکتری‌های تشکیل دهنده‌ی آن و کمک به ترشح هورمون‌های رشد نسبت داد.



شکل ۳- اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر عملکرد دانه. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

جدول٤- عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم تحت تاثیر کاربرد تنظیم کننده رشد سایکوسل، عنصر کم مصرف روی و کود زیستی نیتروکسین در مناطق بوشهر و ایلام

تیمارها	عملکرد و اجزای عملکرد دانه			
	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه درسنبله	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
سایکوسل (گرم در لیتر)				
۰	۱۹٤/۷(±۳/۲۳) b	۱۷/۲(±۱/٦۰) b	۳٤/۱(±۰/۸۵) b	۱۰٤۹(±۹/۳۲) b
۲/۵	۲۲۷/۹(±۵/۵٤) a	۲۲/۹(±۲/۲۰) a	۳٦/۲(±۱/۱۵) a	۱٤٦۸(±۱۲/۵۰) a
سولفات‌روی(کیلوگرم در هکتار)				
۰	۱۹٤/۱(±۱/۵۳) c	۱۷/٤(±۱/۲۳)c	۳۳/۲(±۰/۳۵)c	۱۰٦٦(±٦/۳۵)c
۲۵	۲۱٤/۸(±۲/٦۰) b	۱۹/۸(±۱/۵۰) b	۳٤/۷(±۰/٦۵) b	۱۳۰۱(±۸/۱۲) b
۵۰	۲۲۳/۷(±۳/۷۵) a	۲۲/٤(±۱/۸۰) a	۳۵/۹(±۱/۲۵) a	۱٤۵۹(±۱۰/۲۷) a
نیتروکسین				
شاهد	۲۰٦/۳(±۱/٤۲) b	۱۸/۱(±۱/۱۲) b	۳٤/٤(±۰/۸۰) b	۱۱۸۱(±۹/۵۰) b
تلقیح بذر	۲۲۲/٤(±۲/۵۰) a	۲۰/۱(±۱/۵۲) a	۳۵/٦(±۱/۰۵) a	۱۳۳۸(±۱۱/۲۰) a

حروف یکسان در هرستون نشانه عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال آماری ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد.SE خطای استاندارد میانگین ۳ تکرار است.

عملکرد دانه

اثرهای اصلی محلول‌پاشی سایکوسل، کاربرد سولفات‌روی، نیتروکسین و برهمکنش سه‌گانه آن‌ها در سطح احتمال آماری۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). بالاترین عملکرد دانه ازمحلول‌پاشی ۲/۵ گرم درلیتر سایکوسل، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات-روی و تیمار بذر با مایه‌ی تلقیح نیتروکسین در شرایط ایلام بدست آمد (شکل ۳)، به گونه‌ای که در مقایسه با شاهد عملکرد دانه را به میزان ٤۳/٤٪ افزایش داد. اصولاً باید عملکرد دانه را ناشی از تغییرات به وجود آمده تعداد سنبله درمترمربع، تعداد

دانه درسنبله ووزن هزاردانه دانست. افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد سایکوسل می‌تواند به دلیل اثرمثبت و افزاینده آن بر اجزای عملکرد دانه باشد. محلول‌پاشی سایکوسل باعث افزایش تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله در مقایسه با شاهد به میزان ۱٤/۵٪ و ۲٤/۸٪ گردید (جدول٤). به نظر می‌رسد عنصر روی از طریق تأثیر بر تولید آغازه‌های بخش‌های زایشی، واکنش‌های متابولیسمی درون گیاه وافزایش میزان فتوسنتز (سینگ، ۲۰۱٤)، موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گردیده است. تیمار بذر با نیتروکسین در مقایسه با شاهد سبب افزایش تعداد سنبله، تعداد دانه درسنبله و عملکرد دانه به میزان ۷/۳٪، ۹/۸٪ و۲۱/٦٪ گردید (جدول٤). نیتروکسین حاوی باکتری‌های القاءکننده رشد *ازتوباکترو آزوسپیریلوم* است که یا از طریق تثبیت نیتروژن و یا از طریق تولید هورمون‌های رشد گیاهی زمینه رشد مطلوب‌تر گیاه را فراهم می‌کنند.

