



دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و یکم، ۱۳۹۹

تأثیر سطوح مختلف آبیاری، خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت رنگین

داوود عادلیان^۱، هوشنگ فرجی^۲، امین صالحی^۳، علی مرادی^۴

دریافت: ۹۷/۷/۲۹ پذیرش: ۹۸/۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی اثر خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق کائولین و آترازین تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت رنگین، آزمایشی مزرعه‌ای در منطقه برازجان، استان بوشهر در دو سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ اجرا گردید. آزمایش به صورت اسپلیت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (۲۵ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک، ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک و ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک)، عامل فرعی در دو سطح (خاکپوشه پلاستیک و بدون خاکپوشه) و عامل فرعی فرعی در سه سطح (مواد ضد تعرق کائولین، آترازین و شاهد) بودند. نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و مواد ضد تعرق بر نسبت Fv/Fm و برهمکنش خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق بر میزان قند محلول برگ معنی‌دار گردید. در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین نسبت Fv/Fm (۰/۵۷۸) در تیمار آترازین با افزایش ۱۸/۶ درصدی نسبت به تیمار شاهد و کمترین مقدار آن (۰/۴۶۸) در تیمار کائولین بدست آمد. در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین میزان قند محلول برگ (۵۸/۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار بدون خاکپوشه پلاستیک مشاهده شد. همچنین برهمکنش سطوح مختلف آبیاری، خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید. در سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین عملکرد دانه معادل ۵۵۶/۲ گرم بر متر مربع در تیمار خاکپوشه پلاستیک و استفاده از آترازین بدست آمد (معادل ۱۲۳۷/۵ مترمکعب صرفه-جویی در مصرف آب در مقایسه با تیمار بدون خاکپوشه پلاستیک و بدون ماده ضد تعرق) که منجر به افزایش ۷/۷ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد گردید؛ همچنین کمترین مقدار آن معادل ۳۶۶/۶ گرم بر متر مربع در تیمار بدون خاکپوشه و ماده ضد تعرق بدست آمد. در شرایطی که میزان رطوبت خاک محدود است، استفاده از خاکپوشه پلاستیک و آترازین جهت حصول حداکثر عملکرد کیفی و کمی قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ذرت رنگین، خاکپوشه پلاستیک، فلورسانس کلروفیل، قند محلول برگ، محتوای رطوبت نسبی

عادلیان، د. ه. فرجی، ا. صالحی و ع. مرادی. ۱۳۹۹. تاثیر سطوح مختلف آبیاری، خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت رنگین. *مجله اکوفیزیولوژی گیاهی*. ۴۱: ۲۵۷-۲۴۳.

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران- مسئول مکاتبات. yu.ac.ir@gmail.com

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران

۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران

مقدمه

ذرت رنگین با نام علمی *Zea mays var. indurata* و نام انگلیسی *Rainbow Corn*، یکی از غلات گرمسیری خانوادگی گرامینه است (اروین، ۱۹۴۹). ذرت رنگین گیاهی تغییر یافته ژنتیکی از ذرت معمولی است که با انجام جهش و خالص سازی بذور طی چندین نسل حاصل شده است. این تغییر ژنتیکی موجب تجمع قندها، آنتوسیانین و رنگیزه های مختلف در اندوسپرم دانه شده است. ذرت رنگین، کمی شیرین تر از ذرت معمولی است و دارای آنتی اکسیدان و نشاسته بیشتری است و برای سالاد، سوپ و کنسرو و تهیه آرد استفاده می شود.

هنگامی که تعرق گیاه افزایش می یابد، محتوای نسبی آب برگ کاهش می یابد و کاهش جذب آب تحت شرایط کم آبی منجر به کاهش تورژسانس سلول می شود. حفظ آب نسبی بیشتر در شرایط کم آبی، به دلیل رشد بیشتر ریشه نسبت به ساقه و القای اسیدآسیبیک در کاهش باز نگهداشتن روزه ها، منجر به حفظ تورژسانس سلول، محتوای کلروفیل و فتوستتزی می شود (کیوان، ۲۰۱۰). گزارش شده است که در شرایط تنش خشکی به دلیل بسته شدن روزه های برگ، کارایی دستگاه فتوستتزی کاهش یافت (سونگ و همکاران، ۲۰۱۸). سونمز و بایرام (۲۰۱۷) بیان کردند که در شرایط تنش رطوبتی، فعالیت دستگاه فتوستتزی محدود گردید. بنابراین، تحت شرایط کم آبی، کاربرد خاکپوشه پلاستیک به دلیل حفاظت از آب و کاهش تبخیر آب از سطح خاک، به عنوان یکی از مهمترین روش های تولید ذرت بیان شده است (سان و همکاران، ۲۰۱۴). مرتضویان و همکاران (۲۰۱۸) اظهار داشتند که کارایی دستگاه فتوستتزی گیاه تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گرفت، به طوری که با کاهش رطوبت خاک، کارایی دستگاه فتوستتزی گیاه کاهش یافت. یان و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که با افزایش شدت تنش رطوبتی از ۵۰ به ۷۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، عملکرد دانه ذرت نسبت به تیمار آبیاری مطلوب حدود ۱۸ درصد کاهش یافت. خلیلوند بهروزیار (۲۰۱۴) با بررسی ویژگی های مورفوفیزیولوژیکی ذرت شیرین تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری بیان کرد که با کاهش میزان رطوبت مزرعه، میزان رطوبت نسبی گیاه کاهش یافت. همایونی و خزریان (۲۰۱۴) با بررسی سطوح مختلف آبیاری بر میزان قند محلول برگ ذرت بیان کردند که بیشترین میزان قند محلول برگ در سطح تنش شدید آبی گیاه

