

اثر کاربرد ماده ضدتعلق آترازین بر بهبود صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط دیم

حمید باقری^{۱*}، بابک عندلویی^۲ و محمدرضا عظیمی مقدم^۲

(E-mail: mjhamid62@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۷ و تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۷/۱۵

چکیده

به منظور امکان بهبود صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ با کاربرد ماده ضدتعلق در شرایط دیم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان میانه (استان آذربایجان شرقی) در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد که در آن آترازین به عنوان ماده ضدتعلق در چهار سطح صفر (شاهد)، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و سه زمان استفاده (ساقه‌روی، گلدهی و دانه‌بندی) به صورت محلول‌پاشی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین تیمارها از نظر تمامی صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. محلول‌پاشی ۸۰ و ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین به‌ویژه در مرحله گلدهی با ایجاد شرایط مناسب نظیر کاهش دمای کانوپی، افزایش سرعت فتوسنتز و محتوای کلروفیل، موجب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به شرایط تنش در کاشت دیم شد. محلول‌پاشی با مقدار ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار نه تنها موجب بهبود رشد نشد، بلکه به عنوان یک عامل جلوگیری‌کننده رشد عمل نمود. بیشترین و کمترین تعداد غوزه بارور در بوته، تعداد دانه در غوزه و همچنین عملکرد دانه به‌ترتیب از محلول‌پاشی در زمان گلدهی با مقدار ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و زمان ساقه‌روی با مقدار ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین به‌دست آمد.

کلمات کلیدی: آترازین، دمای کانوپی، سرعت فتوسنتز، کلروفیل، گلرنگ

۱ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان - ایران (نویسنده مسئول مکاتبات)*

۲ - استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان - ایران

مقدمه

ارزش و اهمیت غذایی دانه‌های روغنی از نظر تأمین کالری و انرژی موردنیاز انسان و دام در بین محصولات زراعی، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (۵). باتوجه به افزایش جمعیت جهان در سال‌های اخیر و نیاز روزافزون بشری به‌ویژه نیاز به فرآورده‌های دانه‌های روغنی در کشورمان، کاربرد روش‌های صحیح زراعی برای افزایش عملکرد از اهمیت بالایی برخوردار است. (۳). تنوع آب و هوایی در ایران، کشت بسیاری از دانه‌های روغنی با کیفیت خوب و ارزش اقتصادی بالا را امکان‌پذیر ساخته است، اما با وجود تولید دانه‌های روغنی در داخل کشور، بخش عمده‌ای از روغن‌های خوراکی مورد استفاده از خارج کشور تأمین می‌گردد (۴ و ۱۳).

از بین دانه‌های روغنی سازگار با آب و هوای ایران، گلرنگ دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشد و سازگاری خوبی در مناطق دارای کمبود آب دارد. این گیاه بومی کشور ایران بوده و به‌دلیل ویژگی‌های مطلوب و خاص نظیر استفاده‌های دارویی و غذایی از گل‌های آن، تولید روغن نباتی با کیفیت بالا به دلیل وجود بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع خصوصاً لینولئیک و اولئیک، تولید کنجاله به عنوان مکمل غذایی مناسب برای دام، مقاومت نسبتاً زیاد آن نسبت به تنش‌های محیطی (نظیر خشکی، شوری و سرمای زمستانه) از اهمیت خاصی برای تأمین دانه‌های روغنی موردنیاز کشور برخوردار است (۲).

تأمین بخشی از روغن موردنیاز کشور و کاهش هزینه‌های سنگین در این رابطه با گسترش کشت گلرنگ در اراضی دیم امکان‌پذیر است، اما گیاهان معمولاً به‌دلیل تغییرات دائم عوامل محیطی طی چرخه زندگی خود به‌خصوص در مناطق دیم، مجبور به تجربه نواسانات آب هستند و در طی مراحل رشد خود با کمبودهای متفاوت آب خاک با شدت، فراوانی و با زمان‌های مختلف وقوع مواجه‌اند (۱۴، ۳۱ و ۳۲). از بین تنش‌های غیرزنده، خشکی از لحاظ وقوع، شدت، طول دوره و زمان آن در رابطه با فنولوژی گیاه بسیار غیرقابل پیش‌بینی است (۲۲). خشکسالی و تنش حاصل از آن، یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو می‌سازد و بازده استفاده از

مناطق خشک و دیم را کاهش می‌دهد (۱۲). ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در گروه مناطق خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد. بالا بودن میزان تبخیر و تعرق، محدودیت منابع آبی و سایر عوامل، باعث توجه بیشتری به مطالعه در مورد اثرات تنش خشکی شده است (۱۸). ویژگی‌هایی که تحت تأثیر تنش آبی قرار می‌گیرند، به‌طور عمده شامل فتوسنتز، محتوای نسبی آب، راندمان استفاده از آب و دمای کانوپی می‌باشند (۲۴). سرعت فتوسنتز تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد که مقدار این تأثیر به میزان خشکی و مدت زمان اعمال آن بستگی دارد که کاهش سرعت فتوسنتز در اثر تنش خشکی، در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها و یا نتیجه خسارت به دستگاه فتوسنتزی است (۱۷ و ۲۱). از بارزترین واکنش‌های گیاهان نسبت به عامل تنش‌زا افت فتوسنتز بر اثر اختلال در فعالیت فتوسیستم دو می‌باشد (۸).

در این بین، کاربرد مواد ضدتعرق یک ابزار نویدبخش برای تنظیم تعرق در حفظ آب گیاه در حد مطلوب است که استراتژی‌هایی مانند استفاده از مواد ضدتعرق، پتانسیل تنظیم تعرق را دارد (۲۳ و ۲۶). آترازین در دز بالاتر به عنوان علف‌کش و در دز پایین‌تر به عنوان ماده ضدتعرق استفاده می‌شود (۱۰). در پژوهشی، اثر کاربرد ماده ضدتعرق پینولن، بر رابطه فتوسنتز و آب در گیاه فلفل شیرین مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در اثر مصرف این ماده ضدتعرق، سرعت فتوسنتز افزایش یافت. همچنین ماده ضدتعرق موجب بهبود مقاومت گیاه فلفل شیرین به خشکی می‌شود (۲۳). نتایج آزمایش انجام شده بر افزایش عملکرد گندم دیم با استفاده از ماده ضدتعرق لایه‌ای (دی‌فیل متان^۱) نشان داد که کاربرد ماده ضدتعرق در مرحله ظهور گل‌آذین تا گل‌شکفتگی موجب کاهش عملکرد شد، اما استفاده در مرحله ظهور برگ پرچم موجب افزایش عملکرد گردید. همچنین این ماده موجب تخفیف اثر منفی تنش خشکی بر عملکرد دانه گردید (۲۸). طی آزمایشات انجام گرفته روی گیاه سیب‌زمینی تحت شرایط بدون تنش آب، استفاده از مواد ضدتعرق موجب افزایش عملکرد غده گردید (۲۰). نتایج تحقیق صورت گرفته بر اثر کاربرد ماده ضدتعرق آترازین (صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰

پوشانده شدند. در این آزمایش، از رقم سینا، اولین رقم معرفی شده گیاه گلرنگ در کشور برای مناطق دیم استفاده شد و بذور از مؤسسه تحقیقات دیم کشور تهیه گردید. بعد از سبز شدن در مرحله سه تا چهاربرگی، عملیات تنک به صورت دستی انجام شد تا تراکم $33/33$ بوته در مترمربع (۳۰ و ۱۰ سانتی متر به ترتیب فاصله بین ردیف و روی ردیف) حاصل گردد.

برای انجام آزمایش از آترازین با فرمولاسیون پودر و تابل ۸۰ درصد^۱ استفاده گردید. در مراحل موردنظر، برای محلول پاشی مقادیر مورد تحقیق تهیه شد و محلول پاشی با سمپاش دستی در هنگام غروب آفتاب انجام گرفت. محلول پاشی به نحوی صورت گرفت که روی تمام سطح برگ (سطح بالا و پایین برگ) با ماده ضدتعرق خیس و قطرات محلول جاری شد. در پایان فصل رشد، تعداد ۱۵ بوته از هر واحد آزمایش به صورت تصادفی انتخاب شد و برای اندازه گیری صفات، تعداد غوزه بارور و تعداد دانه در غوزه مورد استفاده قرار گرفت. وزن هزاردانه نیز با ترازوی دیجیتالی با دقت $0/001$ گرم اندازه گیری شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، یک ردیف از دو طرف و $0/5$ متر از بالا و پایین کرت ها به عنوان اثر حاشیه حذف و از سطح $3/5$ مترمربع برای اندازه گیری عملکرد دانه استفاده شد. برای اندازه گیری سرعت فتوسنتز، یک هفته بعد از محلول پاشی مقادیر در زمان های مورد تحقیق، دومین برگ انتهایی از شاخه اصلی درون اتاقک اندازه گیری عملکرد دانه استفاده شد. برای که سطح فوقانی برگ به طرف بالا قرار گیرد، تا نور کافی دریافت کند. اندازه گیری در ساعت ۱۱ صبح و در شدت نور $1400-1200$ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه انجام شد (۲۵). در نهایت داده های اصلی سرعت فتوسنتز براساس میکرومول دی اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه با استفاده از دستگاه فتوسنتز متر ایرگا (مدل LCI. ADC.Co.UK) با میان گیری از سه قرائت گزارش گردید.