جدول ۵- پاسخ صفات اگرو- فیزیولوژیک گندم رقم کوهدشت تحت اقلیم ایلام و بوشهر

مکان	صفات			
	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
ایلام	۲۲۱/۹(±۸/٦۷) a	۲۵/۹٦ (±۳/۰۷) a	۳۷/۸ (±۱/۳۲) a	۱٦۹۱(±۱۵/۲۸) a
بوشهر	۱۹۵/۸(±٦/۲۲) b	۲۲/۸(± ۲/۰۲) b	۳۵/۳(± ۱/۰۲) b	۱۲۸۹ (±۹/۸۳) b

حروف یکسان در هرستون نشانه عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۱٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار(LSD) می‌باشد. SEخطای استاندارد میانگین ۳ تکرار است.

جدول ٦- جدول تجزیه واریانس مرکب ویژگی‌های پروتئین و اسیدهای آمینه دانه گندم تحت کاربرد تنظیم کننده رشد سایکوسل، عنصر کم مصرف روی و کود زیستی نیتروکسین در مناطق بوشهر و ایلام

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		پروتئین دانه	گلوتن	گلوتنین	گلیادین	لیزین	ترئونین	متیونین
سایکوسل	۱	۹۹/۷**	۲۱۹/۹۲**	۱۹۸۰۰/۵**	۱۲۵/۸۷**	۱۷/٦**	۳۱٦۸۹/٦**	۵۳۱۸۱/٤**
سولفات روی	۲	۱۳/۲**	۸۸/٦٦**	۵۰۱۷/۷۹**	۲٤/۵٤**	٦/۸۸**	۷۳۹۱/۸۸**	۱۱۹۲۱/۲**
نیتروکسین	۱	٤٦/۸**	۸۲/۲۵**	۱۸٤۰/۲**	۲۰/٦۹**	۳/۱٤**	٤٤۷٦/۱٤**	۱٤۵٦٤/٤**
مکان	۱	۱۲/۲**	٤/۸۸	۱۰۱۲/۵**	۲۱٤/۹۳**	۰/٤٦	۵۹۵٦/٤٦**	۳۰۹۹/٤**
سایکوسل × سولفات روی	۲	۰/۲۱۷	۱۲/۱٦	۱۸۷/۱۲*	۰/۳٦۵	/۱۱۲	۳۹۳/٤*	۲۵۵۸/٤
سایکوسل × نیتروکسین	۱	۳/۷**	۱۵/۰۳	۱/۳۸	۱/۰۷	۰/٤۳۵	۱۹۳/۱*	۲۵۰۱/٦
سولفات روی × نیتروکسین	۲	۰/۲۱۲	۸/۳٦	۸۹۱/٦۸**	٤/۸۰**	/۱۲	۱٤۱٤/۲**	۲٦۱۵/۱
مکان× سایکوسل	۱	۰/۲۵۵	۱۰/۳٦	٤۵/۱	۷/۳٤**	۰/۱۲۵	۱۵۷٤/۵**	۲٦۸۵/۳
مکان× سولفات روی	۲	۰/۰۰۲	٦/۰۱	۲۲۹/۵٤	۰/٦۵۷	۰/٤۳۵	۳۱۵/۷*	۱۰٤٦/۵
مکان× نیتروکسین	۱	۰/۲٦	۹/۰۳	۱۰۲/۷۲	۱/۲۸	۰/۹۳	۲۷۹/٦*	۱٤۸۳/۳
سایکوسل× سولفات‌روی× نیتروکسین	۲	۲/۹۸*	۱٤۳/۳**	٦٦۷/٦۸**	٤/۰۲**	٤/۹۵**	۱۲۰۳/۸**	۳۰۵۱/۹**
مکان× سایکوسل ×سولفات‌روی	۲	۰/۰۱۱	۰/٦۵	٤/۵٤	۰/۱۷	۰/۳۷	۳۷/۹	٤۰۲/٤
مکان× سایکوسل × نیتروکسین	۱	۰/۱۸۷	۱۱/۷٦	۳۲	۰/۱٦	۰/٦۰۵	۱۵۱/٦	۳۲۱/۷
مکان×سولفات‌روی× نیتروکسین	۲	۰/۰۳۵	۹/۱۲	۱۲۰/٤۱	۰/٤۱۱	۰/۱۷۵	۱٤۸/۵	۵٤۹/۸
مکان × سایکوسل × سولفات‌روی × نیتروکسین	۲	۰/۰۸۳	۱۲/۸۲	۳٦/۲٦	۰/۳۵۳	۰/۱۵۷	۱٦٤/۱	٤۷۵/٦
اشتباه آزمایشی	٤۸	۲/۳	٦/۲	۲۰/۹	۷/٤۹	۹/۸	۲٦/٦	٦/۳۰
ضریب تغییرات (٪)		٦/۸	۹/۷	۱۲/۳	۹/۸	٦/۳	۱۰/۳	۹/۲

