

اثر ماده کندکننده رشد کلرمکوات کلراید و سطوح کود نیتروژن بر برخی صفات فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و عملکرد جو رقم ماکویی (*Hordeum vulgare L.*)

احمد افکاری^{۱*}، میترا عباسی^۲

^۱گروه فیزیولوژی گیاهی، واحد کلبر، دانشگاه آزاد اسلامی، کلبر، ایران.

^۲گروه زیست شناسی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف کلرمکوات کلراید و سطوح مختلف کود نیتروژن بر برخی صفات فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و عملکرد جو رقم ماکویی آزمایشی در بهار سال زراعی ۱۳۹۴ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های کلرمکوات کلراید (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار) و نیتروژن در ۳ سطح (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج تحقیق نشان داد که اثر برهم‌کنش کلرمکوات کلراید و کود نیتروژن بر میزان کلروفیل، محتوی رطوبت نسبی، عملکرد و درصد پروتئین، فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز در سطح احتمال خطای یک درصد و روی تعداد دانه در هر سنبله، وزن هزار دانه و فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز در سطح احتمال خطای پنج درصد معنی‌داری است. افزایش مصرف میزان کود نیتروژن سبب کاهش محتوی نسبی آب برگ به دلیل کاهش پتانسیل آب برگ گردید. کلرمکوات کلراید با انتقال مواد فتوسنتزی کافی به دانه‌ها در پر شدن آن‌ها و افزایش وزن دانه‌ها نقش به‌سزایی دارد. افزایش مصرف میزان غلظت کلرمکوات کلراید و فراهمی نیتروژن موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوکاتایون پراکسیداز شد. به‌طور کلی، در این پژوهش بیشترین میزان کلروفیل، محتوای رطوبت نسبی، اجزای عملکرد، عملکرد و درصد پروتئین از کاربرد تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، سایکوسل، پروتئین، کلروفیل، محتوای نسبی آب

مقدمه

ژنوتیپی موجب شده است که تقریباً در بیشتر مناطق کشت گردد (Espidkar et al., 2016). استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در مدیریت غلات برای کوتاه کردن ساقه و در نتیجه کاهش ورس کاربرد زیادی پیدا کرده است. در ابتدا تصور می‌شد که هدف استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد به علت کاهش طول ساقه است اما بعدها منابع زیادی به این موضوع اشاره کردند که تنظیم‌کننده‌های رشد همچنین قابلیت تغییر نقشه رشد غلات را نیز داشته باشند (Sayed Sharifi

جو (*Hordeum vulgare L.*) از جمله مهمترین محصولات زراعی به شمار می‌رود و از دیرباز در تأمین معاش و ادامه حیات انسان نقش مهمی را برعهده داشته است. عملکرد بالا، سهولت نگهداری و حمل و نقل، کم توقع بودن در مقایسه با سایر گیاهان زراعی، دارا بودن ارقام مختلف با انعطاف‌پذیری‌های فنوتیپی و

*نویسنده مسئول: afkariahmad@yahoo.com

با کاهش در میزان هدایت روزنه‌ای (انتشار دی اکسیدکربن به فضای بین سلولی) و کلروفیل میزان فتوسنتز را کاهش داد (Hatamvand et al., 2015). Jiriaie و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که با مصرف سایکوسل عملکرد دانه در گیاه گندم افزایش یافت. بنابراین بیشترین مقدار عملکرد دانه معادل ۸۵۰۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری معادل ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه و محلول‌پاشی سایکوسل حاصل شد. Subedi و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی اثر سطوح نیتروژن بر درصد پروتئین دانه در تاریخ‌های کاشت متفاوت گزارش دادند، اگر چه تأخیر در تاریخ کاشت باعث کاهش عملکرد دانه گندم شد، اما محتوای پروتئین دانه را افزایش داد. در این پژوهش، کاهش میزان نیتروژن مصرفی، کاهش درصد پروتئین دانه را به دنبال داشت. Modhej و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند، کاهش طول دوره پر شدن دانه در اثر برخورد این مرحله از رشد با شرایط خشک و گرم پایان فصل باعث افزایش محدودیت تجمع کربوهیدرات‌ها در دانه، افزایش درصد پروتئین و کاهش وزن دانه در گندم شد. Dorda و Sioulas (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد نیتروژن در مقایسه با شاهد باعث افزایش عملکرد دانه گلرنگ شد و این افزایش عملکرد را به علت اثر نیتروژن روی فتوسنتز، مقدار فتوآسیمیلات‌هایی (منوساکاریدهای ذخیره کننده انرژی حاصل از فرآیند فتوسنتز در گیاه) که به وسیله گیاه تولید می‌شود، تسهیم‌بندی ماده خشک و رشد و نمو اندام‌ها دانستند. Sharif و همکاران (۲۰۰۷) نیز در بررسی سه غلظت مختلف کلرمکوات کلراید صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به روی ارتفاع جو پاییزه رقم والفجر مشاهده کردند که با افزایش غلظت سایکوسل از صفر به ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ارتفاع ظاهری بوته کاهش معنی‌داری یافت. این محققین بیان کردند که علت این کاهش ارتفاع، در نتیجه تأثیر

(et al., 2016). کلرمکوات کلراید با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید مانع از فعالیت آنزیم انت کائورن سنتتاز (Ent-kaurene enzyme synthase) شده و ارتفاع گیاهان را کاهش می‌دهد (Khalilzadeh et al., 2016). سایکوسل، یک کندکننده رشد مصنوعی است و یکی از مشتقات شناخته شده کولین به شمار می‌آید که بدون اینکه اثری بر میزان تنفس داشته باشد موجب افزایش مقاومت گیاهان مختلف نسبت به تنش خشکی می‌شود (Akbari et al., 2015). استفاده از سایکوسل در غلات منجر به افزایش طول و وزن ریشه یا نسبت بیشتر ریشه به ساقه می‌شود و به عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثر مخرب تنش‌های محیطی مانند تنش خشکی و شوری محسوب می‌شود (Burton et al., 2008). یکی از مصارف عمده سایکوسل در کشاورزی کنترل خوابیدگی در غلات دانه‌ای مانند گندم، برنج، چاودار و جو می‌باشد. با استفاده از سایکوسل ورس کاهش می‌یابد و بدین ترتیب، برداشت آسان‌تر شده و از افت عملکرد کاسته می‌شود (Mojadam et al., 2016). سایکوسل همچنین می‌تواند موجب تحریک رشد ریشه، کاهش تعرق، افزایش کارایی مصرف آب، جلوگیری از تخریب کلروفیل و در نهایت موجب بهبود تحمل گیاه به تنش شود (Wang et al., 2009). Merajipour و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با کاربرد سایکوسل در مقایسه با عدم کاربرد سایکوسل در گیاه گلرنگ باعث شد که بیشترین تعداد طبق بارور (۲۵۱/۵۰ مترمربع) به دست آید. نتایج برخی پژوهش‌ها روی کلزا نشان داد که محتوای نسبی آب برگ در تیمارهای آبیاری شده نسبت به تیمارهای تحت تنش بالاتر بود اما در شرایط تنش خشکی محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت. هم‌چنین کمبود آب در سلول‌های برگ