برای تعیین محتوای کلروفیل، یک هفته بعد از محلول پاشی در مراحل مختلف، نمونه هایی از بوته ها (دومین برگ انتهایی شاخه اصلی) تهیه شد و سریعاً داخل فویل و

میلی گرم در لیتر) بر مقدار محصول ارقام سیب زمینی تحت شرایط خشکی در کرمان نشان داد که مصرف ۱۰۰ میلی گرم در لیتر آترازین موجب افزایش محصول شد، اما مقدار ۱۵۰ میلی گرم در لیتر آترازین باعث کاهش محصول گردید (۱). مطالعات صورت گرفته بر، اثر کاربرد مواد ضدتعرق (آترازین، پارافین، موم و پارافین + موم) روی ذرت نشان داد که مواد ضدتعرق موجب افزایش ارتفاع ساقه، تعداد گره در بوته، طول میان گره ها و قطر ساقه ها شد و این اختلاف نسبت به شاهد در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. از بین مواد ضدتعرق مورد استفاده، آترازین بهترین تأثیر را بر صفات مورد مطالعه نشان داد (۱۰).

هدف از انجام تحقیق حاضر، امکان بهبود صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ توسط ماده ضدتعرق آترازین در شرایط دیم منطقه میانه می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در مزرعه مرکز خدمات جهاد کشاورزی گرمورد واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان میانه با میانگین سالیانه بارندگی $288/5$ میلی متر واقع در طول جغرافیایی 37° و $51'$ شرقی و عرض جغرافیایی 37° درجه و $30'$ شمالی با ارتفاع 1093 متر از سطح دریا طی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به اجرا درآمد. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی انجام شد که در آن آترازین به عنوان ماده ضدتعرق با چهار سطح صفر (شاهد)، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و در سه زمان استفاده به صورت محلول پاشی (ساقه روی، گلدهی و دانه بندی) در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. زمین مورد آزمایش در سال قبل تحت آیش قرار داشت. عملیات تهیه بستر بذر شامل شخم پاییزه در سال ۱۳۸۹ با استفاده از گاواهن قلمی انجام شد. باتوجه به نتایج حاصل از تجزیه خاک، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل قبل از کاشت و ۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره در هنگام کاشت مصرف شد، شخم سطحی با گاواهن پنجه غازی و ماله کشی در اواخر زمستان سال ۱۳۸۹ قبل از کاشت انجام پذیرفت. در اواخر زمستان بعد از تسطیح زمین و اجرای نقشه کاشت، بذور به صورت دستی در داخل شیارهایی به عمق چهار سانتی متر کشت و سپس با خاک نرم

با نرم‌افزار SPSS (ver. 17, SPSS Inc., USA) انجام شد و برای ترسیم شکل‌ها از نرم‌افزار MS Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرات تیمارها بر صفات مورد مطالعه و همچنین مقایسه میانگین صفات به ترتیب در جدول‌های (۱) و (۲) آمده است.

سرعت فتوستتزر

اثر متقابل زمان \times مقدار محلول‌پاشی آترزین بر سرعت فتوستتزر، اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۱). زمان گلدهی در غلظت ۱۲۰ گرم در هکتار آترزین بیشترین سرعت فتوستتزر را با ۲۰/۱ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه و زمان دانه‌بندی در غلظت ۱۶۰ گرم در هکتار آترزین کمترین سرعت فتوستتزر را با ۳/۰۹۹ میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه به خود اختصاص دادند (جدول ۲). افزایش سرعت فتوستتزر بر اثر کاربرد مواد ضدتعرق توسط برخی محققین نیز اعلام شده است (۲۳ و ۲۹). ماده ضدتعرق باعث جلوگیری از انسداد بیش از حد روزنه‌ها نسبت به شرایط تنش خشکی که گیاهان روزنه‌های خود را به حالت کاملاً بسته نگه می‌دارند، می‌شود و همین عامل باعث افزایش سرعت و فعالیت فتوستتزر می‌باشد (۷).

درون نیتروژن مایع گذاشته شدند تا هر گونه واکنش متوقف شده و از تجزیه کلروفیل جلوگیری شود. سپس نمونه‌ها داخل یخچال ۸۰- درجه سلسیوس انتقال داده شدند. در نهایت برای اندازه‌گیری محتوای کلروفیل از روش ارائه شده توسط میدنر استفاده شد (۳۴).

جهت اندازه‌گیری دمای کانوپی از دستگاه دماسنج مادون قرمز (Infra-red thermometer, Model 8889) استفاده شد. برای اندازه‌گیری این صفت، یک هفته بعد از محلول‌پاشی دو بار در ساعات ۱۰-۱۱ صبح و دیگری ساعات ۱۵-۱۳/۳۰ بعد از ظهر اقدام به اندازه‌گیری دمای کانوپی گردید (۳۷ و ۴۰). تعداد اندازه‌گیری از هر کرت ۱۰ مرتبه بود که با میانگین‌گیری دمای کانوپی هر کرت محاسبه شد. برای اندازه‌گیری دمای هوا، یک دماسنج معمولی در ارتفاعی حدود ارتفاع پوشش گیاهی (۱/۵ متری بالای کانوپی) در مزرعه کار گذاشته شد (۳۹). سپس اختلاف دمای کانوپی با دمای محیط برای هر کرت با استفاده از معادله زیر به دست آمد (۴۳):

دمای محیط - دمای برگ = اختلاف دمای کانوپی با دمای محیط (۱)

برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (دانکن پنج درصد) از نرم‌افزار MSTAT-C (ver. 2.10, The Crop and Soil Sciences Department of Michigan State University, USA) استفاده شد. محاسبه همبستگی صفات

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثر زمان و مقدار محلول‌پاشی آترزین بر صفات مورد مطالعه و عملکرد دانه گلرنگ رقم 'سینا'

| منابع تغییرات | درجه آزادی | سرعت فتوستتزر | کلروفیل a | کلروفیل b | محتوای کلروفیل a و b | اختلاف دمای کانوپی با محیط (۱) |
|--------------------------------|------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|
| بلوک | ۲ | ۰/۹۹ ^{ns} | ۰/۰۶ ^{ns} | ۰/۴۳ ^{ns} | ۴/۱۰ ^{ns} | ۱۵/۳۰ ^{ns} |
| مقدار محلول‌پاشی | ۳ | ۱۶۱/۱۰ ^{**} | ۷/۹۰ ^{**} | ۰/۰۴ ^{ns} | ۳۲/۵۵ ^{**} | ۲۱۷/۹۹ ^{**} |
| زمان محلول‌پاشی | ۲ | ۹۲/۳۸ ^{**} | ۴/۲۴ ^{**} | ۲۳/۰۴ ^{**} | ۲۸/۸۷ ^{**} | ۱۳۷/۷۱ ^{**} |
| مقدار \times زمان محلول‌پاشی | ۶ | ۵۶/۹۷ ^{**} | ۵/۰۹ ^{**} | ۱۴/۵۶ [*] | ۳/۵۵ ^{ns} | ۶/۷۶ ^{ns} |
| خطای آزمایشی | ۲۲ | ۱۳/۳۳ | ۰/۴۶ | ۳/۹۷ | ۴/۱۲ | ۸/۳۶ |
| ضریب تغییرات (%) | | ۱۴/۱۴ | ۱۲/۱۰ | ۱۳/۹۲ | ۱۹/۵۷ | ۱۲/۶۴ |