* و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

اثر مکان بر پروتئین، گلوتن، گلوتنین و گلیادین

نتایج تجزیه آماری نشان داد که میزان پروتئین دانه به‌طورمعنی‌داری تحت تأثیر مکان، مصرف سایکوسل، کاربرد سولفات روی و نیتروکسین در سطح ۱٪ و برهمکنش سه‌گانه این تیمارها در سطح احتمال آماری ۵٪ قرار گرفت (جدول ٦). بر اساس نتایج جدول ۷، گندم رشد کرده در شرایط بوشهر از نظر میزان پروتئین دانه، گلوتن، گلوتنین و گلیادین درمقایسه با ایلام به میزان ۱۰/٤٪، ۵/٤٪، ٦/۵٪ و٦/۷٪ برتری داشت. به نظرمی‌رسد میزان پروتئین دانه در شرایط گرم به دو دلیل افزایش می‌یابد. نخست اینکه در مراحل پرشدن دانه ابتدا ترکیبات نیتروژن‌دار و سپس کربوهیدرات‌ها ذخیره می‌شوند، بنابراین به دلیل سرعت پرشدن دانه در شرایط محیطی گرم، ترکیبات کربوهیدراتی فرصت کمتری برای انباشتگی داشته و نسبت آن‌ها به پروتئین کاهش می‌یابد. دوم؛ افزایش دمای محیط باعث افزایش سرعت تجمع پروتئین در دانه گندم می‌شود (مان و همکاران، ۲۰۱٤). سایر صفات مرتبط با پروتئین دانه مانند درصد گلوتن، گلوتنین و گلیادین نیز بر اساس دلائلی که برای پروتئین یاد شد، می‌توانند تحت تأثیر شرایط دمایی بالای منطقه بوشهر قرار گیرند. بنابراین می‌توان دریافت که میزان صفات یاد شده در دانه اگرچه تابع پتانسیل ژنتیکی است ولی به شدت به وسیله عوامل محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

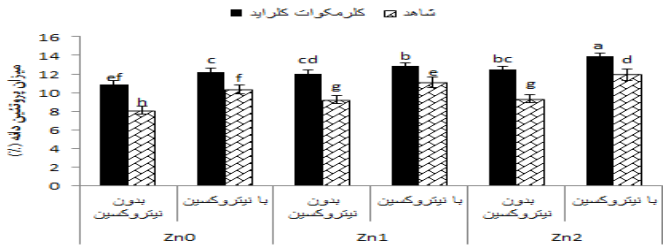
جدول ۷- ویژگی‌های پروتئین دانه گندم رقم کوهدشت تحت اقلیم ایلام و بوشهر

نام منطقه	میزان پروتئین دانه (٪)	گلوتن مرطوب (٪)	گلوتن (٪)	گلیادین (٪)
ایلام	۱۱/۲ (±۱/۰۲) ^{b}	۳۱/٤ (±۱/۱۲) ^{b}	۲۲/۸(± ۲/۲۰) ^{b}	٤۷/۷(± ۱/٤٤) ^{b}
بوشهر	۱۲/۵(±۱/۱۲) ^{a}	۳۳/۲(±۱/۲۱) ^{a}	۲٤/٤(± ۲/۵۲) ^{a}	۵۱/۱(± ۲/۰۲) ^{a}

حروف یکسان در هرستون نشانه عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد. SE خطای استاندارد میانگین ۳ تکرار است.

پروتئین دانه

بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان پروتئین دانه مربوط به تیمار محلول‌پاشی سایکوسل در غلظت ۲/۵گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی و - تیمار بذر با نیتروکسین در شرایط بوشهر بود (شکل٤) به گونه‌ای که اعمال این تیمار در مقایسه با شاهد سبب افزایش معنی‌دار میزان پروتئین دانه به میزان ۳٤/۷٪ گردید. نتایج آزمایش نشان داد که با کاربرد سایکوسل میزان پروتئین ۱۹/۲٪ در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۸) پیرسته انوشه و امام (۱۳۹۱) دریافتند که تنظیم کننده‌های رشد موجب افزایش پروتئین محلول کل در ارقام مختلف گندم می‌شوند. می‌توان گفت که تنظیم کننده‌ها با افزایش میزان پروتئین می‌توانند نقش حمایتی برای گیاه در برابر تنش خشکی داشته باشند. با فراهم شدن عنصرروی مورد نیاز گیاه فعالیت آنزیم RNA پلیمراز و انتقال اسیدهای آمینه به دانه افزایش و در نتیجه سنتز پروتئین افزایش می‌یابد (کاکمک و همکاران، ۲۰۱۰). از سوی دیگر تولید هورمون‌های رشد تحت تأثیر باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* موجود در مایه تلقیح می‌تواند رشد گیاه و میزان ترکیبات شیمیایی تشکیل دهنده‌ی دانه را تغییر دهد (حاجی‌نیا و همکاران، ۲۰۱۲).