افزایش سبزیبگی برگ‌ها، کاهش ارتفاع بوته‌ها، تغلیظ شیره سلولی، افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و افزایش قطر ساقه در جو همراه بوده است. به همین منظور این آزمایش برای تعیین میزان مناسب کود نیتروژن و غلظت کلرمکوات کلراید بر شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی و اثر متقابل این تیمارها تحت شرایط اقلیمی منطقه آزمایشی با اهداف زیر انجام شد: ۱. تعیین بهترین سطوح کود نیتروژن و غلظت کلرمکوات کلراید از لحاظ شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در کشت جو ۲. بررسی اثر متقابل نیتروژن و کلرمکوات کلراید جهت به دست آوردن حداکثر عملکرد دانه.

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 ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۰-۲۸۰ میلی متر) در سال زراعی ۱۳۹۴ اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار بود که در آن تیمارهای کلرمکوات کلراید با غلظت‌های (عدم استفاده از کلرمکوات کلراید = C₁، C₂= ۵۰۰، C₃= ۱۰۰۰ و C₄= ۱۵۰۰ میلی گرم در هکتار) و فاکتور نیتروژن در ۳ سطح (N₁= ۵۰، N₂= ۱۵۰ و N₃= ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم ماکویی دارای صفاتی نظیر مقاومت به تنش‌های محیطی زننده و غیرزننده خصوصاً تحمل به سرما و نیز سازگاری بالا در مناطق سردسیر کشور می‌باشد. 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

سایکوسل در جلوگیری از رشد طولی سلول‌ها می‌باشد و همچنین سایکوسل از سنتز آنزیم انت کائورن (Ent-kaurene synthase enzyme) در مراحل اولیه بیوسنتز جیبرلین جلوگیری می‌کند. آنتی‌اکسیدان‌ها شامل دو گروه آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی همانند سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و و گلوکاتایون ردوکتاز و آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی همانند اسید آسکوربیک، گلوکاتایون، کاروتنوئیدها و توکوفرول‌ها می‌باشند (Verma et al., 2014). در موجودات زنده پراکسید هیدروژن به وسیله کاتالاز و گلوکاتایون پراکسیداز سم‌زدایی می‌شود و کاتالاز در سلول‌های گیاهی تنها در پراکسی‌زوم و گلی‌اکسی‌زوم مستقر می‌باشد که از یون‌های فلزی به عنوان کوفاکتور استفاده می‌کند (Dat et al., 2000). گلوکاتایون پراکسیداز کاهش پراکسید هیدروژن را با استفاده از گلوکاتایون احیا شده کاتالیز می‌کند و از سلول‌ها در برابر آسیب‌های ناشی از اکسایش حفاظت می‌کند (Dixon et al., 1998). آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) مهم‌ترین آنزیمی است که رادیکال سوپراکسید را منهدم می‌کند و H₂O₂ و O₂ تولید می‌نماید H₂O₂ تولید شده توسط آنزیم کاتالاز و انواع مختلفی از پراکسیداز حذف می‌گردد. کاتالاز که عمدتاً در پراکسیزوم‌ها یافت می‌شود اصلی‌ترین آنزیمی است که به طور مستقیم H₂O₂ را به مولکول آب و O₂ تبدیل می‌کند (Mittler, 2002). Rajala (۲۰۰۴) بیان کرد که همزمان با افزایش در میزان سطوح نیتروژن بر میزان عملکرد دانه افزوده می‌شود و سطح شاهد دارای کمترین میزان عملکرد و سطح ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد می‌باشد. بیشترین میانگین عملکرد دانه نیز مربوط به سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر بود. Ebadi و Sajed (۲۰۰۷) بیان کردند که کاربرد کلرمکوات کلراید با کاهش مساحت برگ‌ها،

روشن کردن دستگاه یکبار آن را بدون قرار دادن برگ در محفظه برگ قرائت نموده تا دستگاه کالیبره شود و سپس کار قرائت را از ۳ نقطه از هر برگ انجام و بعد میانگین سه نقطه با دستگاه مشخص شد.

میزان نیتروژن دانه در مرحله رسیدگی با استفاده از روش کجلدال محاسبه شده و سپس درصد پروتئین دانه با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Voltas et al., 1997):

$$\text{N}(\%) = 5.7 \times \text{Protein}(\%) - 0.41$$

عملکرد پروتئین دانه از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین دانه به دست آمد. در انتهای فصل رشد و به هنگام رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، به منظور تعیین صفاتی نظیر تعداد دانه در سنبله از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و این صفات در آن‌ها اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری وزن هزار دانه بعد از برداشت محصول، ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی از بذور هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و با ضرب کردن میانگین وزن آن‌ها در عدد ۱۰ وزن هزار دانه محاسبه گردید. و پس از جداکردن دانه‌ها از سنبله و رسیدن رطوبت دانه به ۱۴ درصد، عملکرد دانه محاسبه گردید. برای تعیین رطوبت دانه از روش آون استفاده گردید (Sivritepe et al., 2008). بدین ترتیب که آب موجود در بذور توسط آون حذف شد و سپس مقدار رطوبت موجود در دانه از طریق تفاوت وزن بذرها قبل و بعد از حذف آب محاسبه گردید. جهت تعیین میزان سوپراکسید دیسموتاز، سه عدد برگ از هر واحد آزمایشی در هنگام صبح قبل از گرم شدن هوا از مزرعه برداشت شد. سعی بر آن بود که برگ‌ها کاملاً جوان و سالم باشند، برگ‌ها داخل نایلون اتیکت گذاری شده قرار گرفت و در یخ‌دانی که کف آن از یخ پوشیده بود قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس توسط روش Beauchamp and

