Archive of SID

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۱ شماره ۲ / سال ۱۴۰۰ صفحات ۳۰۲-۲۸۹

واکنش گلرنگ به کم‌آبی و محلول پاشی پوترسین و ۲۴-اپی براسینولید

رقیه فرضی امین آباد [۱*]، صفر نصراله زاده [۲]، کاظم قاسمی گلعذانی [۲]

تاریخ دریافت: ۹۹/۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۱۷

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اکوفیزیولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲- دانشیار و استاد، گروه اکوفیزیولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
*مسئول مکاتبه : Email: roghiyehfarzi374@gmail.com

چکیده

اهداف: گلرنگ گیاه دانه روغنی متحمل به کم‌آبی بوده و در تولید روغن، نقش مهمی دارد، و این پژوهش جهت بررسی واکنش گلرنگ در شرایط کم‌آبی و محلول پاشی پوترسین و براسینولید در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: در سال ۱۳۹۸ پژوهشی به صورت طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در محل مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تبریز انجام گردید تا واکنش گلرنگ به فواصل مختلف آبیاری (I_1، I_2، I_3، I_4: به ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و آب پاشی (شاهد) و محلول‌پاشی پوترسین (۶۰ میکروگرم در لیتر) و ۲۴-اپی براسینولید (۲۵ میکرو گرم در لیتر) مورد تحقیق قرار گیرد. کرت‌ها تا زمان استقرار کامل گیاهچه‌ها به طور مرتب آبیاری شدند و سپس فواصل آبیاری مطابق تیمارها اعمال گردید. محلول پاشی قبل از گلدهی انجام شد.

یافته‌ها: در محدودیت‌های آبی متوسط و شدید میانگین شاخص کلروفیل برگ، محتوای نسبی آب برگ، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، درصد پوشش سبز و محصول دانه کاهش، ولی دمای برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت و محلول‌پاشی تنظیم کننده‌های رشد در همه تیمارهای آبیاری موجب بهبود این صفات گردید.

نتیجه‌گیری: کاربرد پوترسین و براسینولید در انتهای رشد رویشی در یک مرحله در شرایط تنش کم‌آبی اثر معنی‌داری رویویژگی‌های گلرنگ داشته و موجب افزایش عملکرد دانه در تمامی تیمارهای آبیاری به ویژه در آبیاری مطلوب شد. با استفاده از پوترسین و براسینولید در شرایط کم‌آبی می‌توان محصول مناسبی را تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: پوشش سبز، تنظیم کننده‌های رشد، شاخص کلروفیل، گلرنگ، محصول دانه، محلول‌پاشی

www.SID.ir

Archive of SID

Response of Safflower in Water Deficit and Foliar Application of Putrescine and 24-Epibrassinolide

Roghiyeh Farzi-Aminabad[1*], Safar Nasrullahzade[2], Kazem Ghassemi-Golezani[2]

Received: November 16, 2020 Accepted: April 6, 2021
1- MSc Student, Dept. of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2- Assoc. Prof., Dept. of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3- Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
*Corresponding Author: Email: roghiyehfarzi374@gmail.com

Abstract

Background & Objective: safflower is an oilseed plant tolerant to water deficit, and have an important role in oil production, dyeing and cosmetics industry. This research was carried to evaluation response of safflower in water deficit and foliar application of putrescine and 24-epibrassinolide in the Research Farm, Faculty of Agriculture, and University of Tabriz.

Materials & Methods: This research was carried out in 2019 as split plot based on randomized complete block design with three replications at the Research Farm, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, to investigate the responses of safflower to different levels of irrigation (I_1, I_2, I_3, I_4: Irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation from class A pan) and foliar sprays of water (control), putrescine, (60 µg/l) and 24-epibrassinolide (25 µg/l). All plots were irrigated regularly until seedling establishment and thereafter irrigation intervals were applied according to the treatments. Foliar spays were undertaken slightly before flowering.

Results: Chlorophyll content index, relative water content, leaf per plant, plant height, green cover percentage and grain yield were decreased, but leaf temperature was increased significantly under moderate and severe water limitations. Foliar sprays of growth regulators improved all these traits under different levels of water supply.

Conclusion: Application of putrescine and 24-epibrassinolide at the end of vegetative growth at one stage under water stress conditions had a significant effect on safflower property and increased seed yield in all irrigation treatments, especially in normal irrigation. Application putrescine and brassinolide in water deficit conditions can be produce a suitable yield.

Keywords: Chlorophyll Content Index, Foliar Spray, Grain Yield, Green Cover, Growth Regulators, Safflower

مقدمه

گلرنگ گیاهی دانه روغنی با نام علمی (*Carthamus tinctorius* L.) از تیره Asteraseae است. این گیاه دارای ۲۵ تا ٤٥ درصد روغن می‌باشد که ۷۸ تا ۹۰ درصد روغن آن را اسیدهای چرب غیراشباع (اولئیک و لینولئیک) تشکیل می‌دهند (خواجه پور، ۲۰۰۷). گلرنگ گیاهی سازگار به مناطقی با بارندگی زمستانه و بهاره اندک و هوایی خشک در طول دوره گلدهی، پر شدن و رسیدگی دانه بوده و با داشتن ریشه‌های طویل و با توان جذب آب بالا از پروفیل‌های عمیق‌تر خاک، گیاه دانه

