یافته های نوین کشاورزی
سال یازدهم- شماره۳- بهار ۱۳۹٦

بررسی اثر تنظیم کننده رشد گیاهی سایکوسل و سطوح مختلف کود نیتروژنه بر برخی شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه جو

احمد افکاری*، استادیار فیزیولوژی گیاهی، واحد کلیبر، دانشگاه آزاد اسلامی کلیبر، ایران
میترا عباسی، دانشجوی کارشناسی ارشد زیست‌شناسی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

چکیده

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف سایکوسل و مقادیر کود نیتروژن بر برخی صفات رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد جو آزمایشی در بهار سال ۱۳۹٤ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ٤ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سایکوسل با غلظت‌های (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار) و فاکتور نیتروژن در ۳ سطح (۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل بر روی تعداد پنجه بارور، طول سنبله و شاخص برداشت در سطح احتمال ۵٪ و بر روی تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال ۱٪ تاثیر معنی‌داری داشتند. هم‌چنین اثر متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل روی صفات تعداد پنجه بارور، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین تعداد پنجه بارور (۱/۵)، طول سنبله (۹/٦ سانتی‌متر)، عملکرد دانه (۳٦۸۷ کیلو گرم در هکتار) و وزن هزار دانه (۳٤/۹ گرم) به ترتیب، با کاربرد ۱۵۰۰ میلی‌گرم سایکوسل در هکتار به‌دست آمد. نتایج به‌دست آمده از اثر متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل نشان داد که بیشترین تعداد پنجه بارور (۱/۸)، تعداد سنبله در مترمربع (۳۸۳/۵)، عملکرد دانه (۳۸۰۸/۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیکی (۱۷۷۹۵/۲ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار سایکوسل به‌دست آمد.

واژه های کلیدی: سایکوسل، کود نیتروژن، شاخص‌های رشد، عملکرد، جو

---

* نویسنده مسئول: E-mai :afkariahmad@yahoo.com
تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۰۲/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۹/۱۵

مقدمه

سایکوسل یا کلرمکوات کلراید یکی از مشتقات کولین می‌باشد. از ویژگی کولین‌ها این است که بدون اینکه اثری بر میزان تنفس داشته باشند، موجب کاهش باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌شوند و در نتیجه سبب کاهش حساسیت به خشکی و سرمازدگی می‌گردند (۱۷). سایکوسل در کاهش ارتفاع ساقه و کاستن از صدمات خوابیدگی گیاه جو نقش اساسی ایفا می‌کند. نیتروژن یک عنصر تعیین کننده در تغذیه، رشد گیاه و عملکرد آن محسوب می‌شود، به‌طوری که میزان نیتروژن قابل دسترس برای گیاه می‌تواند میزان پروتئین دانه، محتوای کلروفیل برگ و اندازه و حجم پروتوپلاسم سلولی را افزایش دهد و همچنین سطح برگ و فعالیت فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار دهد (٤ و ۱۸). ولتون (۲۰۰۵) گزارش نمود که کمبود نیتروژن از طریق پائین آوردن سطح برگ و نیز به هم خوردن سنتز و تخریب پروتئین، پیری زودرس برگ‌ها را سبب می‌گردد و به خصوص با اثر بر آنزیم روبیسکو بر فرآیند فتوسنتز گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. معراجی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند در گیاه گلرنگ بیشترین تعداد طبق بارور (۲۵۱/۵ در مترمربع) از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در صورت کاربرد سایکوسل و کمترین تعداد طبق بارور (۱۹۸/٦ در مترمربع) در صورت عدم استفاده از سایکوسل با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد، که نسبت به بیشترین تعداد طبق بارور، ۲۱ درصد کاهش نشان داد. موحدی‌دهنوی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که بیشترین میزان پرولین در کتان روغنی در سطح (۵۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل) در تنش شدید و کمترین میزان پرولین در سطح ۵-۱۰ میلی مولار بذرمال در تیمار بدون تنش بود. جیرجایی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که با مصرف سایکوسل عملکرد دانه گندم افزایش یافت. بیشترین مقدار عملکرد د انه معادل ۸۵۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری معادل ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه و محلول‌پاشی سایکوسل حاصل شد. درداس و سیولاس (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد نیتروژن در مقایسه با شاهد باعث افزایش عملکرد دانه گلرنگ می‌شود و این افزایش عملکرد را به علت اثر نیتروژن روی فتوسنتز، مقدار فتوآسیمیلات‌هایی که به وسیله گیاه تولید می‌شود، تسهیم‌بندی ماده خشک و رشد و نمو اندام ها دانستند. میرزایی عبدالیوسفی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تعداد سنبله در مترمربع در کاربرد کلرمکوات کلراید، ٦۳۸/۱ و در عدم کاربرد کلرمکوات کلراید ۵۷٦/۳ بود. کاربرد کلرمکوات کلراید تعداد سنبله در مترمربع را ۹/٦٪ نسبت به شاهد افزایش داد. زنگ و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان کردند که در اثر استفاده از سایکوسل ارتفاع بوته کاهش پیدا می‌کند. وی علت کاهش ارتفاع را جلوگیری از تقسیم سلولی دانست. در آزمایشی کوچ (۲۰۰٤) نیز اعلام نمود که در استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، ارتفاع بوته به‌دلیل کاهش رشد طولی میان‌گره‌ها (عمدتاً میان گره‌های سوم و چهارم) در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش یافت. جعفریانی و همکاران (۲۰۰۰) طی یک بررسی نشان دادند با افزایش سطوح نیتروژن، شاخص برداشت سورگوم دانه‌ای کاهش