بدست آمد. می و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که با کاهش محتوای آب نسبی برگ، میزان نشت الکترولیت برگ افزایش یافت. در شرایطی که شدت نور زیاد می باشد جهت جلوگیری از کاهش شدت خسارت وارده به گیاهان از مواد ضد تعرق استفاده می شود. کاربرد مواد ضد تعرق، به عنوان روشی برای کاهش تلفات آب از برگ های گیاه مورد توجه قرار گرفته است. حدود یک درصد از کل آبی که ریشه جذب می کند صرف واکنش های فیزیولوژیک و بقیه به صورت بخار آب از گیاه خارج می شود. بنابراین، کاربرد مواد ضد تعرق می تواند راهکاری برای کاهش صدمات ناشی از تنش خشکی باشد (دلأمور و همکاران، ۲۰۱۰). در این رابطه، کاتولین یک ماده ضد تعرق است که به صورت پودر قابل حل در آب (وتابل) محلول پاشی می شود؛ آترازین در غلظت بالا به عنوان علف کش و در غلظت پایین تر به عنوان ماده ضد تعرق استفاده می شود (کانتز و آلبرازو، ۲۰۰۹). آترازین با بسته نگه داشتن روزه ها موجب کاهش تعرق و فتوستتزی می گردد، اما با افزایش محتوای نسبی آب در برگ می تواند مسیر دوم انتشار دی اکسید کربن را که فاز مایع است، تسهیل و تسریع نموده و در نتیجه دی اکسید کربن بیشتری برای انجام فتوستتزی فراهم گردد (باقری و همکاران، ۱۳۹۳). ویراسینگ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند کاربرد ماده ضد تعرق، موجب انجام بهینه مراحل میوز و کاهش اثر تنش خشکی بر دانه های گرده شد. عبدالله و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند مصرف ماده ضد تعرق در شرایط تنش خشکی، مصرف آب روزانه، ضریب تعرق، هدایت روزه ای و افت فشار آماس (تورژسانس) را کاهش داد و سرعت فتوستتزی افزایش یافت. کاربرد مواد ضد تعرق در شرایط تنش رطوبتی سبب حفظ تورژسانس سلولی و در نتیجه حفظ آب برگ و در نتیجه جلوگیری از آب کشیدگی گیاه شد (ساتیش، ۲۰۱۶). بررسی منابع نشان داد که با کاهش میزان رطوبت آب در خاک، برای حفظ عملکرد کیفی ذرت، توجه به کاربرد خاکپوشه پلاستیک و استفاده از مواد ضد تعرق به منظور کاهش بار حرارتی ایجاد شده در گیاه بسیار ضروری است (گراوز و وانگ، ۲۰۱۷؛ آکاسی و داگلدن، ۲۰۱۶).

استان بوشهر به دلیل قرار گرفتن در عرض جغرافیایی پایین و نزدیکی به صحرای عربستان، میزان بارندگی محدود دارد. هم چنین، در سال های اخیر برداشت بی رویه و غیر مجاز آب های زیرزمینی، منابع آبی را با تهدیدی جدی روبرو نموده است. از سوی دیگر، از

پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (۲۵ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک، ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک و ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک، عامل فرعی در دو سطح (خاکپوشه پلاستیک و بدون خاکپوشه) و عامل فرعی فرعی در سه سطح (کائولین، آترازین و شاهد) بودند. ابعاد کرت‌های آزمایش ۷×۴ متر، فاصله بین بلوک‌ها سه متر، فاصله‌ی بین کرت‌های اصلی از یکدیگر دو متر و فاصله بین کرت‌های فرعی از یکدیگر یک متر لحاظ شد. قبل از کاشت، آزمون خاک انجام گرفت (جدول ۱). به منظور کاشت بذور در خاکپوشه پلاستیک، دایره‌ای به قطر ۷ سانتی‌متر ایجاد شد و بذور با فاصله ۲۲/۵ سانتی‌متر از یکدیگر روی ردیف‌های کاشت و با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و تراکم ۵۹۳۰۰ بوته در هکتار با دست کشت شد.