شکل ٤- اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر میزان پروتئین دانه. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

جدول۸- میزان صفات مربوط به پروتئین دانه گندم تحت تاثیر کاربرد سایکوسل، عنصر کم مصرف روی و کود زیستی نیتروکسین

تیمارها	صفات پروتئین			
	پروتئین دانه (٪)	گلوتن مرطوب (٪)	گلوتنین (٪)	گلیادین (٪)
سایکوسل (گرم در لیتر)				
۰	۱۰/۱(±۱/۰۲) b	۲۲/۱(±۱/۹۸) b	۱٦/٤(±۱/۲۳) b	٤۲/۸(±۱/۲۲) b
۲/۵	۱۲/۵ (±۱/۱۵) a	۲٤/۵(±۲/٤۳) a	۲۱/۸(±۲/۱۰) a	۵۰/۷(±۲/۸۷) a
سولفات‌روی(کیلوگرم در هکتار)				
۰	۱۰/۳ (±۱/۰٤) c	۲۲/۵(±۱/۸۵) c	۱۷/٦(±۱/۲۸) c	٤۱/۹(±۱/۳۲) c
۲۵	۱۱/٤(±۱/۱۱) b	۲۵/٤(±۲/۳۲) b	۲٤/۵(±۱/۸۳) b	٤۷/۷(±۲/۰۲) b
۵۰	۱۲/۷ (±۱/۲۳) a	۲۷/۰ (±۲/۷۷) a	۲۷/۷ (±۲/۱۵) a	۵۲/۵ (±۲/۳۷) a
نیتروکسین				
شاهد	۱۰/۵(±۱/۰۵) b	۲۲/٤(±۱/۹۳) b	۱۷/٦(±۱/۹۱) b	٤۰/۲(±۱/۸۹) b
تلقیح بذر	۱۲/۱(±۱/۳٤) a	۲۷/٦(±۲/۲۳) a	۲۲/۲(±۲/۱۱) a	۵۲/۱(±۲/٤٤) a

حروف یکسان در هرستون نشانه عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال آماری ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد.SE خطای استاندارد میانگین ۳ تکرار است.

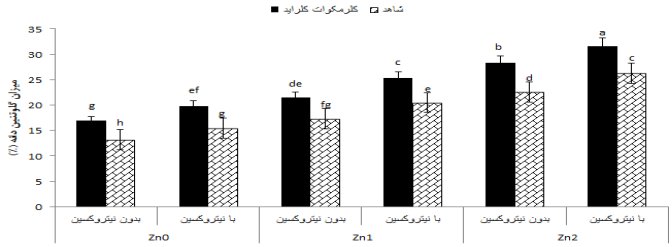
گلوتن مرطوب دانه

نتایج تجزیه واریانس حاکی بود که محلول‌پاشی ۲/۵ گرم در لیتر سایکوسل، کاربرد سولفات‌روی، تیمار بذر با مایه‌ی تلقیح نیتروکسین و اثر برهمکنش سه گانه آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۱٪ بر درصد گلوتن مرطوب دانه داشتند (جدول٦). مقایسه میانگین درصد گلوتن دانه در تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که بالاترین درصد گلوتن دانه در شرایط بوشهر ۳٤/۵٪ به دست آمد که مربوط به محلول‌پاشی۲/۵ گرم در لیتر سایکوسل، مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی و تلقیح بذر با نیتروکسین بود (شکل۵) که در مقایسه با شاهد ۳۸/۵٪ برتری را نشان داد. کاربرد سایکوسل در مقایسه با شاهد ۹/۲٪ گلوتن دانه را افزایش داد (جدول ۸). به نظر می‌رسد با کاربرد سایکوسل تسهیم مواد پرورده به رشد رویشی کمتر و سهم دانه‌ها از این مواد افزایش می‌یابد که می‌تواند باعث افزایش درصد گلوتن دانه شود. سولفات‌روی به دلیل اثر مهمی که بر فعالیت آنزیم‌ها و تبدیل اسیدهای آمینه به پروتئین دارد، با افزایش میزان پروتئین دانه باعث افزایش میزان گلوتن دانه نیز می‌شود. تیمار بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* موجود درمایه‌ی تلقیح نیتروکسین با تثبیت زیستی نیتروژن در مقایسه با شاهد درصد گلوتن دانه را ۲۱/۹٪ افزایش داد (جدول۸) که با نتایج آلدا و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت.