^{*}، ^{**} و ^{ns} - به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

ادامه جدول ۱

| منابع تغییرات | درجه آزادی | اختلاف دمایی کانوبی (۲) | تعداد غوزه بارور | تعداد دانه در غوزه | وزن هزار دانه | عملکرد دانه |
|-------------------------|------------|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| | | | | | | |
| بلوک | ۲ | ۱۴/۲۰ ^{ns} | ۱/۹۹ ^{**} | ۳/۱۴ ^{ns} | ۸۹/۴۹ [*] | ۹۹۵۷۵/۰۵ ^{**} |
| مقدار محلول پاشی | ۳ | ۳۰۲/۴۲ ^{**} | ۱۷/۹۲ ^{**} | ۱۵۷/۳۴ ^{**} | ۲۱/۱۵ ^{ns} | ۸۴۵۱۲۵/۰۷ ^{**} |
| زمان محلول پاشی | ۲ | ۱۴۲/۳۱ ^{**} | ۱۱/۱۶ ^{**} | ۷۹/۰۸ ^{**} | ۴/۰۱ ^{ns} | ۳۲۴۹۸۷/۷۳ ^{**} |
| مقدار × زمان محلول پاشی | ۶ | ۵/۲۵ ^{ns} | ۶/۷۸ ^{**} | ۶۳/۱۵ ^{**} | ۱۳۵/۴۲ ^{**} | ۶۵۴۷۱۲/۴۶ ^{**} |
| خطای آزمایشی | ۲۲ | ۷/۲۵ | ۰/۲۲ | ۴/۱۳ | ۲۵/۶۲ | ۵۵۲/۰۸ |
| ضریب تغییرات (%) | | ۱۱/۵۴ | ۸/۵۸ | ۱۱/۷۰ | ۱۳/۶۴ | ۱۰/۳۵ |

*، ** و ns - به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی دار

جدول ۲ - مقایسه میانگین اثر متقابل مقدار و زمان محلول پاشی بر صفات مورد مطالعه و عملکرد دانه گلرنگ رقم 'سینا'

| تیمار | سرعت فتوسنتز (میکرومول CO ₂ بر متر مربع بر ثانیه) | محتوای کلروفیل a (میلی گرم بر گرم) | محتوای کلروفیل b (میلی گرم بر گرم) | تعداد غوزه بارور | تعداد دانه در غوزه | وزن هزار دانه (گرم) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| a ₀ b ₀ | ۴/۸۸ ± ۱/۶۰ ^{ef} | ۰/۰۵ ± ۰/۰۰۶ ^d | ۰/۰۱۵ ± ۰/۰۱۱ ^e | ۴/۳۸ ± ۰/۳۸ ^{ef} | ۱۵/۳۳ ± ۱/۷۳ ^{de} | ۲۳/۰۳ ± ۰/۸۰ ^{cd} | ۵۱۵/۴۰ ± ۴۰/۲۵ ^f |
| a ₀ b ₁ | ۵/۹۹ ± ۱/۶۴ ^e | ۰/۰۶ ± ۰/۰۰۸ ^d | ۰/۰۱۷ ± ۰/۰۰۲ ^e | ۴/۴۵ ± ۰/۴۲ ^{ef} | ۱۵/۶۳ ± ۱/۶۷ ^{de} | ۲۲/۹۰ ± ۰/۶۵ ^{cd} | ۵۳۰/۸۷ ± ۶۰/۳۵ ^f |
| a ₀ b ₂ | ۶/۷۸ ± ۲/۳۷ ^e | ۰/۰۵ ± ۰/۰۰۶ ^d | ۰/۰۵۴ ± ۰/۰۴۱ ^{de} | ۴/۳۲ ± ۰/۳۱ ^{ef} | ۱۵/۴۵ ± ۱/۸۳ ^{de} | ۲۳/۸۳ ± ۰/۴۴ ^c | ۵۲۶/۴۴ ± ۴۴/۳۶ ^f |
| a ₁ b ₀ | ۱۲/۰۴ ± ۱/۱۳ ^d | ۰/۰۷ ± ۰/۰۱۱ ^{cd} | ۰/۱۷۵ ± ۰/۰۲۳ ^{bc} | ۵/۴۹ ± ۰/۴۰ ^d | ۱۷/۹۱ ± ۰/۸۶ ^{cd} | ۲۳/۱۳ ± ۰/۶۱ ^{cd} | ۸۵۸/۰۲ ± ۳۰/۲۵ ^{cd} |
| a ₁ b ₁ | ۱۴/۸۰ ± ۱/۰۰ ^c | ۰/۱۰ ± ۰/۰۱۱ ^{bc} | ۰/۱۷۹ ± ۰/۰۱۸ ^{bc} | ۷/۰۱ ± ۰/۳۳ ^b | ۲۳/۲۳ ± ۳/۰۰ ^b | ۲۱/۰۰ ± ۰/۵۲ ^e | ۱۰۳۵/۰۰ ± ۵۰/۲۵ ^b |
| a ₁ b ₂ | ۱۳/۵۰ ± ۱/۴۰ ^{cd} | ۰/۰۷ ± ۰/۰۱۹ ^{cd} | ۰/۱۳۲ ± ۰/۰۲۴ ^c | ۴/۲۴ ± ۰/۳۴ ^{ef} | ۱۵/۸۷ ± ۱/۶۳ ^{de} | ۲۵/۱۳ ± ۰/۶۷ ^b | ۶۷۵/۳۶ ± ۴۵/۳۵ ^e |
| a ₂ b ₀ | ۱۷/۱۴ ± ۱/۰۱ ^b | ۰/۱۵ ± ۰/۰۱۵ ^{ab} | ۰/۲۱۲ ± ۰/۰۲۶ ^{ab} | ۶/۲۵ ± ۰/۲۲ ^c | ۲۰/۱۲ ± ۱/۸۹ ^{bc} | ۱۹/۷۰ ± ۰/۳۲ ^f | ۹۲۶/۶۰ ± ۵۴/۳۶ ^c |
| a ₂ b ₁ | ۲۰/۱۰ ± ۱/۴۱ ^a | ۰/۱۹ ± ۰/۰۲۰ ^a | ۰/۲۷۲ ± ۰/۰۴۱ ^a | ۷/۷۵ ± ۰/۳۷ ^a | ۳۱/۵۶ ± ۳/۱۲ ^a | ۱۸/۰۳ ± ۰/۵۶ ^b | ۱۱۵۰/۲۳ ± ۴۹/۲۵ ^a |
| a ₂ b ₂ | ۱۵/۹۰ ± ۱/۴۰ ^{bc} | ۰/۱۱ ± ۰/۰۲۱ ^{bc} | ۰/۱۲۶ ± ۰/۰۶۵ ^{cd} | ۵/۰۴ ± ۰/۵۱ ^{de} | ۱۵/۰۴ ± ۱/۴۴ ^{de} | ۲۷/۲۷ ± ۰/۸۹ ^a | ۷۸۷/۷۱ ± ۵۰/۲۵ ^d |
| a ₃ b ₀ | ۶/۷۸ ± ۲/۰۴ ^e | ۰/۰۱۰ ± ۰/۰۰۷ ^e | ۰/۰۰۷ ± ۰/۰۱۱ ^e | ۲/۱۵ ± ۰/۲۶ ^b | ۱۲/۱۸ ± ۲/۵۵ ^{ef} | ۲۲/۰۰ ± ۰/۳۷ ^d | ۲۹۲/۶۴ ± ۴۷/۳۵ ^h |
| a ₃ b ₁ | ۴/۸۹ ± ۱/۵۶ ^{ef} | ۰/۰۰۸ ± ۰/۰۱۱ ^e | ۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۵ ^e | ۳/۶۰ ± ۰/۴۴ ^f | ۱۰/۷۵ ± ۰/۴۳ ^f | ۲۲/۵۰ ± ۰/۶۰ ^{cd} | ۳۹۰/۲۲ ± ۴۴/۳۶ ^g |
| a ₃ b ₂ | ۳/۱۰ ± ۰/۵۸ ^f | ۰/۰۱۳ ± ۰/۰۱۱ ^e | ۰/۰۰۵ ± ۰/۰۱۵ ^e | ۴/۹۰ ± ۰/۳۹ ^{de} | ۱۵/۴۷ ± ۱/۵۲ ^{de} | ۲۳/۰۰ ± ۰/۷۱ ^{cd} | ۴۲۰/۲۴ ± ۴۹/۲۵ ^g |

میانگین‌ها با حروف یکسان در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

اعداد به صورت اشتباه استاندارد ± میانگین می‌باشند.

a₀, a₁, a₂ - به ترتیب سطح محلول پاشی ۰ (شاهد)، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ گرم ماده مؤثره آترازین در هکتار