www.SID.ir

Archive of SID

روغنی متحمل به خشکی به شمار می‌رود (وینبرگ و همکاران ۲۰۰۵). به دلیل سازگاری و تحمل بالای گلرنگ به کم آبی، کشت گلرنگ در ایران نیز به عنوان گیاه زراعی مهم در تناوب مورد توجه قرار گرفته است (آختابرگ و پالا ۲۰۰۱). برخی بررسی‌ها نشان می‌دهند که این گیاه به دلیل تحمل بالا به خشکی به خوبی می‌تواند در اراضی دیم کشور کشت شده و در تناوب با گندم و نخود قرارگیرد (پورداد ۲۰۰٤). بحران کم‌آبی و تنش خشکی و به دنبال آن محدودیت در تولید مواد غذایی یکی از مهم-ترین چالش‌های بشر در قرن حاظر به شمار می‌رود (رحیمی و شمس الدین ۲۰۱۰). کمبود آب یکی از مهم-ترین تنش‌های محیطی می‌باشد که آثار مخرب و زیان آوری روی مراحل مختلف رشدی گیاه، ساختار اندام و فعالیت آن‌ها دارد (اسلامی و همکاران ۲۰۱۲) و عملکرد محصول تا ۵۰ درصد و بیشتر نیز کاهش می‌دهد (وانگ ۲۰۰۳). تنش کم‌آبی بر کلیه فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی تأثیر دارد و موجب افت شاخص‌های رشدی، محصول و کیفیت محصول و در صورت تداوم کم‌آبی می‌تواند سبب از بین رفتن گیاه گردد (کافی و همکاران ۲۰۱٤). تنظیم کننده‌های رشد شامل هورمون-های طبیعی و مصنوعی هستند که در تنظیم و کنترل فرآیندهای رشدی و فیزیولوژیکی موجود زنده، افزایش مقاومت به تنش‌ها و بهبود عملکرد و کیفیت گیاه شرکت می‌کنند. شناخت عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی و نحوه تأثیر آن‌ها بر ویژگی‌های کمی و کیفی محصولات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (نورافجان ۲۰۱٤). تنظیم کننده‌های رشد یکی از مناسب ترین و کاربردی ترین روش‌ها است. مواد تنظیم کننده رشد به طور گسترده‌ای برای القای تحمل کم آبی در محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (انجوم و همکاران ۲۰۱۱). محققان در سال‌های اخیر برای افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی راهکارهای مختلفی را پیشنهاد نموده‌اند که یکی از آن‌ها کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها می‌باشد (لطفی و همکاران ۲۰۱۰). در بسیاری از موارد، کمبود آب منجر به انباشتگی پلی‌آمین-های آزاد و ترکیب با مولکول‌های دیگر می‌گردد که نشان می‌دهد بیوسنتز پلی آمین‌ها یکی از مهم ترین پاسخ‌های بیوشیمیایی گیاهان به کم آبی می‌باشد (مارتین ۲۰۰۱). کاربرد پلی‌آمین پوترسین اثرات خود را بر رشد از طریق تقسیم و توسعه یاخته‌ها نشان داده و می‌تواند همانند یک منبع نیتروژن عمل کرده و از این طریق رشد و نمو را تحریک کند (مهروس و همکاران ۲۰۱۱). پلی‌آمین‌ها از تولید آنزیم‌های لازم برای سنتز اتیلن نیز جلوگیری کرده و موجب تأخیر در پیری گیاه و افزایش طول دوره مؤثر پر شدن دانه‌ها و محصول دانه می‌گردند. در بین پلی-آمین‌ها، پوترسین با خاصیت آنتی اکسیدانی و مهار پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و کاهش تولید رادیکال‌های آزاد، از اثر تنش گرما جلوگیری کرده و از آسیب سلولی و مرگ سلول‌ها ممانعت به عمل می‌آورد. همچنین از میان مواد شیمیایی مختلف که برای کاهش اثر نامطلوب تنش آبی به کار می‌روند، براسینولیدها به عنوان گروهی جدید از تنظیم کننده‌های رشد با اثرات زیستی قابل توجه معرفی شده‌اند، این گروه از ترکیبات تقریباً در تمام اندام-های گیاه به ویژه در اندام‌های زایشی (دانه گرده و بذر-های نارس) قابل ردیابی هستند (موسوی و همکاران ۲۰۰۹). مشخص شده که براسینولید (یکی از فرم‌های فعال و پایدار براسینواستروئیدها) رشد و تولید گیاهان را تحت شرایط کم آبی تنظیم می‌کند، براسینولید به عنوان ماده کاهش دهنده اثر تنش‌های مختلف زیستی و غیر زیستی شناخته شده است. کاربرد خارجی آن به طورقابل توجهی موجب تحریک رشد می‌شود. براسینولید فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی مانند فتوسنتز، اسید نوکلئیک، تجمع پرولین و ساخت پروتِئین را تحریک می‌کند. همچنین ثابت شده است که این ماده، در رونویسی ژن و ترجمه نقش داشته و بنابراین مقدار پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و در نهایت محصول دانه را بهبود می‌بخشد (انجوم و همکاران ۲۰۱۱ a). براسینواستروئیدها گروهی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی می‌باشند که درفرآیندهای متعددی از جمله طویل

www.SID.ir

Archive of SID

شدن سلول، توسعه آوندی، پیری، فتومورفوژنز، کنترل زمان گلدهی و پاسخ به تنش‌های غیر زیستی مؤثرند (پورساکو و همکاران ۱۹۹۹). استفاده از براسینولیدها موجب افزایش کارایی مصرف آب و تحمل گیاه به تنش-های غیر زیستی از جمله خشکی، شوری و سرما شده و سبب افزایش طول ساقه، طویل شدن لوله گرده، پهن شدن برگ و افزایش طول ریشه می‌گردد (شهباز و اشرف ۲۰۰۷). براسینولیدها رشد گیاه را از طریق افزایش برخی فعالیت‌های متابولیکی مانند فتوسنتز، بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها، افزایش می دهند، بنابراین مصرف مناسب و به موقع تنظیم کننده‌های رشد گیاهی قابل حصول است (سنگوپتا و همکاران ۲۰۱۱). با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی پوترسین و براسینولید روی صفات مرتبط با محصول گلرنگ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز (طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵ دقیقه شمالی) با ارتفاع ۱۳٦۰ متر ارتفاع از سطح دریا و متوسط بارش سالیانه ۲۵۷ میلی متر اجرا شد. این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک سرد و فصل خشک طولانی به خصوص در تابستان می-باشد. بافت خاک شن لومی و pH آن در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط قرار دارد. میانگین بیشینه دما برای طول دوره آزمایش به صورت، ۲۹/۰۸ و کمینه دما ۱۵/۷ درجه سانتی گراد و متوسط بارندگی سالیانه برابر۳۱۳ میلی متر گزارش گردیده است. آزمایش به صورت کرت-های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. رژیم‌های مختلف آبیاری شامل، آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱٦۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A عامل اصلی در کرت‌های اصلی و تنظیم کننده‌های رشد شامل شاهد (آب پاشی)، پوترسین (مصرف ٦۰ میکروگرم در لیتر) و ۲٤-اپی براسینولید (مصرف ۲۵میکرو گرم در لیتر) به عنوان عامل فرعی در کرت‌های کوچک قرار گرفتند. با توجه به نتایج آزمایش خاک مزرعه (جدول ۱)، پس ازآماده سازی زمین (شخم پاییزه و دیسک زنی بهاره) جوی و پشته‌های مورد نظر به فاصله ۵۰ سانتی متر از هم ایجاد گردیدند. بذرهای گلرنگ با فاصله روی ردیف ۱۰ و بین ردیفی ۲۵ سانتی متر و در عمق ۳ سانتی متری در ۲۵ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۸ کشت شدند، بنابراین تراکم کشت در هر متر مربع ٤۰ بوته در نظر گرفته شد. در این آزمایش رقم محلی مورد استفاده قرار گرفت و تنظیم کننده‌های رشد از شرکت بهرویش تهران تهیه شدند. هر کرت آزمایشی شامل ٦ ردیف به طول ۵ متر بود. آبیاری اولیه بلافاصله پس از اتمام کشت صورت گرفت و تیمارهای آبیاری پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها اعمال گردید. محلول‌پاشی تنظیم کننده‌های رشد در اواخر دوره رشد رویشی و زمانی که میانگین ارتفاع بوته‌ها حدود ۷۰ سانتی متر بود اعمال گردید. علف‌های هرز مزرعه در طول رشد و نمو گیاه بنابر ضرورت با دست وجین شدند. پس از رسیدگی فیزیولوژیک زمانی که رطوبت دانه‌ها حدود ۱٦-۱۸ درصد بود برداشت نهایی انجام گردید.