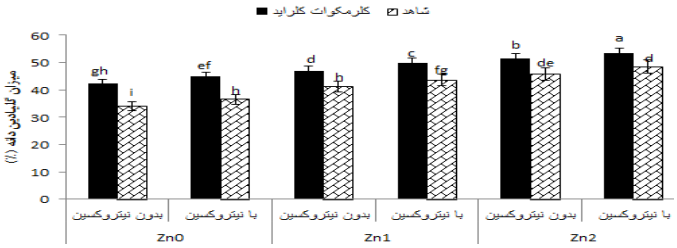
شکل ۵- اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر میزان گلوتن مرطوب دانه. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

گلوتنین و گلیادین دانه

نتایج تجزیه آماری نشان داد که میزان دو پروتئین گلوتنین و گلیادین دانه به‌طور معنی‌داری (سطح احتمال آماری ۱٪) تحت تأثیر مصرف سایکوسل، سولفات‌روی، نیتروکسین و برهمکنش سه‌گانه آن‌ها قرار گرفت (جدول٦). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان گلوتنین و گلیادین دانه مربوط به تیمار محلول‌پاشی سایکوسل در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر و کاربرد۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی و تیمار بذر با نیتروکسین در شرایط بوشهر بود (شکل‌های ٦ و ۷). با اعمال این تیمار میزان گلوتنین و گلیادین دانه در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان‌های ۳۹/۷٪ و ۲۸/۹٪ افزایش یافتند. سایکوسل باعث تحریک رشد گیاه و شاخص‌های کمّی و کیفی وابسته به دانه مانند میزان و نوع پروتئین‌های دانه می‌گردد. مصرف خاکی ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی در مقایسه با شاهد به ترتیب موجب افزایش گلوتنین و گلیادین دانه به میزان‌های ۳٤/٦٪ و ۲۰/۳٪ شد (جدول ۸). جاسمی و همکاران (۱۳۹۳) نیز افزایش درصد گلوتنین دانه گندم را در شرایط کاربرد عناصر میکرو گزارش کردند. ازسوی دیگر، تیمار بذر با نیتروکسین با تثبیت زیستی نیتروژن می‌تواند سبب افزایش نیتروژن خاک شده و در نتیجه مجموع کمی پروتئین‌های آرد که شامل گلوتنین و گلیادین است، افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج این آزمایش کاربرد دوگانه یا چندگانه کودهای پرمصرف و ریز مغذی می‌تواند باعث ایجاد تعادل در میزان گلیادین و گلوتنین شود.



شکل٦- اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر درصد گلوتنین دانه. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است



شکل ۷- اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر درصد گلیادین دانه. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

اثر مکان بر اسیدهای آمینه

نتایج تجزیه آماری نشان داد که میزان اسیدهای آمینه لیزین، ترئونین ومتیونین تحت تأثیر مکان آزمایش درسطح احتمال آماری ۱٪ قرارگرفت (جدول٦). نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میزان اسیدهای آمینه بین دو مکان آزمایش وجود دارد (جدول ٦). گندم حاصل از مزرعه دانشکده کشاورزی ایلام نسبت به گندم رشد کرده در بوشهر از نظر اسید آمینه متیونین به مقدار ۷/۹٪ برتری داشت در حالی که دانه گندم رشد کرده در شرایط بوشهر در مقایسه با ایلام از نظر میزان اسیدهای آمینه لیزین و ترئونین به ترتیب به مقدار ۱۹/۳ و ۱۵/٤ برتری نشان داد (جدول ۹). به نظر می‌رسد تنش محیطی آخر فصل و مشارکت اسیدهای آمینه در تولید متابولیت‌ها برای مقابله با تنش خشکی پایان فصل در کاهش میزان اسیدهای آمینه مؤثر است (گلیله و همکاران، ۲۰۰۱).

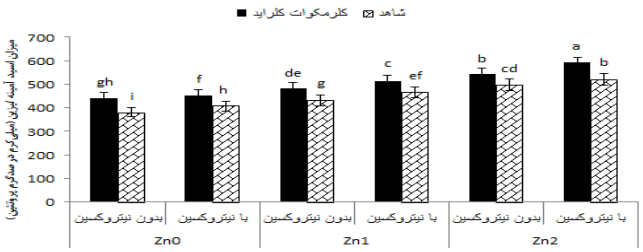
جدول ۹- اسیدهای آمینه تشکیل دهنده دانه گندم رقم کوهدشت بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین

منطقه	لیزین	ترئونین	متیونین
ایلام	٤٧٨(±٣/١٢) [b]	٧٢٣(±٣/٥٤) [b]	٥٨٦(±٢/٧٨) [a]
بوشهر	٥٩٣(±٢/٢٣) [a]	٨٥٥(±٢/١٢) [a]	٥٤١(±٢/١٢) [b]

حروف یکسان در هرستون نشانه عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد. SE خطای استاندارد میانگین ۳ تکرار است.