یافت و این میزان کاهش در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱۳/٤۷ درصد بود. شکوفه و امام (۲۰۰۸) اعلام نمودند که کاربرد کود نیتروژن و اتفون عملکرد ساقه و تولید زیست توده را در سورگوم شیرین افزایش می‌دهد ولی با افزایش غلظت اتفون، عملکرد دانه و شاخص برداشت کاهش یافتند. امام و کریمی (۱۹۹۵) نیز در آزمایش گلخانه‌ای روی گندم قدس به این نتیجه رسیدند که تعداد پنجه‌ها در بوته‌های تیمار شده با سایکوسل نسبت به شاهد از روز هجدهم پس از تیمار به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند. آنها افزایش پنجه‌ها در اثر استفاده از سایکوسل را به دلیل باز تر شدن زاویه ساقه در بوته‌های تیمار شده و بهبود نفوذ نور به دورن سایه انداز گیاهی دانستند. دی و همکاران (۱۹۸۲) در تحقیقات خود نشان دادند که محلول‌پاشی گیاه گندم با سایکوسل سبب افزایش عملکرد دانه گردیده است، آن‌ها عملکرد بیشتر در گیاهان تیمار شده با سایکوسل را به دلیل رشد بیشتر ریشه، افزایش مقاومت روزنه‌ای و توان آب بیشتر در برگ‌ها و در نهایت افزایش در بهبود بازده مصرف آب از طریق افزایش در فعالیت ریشه و کاهش در تعرق گیاه دانستند. پیراسته و امام (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که سایکوسل اثر مثبتی بر تعداد دانه در سنبله گندم نان داشت. تعداد دانه در سنبله در بوته‌های تحت تیمار سایکوسل ١٤ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود. شریف و همکاران (۲۰۰۷) نیز با مطالعه غلظت‌های مختلف سایکوسل ۳۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۰ میلیگرم در لیتر در گیاه جو، گزارش کردند که غلظت‌های مختلف سایکوسل در ۱۰ روز پس از اعمال تیمار باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در تعداد ساقه‌های اصلی نمی‌شود، در حالی که در ۲۰، ۳۰ و ٤۰ روز پس از آن و همچنین در هنگام برداشت تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده می‌شود. به همین منظور این آزمایش برای تعیین میزان مناسب کود نیتروژن و غلظت سایکوسل بر صفات رشد و اثر متقابل این تیمارها تحت شرایط اقلیمی منطقه با اهداف تعیین بهترین سطوح کود نیتروژن و غلظت سایکوسل از لحاظ صفات رشد و نیز بررسی اثر متقابل نیتروژن و سایکوسل جهت به‌دست آوردن حداکثر عملکرد دانه جو انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل (با ارتفاع حدود ۱۳۵۰ متر، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۰-۲۸۰ میلی متر) در سال زراعی ۱۳۹٤ اجرا گردید. آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایهٔ طرح بلوک کامل تصادفی در ٤ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل فاکتور سایکوسل با غلظت‌های (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار) و نیتروژن به شکل اوره در سه سطح (۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم ماکویی، دارای صفاتی نظیر مقاومت به تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده خصوصاً تحمل به سرما و نیز سازگاری بالا در