اندازه گیری‌ها

صفات مورفولوژیکی

برای اندازه گیری ارتفاع بوته پنج بوته از بوته‌های رقابت کننده انتخاب شده و ارتفاع بوته اندازه گیری شده و میانگین پنج بوته به عنوان ارتفاع بوته گلرنگ ثبت گردید. شمارش برگ‌ها از پنج بوته انجام شدند و میانگین تعداد برگ‌های پنج بوته محاسبه گردیده و به عنوان تعداد برگ‌های گلرنگ ثبت شد. اندازه گیری درصد پوشش سبز مزرعه یک هفته پس از گلدهی انجام گردید.

صفات فیزیولوژیکی

اندازه گیری صفات فیزیولوژیکی مانند شاخص کلروفیل برگ، محتوای نسبی آب برگ و دمای برگ، یک

www.SID.ir

Archive of SID

هفته پس از گلدهی انجام شد. شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (CCM-200) و از برگ‌های پایینی، میانی و بالایی ۵ بوته انتخاب شده اندازه گیری شد. دمای برگ به وسیله دماسنج پرتابل مادون قرمز مدل TES-1327-K قبل از تابش مستقیم آفتاب و حدود ساعت ۱۰ -۱۱ صبح از سه برگ پنج بوته انتخاب شده، اندازه گیری گردید و میانگین این پنج برگ به عنوان دمای برگ گلرنگ ثبت شد. به منظور اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ از هر کرت آزمایشی سه گیاه انتخاب و از برگ‌های سالم و توسعه یافته سه برگ جداسازی شده و سریعاً به آزمایشگاه منتقل شدند، ابتدا وزن تر آن‌ها اندازه گیری شد سپس در داخل آب مقطر قرار داده شد و دوباره وزن گردیدند و در انتها در دمای ۷۰ درجه به مدت ۲٤ ساعت داخل آون قرارداده شده و پس از انقضای مدت مذکور توزین و محتوای نسبی آب برگ از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\text{محتوای نسبی آب برگ} = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}}{\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}} \times ۱۰۰$$

برای تعیین درصد پوشش سبز از چهارچوبی به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ سانتی متر استفاده شد. سطح داخلی این چهارچوب به وسیله ریسمان به صد قسمت مساوی تقسیم و چهار پایه متحرک در چهار گوشه آن تعبیه شد، این وسیله در داخل هر کرت آزمایشی قرار داده شد و سپس از قسمت فوقانی با مشاهده گیاه اصلی در بیش از ۵۰ درصد هر قسمت به آن قسمت نمره یک و در غیر این صورت نمره صفر داده می‌شد مجموع نمرات نشان‌گر درصد پوشش سبز بود که این روش به دلیل برقراری همبستگی خوب بین پوشش سبز با جذب نور، اندازه گیری سریع و غیر تخریبی، به عنوان یک روش کارآمد برای برقراری ارتباط آن با محصول مورد استفاده قرار گرفت.

عملکرد دانه

هنگام رسیدگی از هر کرت آزمایشی ٤۰ بوته در متر مربع برداشت و برای اندازه گیری محصول دانه به آزمایشگاه منتقل گردید.

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک مزرعه

رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	هدایت الکتریکی ($\mu S.cm^{-1}$)	اسیدیته	عمق (cm)
0-30	7.75	475	304	61	0.08	0.76	65	20	15

نتایج و بحث

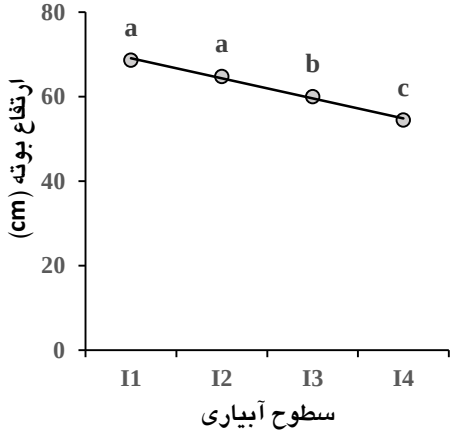
ارتفاع بوته

اثر آبیاری روی ارتفاع بوته گلرنگ معنی‌دار بود (جدول۲). به طوری که بیشترین ارتفاع بوته در آبیاری مطلوب و کمترین آن در تنش شدید خشکی حاصل گردید، با این حال تفاوت معنی داری برای ارتفاع گیاهان در آبیاری مطلوب و تنش ملایم وجود نداشت، کاهش ارتفاع بوته بر اثر محدودیت آبی می‌تواند به دلیل کاهش آب قابل دسترس (شکل۱) صورت گرفته که با نتایج حاصل از پژوهش قاسمی گلعذانی و افخمی (۲۰۱۸) روی گلرنگ مطابقت دارد. رشد سلول یکی از حساس‌ترین فرایندهای فیزیولوژیکی به کم‌آبی است که دلیل آن کاهش فشار آماس سلولی می‌باشد، تحت تنش شدید آب، طویل شدن سلول‌های گیاهان عالی می‌تواند در اثر اختلال در جریان آب از آوندهای چوب به سلول‌های در حال طویل شدن متوقف گردد که در نهایت موجب مختل شدن میتوز، طویل و حجیم شدن سلول و در نتیجه کاهش رشد از جمله ارتفاع ساقه شود (انجوم و همکاران ۲۰۱۱ b). کاهش ارتفاع بوته گلرنگ بر اثر تنش کم‌آبی در تحقیقات کافی و رستمی (۲۰۰۷) و محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش شده است. تنش کم‌آبی از طریق کاهش فتوسنتز و در نتیجه افت شیره پرورده موجب کوتاه شدن ارتفاع گیاه و در نهایت کاهش محصول دانه گلرنگ می‌گردد (فرخی نیا و همکاران ۲۰۱۱). نتایج پژوهش کپقمو و

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (۱۹۹۰) و برخی آزمایش‌های مختلف نشان می-دهند که مهم‌ترین علت افت ارتفاع بوته تحت شرایط کمبود آب به دلیل کاهش تقسیمات سلولی، اختلال در فتوسنتز، کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد، مسدود شدن آوندهای چوبی و آبکش و در نهایت عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع می‌باشد (کایا و همکاران ۲۰۰۷ و هسیا ۱۹۷۳). از سوی دیگر کمبود آب موجب کاهش انبساط سلولی در اثر افت فشار تورژسانس شده و از این طریق رشد اندام‌ها و ارتفاع بوته را کاهش می‌دهد، بنابراین از جمله تأثیرات منفی کم‌آبی کاهش ارتفاع بوته بر اثر کاهش رطوبت قابل دسترس و قابلیت جذب عناصر و کاهش رشد می‌باشد (عزیزی و همکاران ۲۰۰۸). بر اساس نتایج رستمی (۲۰۰٤) کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش کم‌آبی به عنوان علامت آشکاری از کاهش سرعت رشد بوده و هر چه زمان اعمال تنش به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیک‌تر باشد، اثر کمتری بر ارتفاع گیاه خواهد داشت.