اسید آمینه لیزین

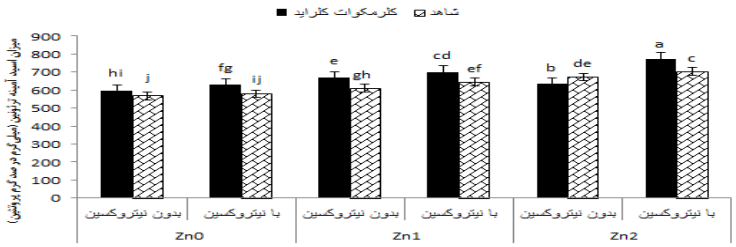
نتایج تجزیه آماری نشان داد که میزان اسید آمینه لیزین در پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مصرف سایکوسل، سولفات‌روی، نیتروکسین و برهمکنش سه‌گانه آن‌ها در سطح احتمال آماری ۱٪ قرار گرفت (جدول٦). با توجه به شکل ۸ مشاهده شد که بالاترین میزان اسید آمینه لیزین از محلول‌پاشی سایکوسل در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی و تیمار بذر با نیتروکسین در شرایط بوشهر بدست آمد که در مقایسه با شاهد، میزان اسید آمینه لیزین را به مقدار ۳۳/٤٪ افزایش داد. تیمار شاهد دارای کمترین مقدار اسید آمینه لیزین در ۱۰۰ گرم پروتئین بود (شکل۸). کاهش میزان اسید آمینه لیزین احتمالاً به دلیل وارد شدن آن در فرآیندهای تولید متابولیت‌های مقاومت به تنش باشد. لیزین از اسیدهای آمینه ضروری است که در سطح گیاهان و برخی از بافت‌های گیاهی، تحت برخی شرایط تنش تا حد زیادی میزان سنتز آن تنظیم می‌شود و به طورکارآمد در پاسخ به تنش و برخی از برنامه‌های تکاملی ابتدا به گلوتامات و سپس سایر متابولیت‌های مرتبط با تنش تبدیل می‌شود (گلیله و همکاران، ۲۰۰۱). کاربرد نیتروکسین به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن، افزایش میزان جذب نیتروژن و بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه، می‌تواند میزان تولید اسیدهای آمینه در دانه گندم را تحت تأثیر قرار دهد.



شکل۸- اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر میزان اسید آمینه لیزین. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

اسید آمینه ترئونین

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که میزان اسید آمینه ترئونین در پروتئین دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر مصرف سایکوسل، کود سولفات‌روی، کود زیستی نیتروکسین و برهمکنش سه‌گانه آن‌ها در سطح احتمال آماری ۱٪ قرار گرفت (جدول٦). بیشترین میزان اسید آمینه ترئونین از محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، سطح سوم سولفات‌روی و پیش تیمار بذر با مایه‌ی تلقیح نیتروکسین به دست آمد (شکل۹) به گونه‌ای که این تیمار از نظر مقدار اسید آمینه ترئونین حدود ٤٥/٥٪ برتری نشان داد. مصرف تیمارهای ۲۵ و۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی، موجب افزایش مقدار اسید آمینه ترئونین درپروتئین دانه به ترتیب به مقدار ۱۸/۸٪ و ۲۸/۵٪ شد (جدول۱۰). نقش عنصر روی در تولید اسیدهای آمینه و پروتئین به وسیله‌ی سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (خیری‌زاده و همکاران، ۲۰۱٦). کود نیتروکسین به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن به وسیله باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* می‌تواند میزان تولید اسیدهای آمینه در دانه گندم را تحت تأثیر قرار دهد.