مناطق سردسیر کشور بود. به منظور آماده سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش، زمین مورد نظر آبیاری شد و پس از گاورو شدن، به وسیله گاو آهن برگردان دار شخم زده شد. سپس جهت خردشدن کلوخ ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. سپس خاک مزرعه مورد آزمایش در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول ۱). پس از آماده سازی زمین بذور برای هر خط کشت توزیع شده و کشت به صورت خشکه‌کاری با دست صورت گرفت. آبیاری مزرعه به صورت کرتی و با توجه به شرایط محیطی، به طور متوسط هر هفت روز یک بار و بر اساس مشاهده وضعیت رطوبتی خاک انجام و در طول دوره رشد به‌منظور مبارزه با علف‌های هرز وجین دستی اعمال گردید. روش مصرف کلرمکوات کلراید به این صورت بود که یک لیتر آن را در ٤۰۰ لیتر آب حل کرده و در مرحله اواسط پنجه‌زنی محلول‌پاشی صورت گرفت. در انتهای فصل رشد و به هنگام رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، به‌منظور تعیین صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، تعداد سنبله در مترمربع، و تعداد دانه درسنبله از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و این صفات در آنها اندازه‌گیری شدند . برای تعیین تعداد دانه در سنبله، ۵۰ عدد سنبله از ۱۰ بوته مورد نظر به‌طور تصادفی انتخاب و این صفت در آنها محاسبه شدند. به‌منظور اندازه‌گیری وزن هزار دانه بعد از برداشت محصول ، ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی از بذور هر کرت آزمایشی به‌طور، تصادفی انتخاب و با ضرب کردن میانگین وزن آنها در عدد ۱۰ وزن هزار دانه محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیکی، پس از کف برنمودن بوته‌های هر کرت آزمایشی قبل از جدا کردن دانه از سنبله، وزن کل بوته‌ها (برگ، ساقه، سنبله و دانه) تعیین شده و عملکرد بیولوژیکی در هکتار تعیین می‌شود و پس از جداکردن دانه‌ها از سنبله و رسیدن رطوبت دانه به ١٤ درصد، عملکرد دانه محاسبه گردید. پس از تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی) شاخص برداشت هر یک از واحدهای آزمایشی با استفاده از فرمول ذیل تعیین گردید (۱۲).

$$HI= YE/YB\times100$$

HI: شاخص برداشت YB: عملکرد بیولوژیک YE: عملکرد دانه یا عملکرد اقتصادی

جدول ۱: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در منطقه اردبیل

عمق نمونه برادری (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	کربن آلی (٪)	ازت کل (٪)	فسفر ppm	پتاسیم ppm	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
۳۰-۱۵	۲/۵۹	٦/۷	۰/۳۲	۰/٤۰	۱۳	۲۵۲	۲٤	٦۱	۳۳

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۳ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر ارتفاع بوته به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار شدند. اما اثر متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل بر روی صفت فوق معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۸۹/۹ سانتی‌متر) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین ارتفاع بوته (٦٦/۹ سانتی‌متر) از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۳). از طرفی کمترین ارتفاع بوته (٥٤/۱ سانتی‌متر) از تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار سایکوسل و بیشترین ارتفاع بوته (۷۹/۲۰ سانتی‌متر) از تیمار عدم استفاده از سایکوسل بدست آمد (جدول ۳). به‌نظر می رسد که سایکوسل با تاثیر بر تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد و تکامل گیاه، نقش موثری را در کاهش ارتفاع گیاه ایفا می‌کند. راجالا (۲۰۰٤) گزارش نمود کلرمکوات کلراید با اختلال در چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید شده و ارتفاع گیاهان را کاهش می‌دهد. نتایج این تحقیق با نتایج شکوفه و امام (۲۰۰۸) در خصوص سایکوسل و تاثیر آن بر کاهش ارتفاع گیاه گندم مطابقت دارد.

تعداد پنجه بارور

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر تعداد پنجه باور در سطح یک معنی‌دار شدند. همچنین اثر متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل نیز بر روی صفت فوق نیز در سطح یک درصد معنی‌دارگردید (جدول ۲). بیشترین تعداد پنجه بارور از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار سایکوسل و کمترین آن از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و عدم استفاده از سایکوسل به ترتیب به میزان ۱/۷۸ و ۰/۵۷ به‌دست آمد (شکل ۱). از نتایج استنباط می‌شود که سطوح نیتروژن بر روی صفت فوق اثر گذاشته و همزمان با افزایش در میزان آن بر تعداد پنجه‌ها در بوته نیز افزوده شده و از طرفی استفاده از تنظیم کننده رشد سایکوسل نیز باعث معنی‌دار شدن تعداد پنجه بارور شده است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهند که با افزایش مصرف نیتروژن در کمترین تعداد بوته در واحد سطح، میزان رقابت بین بوته‌ها برای دریافت آسیمیلات‌ها کاهش می‌یابد، بنابراین

بوته‌های باقی مانده قادر خواهند بود با جلوگیری از عقیمی گل‌ها و سنبله‌ها، تعداد پنجه بارور را افزایش دهند. نتایج بدست آمده با نتایج راجالا (۲۰۰٤) مطابقت دارد.