شکل ۱- تغییرات ارتفاع بوته گلرنگ در فواصل مختلف آبیاری

I_1, I_2, I_3, I_4- به ترتیب نشانگر ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰، ۱٦۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس رژیم‌های مختلف آبیاری و محلول پاشی پوترسین و براسینولید روی گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ در بوته	پوشش سبز	شاخص کلروفیل	محتوای نسبی آب	دمای برگ	عملکرد دانه
تکرار	۲	۹/۳٦^{ns}	۲۲/۱^{ns}	۲/۵۳^{ns}	۲۵/۳^{ns}	۴/۱^{ns}	۰/۸۷^{ns}	۳۰/۹۹^{ns}
آبیاری (I)	۳	۳٤۰/۳۵**	۹۸۳/۶۶**	۳۸۷/۵۸**	٦۱/٤۱۸۷	٤۵۳/۵۷**	۵۹/۰۷**	۲۹۷۹٤/۹۳**
خطا	٦	۵/۵	۸/٤	۲/۷۵	٤٤	۱۵/۷۵	۲/۱۷	۳۲۲/۰۱
محلول پاشی (F)	۲	۱/۸٤^{ns}	۲۳/۸۲^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۷۵/۱۰۸۸	۷۰/۱٤**	۱۹/۷۸**	۱۵٤۷۹/۵٦**
I × F	٦	۳/۱^{ns}	۴/۷۵^{ns}	۰/۶۴^{ns}	۷/۲۰۲	۹/۳۵*	۰/۸۱*	۵۰٤/۰۲**
خطا	۱٦	۵/۹۱	۱۸/۵۹	۰/۳۲	۱۲/۰۸	۲/۲٦	۰/۳	۱۱٦/۳۸
ضریب تغییرات (٪)	–	۳/۹۲	۷/٦٦	۱/٦۰	٤/۱٤	۲/٦۷	۵/۱٤	۵/۷۹

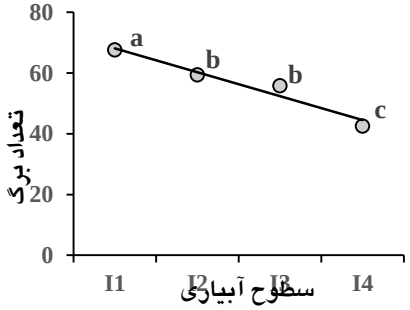
*، ** و ns به ترتیب نشانگر وجود اختلاف در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی دار می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد برگ در بوته

اثر آبیاری روی تعداد برگ در بوته گلرنگ معنی‌دار بود (جدول ۲) و با افزایش فواصل آبیاری تعداد برگ در هر بوته گلرنگ بطور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین تعداد برگ در تنش شدید و بیشترین تعداد برگ در آبیاری مطلوب حاصل شد با این حال از نظر آماری اثر تنش ملایم و متوسط روی تعداد برگ گلرنگ مشابه بود (شکل ۲). کاهش تعداد برگ در بوته بر اثر محدودیت آبی می‌تواند به دلیل کاهش آب قابل دسترس و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه (شکل ۱) صورت گرفته باشد. محدودیت تعداد برگ می‌تواند جز اولین خطوط دفاعی برای مقابله با کم‌آبی باشد، بنابراین کاهش پتانسیل آب در مدت دوره کم‌آبی، سبب کاهش آب بافت‌های گیاهی شده که نتیجه آن کاهش سطح برگ، کوچک شدن برگ‌ها و کاهش طول ساقه است (شاعو و همکاران ۲۰۰۸). در مطالعه تأثیر کم‌آبی بر روی ژنوتیپ‌های نخود در شرایط گلخانه مشخص شد که کمبود آب موجب کاهش تعداد برگ در گیاه شده، از آن جایی که بین کاهش تعرق و نگه داری سطح برگ بحرانی برای فتوسنتز باید تعادل مناسبی وجود داشته باشد در شرایط تنش کاهش سطح برگ یک روش سازگاری مهم و اولین راهکاری است که گیاه هنگام کم‌آبی اتخاذ می‌کنند (معصومی و همکاران ۲۰۰۵). گزارش شده است که گیاه باقلا هنگامی که با کمبود آب مواجه می‌شود، ارتفاع و گسترش سطح برگ کاهش داده، و با تولید برگ‌های ضخیم، سطح برگی کمتری را تشکیل می‌دهد (گنجعلی و نظامی ۲۰۰۸).



شکل ۲- تغییرات تعداد برگ گلرنگ در فواصل مختلف آبیاری

I_1, I_2, I_3, I_4- به ترتیب نشانگر ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰، ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

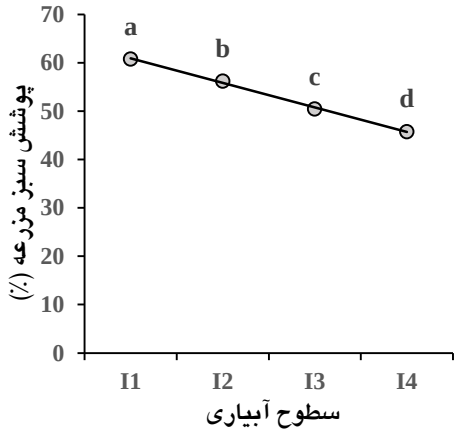
حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

درصد پوشش سبز مزرعه

کم‌آبی تأثیر معنی‌داری بر پوشش سبز زمین داشته است (جدول ۲). با افزایش فواصل آبیاری و محدودیت آب افت معنی داری در درصد پوشش سبز مزرعه مشاهده شد، به طوری که بالاترین درصد پوشش سبز از آبیاری مطلوب و کمترین درصد پوشش سبز در تنش شدید حاصل گردید (شکل ۳). افت درصد پوشش سبز در تیمارهای ناشی از تنش آبی می‌تواند به دلیل کاهش ارتفاع گیاه (شکل ۱) و تعداد برگ‌های کمتر (شکل ۲) و کاهش شاخص کلروفیل برگ (شکل ٤) و در نتیجه آن افت فتوسنتز و مواد پرورده گلرنگ باشد. کاهش درصد پوشش سبز در شرایط تنش کم آبی همچنین می‌تواند به بروز رقابت گیاهان برای آب و مواد غذایی نسبت داده شود (قاسمی گلعذانی و همکاران ۲۰۱۰). درصد و مدت زمان پوشش سبز مزرعه در سویا (قاسمی گلعذانی و همکاران، ۲۰۱۲) و نخود (قاسمی گلعذانی و همکاران ۲۰۱۳) نیز به دلیل کاهش دسترسی به آب در مراحل بعدی نمو گیاهی کاهش یافت. کاهش درصد پوشش سبز در اثر تنش کم‌آبی می‌تواند موجب افت شدید جذب تشعشات خالص فتوسنتزی به دلیل محدود شدن رشد برگ‌ها بر اثر کمبود آب یا پژمردگی موقت آن‌ها و پیری زود رس آن‌ها باشد (هاگ و ریچارد ۲۰۰۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تغییرات پوشش سبز گلرنگ در فواصل مختلف آبیاری

I_1, I_2, I_3, I_4- به ترتیب نشانگر ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰، ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