مزیت‌های منحصر به فرد این منطقه، کشت برخی گیاهان در زمستان و در زمان خلاء تولید محصول است که امکان آن در سایر مناطق کشور و نیز برخی از کشورهای همسایه در فضای آزاد وجود ندارد. بنابراین، کشت ذرت رنگین به‌عنوان یک محصول اقتصادی در شرایط استفاده از خاکپوشه پلاستیک (مالچ) و مواد ضد تعرق، می‌تواند راهکاری بهینه برای تداوم کشاورزی و ارتقای اقتصاد منطقه باشد. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق در شرایط آبیاری محدود بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک ذرت رنگین اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ذرت رنگین، آزمایشی مزرعه‌ای در منطقه برازجان استان بوشهر در دو سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ اجرا گردید. آزمایش به‌صورت اسپلیت اسپلیت

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	PH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	نیترژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)
لوم رسی	۷/۹۳	۰/۳۶	۰/۷۰	۰/۲۵	۱۱/۱	۲۱۹

به نسبت ۵۰۰ گرم در هکتار و کائولین به نسبت ۴۰۰ گرم در هکتار در دو مرحله با ظهور ریشک بلال و مرحله‌ی دوم، دو هفته پس از مرحله‌ی اول، محلول‌پاشی گردید (کازم‌پور و تاج‌بخش، ۱۳۸۰). در تمامی روش‌های کشت، آبیاری اولیه به‌طور یکسان به‌منظور رشد اولیه و استقرار گیاه صورت گرفت. پس از استقرار گیاه و در مرحله ۵ برگی، سطوح آبیاری اعمال شد. سطوح آبیاری براساس درصد تخلیه رطوبت آب قابل استفاده خاک در عمق توسعه ریشه اعمال شد. تخلیه‌ی رطوبتی ۲۵ درصد آب قابل استفاده خاک به‌عنوان سطح شاهد و سایر سطوح آبیاری شامل تخلیه‌ی رطوبتی ۴۰ درصد آب قابل استفاده خاک و تخلیه‌ی رطوبتی ۶۰ درصد آب قابل استفاده خاک بود. برای دستیابی به این سطوح زمان‌های آبیاری مزرعه با اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش وزنی به وسیله متد نمونه‌برداری (آگر) از طریق نمونه‌گیری‌های مکرر خاک از عمق توسعه ریشه (از حاشیه سطح

بر اساس نتایج آزمون در سال اول آزمایش، ۵۰ کیلوگرم کود فسفر (از منبع سوپرفسفات تریپل)، ۵۰ کیلوگرم کود پتاسه (از منبع سولفات پتاسیم) به صورت پایه قبل از کاشت به خاک مزرعه اضافه گردید. کود نیترژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیز از منبع اوره در دو مرحله، دو سوم پس از مرحله تنک کردن و یک سوم باقیمانده در مرحله‌ی ظهور گل‌تاجی به گیاه داده شد. همچنین در سال دوم آزمایش، مقدار ۲۵ کیلوگرم کود فسفر، ۲۵ کیلوگرم کود پتاسه و ۵۰ کیلوگرم کود نیترژن به خاک افزوده شد. پس از آماده سازی بستر کاشت، لوله‌های آبیاری نواری نصب و روی ردیف‌های کشت قرار گرفتند. سپس به‌منظور اعمال خاکپوشه پلاستیک، پلاستیک‌هایی به عرض ۵۰ سانتی‌متر (شفاف و با ضخامت ۲۰۰ میکرومتر) بر روی خطوط کشت و هم‌چنین نوارهای آبیاری قرار داده شد؛ به‌طوری‌که لبه‌های پلاستیک در حاشیه و پایین خطوط کشت قرار گرفت. مواد ضد تعرق آترازین

$$I_g = \frac{(\theta_{FC} - \theta_{pmp}) \times F \times D \times A \times 100}{Ea} \quad \text{رابطه ۱}$$

در این رابطه، θ_{FC} میزان رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی خاک، θ_{pmp} میزان رطوبت خاک در نقطه پژمردگی، F درصد تخلیه رطوبت از خاک (۲۵، ۴۰ و ۶۰ درصد)، p جرم مخصوص ظاهری خاک، D عمق توسعه ریشه (متر)، A مساحت کرت (مترمربع)، I_g میزان آب آبیاری (مترمکعب)، Ea راندمان آبیاری می‌باشد که به‌طور متوسط ۹۰ درصد در نظر گرفته شد. حجم آب مصرفی سایر تیمارها در جدول ۲ ارائه گردید.

ریشه از عمق ۷۰-۱۰ سانتی متری خاک با توجه به مراحل مختلف رشدی) به منظور رسیدن به رطوبت لازم برای سطح ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک انجام شد. مقدار آب مصرفی با در نظر گرفتن رطوبت ظرفیت زراعی خاک، مساحت کرت و عمق توسعه ریشه، بر حسب مترمکعب از طریق رابطه‌ی ۱ محاسبه شد (سانچز و همکاران، ۱۹۹۸). آبیاری هر تیمار تا رسیدن به نقطه زراعی انجام شد. میزان آب مصرفی توسط هر کرت آزمایشی به وسیله‌ی کنتور نصب شده در مزرعه اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- حجم آب مصرفی هر تیمار بر حسب متر مکعب در سال‌های مختلف آزمایش