کلوخ‌ها و هم‌چنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. سپس اقدام به نمونه‌گیری از خاک مزرعه مورد آزمایش در عمق ۳۲-۸ 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، به‌طور متوسط هر هفت روز یک بار و بر اساس مشاهده وضعیت رطوبتی خاک انجام و در طول دوره رشد به‌منظور مبارزه با علف‌های هرز و جین دستی اعمال گردید. روش مصرف کلرمکوات کلراید به این صورت بود که یک لیتر آن را در ۴۰۰ لیتر آب حل کرده و در مرحله اواسط پنجه‌زنی محلول‌پاشی صورت گرفت. به‌منظور تعیین محتوی آب نسبی (RWC^۲)، از هر واحد آزمایشی تعدادی برگ کاملاً سبز (برگ‌های بالایی) انتخاب شد و پس از انتقال به محل آزمایشگاه، سطوح آن با دستمال نمدار تمیز گردید و سپس توزین شده و به عنوان وزن تر گیاه ثبت شد. برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ظرف محتوی آب مقطر قرار گرفتند و دوباره پس از خشک کردن آب سطحی، توزین شدند که این عدد نیز به عنوان وزن اشباع برگ‌ها قرائت شد. به‌منظور تعیین وزن خشک، برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند. با استفاده از فرمول زیر محتوی رطوبت نسبی محاسبه شد (Hamrahi et al., 2008).

$$100 \times (\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}) / \text{وزن خشک} - \text{وزن}$$

$$\text{RWC} = (\text{تر})$$

اندازه‌گیری غلظت کلروفیل با استفاده از دستگاه SPAD-502 صورت گرفت (Hamrahi et al., 2008). جهت تعیین میزان کلروفیل برگ در ابتدا پس از

1. Relative Water Content

پروتئین برداشت شد و مقدار پروتئین آن برحسب میلی‌گرم در میلی‌لیتر تعیین گردید. سپس در باقی‌مانده محلول استخراجی مقدار آنزیم گلوکاتایون با روش Holy (۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد. سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز به‌وسیله Scandalios and Chandlee (۱۹۸۷) انجام شد.

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD (در سطح احتمال ۵ درصد) صورت گرفت.

Fridovich (۱۹۷۱) میزان تغییرات این آنزیم تعیین شد. برای اندازه‌گیری آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز برگ‌های منتقل شده به آزمایشگاه را با آب مقطر شستشو داده و بلافاصله در بافر تریس ۱۶٪/ مولار با pH=۵/۷ وارد کرده و سپس خرد و یکنواخت شدند. آنگاه اجازه داده شد در حضور حجم مشابه از همان بافر حاوی دیجیتونین (آنزیم هضم‌کننده دیواره) فرایند هضم غشاء و دیواره سلول انجام شود. در پایان مقدار ۵/ میلی‌لیتر از محلول هموزن برای سنجش

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

شماره	سیلت درصد	رس درصد	N ppm	K ppm	P ppm	درصد اشباع (sp)	ماده آلی درصد	PH	هدایت الکتریکی dS.m ⁻¹
۴۱	۲۷	۳۲	۰/۰۶	۱۸۵	۱۲	۲۹	۱/۴	۷/۱	۱/۸

نتایج

استفاده از کلرمکوات کلراید) به ترتیب ۷۵/۱۸ درصد و ۶۵/۸۶ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). افزایش مصرف میزان کود نیتروژن سبب کاهش محتوی نسبی آب برگ به دلیل کاهش پتانسیل آب برگ گشت. نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی نیتروژن و کلرمکوات کلراید هر کدام بر تعداد دانه در سنبله در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. اما اثر متقابل نیتروژن و کلرمکوات کلراید بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله (۳۱/۱۱ عدد) از تیمار N₃C₄ (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) و کمترین تعداد دانه در سنبله (۳۱/۱۱ عدد) از تیمار N₁C₁ (۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم استفاده از کلرمکوات کلراید) به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج بررسی وزن هزار دانه سطوح مختلف کود نیتروژن تحت تأثیر تیمارهای کلرمکوات کلراید نشان داد که در شرایط عدم استفاده، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید تفاوت

صفات فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که که برهم‌کنش غلظت‌های مختلف کلرمکوات کلراید و کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد جو داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل برگ از تیمار N₃C₄ (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) و کمترین آن از تیمار N₁C₁ (۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم استفاده از کلرمکوات کلراید) به‌ترتیب ۴۲/۳ درصد و ۳۲/۶۴ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). عدم استفاده از کلرمکوات کلراید باعث کاهش غلظت کلروفیل و سطح برگ شده و در نهایت منجر به کاهش عملکرد در گیاه می‌شود. مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات متقابل نیتروژن و کلرمکوات کلراید بر محتوی نسبی آب نشان داد که بیشترین محتوی نسبی آب از تیمار N₁C₄ (۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) و کمترین آن از تیمار N₃C₁ (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم

معنی داری بین تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از لحاظ وزن هزار دانه مشاهده نشد (جدول ۳).
جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد جو تحت تأثیر کلرمکوات کلراید و نیتروژن

میانگین مربعات				کلروفیل	درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	محتوی رطوبت نسبی			
۱۸۳۹۱/۲۴ ^{NS}	۴/۵۹۲ ^{NS}	۱/۷۱ ^{NS}	۳/۳۵۲ ^{NS}	۱۱۲/۱۷ ^{NS}	۳	تکرار
۷۴۴۵۱۰/۱ ^{**}	۳/۷۹ ^{**}	۹۹/۲۴ ^{**}	۴۶۹/۳ ^{**}	۷۸۲/۴۸ ^{**}	۳	کلرمکوات کلراید
۱۳۰۰۲۱۴/۱ ^{**}	۲۴/۲۱ ^{**}	۵۷۲۹۰/۴ ^{**}	۵۷۱/۲ ^{**}	۹۰۱/۰۱ ^{**}	۲	نیتروژن
۸۷۴۴۹/۱۲ ^{**}	۳/۹۹ [*]	۸/۴۹ [*]	۳۸۳/۶۱ ^{**}	۲۴۱/۷۰ ^{**}	۶	کلرمکوات کلراید x نیتروژن
۱۴۸/۰۹	۰/۸۲	۲/۰۷	۱۲۱/۳۲	۱۱/۰۸	۳۳	خطا
۹/۰۹	۹/۷۲	۷/۰۱	۱۲/۰۳	۱۰/۲۳	-	ضریب تغییرات (%)