شاخص کلروفیل برگ

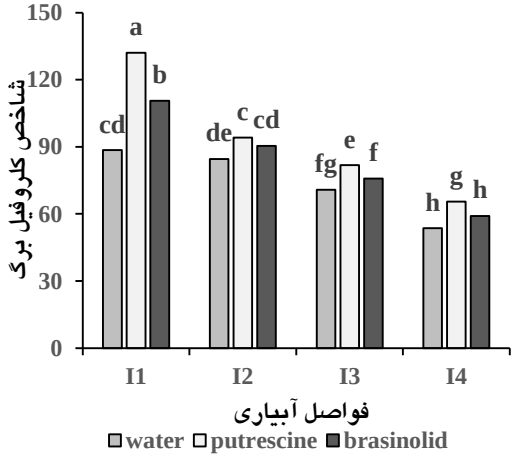
جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثرات متقابل آبیاری و محلول‌پاشی روی شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار است. بیشترین شاخص کلروفیل برگ در آبیاری مطلوب با کاربرد پوترسین و کمترین شاخص کلروفیل برگ در تنش شدید (آبیاری پس از ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و عدم مصرف تنظیم کننده رشد و بدون اختلاف معنی دار با مصرف براسینولید به دست آمد (شکل ٤). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان دهنده کاهش شاخص کلروفیل برگ با افزایش محدودیت آبی در تیمار شاهد و مواد تنظیم کننده رشد گیاهی است، با این حال استفاده از پوترسین و براسینولید سبب بهبود این ویژگی و کاهش کمتر در شاخص کلروفیل برگ در شرایط محدودیت آب نسبت به تیمار شاهد شد. در سطوح مختلف آبیاری مصرف پوترسین به ترتیب (٤٩/٣، ١١/٤، ١٥/٥ و ٢٢/٢ درصد) و مصرف براسینولید به ترتیب (٢٥، ٧، ٧ و ١٠ درصد) در مقایسه با شاهد، شاخص کلروفیل برگ را افزایش داد. کاهش میزان کلروفیل تحت تنش کم‌آبی می‌تواند به علت افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن باشد که این رادیکال-های آزاد سبب پراکسیداسیون و تجزیه رنگیزه کلروفیل می‌گردند (شریفیا و موریفا ۲۰۱۵). دسوزا و همکاران (۱۹۹۷) با بررسی اثر کمبود آب بر سویا گزارش کردند که کمبود شدید آب از طریق کاهش میزان نیتروژن و کلروفیل برگ، پیری برگ را سرعت می‌بخشد. تنش خشکی باعث تخریب کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل در گندم شده است که به نظر می‌رسد که این کاهش به دلیل عدم سنتز کلروفیل و افزایش اتیلن در شرایط تنش کم‌آبی باشد (خان ۲۰۰۳). گزارش شده است که میزان کلروفیل برگ در واکنش به تنش‌های محیطی یا پیری برگ، افت می‌کند این در حالی است که پلی‌آمین‌های آلفاتیک مانند پوترسین مانعی در جهت افت کلروفیل بوده و منجر به حفظ کلروفیل برگ جهت دریافت نور بیشتر و بهبود سرعت فتوسنتز می‌شود (شی و همکاران ۲۰۱۰).

محتوای نسبی آب برگ

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بر همکنش آبیاری و محلول پاشی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی روی محتوای نسبی آب برگ معنی دار است (جدول ۲). بیشترین محتوای نسبی آب برگ در آبیاری مطلوب با کاربرد پوترسین حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول پاشی) به ترتیب ١٤/٧، ٢/٥، ٦/٧ و

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- شاخص کلروفیل برگ (SPAD) گلرنگ در سطوح مختلف آبیاری برای تیمارهای آب پاشی و محلول پاشی پوترسین و براسینولید

I_1, I_2, I_3, I_4 – به ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰، ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

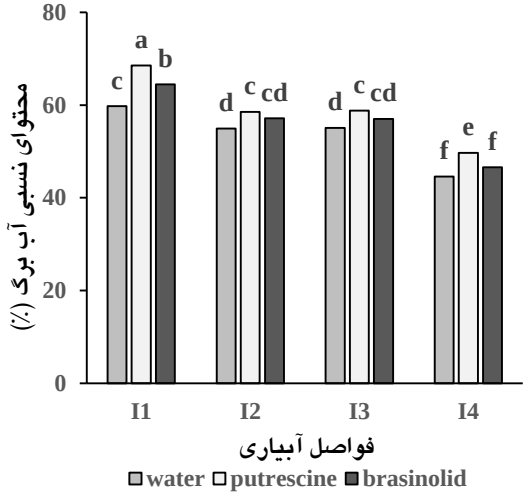
حروف متفاوت نمایانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

۱۱/۵ درصد در سطوح مختلف آبیاری، محتوای نسبی آب برگ را بهبود بخشید. کمترین محتوای نسبی آب برگ در تیمار تنش شدید آب و عدم کاربرد مواد تنظیم کننده رشد به دست آمد که از نظر آماری با مصرف پوترسین مشابه بود، با این حال مصرف براسینولید و پوترسین با افزایش تنش نیز موجب بهبود وضعیت آبی گیاه در مقایسه با شاهد شدند (شکل۵). محتوای نسبی آب برگ به عنوان معیار مناسبی برای ارزیابی مقاومت گیاهان به خشکی می‌باشد (محمدی و همکاران ۲۰۱۶). زیاد شدن فواصل آبیاری موجب کاهش محتوای نسبی آب از طریق افت آماس سلول‌های گیاهی بوده و موجب کاهش رشد می‌گردد (کومار و شارما ۲۰۱۰). محتوای نسبی آب برگ معرف مناسبی از وضعیت آب گیاه و شاخص مهمی برای مقاومت به کم‌آبی می‌باشد. گیاهانی که در پایان دوره تنش بتوانند محتوای نسبی آب بالاتری را حفظ کنند، به لحاظ مقاومت به تنش نیز برترند (خزاعی و همکاران ۲۰۰۵). محتوای نسبی آب برگ می‌تواند تحت تأثیر میزان باز شدن روزنه‌ها قرار گیرد و برخی فرایندهای مهم فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی، مانند رشد برگ‌ها، باز و بسته شدن روزنه‌ها و فتوسنتز برگ مستقیماً تحت تأثیر آماس برگ قرار گرفته و با از دست دادن آب برگ تحت تأثیر قرار می‌گیرد (چیچک و چاکیرلار ۲۰۰۲). گزارش شده است که کاهش رطوبت نسبی برگ سبب تغییرات سایر خصوصیات فیزیولوژیکی می‌شود (غفاری و همکاران ۲۰۱۴). کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌تواند به دلیل کاهش درصد رطوبت خاک و به دنبال آن کاهش پتانسیل آب برگ در اثر افزایش شدت تنش خشکی می‌باشد (حیدری و همکاران ۲۰۱۳). پلی‌آمین‌ها ممکن است کانال‌های یونی خاصی را تعدیل و نفوذ پذیری غشا به کلسیم را افزایش و با بالا رفتن مقدار این عنصر در سیتوپلاسم سبب غیر فعال شدن ورود یک طرفه پتاسیم در غشا پلاسمایی گردند که نتیجه آن تحریک انسداد روزنه و کاهش خروج آب از آن خواهد بود (روبینوسکا و همکاران ۲۰۱۲). افزایش محتوای نسبی آب برگ در نتیجه استفاده از پلی‌آمین پوترسین ممکن است به تنظیم اسمزی گیاه با افزایش پرولین نسبت داده شود (دوان و همکاران ۲۰۰۸). مصرف براسینولید می‌تواند از طریق افزایش محتوای نسبی آب برگ، قندهای محلول، پروتئین،

www.SID.ir

Archive of SID

پرولین، کاتالاز، پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز، اثرات تنش کم‌آبی را روی گیاهچه‌ها کاهش داده و مقاومت آن را در برابر کم‌آبی افزایش دهد (لی و فنگ ۲۰۱۱). گزارش شده است که تنش کم‌آبی موجب افت محتوای نسبی آب در برگ‌های ذرت شد، ولی کاربرد براسینولید باعث بهبود این صفت در شرایط تنش و عدم تنش کم‌آبی گردید (انجوم و همکاران a ۲۰۱۱).