سال اول		سال دوم		تیمار ضد تعرق	آبیاری
خاکپوشه پلاستیک	بدون خاکپوشه	خاکپوشه پلاستیک	بدون خاکپوشه		
۴۰۸۰	۴۶۵۳	۴۰۸۹	۴۶۶۲	آترازین	۲۵ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک
۴۹۱۳	۵۹۱۷	۴۹۲۲	۵۹۲۶	کانولین	
۴۲۰۲	۵۳۱۷	۴۲۱۱	۵۳۲۶	بدون ماده ضد تعرق	۴۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک
۴۰۵۵	۴۶۵۷	۴۰۶۴	۴۶۶۶	آترازین	
۴۹۲۷	۶۰۷۷	۴۹۳۶	۶۰۸۲	کانولین	۶۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل استفاده خاک
۴۱۹۷	۵۳۲۰	۴۲۰۶	۵۳۳۲	بدون ماده ضد تعرق	
۴۰۳۰	۴۶۴۴	۴۰۳۹	۴۶۶۳	آترازین	بدون ماده ضد تعرق
۴۸۸۰	۶۰۷۳	۴۸۸۹	۶۰۸۲	کانولین	
۴۱۹۰	۵۳۲۳	۴۲۰۲	۵۳۳۰	بدون ماده ضد تعرق	

ویژگی‌های فیزیولوژیک شامل شاخص سبزی‌نگی (با استفاده از دستگاه کلروفیل متر مدل Minolta 502)، میزان فلورسانس کلروفیل (با استفاده از دستگاه فلوریمتر مدل OSI-FL)، محتوای رطوبت نسبی برگ (میشرا و چودهوری، ۱۹۹۹)، نشت الکتروولت (بلترانو و رانکو، ۲۰۰۸)، محتوای قند محلول برگ (ایریگوین و همکاران، ۱۹۹۲)، در زمان ظهور بلال از برگ‌ها اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نسخه ۹/۱ نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید. ابتدا برای اطمینان از یکنواختی واریانس خطاها، آزمون بارلت انجام شد و سپس تجزیه مرکب داده‌های دو سال آزمایش، انجام گردید. مقایسه میانگین اثرات اصلی به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد و در صورت معنی دار بودن اثرات متقابل، برش دهی انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون L.S.Means مقایسه گردید.

نتایج و بحث

شاخص سبزی‌نگی

نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و خاکپوشه پلاستیک بر میزان شاخص سبزی‌نگی معنی دار گردید (جدول ۳). نتایج برش - دهی خاکپوشه پلاستیک در سطح آبیاری ۴۰ و ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی برای شاخص سبزی‌نگی معنی دار گردید (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی ذرت رنگین تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تیمارهای خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق

منابع تغییر	درجه آزادی	SPAD	Fv/Fm	Fm	F0	محتوای رطوبت نسبی برگ	میزان نشت الکتروولیت برگ	میزان قند محلول برگ	عملکرد دانه
سال (Y)	۱	**۱۱۶/۸۷۵	ns۰/۰۰۲۵۶	ns۲۵۱/۱۶	**۳۴۸/۱۵	ns۳۶/۱۲۲۷	**۵۹/۸۳	**۱۵۸/۲۱۹	ns۱۶۱/۴۵
تکرار (سال)	۴	۱۸۱/۴۲۶	۰/۰۳۱۶۱	۶۱۹۳/۹۹	۲۳۷/۷۵	۳۶۵/۴۴۰۰	۱۰۳/۹۲	۱۵۱/۴۸۷	۶۶۳۰۴/۵۷
آبیاری (A)	۲	**۶۴۹۹/۹۴۹	**۰/۱۰۴۹۳	**۱۷۵۶۸/۳۷	**۱۶۵۰/۵۳	**۷۸۳۵/۷۴۰۷	**۵۱۹/۶۲	**۲۱۶۲/۲۱۰	**۱۱۶۴۳۹/۱۳
Y*A	۲	ns۲/۹۰۷	ns۰/۰۰۰۰۰۴	ns۰/۳۶	ns۲/۶۶	ns۰/۷۷۱۹	ns۱/۱۱	ns۱/۲۴۷	ns۱/۰۳
تکرار*آبیاری (سال)	۸	۸/۵۸۰	۰/۰۰۰۶۶	۱۸۹/۹۷	۱۷/۲۲	۹/۴۱۹۸	۳/۳۹	۴/۸۰۰	۱۱۸۴/۲۸
خاکپوشه (B)	۱	**۲۷۴۸/۳۱۴	ns۰/۰۰۱۰۰	ns۱۶۳/۵۴	**۲۴۸۶/۱۱	**۱۵۰۷/۵۲۰۸	**۸۸۰/۱۳	**۹۹۰/۴۴۶	**۲۱۲۳۲۰/۳۱
Y*B	۱	ns۱/۳۵۳	ns۰/۰۰۰۰۰۱	ns۰/۰۰۰۰۰	ns۴/۹۰	ns۰/۱۴۶۶	ns۰/۹۶	ns۰/۳۰۰	ns۱/۹۰
A*B	۲	**۱۵۸۶/۱۹۰	ns۰/۰۰۰۰۳	ns۵/۶۰	**۲۹۰/۱۰۰	**۳۸۹/۸۹۹۸	**۸۷/۰۷	**۲۴۴/۸۹۲	**۱۵۱۴۰/۰۴
Y*A*B	۲	ns۰/۷۷۰	ns۰/۰۰۰۰۰۱	ns۰/۰۰۰۰۰	ns۵/۷۴	ns۰/۰۳۷۰	ns۰/۰۹	ns۰/۰۷۴	ns۰/۱۳
تکرار*خاکپوشه (سال*آبیاری)	۱۲	۱۷/۵۱۷	۰/۰۰۳۲۱	۵۶۷/۰۲	۸/۰۳	۳۶۳۶۵۷	۱۱/۷۷	۱۷/۱۳۲	۱۷۲/۲۲
مواد ضد تعرق (C)	۲	**۱۴۶/۸۹۹	**۰/۱۳۱۹۰	**۲۲۰۵۶/۹۰	**۱۲۷۱/۷۰	**۴۴۰/۶۸۰۵	ns۳۰/۴۱	ns۱۹/۹۶۷	**۸۴۰۱۱/۱۱
A*C	۴	ns۷/۹۶۶	**۰/۰۶۷۶۹	**۱۱۲۶۸/۸۸	**۱۱۶/۵۳	ns۹/۳۰۹۴	ns۱۷/۸۳	ns۳۵/۵۹۳	**۱۲۱۰۳/۰۶
B*C	۲	ns۱۲/۹۱۷	ns۰/۰۰۰۶۴	ns۱۱۲/۷۸	*۵۴/۸۷	ns۰/۶۷۴۵	ns۴/۳۹	ns۴۲/۸۱۱	ns۴۰۸۸/۸۷
Y*C	۲	ns۰/۰۷۰	ns۰/۰۰۰۰۱	ns۰/۰۰۰۰۰	ns۲/۵۱	ns۰/۰۴۱۰	ns۴/۰۳	ns۰/۰۰۶	ns۰/۷۴
A*B*C	۴	ns۱۲/۷۷۰	ns۰/۰۰۰۰۳	ns۵/۰۰	*۴۵/۸۸	ns۳/۹۶۹۹	ns۸/۰۶	ns۳۴/۴۱۵	**۸۰۵۱/۶۱
Y*A*B*C	۱۰	ns۰/۰۰۵	ns۰/۰۰۰۰۰۳	ns۰/۰۰۰۰۰	ns۰/۱۵	ns۰/۰۰۰۵	ns۰/۰۱	ns۰/۰۱۱	ns۰/۰۷
خطا	۴۸	۱۱/۱۶	۰/۰۰۱۸	۳۴۵/۱۴	۱۵/۶۱	۲۲/۷۵۱۴	۶/۱۴	۱۵/۲۳۹	۱۶۵۷/۵۰
ضریب تغییرات (%)	-	۷/۶۵	۷/۷۰	۸/۰۴	۸/۰۱	۶/۹۳	۷/۶۷	۸/۱۳	۱۰/۵۸

ns, ** و * به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس برش دهی اثر خاکپوشه پلاستیک در هر سطح آبیاری برای برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ذرت رنگین

میزان قند محلول برگ	محتوای رطوبت		SPAD	درجه آزادی	سطوح آبیاری
	میزان نشت	نسبی برگ			
۰/۰۸۷ns	۴۰/۴۹۲**	۹۳۰/۲۵۰**	۲۱/۱۶۰ns	۱	۲۵ درصد تخلیه رطوبتی (A1)
۶۱۵/۷۸۴**	۴۸۸/۷۰۴**	۰/۰۰۷ns	۴۷۲/۲۶۵**	۱	۴۰ درصد تخلیه رطوبتی (A2)
۸۶۴/۳۶۰**	۵۲۵/۰۹۷**	۱۳۵۷/۰۶۲**	۵۴۲۷/۲۶۸**	۱	۶۰ درصد تخلیه رطوبتی (A3)

ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری و خاکپوشه پلاستیک برای برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ذرت رنگین

میزان قند محلول برگ (گرم بر گرم وزن تر برگ)	محتوای رطوبت		SPAD	سطوح مالچ	سطوح آبیاری
	میزان نشت	نسبی برگ			
۳۹/۱۹a	۲۹/۲۳a	۸۰/۵۱b	۵۸/۶۴a	بدون مالچ پلاستیک (B1)	۲۵ درصد تخلیه رطوبتی (A1)
۳۹/۰۹a	۲۷/۱۱b	۹۰/۶۸a	۵۷/۱۰a	مالچ پلاستیک (B2)	۴۰ درصد تخلیه رطوبتی (A2)
۵۵/۲۷a	۳۶/۷۱a	۶۲/۴۷a	۳۸/۲۹b	بدون مالچ پلاستیک (B1)	۶۰ درصد تخلیه رطوبتی (A3)
۴۷/۰۰b	۲۹/۳۵b	۶۲/۴۴a	۴۵/۵۳a	مالچ پلاستیک (B2)	بدون مالچ پلاستیک (B1)
۵۸/۵۴a	۳۹/۴۸a	۵۲/۰۴b	۱۸/۸۹b	بدون مالچ پلاستیک (B1)	مالچ پلاستیک (B2)
۴۸/۷۴b	۳۱/۸۴b	۶۴/۳۲a	۴۳/۴۴a	مالچ پلاستیک (B2)	