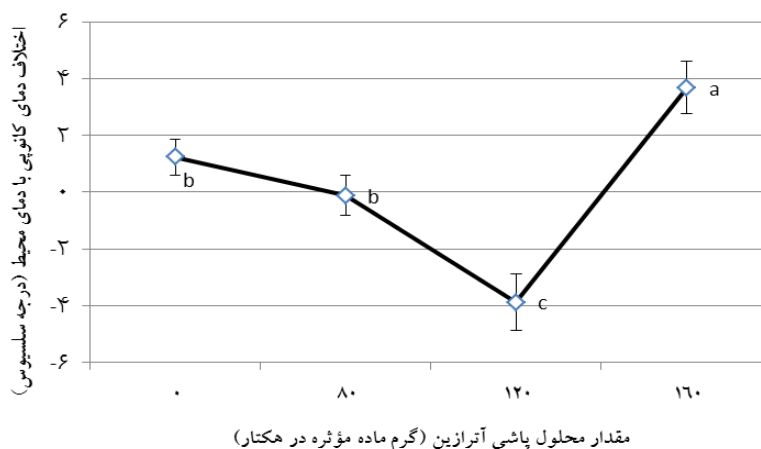
b₀, b₁ و b₂ - به ترتیب محلول پاشی در زمان ساقه‌روی، گلدهی و دانه‌بندی

گرم در هکتار آترازین به همین علت بوده است. همچنین ساخت مواد پرورده خالص از دی‌اکسیدکربن از طریق فرآیند فتوسنتز، اولین مرحله تولید زیست توده است (۱۹). مواد ضدتعرق باعث انتشار بیشتر دی‌اکسیدکربن نسبت به آب می‌شوند (۲۳). افزایش دی‌اکسیدکربن باعث افزایش سرعت فتوسنتز از طریق افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در مکان فعالیت آنزیم کربونیک آنهیدراز می‌شود (۳۸). نتایج حاصله از تحقیقات، حاکی از افزایش کربوهیدرات تولیدی توسط فتوسنتز با مصرف ماده ضدتعرق در مقایسه با شرایط تنش بدون مصرف ماده ضدتعرق بود (۲۳). همچنین در این تحقیق، ماده ضدتعرق باعث افزایش سرعت فتوسنتز تا مقدار ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در هر سه زمان محلول‌پاشی شد. اختلاف در میزان این تأثیر نشان‌دهنده اثر مقدارهای متفاوت ماده ضدتعرق در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی روی گلرنگ می‌باشد.

اختلاف دمای کانوبی با محیط ۱ و ۲

دمای کانوبی ۱- تحت تأثیر مقدار محلول‌پاشی آترازین قرار گرفت و بیشترین و کمترین دمای کانوبی را به ترتیب ۱۶۰ و ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین با ۳/۶۸ درجه سلسیوس و ۳/۸۸- درجه سلسیوس به خود اختصاص دادند (شکل ۱).

فتوسنتز تعیین‌کننده اصلی رشد و عملکرد گیاهان است و توانایی حفظ آن در شرایط تنش‌های محیطی برای حفظ ثبات عملکرد مهم است. با افزایش تنش خشکی، فتوسنتز کاهش می‌یابد و شواهد نشان می‌دهد که افزایش مقاومت روزنه‌ای سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد و در نتیجه بر عملکرد تأثیر می‌گذارد (۱۶). پایین بودن سرعت فتوسنتز در تیمار شاهد و مقدار محلول‌پاشی ۱۶۰ گرم در هکتار آترازین را می‌توان به افزایش مقاومت روزنه‌ای از طریق بسته بودن روزنه‌ها جهت کاهش اتلاف آب از طریق تعرق، نسبت داد. همچنین برخی محققین کاهش سرعت فتوسنتز در اثر تنش خشکی را در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها و یا خسارت به دستگاه فتوسنتزی دانسته‌اند (۱۷). با افزایش مقدار محلول‌پاشی از صفر به ۱۲۰ گرم در هکتار، سرعت فتوسنتز افزایش یافت، اما در بالاترین مقدار محلول‌پاشی، این روند معکوس گردید، به نحوی که در بین تیمارها، تیمار محلول‌پاشی شده با مقدار ۱۶۰ گرم در هکتار آترازین در مرحله دانه‌بندی، کمترین سرعت فتوسنتز را به خود اختصاص داد (جدول ۲). آزمایشات نشان داده‌اند که افزایش غلظت ماده ضدتعرق از حد مطلوب دارای اثرات جانبی نامرئی (مثلاً مسمومیت گیاه، افزایش تنفس) می‌باشد (۷). لذا چنین به نظر می‌رسد کاهش سرعت فتوسنتز در مقدار ۱۶۰



شکل ۱ - مقایسه میانگین مقادیر مختلف محلول‌پاشی آترازین از نظر اختلاف دمای کانوبی با دمای محیط (۱)

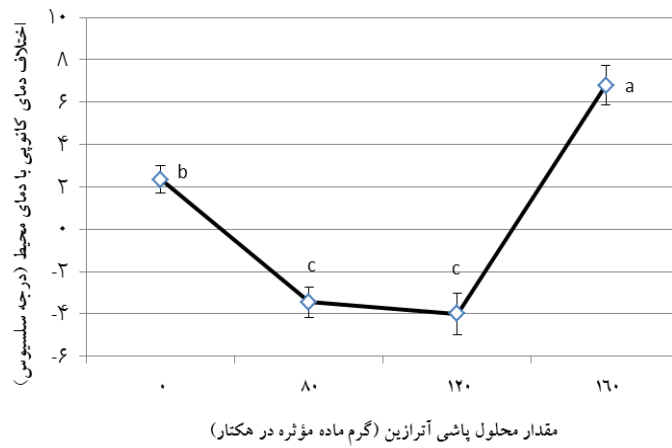
اثر زمان محلول‌پاشی آترازین بر دمای کانوپی ۱-، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). محلول‌پاشی ماده ضدتعرق در زمان ساقه‌روی با ۲/۶۲- درجه سلسیوس، کمترین و زمان دانه‌بندی با ۱/۰۰ درجه سلسیوس، بیشترین دمای کانوپی را به خود اختصاص دادند، اما بین محلول‌پاشی آترازین در زمان ساقه‌روی و گلدهی اختلاف آماری از نظر این صفت مشاهده نشد (شکل ۳).

نتایج نشان داد، هنگامی که آترازین در مراحل فنولوژیکی مختلفی محلول‌پاشی گردد، اثرات متفاوتی بر دمای کانوپی ۲- دارد، به طوری که محلول‌پاشی در زمان ساقه‌روی و گلدهی موجب کاهش معنی‌دار دمای کانوپی ۲- می‌شود (جدول ۱ و شکل ۴). سنجش از راه دور دمای کانوپی، بدون آسیب رساندن به گیاه، یک تکنیک مؤثر برای آگاه شدن از وضعیت تنش آبی گیاه قلمداد می‌شود. امروزه دمای کانوپی برای کامل کردن سایر روش‌ها برای گزینش مقاومت به خشکی به کار می‌رود (۳۷). مطابق نتایج به‌دست آمده، بین دمای کانوپی و سرعت فتوسنتز، همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده می‌شود (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش دمای کانوپی موجبات افزایش بیشتر جذب آب شده و گیاه با فتوسنتز بیشتر که توأم با تثبیت دی‌اکسیدکربن است، ماده خشک و عملکرد بیشتری تولید می‌کند.

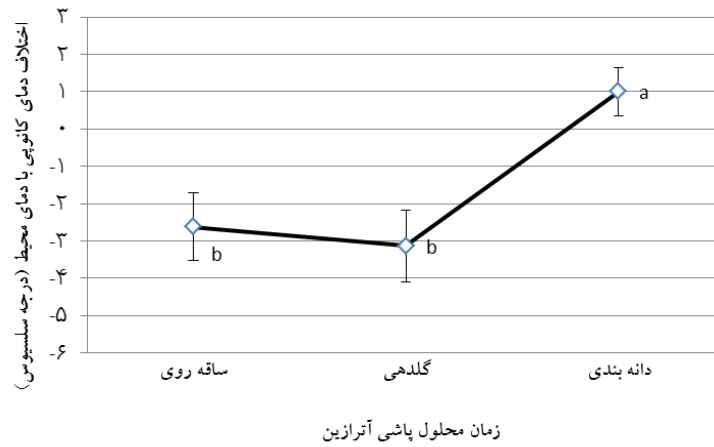
مقدارهای مختلف محلول‌پاشی تأثیر متفاوتی را بر دمای کانوپی اندازه‌گیری شده در زمان ۱۵-۱۳/۳۰ بعدازظهر (دمای کانوپی ۲)، در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱). با افزایش مقدار محلول‌پاشی تا ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، دمای کانوپی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت، اما با محلول‌پاشی مقدار ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، دمای کانوپی به شدت افزایش یافت، به طوری که دمای کانوپی نسبت به تیمار شاهد نیز افزایش معنی‌داری نشان داد که با نتایج سایر محققین همخوانی دارد (شکل ۲) (۳۵). بالا بودن دمای کانوپی در تیمار شاهد و ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین را می‌توان به بسته بودن روزنه‌ها به علت حساسیت روزنه‌ها به کمبود آب دانست که در نتیجه آن تعرق صورت نگرفته و دمای برگ افزایش یافته است. با افزایش درجه حرارت، تنفس افزایش می‌یابد. بین تنفس نوری و فتوسنتز، اثرات متقابلی در واکنش به تغییر درجه حرارت ظاهر می‌شود. در گیاهان ۵۴، با تغییر درجه حرارت بازده کوانتومی ثابت می‌ماند که بیان‌کننده سرعت پایین تنفس نوری است، در صورتی که در گیاهان ۵۳ (مانند گلرنگ)، بازده کوانتومی با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده تحریک تنفس نوری با افزایش درجه حرارت و نیاز به انرژی بیشتر برای تثبیت هر مول دی‌اکسید کربن خالص است (۱۱).