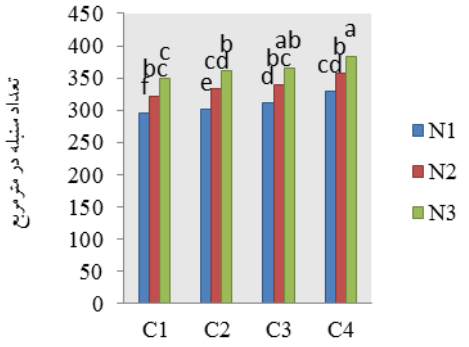
جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد پنجه بارور	تعداد سنبله در مترمربع	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۳	۰/۱٦^{ns}	۱۱۲/٥^{ns}	۲٦/۸^{ns}	۱/۷^{ns}	٤/٦^{ns}	۱۱/۲^{ns}	۲٦۳۱۷/٤^{ns}	۱۸۳۹۱/۲^{ns}	۲/۷^{ns}
نیتروژن (N)	۲	۱۲/۲*	۱۸٤/۳**	۳۲۱/٤*	٥۷۲۹۰/۱**	۲٤/۲**	۱٥۳/۸**	۹۸۷٤۱۲/۱**	۱۳۰۰۲۱٤/۲**	٦۲/۲۳*
سایکوسل (C)	۳	۲/۲*	۷٦٤۱/۷**	۹۲۹/۱*	۹۹/۲**	۳/۸**	۲۲۰/۷**	٥۳۰۲۹٥/۳**	۷٤٤٥۱۰/۱**	۹/۷*
اثر متقابل(N.C)	٦	۱/۷**	۸۲۱/٤**	۲٥۷/٤^{ns}	۸/٤۹^{ns}	۳/۹۹^{ns}	۳۸۹/۱^{ns}	۱٤٦۷۹۰/۱ **	۸۷٤٤۹/۱۲**	۱/۰۷ ^{ns}
اشتباه آزمایشی	۳۳	/۲٤	۱٦٤/۹۷	۹٥/۳	۲/۰۷	۰/۸۲	۱٤/۸۲	۲۳٤۱/٦۳	۱٤۸/۰۹	۱/۰۷
ضریب تغییرات (٪)		۱٤/۲۳	۱۳/۷۰	۱۱/۳۲	۷/۰۱	۹/۷۲	۱۰/٤۷	۱۰/۱۷	۱۲/٥٤	۱۳/٦۳

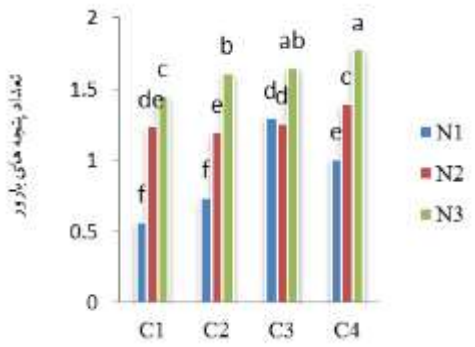
^{ns}، *و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

تعداد سنبله در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر تعداد سنبله در متر مربع در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. همچنین اثر متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل نیز بر روی صفت فوق نیز در سطح یک درصد معنی‌دارگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در متر مربع از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم سایکوسل در هکتار) و کمترین آن از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتارنیتروژن و عدم استفاده از سایکوسل به ترتیب به میزان ۳۸۳/۵ و ۲۹٤/۹ عدد به‌دست آمد (شکل ۲). که اصلی‌ترین دلیل آن افزایش تعداد پنجه‌های بارور در گیاه را می‌توان ذکر کرد. به‌نظر می رسد محلول‌پاشی سایکوسل از طریق کاهش ارتفاع گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را در جهت توسعه اندام‌های زایشی اختصاص داده است و در نتیجه باعث افزایش تعداد سنبله در متر مربع شده است. مصرف همزمان نیتروژن و سایکوسل باعث افزایش باروری تعداد گل‌ها و همچنین دوام زیادتر سطح سبز برگ و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌گردد (۲۰ و ۲۲).



شکل ۲: اثر متقابل سایکوسل و کود نیتروژن بر روی تعداد سنبله در مترمربع



شکل ۱: اثر متقابل سایکوسل و کود نیتروژن بر روی تعداد پنجه های بارور

سایکوسل با غلظت‌های (صفر =C_1، ۵۰۰=C_2، ۱۰۰۰=C_3 و ۱۵۰۰=C_4 میلی‌گرم در هکتار) و فاکتور نیتروژن در ۳ سطح (۵۰=N_1، ۱۰۰=N_2 و ۱۵۰=N_3 کیلوگرم در هکتار).