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات اصلی مواد ضد تعرق برای برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ذرت رنگین

محتوای رطوبت نسبی برگ (درصد)	SPAD	سطوح تیمار
۶۹/۳۵b	۴۲/۱۶b	کائولین (C1)
۷۱/۹۰a	۴۵/۹۵a	آترازین (C2)
۶۴/۹۸c	۴۲/۸۳b	بدون ماده ضد تعرق (C3)

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

میزان فتوسنتز خالص گیاه، در درجه اول ناشی از بسته شدن روزنه‌ها باشد. اما در شرایط کم‌آبی، اثر روزنه‌ای ممکن است با افزایش مقاومت مزوفیل و اثر مخربی که تنش بر غشای تیلاکوئیدها می‌گذارد، تشدید شود. کاهش میزان شاخص سبزیگی می‌تواند در نتیجه تخریب کلروفیل به واسطه محدودیت شدید کم‌آبی باشد که به کاهش فتوسنتز خالص منجر می‌شود.

تأثیر مواد ضد تعرق بر میزان شاخص سبزیگی در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول ۳). بیشترین میزان شاخص سبزیگی (۴۵/۹) در تیمار آترازین و کمترین آن در تیمارهای کائولین و بدون مواد ضد تعرق بدست آمد (جدول ۶). محققان بیان کردند که با توجه به این امر که تحت شرایط کم-آبی، پتانسیل آب گیاه کاهش می‌یابد، بنابراین گیاه در طی روز با

در سطح آبیاری ۴۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین میزان شاخص سبزیگی برگ (۴۵/۵) در تیمار خاکپوشه پلاستیک و کمترین مقدار آن (۳۸/۲) در تیمار بدون خاکپوشه بدست آمد (جدول ۵). با کاهش مقدار رطوبت خاک، میزان شاخص سبزیگی برگ نیز کاهش یافت (جدول ۵). استفاده از خاکپوشه پلاستیک موجب افزایش میزان شاخص سبزیگی برگ گردید (جدول ۵). سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی در مقایسه با سایر سطوح آبیاری به دلیل دارا بودن آب بیشتر، موجب افزایش میزان شاخص سبزیگی گردید. همچنین، کاهش رطوبت خاک، موجب گردید که میزان شاخص سبزیگی کاهش یابد. تیمارهایی که در طول مراحل رشدی با محدودیت کم‌آبی مواجه نبودند، دارای بیشترین میزان شاخص سبزیگی بودند (جدول ۵). به نظر می‌رسد که در شرایط تنش ملایم، کاهش

برش‌دهی اثر مواد ضد تعرق در هر سطح آبیاری برای نسبت Fv/Fm معنی‌دار گردید (جدول ۷).

در سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین نسبت Fv/Fm (۰/۷۴۹) در تیمار بدون ماده ضد تعرق و کمترین مقدار آن (۰/۵۱۲) در تیمار کاتولین بدست آمد (جدول ۸). در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین نسبت Fv/Fm (۰/۵۷۸) در تیمار آترازین و کمترین مقدار آن (۰/۴۶۸) در تیمار کاتولین بدست آمد که با تیمار بدون ماده ضد تعرق اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۸).

بسته نگاه داشتن روزنه‌ها، همانند استفاده از آترازین تا حدی محتوای نسبی آب را کنترل می‌نماید و مسدود شدن روزنه‌ها، موجب افزایش شدت خسارت تنش اکسیداتیو، تخریب کلروفیل و کاهش محتوای کلروفیل و شاخص سبزی‌نگی برگ گردید (سیلوا و همکاران، ۲۰۰۷).

نسبت Fv/Fm (کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II)

نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و مواد ضد تعرق بر نسبت Fv/Fm معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج

جدول ۷- تجزیه واریانس برش‌دهی اثر مواد ضد تعرق در هر سطح آبیاری برای برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ذرت رنگین

Fm	Fv/Fm	درجه آزادی	سطوح آبیاری
۲۹۸۵۳/۸۹**	۰/۱۷۹**	۲	۲۵ درصد تخلیه رطوبتی (A1)
۶۷۵۱/۷۶**	۰/۰۴۰**	۲	۴۰ درصد تخلیه رطوبتی (A2)
۷۹۸۹/۰۱**	۰/۰۴۷**	۲	۶۰ درصد تخلیه رطوبتی (A3)

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۸- مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری و مواد ضد تعرق برای برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده ذرت رنگین