شکل ۹- اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر میزان اسید آمینه ترئونین. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

شکل ۱۰- اثر سایکوسل (کلرمکوات‌کلراید) (بدون و با کاربرد ۲/۵ گرم در لیتر)؛ سولفات‌روی (Zn) (کاربرد میزان‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (عدم تلقیح و تلقیح) بر میزان اسید آمینه متیونین. حروف مشابه در بالای هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵٪ بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) است

جدول۱۰- میزان اسیدهای آمینه گندم (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین) تحت تاثیر کاربرد سایکوسل، عنصر روی و کود نیتروکسین

تیمارها	اسیدهای آمینه			
	لیزین	ترئونین	متیونین	ایزولوسین
سایکوسل (گرم در لیتر)				
۰	۳۹۲(±۲/۲۳) b	۵۸۸(±۲/۸۹) b	٤٩٤(±۲/۳۷) b	٦٨٢(±۱/۹٦) b
۲/۵	٤٤٦(±۳/۱۲) a	٦٦۳(±۳/٦٥) a	٥٥۱(±۳/٤٨) a	۷۸۹(±۲/۳٤) a
سولفات‌روی(کیلوگرم در هکتار)				
۰	۳۹۸(±۲/۱۱) c	٥۹۱(±۲/٦۷) c	٤٨٦(±۲/۲۳) c	٦۷۸(±۱/۹۳) c
۲٥	٤٥۳(±۲/٥۷) b	٦۳٥(±۳/۱۷) b	٥٤٥(±۲/۸۹) b	۷٦۷(±۲/٥۳) b
٥۰	٤۸۱(±۳/۱۲) a	٦٦۹(±۳/۸۹) a	٥٥۷(±۳/٤٥) a	۷۹۳(±۳/۲۲) a
نیتروکسین				
شاهد	٤۰۲(±۲/۱۸) b	٥۷۸(±۲/۷۸) b	٤٨٤(±۲/۳۱) b	٦۷۰(±۱/۹٤) b
تلقیح بذر	٤٦٦(±۳/٤٤) a	٦٥۷(±۳/٥٥) a	٥٦۲(±۳/٥۹) a	۷۷۹(±۳/۲۷) a

حروف یکسان در هرستون نشانه عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۱٪ بر اساس آزمون LSD می باشد.SE خطای استاندارد میانگین ۳ تکرار است.

اسید آمینه متیونین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان اسید آمینه متیونین در دانه به‌طورمعنی‌داری تحت تأثیر مصرف سایکوسل، سولفات‌روی، نیتروکسین و برهمکنش سه‌گانه آن‌ها درسطح احتمال آماری ۱٪ قرارگرفت (جدول ٦). بیشترین میزان اسید آمینه متیونین از محلول‌پاشی ۲/۵ گرم در لیترسایکوسل، کاربرد ٥۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی و تیمار بذر با نیتروکسین در شرایط ایلام بدست آمد (شکل۱۰). احتمالاً علت کاهش اسید

آمینه متیونین در این آزمایش نقش آن در فرآیندهای تولید متابولیت‌های ثانویه و مشارکت آن در مکانیسم‌های دفاعی بود (گلیله و همکاران، ۲۰۰۱). تیمار بذر با نیتروکسین در مقایسه با شاهد باعث افزایش اسیدآمینه متیونین به میزان ۲۹/۷٪ شد (جدول ۱۰). بر اساس برخی پژوهش‌ها *ازتوباکتر* در تولید اسیدهای آمینه نقش دارد (گونزالس- لوپز و همکاران، ۱۹۸۳).

منابع

امام، ی. ۱۳۹۰. زراعت غلات. چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۰ ص.

امام، ی. ۱۳۷۳. راهنمای تشخیص مراحل رشد گندم و جو. نشریه فنی شماره ۱۸. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۲ص.

پیرسته انوشه، ه. و ی. امام. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم نان و ماکارونی به تنظیم کننده‌های رشد در شرایط تنش خشکی در مزرعه و گلخانه. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۵: ۱۷-۱.

راهنما، ا. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳۹۰. انتشارات پوران پژوهش. ٤١٠ ص.

صادقی، م. و ح. ر. میری.۱۳۹۳. تأثیر مقادیر مختلف کلرمکوات‌کلراید و تراکم بوته در کنترل خوابیدگی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۹: ٤٤-۳۰.

جاسمی، س. ش.، غ .ع. اکبری، ف. مرادی و گ. نجفیان. ۱۳۹۳. اثر کودهای پرمصرف و کم مصرف بر عملکرد و صفات مرتبط با کیفیت دانه دو رقم گندم نان. مجله به زراعی نهال و بذر. شماره ۲(۲): ۱۳۲-۱۱۹.

Alda, L. M., A.Lazureanu, D. Baluta, C. Sirbulescu, and I. Gogoasa. 2010. Wet gluten analysis depending on cultivar, fertilization, herbicide application and climate conditions in winter wheat. J. Horti and Bio technol. 14 (2): 23-26.