جدول ۳ - همبستگی صفات مورد مطالعه و عملکرد دانه گلرنگ رقم 'سینا' تحت تأثیر زمان و مقدار محلول‌پاشی آترازین

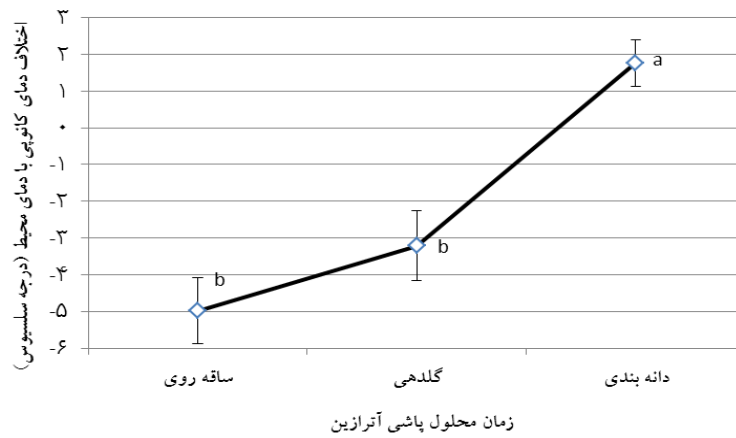
| عملکرد | وزن | تعداد دانه | تعداد | محتوای | محتوای | محتوای | دمای | دمای | سرعت |
|-------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------------|
| | هزار دانه | در غوزه | غوزه بارور | کلروفیل کل | کلروفیل b | کلروفیل a | کانوپی (۲) | کانوپی (۱) | فتوسنتز |
| | | | | | | | | | ۱/۰۰ |
| | | | | | | | | | دمای کانوپی (۱) |
| | | | | | | | | ۱/۰۰ | -۰/۶۳** |
| | | | | | | | ۱/۰۰ | ۰/۲۳ | -۰/۷۰** |
| | | | | | | ۱/۰۰ | -۰/۵۷* | -۰/۵۷* | ۰/۸۱** |
| | | | | | ۱/۰۰ | ۰/۶۰** | -۰/۷۶** | -۰/۵۶* | ۰/۷۹** |
| | | | | ۱/۰۰ | ۰/۸۵** | ۰/۷۱** | -۰/۷۴** | -۰/۵۵* | ۰/۸۲** |
| | | | ۱/۰۰ | ۰/۷۰** | ۰/۹۶** | ۰/۷۷** | -۰/۸۲** | -۰/۸۰** | ۰/۶۴** |
| | | ۱/۰۰ | ۰/۸۴** | ۰/۷۳** | ۰/۷۱** | ۰/۷۳** | -۰/۷۰** | -۰/۶۹** | ۰/۵۱* |
| | ۱/۰۰ | -۰/۷۶** | -۰/۵۵* | ۰/۷۰** | ۰/۷۰** | ۰/۶۷** | -۰/۶۶** | -۰/۵۵* | ۰/۸۰** |
| عملکرد دانه | ۰/۳۰ | ۰/۵۷* | ۰/۷۴** | ۰/۷۷** | ۰/۶۹** | ۰/۷۶** | -۰/۷۷** | -۰/۸۳** | ۰/۸۲** |



شکل ۲ - مقایسه میانگین مقادیر مختلف محلول پاشی آترازین از نظر اختلاف دمای کانوپی با دمای محیط (۲)



شکل ۳ - مقایسه میانگین اختلاف دمای کانوپی با دمای محیط (۱) زمان‌های مختلف محلول پاشی آترازین



شکل ۴ - مقایسه میانگین اختلاف دمای کانوپی با دمای محیط (۲) زمان‌های مختلف محلول پاشی آترازین

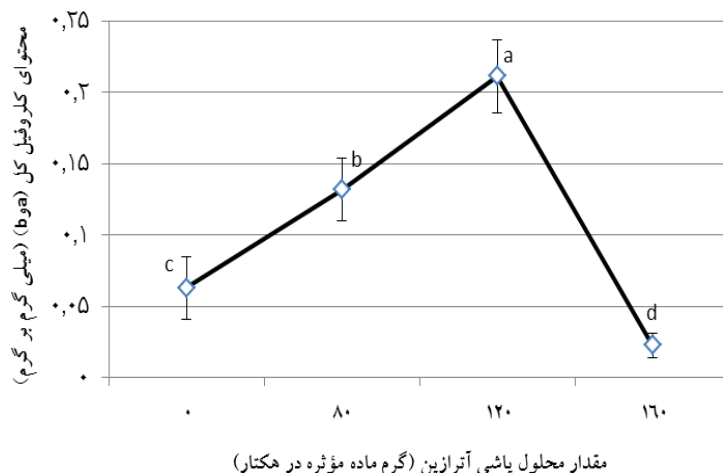
محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل

ساقه‌روی) بود. در این زمان، افزایش مقدار محلول‌پاشی تا ۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار موجب افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل b نسبت به شاهد شد، اما با افزایش مقدار آترازین به ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، محتوای کلروفیل b به طور غیرمعنی‌داری کاهش یافت.

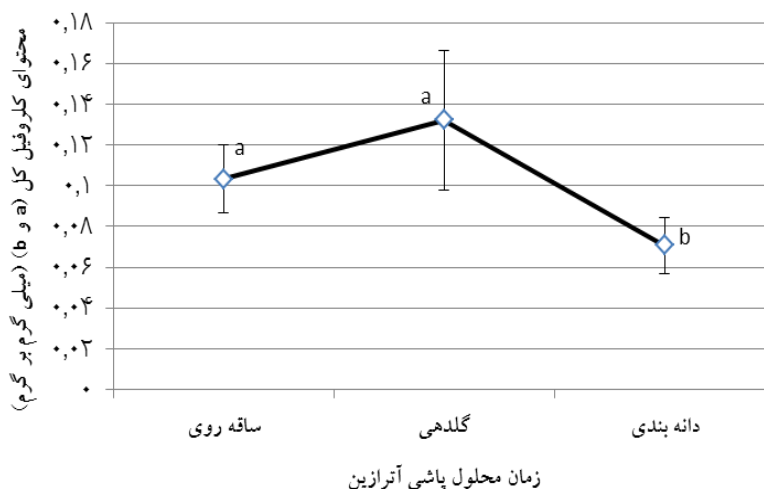
مقادیر محلول‌پاشی اثر متفاوتی بر محتوای کلروفیل کل نشان دادند، به طوری که بیشترین محتوای کلروفیل کل را مقدار محلول‌پاشی ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و کمترین محتوای کلروفیل کل را مقدار محلول‌پاشی ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به خود اختصاص دادند (جدول ۱). افزایش مقدار محلول‌پاشی تا مقدار ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار موجب افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل کل گردید، اما بعد از این مقدار، محتوای کلروفیل کل کاهش چشم‌گیری را نشان داد، به طوری که حتی با شاهد نیز دارای اختلاف معنی‌دار بود (شکل ۵).

همچنین زمان‌های مختلف محلول‌پاشی دارای محتوای کلروفیل کل متفاوتی نسبت به یکدیگر بودند و بیشترین محتوای کلروفیل کل در محلول‌پاشی در زمان گلدهی به دست آمد که با محلول‌پاشی با زمان ساقه‌روی اختلافی از لحاظ آماری نشان نداد. کمترین محتوای کلروفیل کل در محلول‌پاشی در زمان دانه‌بندی با ۰/۰۷۰۵ میلی‌گرم بر گرم حاصل شد (شکل ۶).