Fm	Fv/Fm	سطوح مواد ضد تعرق	سطوح آبیاری
۲۱۱/۶۵c	۰/۵۱۲c	کاتولین (C1)	۲۵ درصد تخلیه رطوبتی (A1)
۳۰۸/۲۵a	۰/۵۷۸b	آترازین (C2)	
۲۳۸/۴۰b	۰/۷۴۹a	بدون ماده ضد تعرق (C3)	
۲۰۵/۲۱b	۰/۴۹۷b	کاتولین (C1)	۴۰ درصد تخلیه رطوبتی (A2)
۲۳۸/۴۱a	۰/۵۷۸a	آترازین (C2)	
۲۵۱/۲۱a	۰/۶۰۹a	بدون ماده ضد تعرق (C3)	
۱۹۳/۲۶b	۰/۴۶۸b	کاتولین (C1)	۶۰ درصد تخلیه رطوبتی (A3)
۲۳۸/۳۹a	۰/۵۷۸a	آترازین (C2)	
۱۹۴/۱۴b	۰/۴۷۰b	بدون ماده ضد تعرق (C3)	

حروف مشابه در هر ستون و سطح رطوبتی بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

نتایج نشان داد که در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی خاک، اختلاف بین فلورسانس حداقل و فلورسانس حداکثر یعنی فلورسانس متغیر کاهش یافت و این امر به دلیل کاهش فلورسانس حداکثر و افزایش فلورسانس حداقل بود؛ در بین سطوح مختلف آبیاری نیز با افزایش محدودیت آب، نسبت کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II کاهش یافت. گزارش شده است در گیاهانی که تحت شرایط کم‌آبی قرار دارند، جذب خالص دی‌اکسیدکربن برگ بدلیل بسته شدن روزنه‌ها کاهش می‌یابد و کاهش غلظت دی‌اکسیدکربن در کلروپلاست عوارضی را برای گیاه به همراه دارد. بنابراین، با بسته شدن روزنه‌ها به

با کاهش محتوای رطوبت خاک جهت حفظ کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II، آترازین با بسته نگهداشتن روزنه‌ها نسبت به کاتولین موجب کاهش آسیب به دستگاه فتوسنتزی می‌شود. حفظ رطوبت در خاک به دلیل افزایش فرایند فتوسنتز موجب گردید که میزان کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II افزایش یابد (جدول ۸). همچنین، به نظر می‌رسد کاهش رطوبت خاک به دلیل قرار گرفتن طول دوره رشد گیاه با شرایط کم‌آبی، موجب کاهش شاخص سبزی‌نگی و فتوسنتز شد و نهایتاً گیاه برای فرار از شرایط بوجود آمده، فلورسانس نوری را افزایش داد که نهایتاً میزان کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II کاهش یافت.

شده تحریکی، انرژی مازاد را به طریق افزایش خاموشی غیرفتوشیمیایی به صورت فرآیند غیر تشعشعی از دست می‌دهد. با این مکانیسم تنظیمی، ضمن حفاظت از مرکز واکنش، موجب می‌گردد که حداقل صدمه به این مرکز وارد شود. سونمز و بایرام (۲۰۱۷) گزارش دادند که واکنش گیاه به شرایط تنش رطوبتی، کاهش فعالیت دستگاه فتوسنتزی را در پی دارد و کاهش فتوسنتز به دلیل اختلال در سیستم فتوسنتزی، بسته شدن روزنه‌ها و آسیب به کلروپلاست و میتوکندری سلول‌ها است.

Fo (فلورسانس کمینه)

نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری، خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق بر Fo معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس برش‌دهی اثر مواد ضد تعرق در هر سطح آبیاری و خاکپوشه پلاستیک بر Fo نشان داد که اثر مواد ضد تعرق در سطوح مختلف آبیاری و خاکپوشه پلاستیک بر Fo معنی‌دار گردید، ولی اثر مواد ضد تعرق در سطح آبیاری ۴۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی و خاکپوشه پلاستیک معنی‌دار نگردید (جدول ۹).

در سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین مقدار Fo (۴۹/۸) در تیمار استفاده از خاکپوشه پلاستیک و کائولین بدست آمد. در تیمار بدون خاکپوشه نیز بیشترین مقدار Fo (۴۵/۲) در تیمار کائولین بدست آمد (جدول ۱۰). در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین مقدار Fo (۶۴/۴) در تیمار بدون استفاده از خاکپوشه پلاستیک و کائولین بدست آمد (جدول ۱۰).

وسیله آتزازین، عملکرد فتوشیمیایی در مرکز فتوسیستم II کاهش و متعاقب آن، اتلاف حرارت از واحدهای فتوسیستم II افزایش یافت. همچنین، فعالیت برخی آنزیم‌ها از جمله فسفات سینتتاز و نترات ردوکتاز کاهش و فعالیت ریبولوز ۱-۵ بی-فسفات اکسیژناز افزایش یافت (کورنیک و ماساسی، ۲۰۰۴).

Fm (فلورسانس پیشینه)

نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و مواد ضد تعرق بر Fm معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج برش‌دهی اثر مواد ضد تعرق در هر سطح آبیاری برای Fm معنی‌دار گردید (جدول ۷). در سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین نسبت Fm (۳۰۸/۲) در آتزازین و کمترین مقدار آن (۲۱۱/۶) در تیمار کائولین بدست آمد (جدول ۸). در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین نسبت Fm (۲۳۸/۳) در تیمار آتزازین و کمترین مقدار آن (۱۹۳/۲) در تیمار کائولین بدست آمد که با تیمار بدون ماده ضد تعرق اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۸). با کاهش محتوای رطوبت خاک جهت حفظ کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II، آتزازین با بسته نگهداشتن روزنه‌ها نسبت به کائولین موجب افزایش فلورسانس پیشینه گردید و به دنبال آن موجب کاهش میزان آسیب به دستگاه فتوسنتزی گردید.