شکل ۵- محتوای نسبی آب برگ گلرنگ در سطوح مختلف آبیاری برای تیمارهای آب پاشی و محلول پاشی پوترسین و براسینولید

I_1, I_2, I_3, I_4 – به ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰، ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

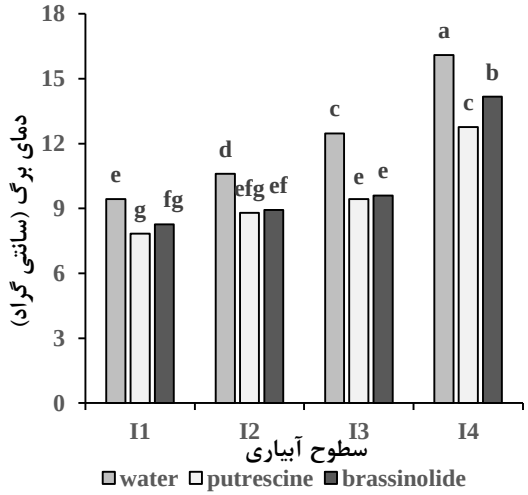
حروف متفاوت نمایانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

دمای برگ

با توجه به نتیجه جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر آبیاری و محلول‌پاشی و همچنین برهم‌کنش آن‌ها بر دمای برگ گلرنگ معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین دمای برگ با کاربرد براسینولید و پوترسین و در آبیاری مطلوب، تنش ملایم و متوسط با اثر مشابه از نظر آماری حاصل گردید، با این حال در تنش شدید بیشترین دمای برگ متعلق به تیمار شاهد بود. مصرف براسینولید منجر به کاهش دمای برگ در تیمارهای آبیاری به ترتیب به میزان ۱۲/٤، ۱۵/۷، ۲۳ و ۱۲ درصد در مقایسه با شاهد شد. در تمامی سطوح آبیاری بویژه در محدودیت شدید پوترسین در مقایسه با براسینولید بهتر عمل نموده و مانع از افزایش بیشتر دمای برگ شده است (شکل ٦). کاهش دمای برگ در اثر استفاده از مواد تنظیم کننده رشد براسینولید و پوترسین با محتوای نسبی آب برگ، جلوگیری از بسته شدن روزنه‌ها و حفظ تعرق گیاهی در ارتباط می‌باشد. مشابهاً نیلسون و آندرسون(۱۹۸۹) نیز گزارش کرده‌اند که دمای برگ در اثر کاهش پتانسیل آب و بسته شدن روزنه‌ها در شرایط کم آبی، افزایش می‌یابد. بسته شدن روزنه‌ها با محدود کردن دی اکسید کربن قابل دسترس در برگ، فتوسنتز را نیز کاهش می‌دهد (بویر ۱۹۷٦). گیاهان با محتوای نسبی آب برگ بیشتر، از توان حفظ آب بالاتری برخوردار خواهند بود و بنابراین به فتوسنتز ادامه خواهند داد، اما با افزایش دمای برگ و در نتیجه آن بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز، با افت عملکرد مواجه خواهند شد (پاسبان اسلام و همکاران ۲۰۱۱). با توجه به ارتباط مستقیم مقدار آب برگ با دمای برگ، کاهش دمای برگ با محلول‌پاشی پوترسین و براسینولید با افزایش محتوای نسبی آب برگ (شکل ۵)، مرتبط می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- دمای برگ گلرنگ در سطوح مختلف آبیاری برای تیمارهای آب پاشی و محلول پاشی پوترسین و براسینولید

I_1, I_2, I_3, I_4 – به ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰، ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

حروف متفاوت نمایانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

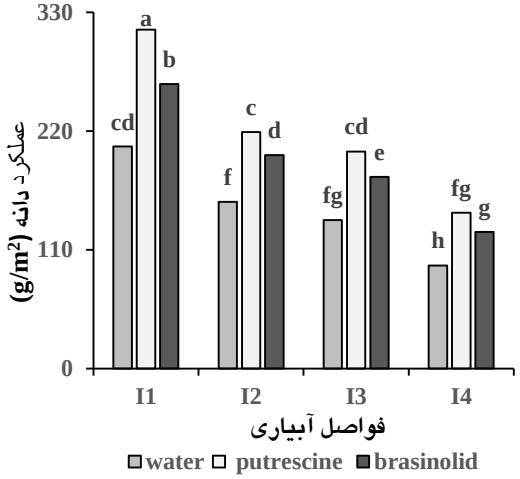
عملکرد دانه

جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثرات متقابل آبیاری و محلول‌پاشی روی عملکرد دانه گلرنگ معنی‌دار است. بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح در آبیاری مطلوب با کاربرد پوترسین و کمترین محصول دانه در تنش شدید (آبیاری پس از ۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و عدم مصرف تنظیم کننده رشد به دست آمد (شکل۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان دهنده کاهش محصول دانه با افزایش محدودیت آبی در تیمار شاهد و مواد تنظیم کننده رشد گیاهی است، با این حال استفاده از پوترسین و براسینولید نسبت به بهبود این ویژگی و کاهش کمتر در عملکرد دانه در واحد سطح در شرایط محدودیت آب نسبت به تیمار شاهد شد. کاهش عملکرد دانه در شرایط کم‌آبی می تواند با کاهش ارتفاع گیاه (شکل ۱) و جلوگیری از تشکیل برگ‌های جدید با کارآیی بالای فتوسنتزی، تعداد برگ (شکل ۲)، کاهش کلروفیل (شکل ٤) ودر نتیجه کارآیی فتوسنتزی و کاهش درصد پوشش سبز (شکل ۳) و در نهایت افت جذب تشعشع خورشیدی مؤثر در فتوسنتز در ارتباط باشد. تنش کم‌آبی رشد سلول‌ها را بیشتر از تقسیم سلولی متأثر می‌سازد و با اثر به فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مانند فتوسنتز، تنفس، بازگسیل مواد فتوسنتزی، جذب یونی، متابولیسم سلولی و تکمیل رشد، موجب کاهش رشد می‌گردد که در نهایت می‌تواند سبب کاهش عملکرد دانه گیاه گردد (جلال و همکاران ۲۰۰۷). افزایش عملکرد دانه با کاربرد براسینولید ممکن است به دلیل راندمان فتوشیمیایی بالاتر از نظر جذب دی اکسید کربن باشد که به افزایش تجمع رنگدانه‌های فتوسنتزی، به ویژه کلروفیل و محتوای بیشتر پروتئین‌های محلول نسبت داده شود (برا و همکاران ۲۰۱٤). استفاده از براسینولید در اواخر دوره رشد رویشی تا رسیدگی دانه از طریق بهبود مرحله پر شدن دانه‌ها موجب افزایش عملکرد دانه می‌گردد، همچنین فرایندهای مرتبط با پیری را در مراحل قبل و بعد از گلدهی کند می‌کند، بنابراین محلول پاشی براسینولید در شرایط تنش سبب حفظ و ثبات گل آذین روی گیاه شده و ترکیبات فنلی موجود در آن می‌تواند باعث حفظ جنین بذر شود. مصرف براسینولید می‌تواند موجب افزایش باز گسیل مواد در داخل گیاه به سمت دانه‌ها شود که این موضوع سبب افزایش عملکرد دانه گردد. اثرات مفید براسینولید در افزایش عملکرد دانه می‌تواند به علت زیاد شدن ثبات غشا یاخته‌ها و یا سنتز