^{NS}، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل کلرمکوات کلراید و نیتروژن بر خصوصیات فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد جو رقم ماکویی

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	میزان کلروفیل (%)	محتوای رطوبت نسبی (%)	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	کلرمکوات کلراید (میلی‌گرم در هکتار)
۲۵۴۸/۸۸۸ ^l	۳۳/۸۶ ^a	۲۳/۳۷ ^e	۳۲/۶۴ ^c	۶۸/۶۳ ^{bcd}	۵۰	
۳۰۵۸/۳۷ ⁱ	۳۴/۹۴ ^a	۲۶/۵۳ ^{defg}	۳۴/۶۱ ^{bc}	۶۷/۵۸ ^{cd}	۱۰۰	شاهد
۳۲۵۲/۵۷ ^f	۳۵/۰۷ ^a	۲۹/۲۷ ^{bcd}	۳۶/۵۱ ^{abc}	۶۵/۸۶ ^d	۱۵۰	
۲۶۵۰/۸۴ ^k	۳۴/۹۲ ^b	۲۳/۸۶ ^{gh}	۳۴/۶۱ ^{bc}	۶۹/۷ ^{abcd}	۵۰	
۳۱۶۰/۳۲ ^k	۳۵/۰۱ ^a	۲۷/۰۳ ^{cdef}	۳۶/۵۷ ^{abc}	۶۸/۶۴ ^{bcd}	۱۰۰	۵۰۰
۳۳۵۴/۵۳ ^d	۳۵/۱۲ ^a	۲۹/۷۷ ^{bc}	۳۸/۴۷ ^{abc}	۶۹/۹۲ ^{abcd}	۱۵۰	
۲۸۶۷/۹۰ ^j	۳۵/۰۷ ^a	۲۴/۶۱ ^{fgh}	۳۷/۰۳ ^{abc}	۷۲/۵۶ ^{abc}	۵۰	
۳۲۷۷/۳۸ ^e	۳۵/۱۵ ^a	۲۷/۷۷ ^{bcd}	۳۹/۰۱ ^{abc}	۷۱/۵۱ ^{abcd}	۱۰۰	
۳۵۷۱/۵۹ ^e	۳۵/۲۷ ^a	۳۰/۵۱ ^b	۴۰/۸۹ ^{ab}	۶۹/۷۸ ^{abcd}	۱۵۰	۱۰۰۰
۳۰۹۰/۲۸ ^h	۳۵/۳ ^a	۲۵/۲ ^{efgh}	۳۸/۴۳ ^{abc}	۷۵/۱۸ ^a	۵۰	
۳۶۹۹/۷۵ ^b	۳۵/۳۸ ^a	۲۸/۳۸ ^{bcd}	۴۰/۴۱ ^{ab}	۷۴/۱۳ ^{ab}	۱۰۰	
۳۷۹۳/۹۷ ^a	۳۵/۵۰ ^a	۳۹/۵۰ ^a	۴۲/۳۰ ^a	۷۲/۴۱ ^{abc}	۱۵۰	۱۵۰۰

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند.

هکتار نیتروژن و عدم استفاده از کلرمکوات کلراید) به‌دست آمد (جدول ۳). در تیمارهای مختلف کلرمکوات کلراید اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف نیتروژن به غیر از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از لحاظ عملکرد دانه مشاهده نشد.

بررسی خصوصیات بیوشیمیایی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل کلرمکوات کلراید و نیتروژن بر عملکرد و درصد پروتئین دانه و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی معنی دار

کلرمکوات کلراید با انتقال مواد فتوسنتزی کافی به دانه‌ها در پر شدن آن‌ها و افزایش وزن دانه‌ها نقش به‌سزایی دارند. مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات متقابل نیتروژن و کلرمکوات کلراید بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه (۳۷۹۳/۹۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار N₃C₄ (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) و کمترین مقدار عملکرد دانه (۲۵۴۸/۸۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار N₁C₁ (۵۰ کیلوگرم در

(۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) با میزان فعالیت ۱۴۸۵ واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را دارا می باشد (جدول ۵). مقایسه میانگین داده های مرتبط با میزان فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز نشان داد که تیمار N_1C_1 (۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم استفاده از کلرمکوات کلراید) با میزان فعالیت ۱۳۸/۵۱ واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین بیشترین و تیمار N_2C_4 (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) با میزان فعالیت ۱۰۴/۵۸ واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین کمترین فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز را به خود اختصاص داد. که با سایر سطوح اختلاف معنی داری نشان داد (جدول ۵). اثرات برهم کنش کلرمکوات کلراید و کود نیتروژن نشان که تیمار N_1C_1 (۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم استفاده از کلرمکوات کلراید) با میزان فعالیت ۱۷۷/۶۵ واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین بیشترین و تیمار N_2C_4 (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) با میزان فعالیت ۱۲۶/۷۵ واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز را دارا می باشد. نتایج بدست آمده با نتایج تحقیقات (Ahmadpour et al., 2016) مطابقت دارد.