مقادیر مختلف محلول‌پاشی آترازین اثر متفاوتی را در زمان‌های متفاوت محلول‌پاشی بر صفت محتوای کلروفیل a نشان دادند (جدول ۱). زمان گلدهی در مقدار محلول‌پاشی ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بیشترین محتوای کلروفیل a را به خود اختصاص داد و کمترین محتوای کلروفیل a در زمان گلدهی در مقدار ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به دست آمد که اختلافی با سایر زمان‌های محلول‌پاشی نداشت (جدول ۲). تمامی زمان‌های محلول‌پاشی در مقادیر صفر، ۸۰ و ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار اختلافی از لحاظ آماری نداشتند و تنها در مقدار ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار اختلافی بین زمان گلدهی و دانه‌بندی از نظر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل زمان و مقدار محلول‌پاشی آترازین بر محتوای کلروفیل b در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). در مراحل ساقه‌روی و گلدهی با افزایش مقدار محلول‌پاشی تا ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین محتوای کلروفیل نیز افزایش یافت، اما با افزایش مقدار آترازین از ۱۲۰ به ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار کاهش شدیدی در تمامی زمان‌های محلول‌پاشی، در محتوای کلروفیل b مشاهده شد، به طوری که محتوای کلروفیل b در این غلظت کمتر از محتوای کلروفیل b شاهد گردید اما از لحاظ آماری این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۲). اثر محلول‌پاشی در زمان دانه‌بندی کمی متفاوت از دیگر زمان‌های محلول‌پاشی (گلدهی و



شکل ۵ - مقایسه میانگین مقادیر مختلف محلول‌پاشی آترازین از نظر صفت محتوای کلروفیل کل



شکل ۶ - مقایسه میانگین زمان‌های مختلف محلول پاشی آترازین از نظر صفت محتوای کلروفیل کل

معنی‌داری نسبت به شاهد و مقدار محلول پاشی ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار کاهش یافته است که نتیجه آن ایجاد شرایط مساعد جهت افزایش ظرفیت فتوسنتزی از طریق افزایش محتوای کلروفیل بوده است (شکل‌های ۱ و ۲). شاید دلیل اصلی افزایش محتوای کلروفیل در این تیمارها کاهش دمای کانوپی نبوده باشد. افزایش کلروفیل به وسیله محلول پاشی آترازین گزارش شده است (۶). در اثر استفاده از ماده ضدتعرق آترازین محتوای کلروفیل عدس افزایش می‌یابد که دلیل اصلی افزایش محتوای کلروفیل در اثر محلول پاشی آترازین را افزایش فعالیت آلفاآمینو لولینیک اسید دهیدراتاز را که در سنتز کلروفیل مؤثر است، دانسته‌اند (۴۷).

تعداد غوزه بارور در بوته

اثر متقابل زمان \times مقدار محلول پاشی آترازین بر تعداد غوزه بارور در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، به طوری که در زمان دوم محلول پاشی (گلدهی) تعداد غوزه بارور در بوته بیشتر از زمان اول (ساقه‌روی) و زمان سوم (دانه‌بندی) در غلظت‌های ۸۰ و ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار می‌باشد (جدول ۱). به عبارت دیگر، تنها محلول پاشی در زمان‌های ساقه‌روی و گلدهی تعداد غوزه بارور در بوته را تحت تأثیر قرار داده است (جدول ۲). در گلرنگ مرحله گلدهی از حساس‌ترین مراحل رشد به آبیاری است و کمبود

کلروفیل‌ها ملکول‌های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی می‌باشند و غلظت آن به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته شده است، لذا کاهش در آن در شرایط تنش آبی می‌تواند به عنوان یک عامل محدودکننده غیرروزنه‌ای به حساب آید (۲۷ و ۴۵). طبق گزارش‌ها کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی به علت تجزیه آن است (۴۲). همچنین کاهش غلظت کلروفیل را در شرایط تنش خشکی به اثر فعالیت آنزیم کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نهایت تجزیه کلروفیل نسبت داده‌اند (۱۵). در این بررسی، بین دمای کانوپی و محتوای کلروفیل همبستگی منفی و بالایی مشاهده شد (جدول ۳). چنین به نظر می‌رسد، افزایش دمای کانوپی موجب کاهش محتوای کلروفیل از طریق تخریب و تجزیه کلروفیل می‌شود. باتوجه به نتایج، دمای کانوپی در تیمار شاهد و همچنین مقدار محلول پاشی ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به طور معنی‌داری افزایش داشت (شکل‌های ۱ و ۲). همچنین زمان محلول پاشی دانه‌بندی دارای دمای کانوپی بالاتری نسبت به دیگر زمان‌های محلول پاشی است (شکل‌های ۳ و ۴). به نظر می‌رسد کاهش محتوای کلروفیل در این تیمارها به همین علت بوده است، اما در تیمارهای ۸۰ و ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار دمای کانوپی به طور

وزن هزار دانه

اثر متقابل زمان \times مقدار محلولپاشی آترازین بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه، به ترتیب در زمان دانه‌بندی در مقدار ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین و زمان گلدهی در مقدار ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به دست آمد (جدول ۲). در هر سه زمان محلولپاشی در مقادیر محلولپاشی ۱۶۰ گرم در هکتار آترازین و شاهد، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری مشاهده نشد. با افزایش مقدار محلولپاشی تا ۱۲۰ گرم در هکتار آترازین وزن هزار دانه در زمان دانه‌بندی افزایش یافت، اما افزایش مقدار محلولپاشی تا مقدار ۱۶۰ گرم در هکتار آترازین موجب کاهش معنی دار وزن هزار دانه گردیده است (جدول ۲). در دیگر زمان‌های محلولپاشی (گلدهی و ساقه‌روی) افزایش مقدار محلولپاشی تا ۱۲۰ گرم در هکتار آترازین موجب کاهش وزن هزار دانه شده است. با توجه به نتایج، همبستگی منفی و معنی داری بین تعداد دانه در غوزه و وزن هزار دانه مشاهده شد و با افزایش تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه کاهش یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد، کاهش وزن هزار دانه در زمان گلدهی به دلیل بیشتر بودن تعداد دانه در غوزه بوده است که در نتیجه آن مقدار ماده فتوسنتزی کمتری به سمت هر دانه انتقال یافته و نهایتاً منجر به کاهش کاهش وزن هزار دانه شده است. بالاترین وزن دانه در شرایطی که آب کافی در اختیار گیاه است، با طول مدت پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه در ارتباط می‌باشد و هرچه این دوره طولانی‌تر و سرعت پر شدن نیز سریع‌تر باشد، وزن بالاتری از دانه حاصل می‌شود (۳۰). همچنین به نظر می‌رسد، با افزایش سرعت فتوسنتز که در اثر محلولپاشی آترازین ایجاد شده است، گیاه در زمان دانه‌بندی مواد فتوسنتزی بیشتری به سمت دانه منتقل نموده که باعث افزایش وزن دانه‌ها گردیده و در نتیجه وزن هزار دانه را افزایش داده است. به عبارت دیگر، گیاه در مرحله دانه‌بندی با قرار گرفتن در شرایط مناسب محیطی که توسط ماده ضدتعرق ایجاد شده است حداکثر نیروی خود را در مراحل آخر رشد زایشی، صرف افزایش وزن دانه‌ها کرده است، اما در مرحله گلدهی، حداکثر نیروی خود را صرف افزایش تعداد دانه در غوزه می‌کند (جدول ۲).

رطوبت در این مرحله موجب کاهش غوزه بارور و در نهایت باعث محدودیت یا کاهش عملکرد می‌گردد (۹). همچنین تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث خشک شدن دانه کرده و افت میزان تلقیح شده و در نتیجه درصد دانه‌های پوک در غوزه افزایش یا تعداد دانه در غوزه کاهش می‌یابد (۳۶). محلولپاشی آترازین در زمان گلدهی و ساقه‌روی با سطوح ۸۰ و ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، اثرات منفی تنش خشکی را تقلیل داده و باعث افزایش تعداد غوزه بارور در این تیمار شده است. همچنین همبستگی بالایی بین محتوای کلروفیل و سرعت فتوسنتز با صفت تعداد غوزه بارور مشاهده می‌شود (جدول ۳). افزایش در این صفات موجبات افزایش تعداد غوزه بارور را فراهم آورده است.