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

طول سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر طول سنبله در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. اما اثر متقابل نیتروژن و سایکوسل بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های صفت طول سنبله نشان داد که با افزایش مقدار کود نیتروژن طول سنبله نیز افزایش یافت. در این بررسی طویلترین طول سنبله (۲۲/۷ سانتی‌متر) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کوتاهترین طول سنبله (۱۷/۹ سانتی‌متر) از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد(جدول ۳). در این میان طویلترین طول سنبله (۱۶/۶ سانتی‌متر) از تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار سایکوسل و کوتاهترین طول سنبله (۱۵/۱سانتی‌متر) از تیمار عدم استفاده از سایکوسل به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج به‌دست آمده با نتایج بهشتی و بهبودی (۲۰۱۰) و عبادی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر تعداد دانه در سنبله در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. اما اثر متقابل نیتروژن و سایکوسل بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های صفت تعداد دانه در سنبله نشان داد که با افزایش مقدار کود نیتروژن تعداد دانه در سنبله نیز افزایش یافت. در این بررسی بیشترین تعداد دانه در سنبله (۳۴/۱) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۲/۳) از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). در این میان بیشترین تعداد دانه در سنبله (۲۸/۱) از تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم سایکوسل در هکتار و کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۴/۴) از تیمار عدم استفاده از سایکوسل به‌دست آمد (جدول ۳). در صفت تعداد دانه در سنبله

سطح نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار به دلیل کمبود تعداد پنجه‌های بارور دارای کمترین میزان تعداد سنبله و در نهایت تعداد دانه در سنبله می‌باشد و سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به دلیل افزایش تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله می‌باشد. اثر سایکوسل بر تعداد دانه در سنبله در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار و شاهد اثر معنی‌داری از خود نشان نداده است و فقط در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار معنی‌دار شده است. که به نظر می‌رسد این غلظت عامل افزایش سنبله و نهایتا افزایش تعداد دانه در سنبله باشد. کاربرد سایکوسل باعث جلوگیری از سنتز جیبرلین می‌شود و رشد طولی ساقه را به تأخیر می اندازد و مواد پروردهٔ بیشتری به سمت تشکیل شدن تعداد دانه حرکت می کنند و باعث بیشتر شدن تعداد دانه در سنبله می‌شود. نتایج تحقیقات سیدشریفی و حکم علیپور (۲۰۱۰) نشان داد بین تعداد دانه و زمان لازم تا رسیدگی فیزیولوژیکی بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت و بین نسبت دانه به سنبله، تعداد دانه در واحد سطح، سنبله های توپر و عملکرد یک همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت به طوری که با افزایش تعداد دانه در سنبله عملکرد دانه نیز افزایش یافت. نتایج بدست آمده با نتایج امام و ایلکانی (۲۰۰۲) مطابقت دارد.

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه جو در غلظت‌های مختلف سایکوسل و کود نیتروژن

تیمار	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص برداشت (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)
سایکوسل (میلی‌گرم در هکتار)					
صفر (شاهد)	۲٤/٤۲c	۸/۱۰c	۷۹/۲۰a	۱٦/۰۹bc	۳۳/۸۰b
۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار	۲۵/٤۰c	۸/۲۱c	۷۲/۱۱b	۱٦/۹۳b	۳۳/۹۲b
۱۰۰۰ میلی‌گرم در هکتار	۲٦/۹۰b	۸/۹۷b	٦٦/٤۰c	۱۷/۵۸ab	۳٤/۲۱a
۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار	۲۸/۰۸a	۹/۵۹a	۵٤/۰۹d	۱۸/٤۵a	۳٤/٦۸a
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)					
۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۲/۳۲c	۱۰/۸۷c	٦٦/۹۰c	۱۵/۹٤c	۳۵/۹۲b
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۸/٦٤b	۱۳/٦٤b	۷۳/۱۳b	۱۹/۸۲b	۳٦/۰۸a
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۳٤/۱۳a	۱۵/۷۳a	۸۹/٤٦a	۲۰/۹٦a	۳٦/۳٤a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند

وزن هزار دانه

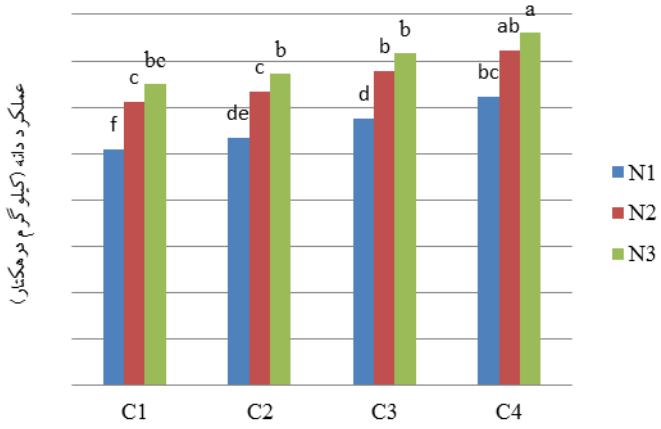
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر وزن هزار دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. اما اثر متقابل نیتروژن و سایکوسل بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های صفت وزن هزار دانه نشان داد که با افزایش مقدار کود نیتروژن وزن هزار دانه نیز افزایش