است (جدول ۴). مقایسه میانگین داده ها در اثرات متقابل نیتروژن و کلرمکوات کلراید بر عملکرد پروتئین دانه نشان داد که بیشترین عملکرد پروتئین دانه از تیمار N_3C_4 (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) و کمترین مقدار آن از تیمار N_1C_1 (۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و عدم استفاده از کلرمکوات کلراید) به ترتیب (۶۳/۵۵ و ۴۵/۳۴ گرم در مترمربع) به دست آمد. از طرفی در تمامی تیمارهای مختلف کلرمکوات کلراید (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در هکتار) تیمارهای نیتروژن ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی داری نسبت به تیمار نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار داشتند (جدول ۵). مقایسه میانگین داده های مرتبط با درصد پروتئین دانه نشان داد که بیشترین درصد پروتئین دانه (۱۲/۵۷ درصد) از تیمار N_3C_4 (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰۰ میلی گرم در هکتار کلرمکوات کلراید) و کمترین میزان درصد پروتئین دانه (۱۱/۴۱ درصد) از تیمار N_1C_1 (۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و عدم استفاده از کلرمکوات کلراید) به دست آمد. مقایسه میانگین داده ها در اثرات متقابل کلرمکوات کلراید و کود نیتروژن بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نشان داد که تیمار N_1C_1 (۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم استفاده از کلرمکوات کلراید) با میزان فعالیت ۲۰۰۳/۲۷ واحد بین المللی بر میلی گرم پروتئین بیشترین و تیمار N_2C_4

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس شاخص های بیوشیمیایی جو تحت تأثیر کلرمکوات کلراید و کود نیتروژن

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
سوپراکسید دیسموتاز	کاتالاز	گلوکاتایون پراکسیداز	درصد پروتئین		
۲۶۲۸۹/۱۲۳ ^{ns}	۶/۱۲۳ ^{ns}	۱۴/۶۳۸ ^{ns}	۰/۰۴۲ ^{ns}	۹۴/۷۳ ^{ns}	۳ تکرار
۷۴۷۳۶۸۱/۰۹ ^{**}	۱۱۴۷۵/۰۲ ^{**}	۲۹۳/۶۸۵ ^{**}	۲/۷۴ ^{**}	۸۱۱/۰۷ ^{**}	۳ کلرمکوات کلراید
۲۰۶۳۵۷/۱۲۴ ^{**}	۸۳۷۴/۳۶۱ ^{**}	۸۹۲۵۱/۲۹۴ ^{**}	۲/۹۰۲ ^{**}	۷۰۴/۱۹ ^{**}	۲ نیتروژن
۲۰۷۳۶۱۶/۱۴ ^{**}	۴۶۹۴/۸۳ ^{**}	۲۱۸/۵۷۲ [*]	۲/۹۳۷ [*]	۱۵۲/۰۸ ^{**}	۶ کلرمکوات کلراید × نیتروژن
۱۷۳۸۲/۰۹	۳۹/۸۲	۲۷/۶۸	۱/۰۷۹	۱۱۲/۲۳	۳۳ خطا
۸/۹۲	۶۷۲	۹/۴۲	۱۴/۴۵	۱۱/۱۳	- ضریب تغییرات (%)

^{ns}، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشند.

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر برهمکنش غلظت‌های مختلف کلرمکوات کلراید و نیتروژن بر خصوصیات بیوشیمیایی جو رقم ماکویی

کلرمکوات کلراید (میلی‌گرم در هکتار)	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد پروتئین (گرم در متر مربع)	درصد پروتئین	گلوکاتیون پراکسیداز (u/mg.protein)	کاتالاز (u/mg.protei)	سوپراکسید دیسموتاز (u/mg.protein)
	۵۰	۴۵/۳۴de	۱۰/۴۱b	۱۳۸/۵۱a	۱۷۷/۶۵a	۲۰۰۳/۲۷a
شاهد	۱۰۰	۵۱/۷cd	۱۱/۸۴a	۱۰۸/۲۱de	۱۴۴/۸۸de	۱۹۳۲/۹۶a
	۱۵۰	۵۶/۷۴b	۱۲/۰۹a	۱۲۰/۰۸c	۱۴۹/۴۸cd	۱۹۴۳/۳۶a
	۵۰	۴۵/۶۲e	۱۱/۵۲ba	۱۳۷/۳۲a	۱۷۱/۴۲ab	۱۸۹۲/۵ab
۵۰۰	۱۰۰	۵۱/۴۴cd	۱۱/۹۵a	۱۰۷/۰۳e	۱۳۸/۶۵defg	۱۸۲۲/۲۱ab
	۱۵۰	۵۷/۰۲b	۱۲/۲۱a	۱۱۸/۸۹c	۱۴۳/۲۵def	۱۸۳۲/۵۸b
	۵۰	۴۷/۷۵d	۱۱/۷۱a	۱۳۵/۵۷ab	۱۶۵/۳۳b	۱۶۲۶/۵۲c
۱۰۰۰	۱۰۰	۵۳/۵۷c	۱۲/۱۴a	۱۰۵/۲۸e	۱۳۲/۵۴fe	۱۵۵۶/۲۳c
	۱۵۰	۵۹/۱۴ab	۱۲/۳۹a	۱۱۷/۴۷cd	۱۳۷/۱۶efg	۱۵۶۶/۶۸cd
	۵۰	۵۲/۶۱۵c	۱۱/۸۹a	۱۳۴/۸۶ab	۱۵۹/۵۳bc	۱۵۵۵/۲۹cd
۱۵۰۰	۱۰۰	۵۷/۹۸b	۱۲/۳۲a	۱۲۶/۷۵bc	۱۲۶/۷۵g	۱۴۸۵/۱d
	۱۵۰	۶۳/۵۵a	۱۲/۵۷a	۱۳۱/۲۵ab	۱۳۱/۳۵fg	۱۴۹۵/۳۷d

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

بحث

است. عدم استفاده از کلرمکوات کلراید باعث کاهش غلظت کلروفیل و سطح برگ شده و در نهایت منجر به کاهش عملکرد در گیاه می‌شود. در این بین محتوای کلروفیل در برگ‌ها بسیار وابسته به میزان حضور نیتروژن در محیط ریشه است. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که نیتروژن می‌تواند سبب یک افزایش نسبی در میزان جذب عناصر غذایی گردد. از دیگر اثرات نیتروژن می‌توان به افزایش فعالیت متابولیک گیاه و تسریع در نقل و انتقال مواد در درون اندام‌های گیاهان اشاره کرد. Varvel و همکاران (۱۹۹۷) تأیید کردند که افزایش کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش میزان نسبی کلروفیل در ذرت می‌شود. Peng و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایشی روی برنج گزارش کردند که محتوای کلروفیل در اثر کاربرد کود نیتروژن افزایش یافت و همبستگی بالایی را با کلروفیل برگ نشان داد. Molodi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش

کلرمکوات کلراید با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید از تشکیل آن در میان گره‌های ساقه جلوگیری کرده و در نتیجه کم کردن سرعت رشد طولی میانگره‌ها مانع از خوابیدگی ساقه می‌شود (Mirzaii Abdolyosef et al., 2011). از نتایج حاصل این طور بر می‌آید که نیتروژن یک عنصر تعیین کننده در تغذیه، رشد گیاه و عملکرد آن محسوب می‌شود، به طوری 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. هم‌چنین محلول پاشی کلرمکوات کلراید به میزان ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار باعث افزایش میزان کلروفیل برگ به میزان ۴۴/۷۳ درصد نسبت به شرایط عدم استفاده از کلرمکوات کلراید ۳۳/۸ درصد شده

پی‌پی‌ام با میانگین ۳۱ و تیمار شاهد با میانگین ۲۶/۵ اختصاص داشت. کلرمکوات کلراید با انتقال مواد فتوسنتزی کافی به دانه‌ها در پر شدن آن‌ها و افزایش وزن دانه‌ها نقش به‌سزایی دارند. به‌علاوه میزان مواد فتوسنتزی و ذخیره کربوهیدرات‌ها، افزایش یافته و مقدار حرکت مواد پرورده به دانه‌ها هم افزایش می‌یابد. که نتایج پژوهش‌های Shekoofa و Emam (۲۰۰۸) با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. Sharifi Seyed و Hokmalipour (۲۰۱۴) نتیجه گرفتند، کمبود نیتروژن باعث کاهش تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه شد. در بررسی حاضر، غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید، می‌تواند به دلیل میزان فتوسنتز بیشتر و توزیع بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها باشد. که به نظر می‌رسد تأثیر کاربرد تنظیم‌کننده 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. کاهش عملکرد دانه در صورت عدم استفاده از کلرمکوات کلراید و مقادیر کود نیتروژن نیز توسط سایر محققین در مورد گیاهان کتان روغنی و گندم (Movahhedi Dehnavi et al., 2010) گزارش شده است. نتایج به دست آمده از بررسی‌های Gardner (۲۰۰۷) نشان داد که محلول‌پاشی سایکوسل موجب کاهش رشد رویشی گیاه و افزایش طول دوره زایشی و پرشدن دانه شده و در نتیجه موجب افزایش وزن صد دانه می‌گردد. سایکوسل با انتقال مواد فتوسنتزی کافی به دانه‌ها در پر شدن آن‌ها و افزایش وزن دانه‌ها نقش به‌سزایی دارند. یافته‌های این آزمایش با نتایج Khalilzadeh و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد. یکی از عوامل لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، تامین شرایط مطلوب برای تولید بهینه مواد فتوسنتزی می‌باشد که تولید این مواد تحت تأثیر

نمودند که کمبود نیتروژن از طریق پائین آوردن LAI و نیز به هم خوردن سنتز و تخریب پروتئین، پیری زودرس برگ‌ها را سبب می‌گردد و به‌خصوص با اثر بر روی روبیسکو بر فرآیند فتوسنتز گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. رشد و نمو گیاهان تحت تأثیر فرآیندهای مختلف فیزیولوژیک و بیوشیمیایی از قبیل فتوسنتز، تنفس، انتقال مواد، جذب یون و متابولیسم مواد غذایی قرار می‌گیرد که این فرآیندها رابطه مستقیم با میزان آب قابل دسترس و تداوم آن دارد (Ahmadpour et al., 2016). افزایش مصرف میزان کود نیتروژن سبب کاهش محتوی نسبی آب برگ به دلیل کاهش پتانسیل آب برگ می‌گردد. هم‌چنین محلول پاشی کلرمکوات کلراید به میزان ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار باعث افزایش محتوی آب نسبی نسبت به شرایط عدم استفاده از کلرمکوات کلراید شده است. از نتایج به‌دست آمده چنین به نظر می‌رسد که غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید عامل افزایش تعداد سنبله در واحد سطح و نهایتاً افزایش تعداد دانه در سنبله باشد. نتایج تحقیقات Taghizadeh و Seyed Sharifi (۲۰۱۱) نشان داد که، 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، سنبله‌های توپر و عملکرد یک همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت به‌طوری که با افزایش تعداد دانه در سنبله عملکرد دانه نیز افزایش یافت. Pirasteh-Anoshe و Emam (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 ۱۴ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود. Mojadam و همکاران (۲۰۱۶) اعلام نمودند که از بین تیمارهای مختلف سایکوسل بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله، به تیمار ۳۰۰۰

دارد. نتایج تحقیقات مؤید این است که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تیمارهای عدم استفاده از کلرمکوات کلراید و سطوح پایین نیتروژن وجود دارد. که نشان دهنده این است که در صورت عدم استفاده از کلرمکوات کلراید و کاهش کود نیتروژن مقدار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسید دیسموتاز، گلووتاتیون پراکسیداز و کاتالاز) افزایش می‌یابد. در بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی نتایج به‌صورت کلی نشان داد که استفاده از سایکوسل و کود نیتروژنه از طریق کاهش فشار ناشی از سطوح پایین نیتروژن سبب افزایش مقاومت به عوامل محیطی می‌گردد. به عبارتی می‌توان گفت استفاده از سایکوسل و کودها سبب حفظ سلول در شرایط طبیعی می‌گردد. افزایش گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن، در غلظت‌های پایین به‌عنوان پیک ثانویه در مسیرهای ترانسسانی علامت برای پاسخ سلول‌ها به تنش عمل می‌کنند اما در غلظت‌های بالا موجب اکسید شدن لیپیدها، تغییر ساختار غشا، تخریب سیستم‌های نوری فتوسنتزی و رنگدانه‌ها، می‌شود (Bahadoran et al., 2015). Logan و همکاران (۱۹۹۹) اعلام کردند نیتروژن تأثیر زیادی بر فعالیت آنزیم‌های درگیر در فتوسنتز همانند ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز دارد. در صورت نبود نیتروژن کافی از فعالیت ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز کاسته و بر میزان انتقال الکترون در مسیر احیاء نوری اکسیژن از طریق واکنش مهلر در درون کلروپلاست افزوده می‌شود. این امر در نهایت تولید اکسیژن فعال را بالا می‌برد. در این شرایط انتظار می‌رود بر فعالیت ترکیبات آنزیمی و غیرآنزیمی آنتی‌اکسیدان در برگ‌های گیاهان افزوده شود. در مقابل Lin و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند افزایش مصرف و بکارگیری نیتروژن سبب بالا رفتن میزان تولید آنزیم‌های SOD، POD، CAT، APX در گیاه *Populus yunnanensis* شد. Ahmadpour و همکاران