تعداد دانه در غوزه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر متقابل زمان \times مقدار محلولپاشی آترازین بر تعداد دانه در غوزه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. به جز محلولپاشی در زمان دانه‌بندی، بقیه زمان‌ها تحت تأثیر مقدار محلولپاشی آترازین قرار گرفتند، به طوری که بیشترین تعداد دانه در غوزه در زمان گلدهی در مقدار ۱۲۰ گرم در هکتار آترازین، نسبت به زمان‌های دیگر به دست آمد (جدول ۲). زمان دانه‌بندی در تمامی مقادیر اختلافی را از نظر این صفت نشان نداد. نتایج تحقیقات صورت گرفته نشان داد که استفاده از یک ماده ضدتعرق پلی‌اتیلنی، مقدار تخلیه آب از خاک را به اندازه ۴۴-۲۰ درصد در طول هفت دور آبیاری کاهش دادند. برآوردها حاکی از آن است که ماده ضدتعرق به طور متوسط ۸۷ مترمکعب آب در هکتار را در هر دوره آبیاری ذخیره می‌کند (۷). به نظر می‌رسد ایجاد شرایط مساعد (افزایش سرعت فتوسنتز، محتوای کلروفیل و کاهش دمای کانوپی) توسط محلولپاشی ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین در مرحله گلدهی، موجبات افزایش تعداد دانه در غوزه را فراهم کرده است (جدول ۲). با افزایش مقدار محلولپاشی آترازین از ۱۲۰ به ۱۶۰ گرم در هکتار از تعداد دانه در غوزه کاسته شده است. به نظر می‌رسد ماده ضدتعرق با بستن بیش از حد روزنه‌ها، گرچه از طرفی باعث کاهش تعرق شده است، اما از طرف دیگر مانع نفوذ دی‌اکسیدکربن شده و باعث کاهش فتوسنتز گیاه می‌شود (۴۴ و ۴۸).

عملکرد دانه

در غوزه، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد اما روند افزایشی تعداد دانه در غوزه به حدی است که کاهش وزن هزار دانه نتوانسته عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار دهد. به عبارت دیگر، هرچند با کاهش تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه افزایش می‌یابد، اما روند افزایشی وزن هزاردانه به حدی نبوده است که کاهش عملکرد دانه در مرحله دانه‌بندی را جبران کند. در این بررسی، بین محتوای کلروفیل و سرعت فتوسنتز با صفت عملکرد دانه همبستگی مثبت و بالایی مشاهده شد (جدول ۳). افزایش این صفات مطلوب، در اثر افزایش مقدار محلول‌پاشی آترازین از صفر به ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، منجر به ایجاد بوته‌هایی با غوزه و تعداد دانه در غوزه بیشتر شده و به دلیل قرار گرفتن گیاه در شرایط مساعد، گیاه تمایل دارد که شرایط مساعد محیطی را که در اثر محلول‌پاشی آترازین ایجاد شده است را در جهت تکمیل فاز زایشی به کار گیرد.

باتوجه به نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر، استفاده از ماده ضدتعرق آترازین در تمامی مراحل زمانی محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ رقم سینا نشان داد. محلول‌پاشی آترازین از طرفی با افزایش محتوای کلروفیل a، b، کلروفیل کل و سرعت فتوسنتز و از طرف دیگر، با کاهش دمای کانوبی نسبت به شاهد موجب تقلیل اثر تنش خشکی شد و اثرات منفی تنش خشکی را بهبود بخشید. باتوجه به مقایسات میانگین و روابط بین صفات مشخص شد که انتخاب مقدار محلول‌پاشی مناسب، تأثیر زیادی در افزایش هر یک از صفات فیزیولوژیکی و زراعی دارد. محلول‌پاشی ۸۰ و ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین با ایجاد شرایط مناسب، باعث افزایش عملکرد نسبت به شرایط تنش در کاشت دیم شد. محلول‌پاشی آترازین در مرحله گلدهی گلرنگ رقم سینا موجب بهبود فاکتورهای کنترل‌کننده فتوسنتز و همچنین عملکرد و اجزای عملکرد شد. محلول‌پاشی با ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار نه تنها موجب بهبود رشد نشد، بلکه به عنوان یک عامل جلوگیری‌کننده رشد عمل نمود. باتوجه این آزمایش، زمان محلول‌پاشی آترازین در مرحله گلدهی با ۱۲۰

اثر متقابل زمان \times مقدار محلول‌پاشی آترازین بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). زمان گلدهی در مقدار محلول‌پاشی ۱۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین و زمان ساقه‌روی در غلظت ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار آترازین با ۱۱۵۰/۲۳۱ و ۲۹۲/۶۴۴ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). با افزایش مقدار محلول‌پاشی ماده ضدتعرق آترازین از صفر به ۱۲۰ گرم در هکتار آترازین در تمامی زمان‌ها بر عملکرد دانه افزوده می‌شود، اما بین محلول‌پاشی مقدار ۸۰ و ۱۲۰ گرم در هکتار آترازین در مرحله ساقه‌روی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). افزایش غلظت ماده ضدتعرق آترازین از ۱۲۰ به ۱۶۰ گرم در هکتار موجب کاهش عملکرد دانه در هر سه مرحله شد. افزایش عملکرد ذرت با محلول‌پاشی آترازین گزارش شده است (۱۰). ارجحیت استفاده از ماده ضدتعرق در مرحله گلدهی نسبت به سایر مراحل رشد گیاهان بیان شده است که نتایج آزمایشات صورت گرفته توسط برخی محققین بر افزایش عملکرد با کاربرد ماده ضدتعرق آترازین در مرحله ظهور برگ پرچم در گندم دیم و آفتابگردان در مرحله گلدهی بر این نکته دلالت دارد و نتایج حاصله از این پژوهش با نتایج فوق همخوانی دارد (۷، ۲۸ و ۴۶).

در گیاه عملکرد مهم‌ترین صفت بوده و بسیار مورد توجه اصلاح‌کنندگان گیاه است (۴۱). اجزای عملکرد گلرنگ را تعداد غوزه در بوته و تعداد دانه در غوزه و وزن هزار دانه اعلام نموده‌اند (۳۳). همچنین در این بررسی، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد غوزه بارور و تعداد دانه در غوزه با عملکرد دانه مشاهده می‌شود، اما همبستگی وزن هزار دانه با عملکرد دانه مثبت و غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین اختلاف را از نظر عملکرد دانه زمان محلول‌پاشی گلدهی نسبت به دیگر زمان‌های محلول‌پاشی نشان داد (جدول ۲). بنابراین محلول‌پاشی آترازین در زمان گلدهی، باتوجه به تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه و وزن هزار دانه که هر سه از اجزای عملکرد گلرنگ محسوب می‌شوند، منجر به حصول حداکثر عملکرد دانه شده است. هرچند با افزایش تعداد دانه

عملکرد گلرنگ رقم 'سینا' در کاشت دیم است.

گرم ماده مؤثره در هکتار مناسب‌ترین راهکار برای افزایش

۴۶۲ ص.

منابع مورد استفاده

۱. آروین م. ج. و بهرامی نژاد ع (۱۳۸۶) مطالعه اثر ماده ضدتعرق آترازین بر مقدار محصول ارقام سیب‌زمینی تحت شرایط خشکی. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان. صص. ۸۵-۹۲.
۲. اشکانی ج (۱۳۸۱) تعیین مقاومت به خشکی ارقام گلرنگ پاییزه و ارزیابی برخی شاخص‌های مقاومت به خشکی. دانشگاه شیراز. شیراز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
۳. امام ی. و ایلکایی ن (۱۳۸۱) اثر تراکم و کلرمکوات کلراید بر خصوصیات و عملکرد دانه کلزای پاییزه رقم 'تلایه'. علوم زراعی. ۴(۱): ۸-۱.
۴. بای‌بوردی ا (۱۳۸۶) تغذیه گیاهی گلرنگ. انتشارات پرپور. ۸۰ ص.
۵. حاجی‌زاده ا (۱۳۸۱) ارزیابی وضعیت دانه‌های روغنی در نظام اقتصادی ملی. صنعت گیاهان روغنی. ۴۵ ص.
۶. راشد‌محصل م. ح. و نصیری محلاتی م (۱۳۷۲) فیزیولوژی غلف‌کش‌ها (ترجمه). انتشارات جهاددانشگاهی مشهد. ۵۸۹ ص.
۷. سرمندیا غ. و کوچکی ع (۱۳۶۸) جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاددانشگاهی مشهد.
۸. عشقی‌زاده ح. ر. و احسان‌زاده پ (۱۳۸۸) نمود ذرت هیبرید تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری: فلورسانس کلروفیل، رشد و عملکرد دانه. دانش کشاورزی. ۴۰(۲): ۱۴۵-۱۵۳.
۹. فروزان ک (۱۳۷۹) گلرنگ. انتشارات شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی. ۱۵۴ ص.
۱۰. کاظم‌پور س. و تاج‌بخش م (۱۳۸۱) اثر بعضی مواد ضدتعرق بر خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت آبیاری محدود. علوم کشاورزی ایران. ۳۳(۲): ۲۱۱-۲۰۵.
۱۱. کافی م.، نظامی ا.، حسینی ح. و معصومی ع (۱۳۸۶) اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های عدس. پژوهش‌های زراعی ایران. ۳(۱): ۸۰-۶۹.
۱۲. مظفری ک.، عرشی ی. و زینالی ح (۱۳۷۵) بررسی اثر تنش خشکی در برخی از صفات مرفولوژیک و اجزای عملکرد آفتابگردان. نهال و بذر. ۱۲(۳): ۳۳-۲۴.
۱۳. نبوی‌کلات س. م.، کریمی م.، نورمحمدی ق.، صدرآبادی ر. و عزیز ی م (۱۳۸۵) تعیین تاریخ کاشت و تراکم گیاهی مناسب در ارقام پاییزه گلرنگ در جوین سبزه‌وار. دانش کشاورزی. ۱۱(۴): ۱۵۷-۱۴۵.