یافت. در این بررسی بیشترین وزن هزار دانه (۳۶/۳ گرم) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین وزن هزار دانه (۳۵/۹ گرم) از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۳). در این میان بیشترین وزن هزار دانه (۳۴/۷ گرم) از تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم سایکوسل در هکتار و کمترین وزن هزار دانه (۳۳/۸ گرم) از تیمار عدم استفاده از سایکوسل به‌دست آمد (جدول ۳). به‌نظر می رسد چون دانه‌ها در پایان مرحله رشد به وزن نهایی و تکامل خود می‌رسند، شرایط محیطی کمتر بر آنها موثر است. در بررسی حاضر، در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم سایکوسل در هکتار، می‌تواند به دلیل میزان فتوسنتز بیشتر و توزیع بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها باشد و در غلظت‌های بالاتر وزن هزار دانه کاهش یافته است که به نظر می رسد تاثیر کاربرد تنظیم کننده رشد بر وزن دانه دارای یک حد آستانه است که کاربرد بیشتر نه تنها باعث افزایش وزن هزار دانه نمی‌شود، بلکه ممکن است اثرات منفی به علت طولانی شدن رشد رویشی بر وزن هزار دانه داشته باشد. نتایج به‌دست آمده با نتایج شکوفه و امام (۲۰۰۸)؛ زنگ و همکاران (۲۰۰۹) و شریف و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. همچنین اثر متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل نیز بر روی صفت فوق نیز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم سایکوسل در هکتار و کمترین آن از ترکیب تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم استفاده از سایکوسل به ترتیب به میزان ۳۸۰۸/۳ و ۲۵۵۰/۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۳). کاهش عملکرد دانه در صورت عدم استفاده از سایکوسل و مقادیر کود نیتروژن نیز توسط سایر محققین در مورد گیاهان کتان روغنی و گندم گزارش شده است (۱۹). جذب نیتروژن در مراحل اولیه رشد به شدت صورت و تا رسیدن فیزیولوژیک دانه همچنان ادامه خواهد داشت. با افزایش نیتروژن در گیاه سرعت فتوسنتز برگ‌ها بیشتر میشود و ماده خشک بیشتری تولید میکند. یکی از عوامل لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، تامین شرایط مطلوب برای تولید بهینه مواد فتوسنتزی می‌باشد که تولید این مواد تحت تاثیرمیزان نیتروژن موجود در گیاه و لازم برای فعالیتهای متابولیکی، قرار دارد بهشتی و بهبودی (۲۰۱۰) و یوسف زاده و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش نمودند که با افزایش سطوح نیتروژن عملکرد دانه در گیاه سورگوم شیرین افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد، همچنین با افزایش غلظت اتفون عملکرد دانه کاهش یافت و بیشترین عملکرد دانه از تیمار شاهد اتفون به‌دست آمد. دی و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقات خود نشان دادند که محلول‌پاشی گیاه گندم با سایکوسل سبب افزایش عملکرد دانه

گردیده است، آنها عملکرد بیشتر در گیاهان تیمار شده با سایکوسل را به دلیل رشد بیشتر ریشه، افزایش مقاومت روزنه‌ای و توان آب بیشتر در برگ‌ها و در نهایت افزایش در بهبود بازده مصرف آب از طریق افزایش در فعالیت ریشه و کاهش در تعرق گیاه دانستند. امام و کریمی (۱۹۹۵) مشاهده کردند که به دلیل کاهش طول میانگره‌های ساقه، طول نهائی ساقه در شرایط مزرعه، بوته‌های تیمار شده با سایکوسل کاهش یافت. همچنین گزارش نمودند که عملکرد دانه در شرایط مزرعه توسط تیمار کلرمکوات کلراید نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۲ درصد افزایش یافت.



شکل۳: اثرات متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل بر روی عملکرد دانه

سایکوسل با غلظت‌های (صفر =C_1، ۵۰۰=C_2 ، ۱۰۰۰=C_3 و ۱۵۰۰=C_4 میلی‌گرم در هکتار) و نیتروژن در ۳ سطح (۵۰=N_1، ۱۰۰=N_2 و ۱۵۰ =N_3کیلوگرم در هکتار).