Cakmak, I., W. H. Pfeiffer and B. Clafferty. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. Cereal Chemistry. 87 (1): 10- 20.

Galili, G., G. Tang X. Zhu and B. Gakiere. 2001. Lysine catabolism: a stress and development super regulated metabolic pathway. Plant Biol. 4: 261-266.

Gonzalez-Lopez, J., V. Salmeron, J. Moreno, and A. Cormenzana. 1983. Amino acids and vitamins produced by Azotobacter vinelandii ATCC 12837 in chemically defined media and dialyzed soil media. Soil Biol. and Bioch. 15: 711-713.

Haji Nia, S., M. J. Zarea, F. Rejala and A. Varma. 2012. Yield and yield components of wheat as affected by salinity and inoculation with Azospirillum strains for saline or non-saline soil. J. Sau. Agric. Sci. 11: 113-121.

Karimian, N. 1995. Effect of nitrogen and phosphorus on zinc nutrition of corn in a calcareous soil. J.Plant and soil.18: 2261- 2271.

Kheirizadeh Arough, Y., R.Seyed Sharifi, M. Sedghi and M. Barmaki. 2016. Effect of Zinc and bio-fertilizers on antioxidant enzymes activity, chlorophyll content, soluble sugars and proline in Triticale under salinity condition.J. Bot. Horti. Agro. 44 (1): 116-124.

Mann, J., B. Schiedt, A. Baumann, B. Conde and T. Vilgis. 2014. Effect of heat treatment on wheat dough rheologhy and wheat protein solubility. Food Sci. Technol. 20(5): 341-351.

Olama V., A. Ronaghi, N. Karimian, J. Yasrebi, R. Hamidi, M. Tavajjoh and M. Kazemi. 2014. Seed quality and micronutrient contents and translocations in rapeseed (*Brassica napus* L.) as affected by nitrogen and zinc fertilizers. Agron. and Soil Sci. 60:423-435.

Pirasteh- Anosheh, H., Y. Emam and A. Khaliq. 2016. Response of cereals to Cycocel application. Iran. Agric. Res. 35 (1): 1-12.

Rajala, A. 2004. Plant growth regulators to manipulate oat stands. Agric.and Food Sci. 13: 186- 197.

Rengel, Z. and R. D. Graham.1995.Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soil. J. Plant and Soil.173: 259- 266.

Shekoofa, A. and Y. Emam, 2008.Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticum aestivum*) cv. Shiraz. J. Agric. Sci. and Technol.10: 101-108.

Singh, K. K. 2014. Response of Zinc fertilization to wheat on yield, quality, nutrients uptake and soil fertility grown in a zinc deficient soil. Eur. J. Academic Essays 1(1): 22-26.

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

Study of quantitative and qualitative traits of bread wheat by using of Cycocel, Zinc sulfate and bio-fertilizer application under dry land farming

M. Ahmadi[1], M.J. Zare[1], Y. Emam[2]

Received: 2017-3-11 Accepted: 2018-4-24

Abstract

To study quantitative and qualitative traits of bread wheat, this investigation was conducted as two factorial experiments using a randomized complete block design with three replications at two sites in Ilam and Bushehr during 2013-2014 cropping seasons. The experimental factors were including two levels of Cycocel (CCC) (0, 2.5 gram per liter), application of Zinc sulfate (Zn) at the three rates (0, 25 and 50 kilogram per hectare) and Nitroxin, as bio-fertilizer, (seed inoculated and non-inoculated). The results showed that CCC application had significant effect on yield and its components at the probability level of 1 percentage. CCC spraying increased spike number per meter square, grain number per spike and grain yield by about 14.6, 19.6, 28.5 and 29.5 percentages, respectively. The highest grain protein content (13.8%), wet Gluten (36.1 %), Gliadin (53.6%) and Glutenin (31.8%) were obtained from plants treated with CCC spraying, at 50 kilograms per hectare of zinc sulfate and Nitroxin-inoculated seeds treatment. CCC spraying at the concentration level of 2.5 g/L, application of 50 kg of Zn per hectare and inoculation of seeds with Nitroxin resulted to the highest grain yield (1710 kilograms per hectare) and the highest amounts of lysine, Threonine and Methionine were obtained by about 510, 545 and 772 milligram per 100 gram of protein sample, respectively. Generally, it can be concluded that CCC, Zn and Nitroxin might be effective in improvement of grain yield in wheat under dry land farming.

Keywords: amino acid, dry land farming, protein, yield components

1- Former PhD Student and Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Illam University, Illam, Iran

2- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shiraz University, Shiraz, Iran