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین‌های خاص در شرایط نامطلوب باشد، به نظر برخی دیگر از محققان عملکرد دانه بیشتر در نتیجه استفاده براسینولید در اثر حفظ یا تشدید فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه در شرایط عادی یا تنش برای ساخت مواد غذایی بیشتر برای گل‌های در حال رشد و بذرها باشد در این صورت بذر نمو مطلوب تری خواهد داشت که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد (آنانتی و همکاران ۲۰۱۳). سنگوپتا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که محلول‌پاشی براسینولید موجب افزایش محصول ماش گردید که مربوط به بهبود اجزای محصول می‌باشد. کاهش عملکرد دانه بر اثر کم‌آبی را می‌توان به کم شدن تعداد کاپیتول در بوته و کاهش تعداد دانه در بوته گلرنگ نسبت داد (افخمی ۲۰۱۸). خماری و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که کاهش عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط محدودیت آبیاری را می‌توان به کم بودن طول دوره رشد و پر شدن دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و افزایش درصد پوکی دانه‌ها نسبت داد. مهم‌ترین دلیل افت محصول در شرایط کم‌آبی، کاهش تعداد دانه‌ها به علت خشک شدن دانه گرده می‌باشد (امام ۲۰۱۱).



شکل۷- عملکرد دانه گلرنگ در سطوح مختلف آبیاری برای تیمارهای آب پاشی و محلول پاشی پوترسین و براسینولید

I_1, I_2, I_3, I_4 - به ترتیب برابر آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰، ۱۶۰ میلی متر تبحیر از تشتک تبخیر کلاس A

حروف متفاوت نمایانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

نتیجه گیری کلی

تنش کمبود آب درصد پوشش سبز مزرعه، محتوای نسبی آب و شاخص کلروفیل برگ را کاهش و دمای برگ را افزایش داد. اما کاربرد پوترسین و براسینولید موجب بالا رفتن محتوای آب برگ و شاخص کلروفیل و پایین آمدن دمای برگ به ویژه در شرایط کم‌آبی شد. ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته با افزایش تنش کم‌آبی روند نزولی داشت. اثر محلول‌پاشی تنظیم کننده‌های رشد روی این صفات معنی‌دار نگردید. کاهش درصد پوشش سبز مزرعه، کاهش شاخص کلروفیل برگ و محتوای نسبی آب برگ موجب کاهش عملکرد دانه در واحد سطح گردید. با این حال استفاده از پوترسین و براسینولید به طور معنی‌داری موجب بهبود عملکرد دانه گلرنگ در تمامی تیمارهای آبیاری به ویژه در آبیاری مطلوب گردید. در مجموع، کاربرد تنظیم کننده‌های رشد می‌تواند با بهبود ویژگی‌های گلرنگ موجب افزایش و محصول دانه گلرنگ در شرایط آبیاری مطلوب و محدود مؤثر باشد. بنابراین توصیه می‌گردد در مناطق خشک و نیمه خشک که محدود آب وجود دارد می‌توان با استفاده از پوترسین و براسینولید محصول قابل قبولی را در واحد سطح تولید کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه تبریزو دانشکده کشاورزی جهت حمایت و مساعدت برای اجرای این پروژهش نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

Afkhami N. 2018. Safflower reaction to foliar application of silicon and manganese nano-oxides under limited irrigation. Master Thesis. Faculty of Agriculture, University of Tabriz.

Akhtarbeg H and Pala M. 2001. Prospects of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) production in Dryland Areas of Iran. International Safflower Conference. Montana. USA. Pp. 167-173.

Ananthi M, Sasthri G and Srimathi P. 2013**.** Integrated seed and crop management techniques for increasing productivity of green gram cv. CO_6. International Journal of Science Research, 37-38.

Anjum SA, Wang LC, Farooq M, Hussain M, Xue LL and Zou CM. 2011 a. Brassinolide application improves the drought tolerance in maize through modulation of enzymatic antioxidants and leaf gas exchange. Journal of Agronomy and Crop Science, 177-185.

Anjum SA, Xie XY, Wang LC, Saleem MF, Man C and Lei W. 2011 b. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, 2026-2032.

Azizi M, Rezvani F, Khayati MH, Lakziyan A and Nemati H. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological characteristics and the amount of essential oil of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Iranian Research on Medicinal and Aromatic Plants, 82-93. (In Persian).

Bera AK, Pramanik K and Mandal B. 2014. Response of biofertilizers and homo-brassinolide on growth, yield and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) African Journal of Agricultural Research, 3494-3503.

Boyer JS. 1976. Water deficits and photosynthesis. Water deficits and plant growth. 153-190.

Cicek N and Cakirlar H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in wo maize cultivar. Bulgaria Journal of Plant Physiology, 66–74.

De Souza PI, Egli DB and Brucening WP. 1997. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. Agronomy Journal, 807-812.

Duan J, Li J, Guo SH and Kang Y. 2008. Exogenous spermidine affects polyamine metabolism in salinity-stressed Cucumis sativus roots and enhances short-term salinity tolerance. Journal of Plant Physiology,1620- 1635.

Emam Y. 2011. Cereal Crop Production. Shiraz University Press, Shiraz.

Eslami R, Tajbakhsh M, Ghafari A, Roustaei M and Barnousi I. 2012. Evaluation of drought tolerance in dry lands wheat genotypes under different moisture, 129-143.

Farrokhiniya M, Roshdi M, Paseban Eslam B and Sasandoust R. 2011. Investigation of some physiological characteristics and spring safflower under water stress. Iranian Journal of Crop Sciences. 545-553, (In Persian).

Ganjali E and Nezami A. 2008. Ecophysiology and limitations of grain yield in: Parsa beans, M. Bagheri, A. Publications University of Mashhad. (In Persian).

Ghafari M, Tourchi M, Valizadeh M and Shakiba MR. 2014. Physiological properties of stabilizing sunflower seed yield under limited irrigation conditions. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 98-108. (In Persian).

Ghassemi-Golezani K and Afkhami N. 2018. Changes in some morpho-physiological traits of safflower in response to water deficit and nano-fertilizers. International Journal of Biodiversity and Environmental Science, 391-398.