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

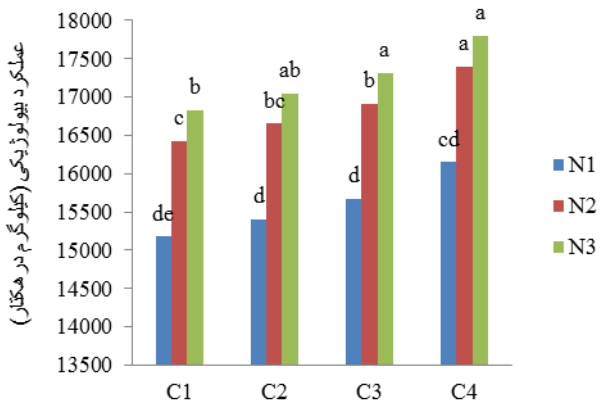
شاخص برداشت

شاخص برداشت بیانگر کارایی اندام تولیدکننده و انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن است (هاشمی و همکاران، ۱۹۹۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر شاخص برداشت در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. اما اثر متقابل نیتروژن و سایکوسل بر صفت فوق معنی‌دار نشد (جدول ۲). وزن هزار دانه نشان داد که با افزایش مقدار کود نیتروژن وزن نیز افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۲۰/۹ درصد) از تیمار ۱۵۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین شاخص برداشت (۱۵/۹ درصد) از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۳). در این میان بیشترین شاخص برداشت (۱۸/۵ درصد) از تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم سایکوسل در هکتار و کمترین شاخص برداشت (۱٦/۱ درصد) از تیمار عدم استفاده از سایکوسل بدست آمد (جدول ۳). به کارگیری میزان مناسب کود نیتروژن در مراحل اولیه رشد می‌تواند با افزایش کارایی تثبیت کربن و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک و در مراحل بعدی رشد از طریق تغییر الگوی توزیع، نهایتاً در افزایش

در افزایش شاخص برداشت موثر واقع شود. جعفریانی و همکاران (۲۰۰۰) طی یک بررسی نشان دادند با افزایش سطوح نیتروژن، شاخص برداشت سورگوم دانه‌ای کاهش یافت و این میزان کاهش در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱۳/۵ درصد بود. نتایج به‌دست آمده با نتایج خان و اسپیلت (۱۹۹۲) مطابقت دارد.

عملکرد بیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و سایکوسل بر عملکرد بیولوژیکی در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. همچنین اثر متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل نیز بر روی صفت فوق نیز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیکی از ترکیب تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار سایکوسل و کمترین مقدار آن از ترکیب تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم استفاده از سایکوسل به ترتیب به میزان ۱۷۷۹۵/۳ و ۱۵۱۷۸/۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۱۰). نتایج بدست آمده با نتایج المدرس و همکاران (۲۰۰۶) و وای (۲۰۰۹) همخوانی دارد. همچنین امام و موید (۲۰۰۰) گزارش کردند که استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی جو زمستانه گردید.



شکل ٤: اثرات متقابل کود نیتروژن و غلظت‌های مختلف سایکوسل بر روی عملکرد بیولوژیکی

سایکوسل با غلظت‌های (صفر =C_1، C_2=۵۰۰ ، C_3=۱۰۰۰ و C_4=۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار) و نیتروژن در ۳ سطح (N_1=۵۰، N_2=۱۰۰ و N_3=۱۵۰ کیلوگرم در هکتار).

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که استفاده از سایکوسل باعث کاهش ارتفاع بوته شد اما تمام اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار داد. با توجه به اینکه سایکوسل ساقه روی را به تأخیر انداخت، همین عامل باعث شد تا تعداد دانه در سنبله نسبت به شاهد افزایش یابد. چون ساقه و تعداد دانه هر دو مقصد

می‌باشند وقتی سایکوسل باعث کاهش رشد ساقه می‌شود، تعداد دانه مقصد اصلی می‌شود و در نهایت سایکوسل با تأثیر بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه را افزایش داد. بدین ترتیب در این پژوهش، بیشترین عملکرد دانه از بالاترین مصرف کود نیتروژن همراه با کاربرد سایکوسل حاصل شد.

منابع

1- Almodares, A., Jafarinia, M. and Hadi, M. R. 2009. The Effects of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and cweet sorghum. Agricultural and Environmental Science. 6: 441-446.

2- Beheshti, A. R. and Behboodi, B. 2010. Dry matter accumulation and remobilization in grain sorghum genotypes (*sorghum bicolor* L.) Monech under drought stress condition. Crop Science. 4: 185-189.

3- De, R., Giri, G., Saran, G., Singh, R.K., and Chaturvedi, G.S. 1982. Modification of water balance of dry land wheat through the use of chlormequat chloride. Jounal Agricultural Science. 98: 593-597.

4- Delfin, S., Tognetti, R., Dsiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomt Sustainable Development. 25: 183-191.

5- Dordas, C. A. and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rain fed conditions. Field Crops Resarch. 27: 75-85.

6- Ebadi, A., Sajed, K. and Asgari, R. 2007. Effects of water deficit on dry matter remobilization and grain filling trend in three spring barley genotypes. Journal Food Agriculture. Environment. 5: 359-362.