میزان نیتروژن موجود در گیاه و لازم برای فعالیت‌های متابولیکی، قرار دارد (Beheshti and Behboodi, 2010). Yusefzadeh و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش نمودند که با افزایش سطوح نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد. به نظر می‌رسد، افزایش توزیع مجدد نیتروژن در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و برهمکنش آن با کاهش طول دوره پر شدن دانه در اثر برخورد با گرمای انتهای فصل باعث افزایش معنی‌دار تیمار کودی مذکور نسبت به کود ۵۰ کیلوگرم در هکتار شد. محلول پاشی با غلظت بالای سایکوسل گرچه موجب کند شدن رشد گیاه می‌گردد ولی می‌تواند میزان گلچه‌های بارور و عملکرد دانه را افزایش دهد، ضمن آنکه تیمار سایکوسل ظرفیت فتوسنتزی و تخصیص مواد فتوسنتزی را به مخازن افزایش می‌دهد (Wang al., Mojadam و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که بیشترین درصد پروتئین دانه جو با میانگین ۱۳ درصد مربوط به تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام و کمترین با میانگین ۱۲ درصد به تیمار شاهد تعلق داشت. نتایج مشابه توسط Bly و Woodward (۲۰۰۳) گزارش شده است. به نظر می‌رسد پروتئین دانه در صورت عدم استفاده از کلرمکوات کلراید نسبت به استفاده از کلرمکوات کلراید با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شده که این امر باعث کاهش عملکرد پروتئین دانه در هر سه سطح کود نیتروژن شد. Modhej و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که میانگین عملکرد پروتئین دانه گندم در شرایط بهینه و تنش گرمای انتهایی فصل به ترتیب ۴۹/۶ و ۴۴/۹ گرم در متر مربع بود. بنابراین عملکرد پروتئین دانه در شرایط تنش نسبت به شرایط بهینه ۹ درصد کاهش یافت. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج (Radmehr et al., 2005) مطابقت

مصرف میزان غلظت کلرمکوات کلراید و فراهمی نیتروژن موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوکاتایون پراکسیداز شده است. به‌طور کلی، در این پژوهش بیشترین میزان کلروفیل، محتوای رطوبت نسبی، اجزای عملکرد، عملکرد و درصد پروتئین از کاربرد تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم در هکتار کلرمکوات کلراید و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، کاربرد کندکننده رشد کلرمکوات کلراید به‌منظور کنترل رشد رویشی، کاهش اثرات تنش‌های محیطی و در نتیجه افزایش عملکرد محصول جو رقم ماکویی در منطقه اردبیل قابل توصیه است.

References

- Agarwal, S., Sairam, R.K., Srivatava, G.C. and Meena, R.C. (2005).** Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. *Biologia Plantarum*. 49(4): 541-550.
- Ahmadpour, R., Hosseinzadeh, S.R. and Chashiani, S. 2016.** Study of root morpho-physiological and biochemical characteristics of lentil (*Lens culinaris* Medik.) in response to moisture stress. *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research (Plant Sciences Research)*. 11(43): 39-51. (In Persian with English abstract).
- Akbari, V., Jalili Marandi, R., Khara, J. and Farrokhzad, A.R. (2015).** The response two varieties of olive Mary and Mission to CCC treatment under drought stress. *Iranian Horticultural Science* 46(2): 213-223 [in Persian with English abstract].
- Bahadoran, M., Abrishamchi, P., Ejtehadi, H. and Ghassemzadeh, F. (2015).** Study on some physiological characteristics of *Salsola richteri* in drought condition in the two desert regions of the South Khorasan province. *Plant Biology*. 7(24): 1-14. (In Persian with English abstract).

(2016) گزارش نمودند که در ۴ رقم گیاه عدس (گچساران، کیمیا، زیبا و رباط) تنش رطوبتی (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی) منجر به افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در مقایسه با شرایط بدون تنش شد. نتایج بدست آمده از این پژوهش با تحقیقات Agarwal و همکاران (۲۰۰۵) بر روی گندم، Chen و همکاران (۲۰۰۰) بر روی ذرت مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که کلرمکوات کلراید با کاهش رشد رویشی، موجب اختصاص هر چه بیشتر مواد فتوسنتزی جهت پر شدن دانه‌ها و افزایش عملکرد دانه گردید. هم‌چنین افزایش

- Beauchamp, C. and Fridovich, I. (1971).** Superoxide dismutase: improved assays and applicable to acryl amide gels. *Annual Review of Biochemistry*. 44: 276-287.
- Beheshti, A. 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.
- Bly, A.G. and Woodward, H.J. (2003).** Foliar nitrogen application timing: Influence on grain yield and grain protein concentration of hard red spring wheat. *Agronomy Journal* 95: 335-338.
- Burton, J.D., Pedersen, M.K. and Coble, H.D. 2008.** Effect of cyclanilide on auxin activity. *Journal of Plant Growth Regulation* 27: 342-352.
- Chandlee, J.M. and Scandalios, J.G. (1984).** Analysis of variants affecting the plants. *Plant Nutrition Soil Science*. 168: 541-549.
- Chen, W.P., Li, P.H. and Chen, T.H.H. (2000).** Glycinebetaine increases chilling tolerance and reduces chilling induced lipid peroxidation in *Zea mays* L. *Plant Cell Environment*. 23: 609-618.
- Dat, J., Vandenabeele, S., Vranova, E., Van Montagu, M., Inze, D. and Van Breusegem, F. (2000).** Dual action of the