14. Alizade KH (2005) Evaluation of safflower germplasm by some agronomic characteristics and their relationships on grain yield production in the cold dry land of Iran. Agriculture and Biology. 7(3): 389-391.
15. Ashraf MY, Azim AR, Khan AH and Ala SA (1994) Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.). Acta Physiologia Plantarum. 16: 185-191.

16. Atteya AM (2003) Alternation of water relations and yield of corn genotypes in response to drought stress. Plant Physiology. 29: 63-76.
17. Baker NR and Rosenqvist E (2004) Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. Experimental Botany. 55(403): 1607-1621.
18. Banisadr H and Tahir M (1991) Heat and cold tolerance in *Triticum aestivum* and *T. turgidum* var. durum from Iran. 8th wheat symposium. Beijing. China. Pp. 51-60.

- 19 . Blanco I, Rajaram AS, Kronstad WE and Reynolds MO (2000) Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations. *Crop Science*. 40: 1257-1263.
- 20 . Byari SH and O'keefe RB (1982) Effect of antitranspirants on heat and drought response of potato varieties. *HortScience*. 17: 513-518.
- 21 . Chaves MM, Flexas J and Pinheiro C (2009) Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany-London*. 103: 551-560.
- 22 . Chinnusamy V, Xiong L and Zhu JK (2004) Use of genetic engineering and molecular biology approaches for crop improvement for stress environments. In: *Abiotic stress: Plant resistance through breeding and molecular approaches*. Ashraf, M., and P. J. C. Harris, (eds.). Food Products Press. Pp. 47-107.
- 23 . Del Amor FM, Cuadra-Crespo P, Walker DJ, Camara JM and Madrid R (2010) Effect of foliar application of antitranspirant on photosynthesis and water relations of pepper plants under different levels of CO₂ and water stress. *Plant Physiology*. 167: 1232-1238.
- 24 . Dhanda SS and Sethi GS (1998) Inheritance of excised-leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica*. 104: 39-47.
- 25 . Fischer RA, Rees D, Sayre KD, Lu ZM, Candon AG and Saavedra AL (1998) Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Science*. 38: 1467-1475.
- 26 . Goreta S, Leskovar DI and Jifon JL (2007) Gas exchange, water status, and growth of pepper seedlings exposed to transient water deficit stress are differentially altered by antitranspirants. *American Society Horticulture Science*. 132: 603-610.
- 27 . Herzog H (1986) Source and sink during the reproductive period of wheat. Scientific publishers, Berlin and Hamburg.
- 28 . Kettlewell PS, Heath WL and Haigh IM (2010) Yield enhancement of droughted wheat by film antitranspirant application. *Agricultural Science*. 3: 143-147.
- 29 . Kumar P, Lakshmi NJ and Mani VP (2002) Interactive effects of salicylic acid and phytohormones on photosynthesis and grain yield of soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Physiology Molecular Biology Plants*. 6: 179-186.
- 30 . Li AG, Hou YS, Wal GW, Trent A, Kimbal BA and Pinter PJ (2000) Free air carbon dioxide enrichment and drought stress effect on grain filling rate and grain filling duration in spring wheat. *Crop Science*. 40: 1263-1270.
- 31 . Liang J and Zhang YM (1999) The relation of stomatal closure and reopening to xylem ABA concentration and leaf water potential soil during and rewatering. *Plant Growth Regulation*. 29: 77-86.
- 32 . Liang Z, Zhang F, Shao M and Zhang J (2002) The relations of stomatal conductance, water consumption, growth rate to leaf water potential during soil drying and rewatering cycle of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 43: 187-192.
- 33 . Mahasi MJ, Pathak RS, Wachiva FN, Riungu TC, Kinyaa MG and Kamundia JW (2005) Correlation and path coefficient analysis in exotic safflower genotype tested in the arid and semi arid land of Kenya. *Experimental Botany*. 466: 65-73.

- 34 . Meidner H (1981) Class experiments in plant physiology, British library cataloging in publication Data. London.
- 35 . Moftah AE and Al-Humaid AI (2005) Effects of Kaolin and Pinolene Film-forming Polymers on Water Relations and Photosynthetic Rate of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). King Saudi University. 18(1): 35-49.
- 36 . Oelke EA, Oplinger ES and Teynor TM (2004) Safflower. University of Minnesota. Pp. 97-109.
- 37 . Pinter JP, Gzipoli J, Reginato RJ, Jackson RD and Idso SB (1990) Canopy temperature as indicator of different water use and yield performance among wheat cultivars. Agricultural and Water Management. 18: 35-48.
- 38 . Poorter H and Pérez-Soba M (2001) The growth response of plants to elevated CO₂ under nonoptimal environmental conditions. Oecologia. 129: 1-20.
- 39 . Rashid A, Stark JC, Tanveer A and Mustafa T (1999) Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. Agronomy and Crop Science. 182: 231-237.
- 40 . Roth G and Goyne P (2004) Measuring plant water status. Section 3: Irrigation management of cotton. 164 pp.
- 41 . Sattar A, Chowdhry MA and Kashif M (2003) Estimation of heritability and genetic gain of some metric traits in six hybrid population of spring wheat. Asian Journal of Plant Science. 2: 495-497.
- 42 . Schutzz M and Fangmeier A (2001) Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. CV. Minaret) to elevated CO₂ and water limitation. Environmental Pollution. 114: 187- 194.
- 43 . Sharma N, Gupta K, Gupta S and Hasegawa H (2005) Effect of NaCl salinity on photosynthetic rate, transpiration rate, and oxidative stress tolerance in contrasting wheat genotypes. Photosynthetica. 43(4): 609-613
- 44 . Slatyer PO and Bierhuizen JF (1964) The influence of several transpiration suppressants on transpiration, photosynthesis and water use efficiency of cotton leaves. Australian Journal of Biological Sciences. 17: 31-46.
- 45 . Tanaka A and Tanaka R (2006) Chlorophyll metabolism. Plant Biology. 9: 248-255.
- 46 . Thakuria RK, Singh H and Singh T (2004) Effect of irrigation and antitranspirant on biometric components, seed yield and plant water-use of spring sunflower (*Helianthus annuus*). Indian Journal of Agronomy. 49: 121-123.
- 47 . Wu MT, Singh B and Salunkhe DK (1971) Influence of foliar application of seedling. Igran and GS-14254 on delta-aminolevulinic acid dehydratase of pea seedling. Phytochemistry. 10: 2025-2027.
- 48 . Zelitch I (1969) Stomatal control. Annual Review of Plant Physiology. 20: 29-50.

Effect of atrazine anti-transpiration application on improving physiological traits, yield and yield components of safflower under rainfed condition

H. Bagheri ^{1*}, B. Andalibi ² and M. R. Azimi Moghaddam ²

(E-mail: mjhamid62@yahoo.com)

Abstract

In order to possibility of improving physiological traits, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* cv. sina) by anti-transpiration application in rainfed condition, a research was carried out in factorial based on randomized complete block design (RCDB) with three replications in Miyaneh region (East Azarbaijan province - Iran) in 2011. The treatments antitranspirant rate were zero (control), 80, 120 and 160 g a.i.ha⁻¹. The antitranspirant application time was at elongation, flowering and seed filling stages. The results showed that there were significant differences between treatments in all studied traits. Applying atrazine at 80 and 120 g a.i.ha⁻¹ specially in flowering stage by providing plant favorite conditions such as reducing canopy temperature, increasing photosynthesis and chlorophyll content, improved yield and yield components comparing to rainfed stressed condition. Applying atrazine at 160 g a.i.ha⁻¹ did not improve growth but acted as a growth inhibitor. The highest and lowest number of prolific capitol, number of seed in capitol and also grain yield were obtained at 120 g a.i.ha⁻¹ in flowering time and 160 g a.i.ha⁻¹ in elongation time, respectively.

Keywords: Atrazine, Canopy temprature, Chlorophyll, Photosynthesis rate, Safflower

1 - M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan - Iran

(Corresponding Author *)

2 - Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan - Iran