7- Emam, Y. and Ilkaie, M.N. 2002. Effects of planting density and chlormequat chloride (CCC) on characteristic and grain yield of winter oil seed rape cv. Talayeh. Iranian Journal Crop Science. 4: 1-8. (In Persian)

8- Emam, Y. and Karimi, H. 1995. Effects of chlormequat chloride on the growth of wheat. Iranian Journal of Agriculture Science. 27: 1-23. (In Persian)

9- Emam, Y. and Moaied, G.R. 2000. Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological and physiological characteristics of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivar" Valfajr". Agricultural Science and Technology. 2: 75-83.

10- Jafariani, M. Beheshti, A.R., and Taheri, G.H. 2000. Evaluation of efficiency Nitrogen in grain sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L.) Moench Agricultural Ecology. 3 (2): 502-511.

11- Jirjaei, M., Sajedi, N., Civil, h. and Sheikh, M. 2009. Effect of growth and water stress on wheat's crop characteristics. The New Findings Agriculture. 3: 64-77.

12- Hashemi Dezfooli, A.H., Kuchei, A. and Benaian Avval, M. 1995. Increase crop yield. University of Mashhad, Mashhad. Iran.

13- Khan, A. and Spilde, L. 1992. Agronomic and economic response of spring wheat cultivars to ethephon. Agronomy Journal. 84: 399-402.

14- Koch, K. 2004. Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. Current Opinion Plant Biology. 7: 235-246.

15- Merajipour, M., Movahhedi Dehnavi, M., Bellucci, h. and Meerajipour, M. 2013. Effects of CCC on grain and oil yield of safflower in different levels of nitrogen and plant density. Journal of Crop Production. Volume VI, Number Three. October 2013.

16- Mirzaei abdolyusefi, A., Jafari haghigi, B. and Emam, Y. 2011. Effect of planting density and CCC on growth and grain yield of wheat cultivar" Croos Azadi". Journal of Ecophysiology plants. Third Year /May 2011.(In Persian)

17- Mojadam, M., Sakinezhad, T., Shokoohfar, A. and Esmaili Pour, N. 2016. Effect of plant density and cycocel on quantitative characteristics and protein barley cultivar south. Journal Crop Physiology. 8 (29): 121-135.

18- Moloudi, A., Ebadi, A. and Jahanbakhsh, S. 2015. Effect of nitrogen application on some characteristics of drought tolerance in spring barley. Journal of Crop Production. 3(3): 95-114.

19- Movahhedi Dehnavi, M., Massoud, M., Ydvy, A. and kavvsy, B. 2010. Effects of CCC proline content, soluble sugars, protein, oil percent and fatty acids, flaxseed oil under under drought stress cultivation of pot. Journal of Environmental Stress on Crop Science. VIII, Issue II, the second half 14.

20- Pandey, D. M., Goswami, C. L. and Kumar, B. 2004. Physiological effects of plant hormones in cotton under drought, Biologia Planetarium. 47(4): 535-540.

21- Pirasteh-Anosheh, H. and Emam, Y. 2012. Yield and yield components responses of bread and durum wheat to PGRs under drought stress conditions in field and greenhouse. Environmental Stress in Crop Science. 5: 1-18.

22- Radmehr, M., Lotfali-Ayeneh, A. and Mamaghni, R. 2005. A study of the reaction of middle, long and short season wheat genotypes to different sowing dates. Seed and Plant. 21(2): 175-189.

23- Rajala, A. 2004. Plant growth regulators to manipulate oat stands. Agriculture and Food Science in Finland. 13:186-197.
24- Sayed Sharifi, R. and Hokmalipur, S.A. 2010. Effects of water stress and CCC on yield of barley. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 4 (2): 281-290.
25- Shekoofa, A. and Emam, Y. 2008. Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. shiraz. Agricultural Science and Technology. 10: 101-108.
26- Sharif, S., Saffari, M. and Emam, Y. 2007. The effect of drought stress and cycocle on yield of barley (cv. Valfagr). Journal Science Technology Agriculture Natural Resources. 10: 281-290. (In Persian).
27- Yousef zadeh, M., Daneshvar, M., Shahrvand, S. and Sorkhe, H. 2013. Effect of ethephon and nitrogen fertilizer on quantitative traits and sweet sorghum. Iranian Journal of Field Crop Science. Volume 44(2): 199-207.
28- Wei, Y. W., Hu, C. J., Deng, Z. N. and Li, Y.R. 2006. Differential gene expression in sugarcane regulated by ethephon at early growth stage. Sugar Technology. 8: 306-308.
29- Wolton, W. 2005. Leaf area index and radiation as related to corn yield. Agron. J. 65: 459– 461.
30- Zhang, H., Tan, G., Yang, L., Yang, J., Zhang, J. and Zhao, B. 2009. Hormones in the grains and roots in relation to post-anthesis development of inferior and superior spikelet in japonica/indica hybrid rice. Plant Physiology Biochemistry. 47: 195-204.