- active oxygen species during plant stress responses. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 57: 779-795.
- Dixon, D.P., Cummins, I., Cole, D.J. and Edwards, R. (1998).** Glutathione-mediated detoxification systems in plants. *Current Opinion in Plant Biology*. 1: 258-266.
- 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 Res.* 27: 75-85.
- 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 of Food Agriculture Environment*. 5: 359-362.
- Espidkar, Z., Yarnia, M., Ansari, M., Mirshekari, B. and Asadi Rahmani, H. (2016).** Effect of mycorrhiza fungi on ecophysiological characteristics of barley cultivars in response to inoculation with different strains of *Pseudomonas* fluorescence under rain fed conditions. *Crop Physiology Journal*. 8(30): 21-38. (In Persian with English abstract).
- Hamrahi, S., Habibi, D., Madani, H. and Mashhadi Akbar Boojar, M. (2008).** Effect of cycocel and micronutrients on antioxidants rates as indices of drought resistance of rapeseed. *New Finding Agriculture*. 2(3): 316-329. (In Persian with English abstract).
- Hatamvand, M., Hasanloo, T., Dehghan Nayeri, F., Shiranirad, A.H., Ali Tabatabaei, S. and Mohammad Hosseini, S. (2015).** Evaluation of some physiological and biochemical indices of canola in response to drought stress. *Environmental Stresses in Crop Science*. 7(2): 173-185. (In Persian with English abstract).
- Hokmalipour, S. and Seyed Sharifi, R. (2014).** Effect of Seed Inoculation with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Affected by Different Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on the Yield and Some Physiological Parameters of Barley. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12(4): 822-833. (In Persian with English abstract).
- Holy, M.C. (1972).** Indole acetic acid oxidase: a dual catalytic enzyme. *Plant Physiology*. 50: 15-18.
- Jiriae, M., Sajedi, N.A., Madani, H. and Sheikhi, M. (2009).** Effect of PGPR and water deficit on agronomical traits of wheat (cv. Shahriar). *Scientific Journal Database*. 3(4): 333-343. (In Persian with English abstract).
- Khalilzadeh, R., Seyed Sharifi, R. and Jalilian, J. (2016).** Antioxidant status and physiological responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) to cycocel application and bio fertilizers under water limitation condition. *Journal of Plant Interaction*. 11(1): 130-137.
- Lin, T., Zhu, X. and Zhang, F. (2012).** The Interaction effect of cadmium and nitrogen on *Populus yunnanensis*. *Journal Agriculture Science*. 4 (2):125-134.
- Logan, B.A., Demmig-Adams, B., Rosenstiel, T.N. and Adams, W.W. (1999).** Effect of nitrogen limitation on foliar antioxidants in relationship to other metabolic characteristics. *Planta*. 299: 213-220.
- Merajipour, M., Movahhedi Dehnavi, M., Baluchi, H. and Merajipour, M. (2014).** Effect of cycocel on safflower seed yield and oil at different levels of nitrogen and plant density. *Crop Production*. 6(3): 163-180. (In Persian with English abstract).
- Mirzaii Abdolyosefi, A.A., Jafari Haghghi, B. and Emam, Y. (2011).** Effect of planting density and chlormequat chloride on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* var Cross Azadi). *Journal of Plant Physiology*. 3(8): 1-15. (In Persian with English abstract).
- Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Aynehband, A. and Normohamadi, G. (2008).** Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. *International Journal of Plant Production*. 2(3): 257-268. (In Persian with English abstract).
- Mojadam, M., Sakinezhad, T., Shokoohfar, A. and Esmailipour, N. (2016).** Effect of plant density and cycocel on quantitative characteristics and protein barley cultivar south. *Crop Physiology*

- Journal. 8(29): 121-135. (In Persian with English abstract).
- Molodi, A., Ebadi, A. and Davari, M. (2015).** Effect of nitrogen application on dry matter and nitrogen remobilization of spring barley under water deficit conditions. *Crop Production*. 8(3): 95-114. (In Persian with English abstract).
- Movahhedi Dehnavi, M., Ranjbar, M., Yadavi, A.R. and Kavusi, B. (2010).** Effect of cycocel on proline, soluble sugars, protein, oil and fatty acids of *Linum Usitatissimum* L plants under drought stress in a pot trial. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*. 2(3): 129-138. (In Persian with English abstract).
- Peng, S., Sanico, A.L., Grrcia, F.V., Laza, R.C., Visperas, R.M., Descalsota, J.P. and Cassman, K. (1999).** Effect of leaf phosphorus and potassium concentration on chlorophyll meter reading in rice. *Plant Prodction. Science*. 2: 227-231.
- Pirasteh-Anosheh, H. and Emam, Y. (2012).** Yield and yield components responses of bread and wheat to PGRs under stress conditions in field and greenhouse. *Environmental Stress in Crop Science*. 5: 1-18.
- 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.
- Rajala, A. 2004.** Plant growth regulators to manipulate oat stands. *Agriculture and food Science in Finland*. 13:186-197.
- Seyed Sharifi1, R. and Namvar, A. (2016).** Plant density and intra-row spacing effects on phenology, dry matter accumulation and leaf area index of maize in second cropping. *Biologija*. 62(1): 46-57.
- Sharif, S., Saffari, M. and Emam, Y. (2007).** The effect of drought stress and cycocel on barley yield (Cv. Valfajr). *Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*. 10 (4) :281-291. (In Persian with English abstract).
- 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.
- Sivritepe, N., Sivritepe, H.O. and Turkben, C. (2008).** Determination of moisture content in grape seeds. *Seed Science and Technology*. 36: 198-200.
- Subedi, K.D., Ma, B.L. and Xue, A.G. (2007).** Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science*. 47:36-44.
- Taghizadeh, R. and Seyed Sharifi, R. (2011).** Effect of nitrogen fertilizer on yield attributes and nitrogen use efficiency in corn cultivars. *Journal of Water and Soil Science*. 15(57): 209-217. (In Persian with English abstract).
- Varvel, G.E., Schepers, J.S., and Francis, D.D. (1997).** Ability for in season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. *Soil Science Journal*. 61: 1233-1239.
- Verma, K.K., Singh, M., Gupta, R.K. and Verma, C.L. (2014).** Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence, antioxidant enzymes and growth responses of *Jatropha curcas* during soil flooding. *Turkish Journal of Botany*. 38: 130-40.
- Voltas, J., Romagosa, I. and Araus, J. L. (1997).** Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduction barley under Mediterranean conditions. *Field Crops Research*. 52: 117-126.
- Wang, H., Li, Q., Liu, H.S. and Xiao, L.T. (2009).** Chlorocholine chloride application effects on photosynthetic capacity and photoassimilates partitioning in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Scientia Horticulturae*. 119: 113-116.
- Yusefzadeh, M. Daneshvar, M. Shahrvasvand, S. and Sorkhe, H. (2013).** The effects of ethephon and nitrogen fertilizer on yield and yield components of sweet sorghum. *Scientific Journal Database*. 44(2): 199-207. (In Persian with English abstract).