Ghassemi-Golezani K and Ghassemi S. 2013. Effects of water stress on some physiological traits and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. International Journal of Biosciences, 62-70.

www.SID.ir

Archive of SID

Ghassemi-Golezani K, Lotfi R and Norouzi M. 2012. Seed quality of soybean cultivars affected by pod position and water stress at reproductive stages. International Journal of Plant. Animal and Environmental Sciences, 119-125.

Ghassemi-Golezani K, Zafarani-Moattar P, Raey Y and Mohammadi A. 2010. Response of pinto bean cultivars to water deficit at reproductive stages. Journal of Food, Agriculture and Environment, 801-804.

Heydari N, Pouryousef M and Tavakoli A. 2013. The effect of drought stress on photosynthesis, its related parameters and relative water content of (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Biology, 829-839. (In Persian).

Hsiao TC. 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology, 519-570.

Hugh JE and Rechard FD. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. Agronomy Journal, 688-696.

Jaleel CA, Manhvannan P, Kishorekumar A, Sankar B, Gopi R, Somasundaram R and Panneerselvam R. 2007. Altrations in osmasundaram, antioxidant enzymes and indole alkaloidlevels in Catharanthus roseus exposed to water deficit, 150-157.

Kafi M, Borzouyi A, Salehi M, Kamandi E, Masoumi E and Nabati J. 2014. Physiology of environmental stresses in plants. Publications University of Mashhad. 504. (In Persian).

Kafi M and Rostami M. 2007. Effect of drought stress on crop, crop components and oil percentage of safflower cultivars under saline irrigation. Iranian Journal of Crop Research, 121-132. (In Persian).

Kaya C, Levent Tuna A, Ashraf M and Altunlu H. 2007. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. Environmental and Experimental Botany, 397–403.

Khajepour MR. 2007. Industrial production plants. Isfahan University of Technology, 580.

Khan NA. 2003. NaCl inhibited chlorophyll synthesis and associated changes in ethylene evolution and antioxidative enzyme activities in wheat. Plant Biology, 437-440.

Khazayi H, MohammadAbadi E and Borzuyi A. 2005. Investigation of morphological and physiological traits of millet in different irrigation regimes. Iranian Journal of Crop Research, 35-45. (In Persian).

Khomari S. 2004. Investigation of the effect of water restriction on grain filling process, yield and yield components of sunflower seed. Master Thesis. Faculty of Agriculture, University of Tabriz. (in Persian).

Kpoghomou BK, Spara VT and Beyl CA. 1990. Screening for tolerance soybean germination and its relationship to seeding responses. Journal of Agronomy and Crop Science, 164: 153-159.

Kumar A and sharma KD. 2010. Leaf water content-a simple indicator of drought tolerance in crop plants. Indian Journal of Agriculture Science, 1095-1097.

Li K and Feng CH. 2011. Effects of brassinolide on drought resistance of (*Xanthoceras sorbifolia* L.) seedlings under water stress. Acta Physiology. Plantarum, 1293-1300.

Lotfi N, Vahdati K, Kholdebarin B and Najafian Ashrafi E. 2010. Germination, mineral compositon and ion uptake in walnut under salinity conditions. Horticulture Science, 1352-1357.

Masoumi E, Kafi M, Nezami A and Hoseani SH. 2005. Effects of drought stress on some morphological characteristics of some chickpea genotypes under greenhouse conditions. Iranian Agricultural Research, 277-289. (In Persian).

Mahros KM, Badawy EM, Mahgoub MH and Habib AM. 2011. Effect of Putrescine and Uniconazole Treatments on Flower Characters and Photosynthetic Pigments of (*Chrysanthemum indicum* L.) Plan. Journal of American Science, 399-408.

Martin-Tanguy J. 2001. Metabolism and function of polyamines in plants: recent development (new approaches). Plant Growth Regulation, 135-148.

www.SID.ir

Archive of SID

Mohammadi M, Gassemi-Golezani K, Zehtab-Salmasi S and Nasrollahzade S. 2015. Effect of water deficit on some morphological, yield and yield components of spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. International Journal of Review in Life Sciences, 298-305.

Mousavi A, Kalantari KhM, jafari R, Hasibi N and Mahdavian K. 2009. Study of the effects of 24 – epibrassinolide and water stress on some physiological parameters in canola (*Brassica napus* L.) seedlings. Iran. Journal. Biological Sciences, 275 -286.

Nielsen DC and Anderson RL. 1989. Infrared thermometry to measure single leaf temperatures for quantification of water stress in sunflower. Agronomy Journal, 840-842.

Nourafcan H. 2014. Effect of salicylic acid on salinity stress tolerance improvement of peppermint (*Menta piperita* L.) in greenhouse. Modern Science Sustain Agriculture Journal, 85-95.

Paseban eslam B. 2011. The effect of drought stress on grain and oil yield of safflower autumn genotypes. Journal of Crop Science 175. (In Persian).

Pourdad S. 2004. Evaluation of drought resistance in safflower lines in spring cultivation. Abstracts of the 8th Iranian Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding. 3 to 5 September. Faculty of Agriculture, University of Gilan. 240. (In Persian).

Prusakova LD, Ezhov MN and Salnikov AI. 1999. The use of emistim, epibrassinolide and uniconazole to overcome quality difference of buckwheat grains. Agrarian Russian, 41-44.

Rahimi A and Shamsuddin Saeed M. 2010. Reaction of black seed germination components to drought stress under laboratory conditions. 11th Iranian Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding. (In Persian).

Rostami M. 2004. The effect of drought stress at the end of the season on yield and physiological characteristics of wheat cultivars and determining the best drought resistance index. Master Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

Rubinowska K, Pogroszewska E and Michalek W. 2012. The effect of polyamines on physiological parameters of post- harvest quality of cut stems of Rosa 'Red Berlin'. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 81-93.

Sharifa S and Muriefah A. 2015. Effects of paclobutrazol on growth and physiological attributes of Soybean (*Glycine max*) plants grown under water stress conditions. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 81-93.

Shahbaz M and Ashraf M. 2007. Influence of exogenous application of brassinosteroid on growth andmineral nutrients of wheat (*Triticum aestivum* L.) under saline conditions. Pakistan. Journal. Botanic, 513-522.

Sengupta K, Banik NC, Bhui S and Mitra S. 2011. Effect of brasinolid on growth and yield of summer green gram crop. Journal of Crop Weed, 152-154.

Shi J, Fu XZ, Peng T, Huang XS, Fan QJ and Liu JH. 2010. Spermine pretreatment confers dehydration tolerance of citrus in vitro plants via modulation of antioxidative capacity and stomatal response. Tree Physiology, 914–922.

Wang W, Vinocur B and Altman A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures. Towards genetic engineering for stress tolerance. Planta, 1-14.

Weinberg ZG, Landau SY, Bar-Tal A, Chen Y, Gamburg M, Brener S and Dvash L. 2005. Ensiling safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as an alternative winter forage crop. In: Park RS, Strong MD (Eds.), Proceedings of the 15th International Silage Conference. Belfast, Northern Ireland, July 3-6. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands, 169.

www.SID.ir