در واقع، کم‌آبی با تاثیر منفی که بر تثبیت کربن می‌گذارد، ظرفیت پذیرش و انتقال الکترون را کاهش می‌دهد، در نتیجه سیستم به سرعت به فلورسانس پیشینه می‌رسد، که نتیجه آن، کاهش فلورسانس متغیر می‌باشد. از طرفی، با افزایش شدت نور، سیستم فتوسنتزی با یک روش تنظیمی برای کاهش انرژی القا

جدول ۹- تجزیه واریانس برش‌دهی اثر خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق در هر سطح آبیاری بر Fo و عملکرد دانه ذرت رنگین

عملکرد دانه	Fo	درجه آزادی	سطوح تیمارها
۴۵۴۷/۵۲**	۱۳۴/۵۷**	۲	بدون خاکپوشه پلاستیک و کائولین
۱۲۶۰۷/۵۰**	۱۷۱/۹۹**	۲	خاکپوشه پلاستیک و کائولین
۲۲۱۸۸/۰۴**	۱۵۶/۷۸**	۲	بدون خاکپوشه پلاستیک و آتزازین
۲۶۳۵۰/۵۱**	۴۳/۳۲ns	۲	خاکپوشه پلاستیک و آتزازین
۳۹۴۴۱/۴۴**	۸۳۰/۳۶**	۲	بدون خاکپوشه پلاستیک و بدون ماده ضد تعرق
۲۳۲۷۴/۳۰**	۳۱۴/۳۸**	۲	خاکپوشه پلاستیک

ns و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری، خاکپوشه و مواد ضد تعرق بر Fo و عملکرد دانه ذرت رنگین

عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)	Fo	سطوح مواد ضد تعرق	سطوح خاکپوشه	سطوح آبیاری
۴۱۵/۵۱a	۴۹/۸۶a	کاتولین (C1)	بدون خاکپوشه	۲۵ درصد تخلیه رطوبتی (A1)
۳۶۹/۱۶b	۴۰/۸۶b	آترازین (C2)	پلاستیک (B1)	
۳۶۶/۶۰b	۴۰/۳۴b	بدون ماده ضد تعرق (C3)		
۴۶۴/۶۵b	۴۵/۲۵a	کاتولین (C1)	خاکپوشه پلاستیک	۴۰ درصد تخلیه رطوبتی (A2)
۵۵۶/۲۶a	۳۷/۳۶b	آترازین (C2)	(B2)	
۵۱۳/۴۵b	۳۶/۷۸b	بدون ماده ضد تعرق (C3)		
۲۷۹/۷۵b	۷۲/۴۵a	کاتولین (C1)	بدون خاکپوشه	۶۰ درصد تخلیه رطوبتی (A3)
۳۹۲/۵۲a	۶۹/۳۹a	آترازین (C2)	پلاستیک (B1)	
۲۹۶/۶۸b	۶۷/۰۶a	بدون ماده ضد تعرق (C3)		
۳۴۵/۶۶c	۴۵/۶۴a	کاتولین (C1)	خاکپوشه پلاستیک	
۴۷۷/۵۴a	۳۸/۳۱b	آترازین (C2)	(B2)	
۴۲۳/۰۰b	۳۵/۸۰b	بدون ماده ضد تعرق (C3)		
۲۳۵/۲۴c	۶۴/۴۰a	کاتولین (C1)	بدون خاکپوشه	
۳۹۷/۲۳a	۵۶/۰۲b	آترازین (C2)	پلاستیک (B1)	
۳۰۹/۷۷b	۴۱/۱۷c	بدون ماده ضد تعرق (C3)		
۳۱۲/۴۶b	۵۷/۲۸a	کاتولین (C1)	خاکپوشه پلاستیک	
۴۳۰/۵۰a	۴۶/۱۹b	آترازین (C2)	(B2)	
۳۳۷/۰۵b	۴۳/۶۸b	بدون ماده ضد تعرق (C3)		

حروف مشابه در هر ستون و سطح رطوبتی و خاکپوشه، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری باهم ندارند.

کاهش فتوسنتز به دلیل اختلال در سیستم فتوسنتزی، بسته شدن روزنه‌ها و آسیب به کلروپلاست و افزایش فلورسانس کمینه بود. استفاده از تیمارهای خاکپوشه پلاستیک به دلیل حفظ رطوبت بیشتر در خاک و کاهش تبخیر آب از سطح خاک، موجب افزایش میزان کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II گردید. فلورسانس کلروفیل به طور مستقیم به فعالیت کلروفیل در مراکز واکنش فتوسیستم‌ها ارتباط دارد و وجود هر گونه آشفته‌گی، مانند جلوگیری از تولید تعدادی از پروتئین‌های تیلاکوئید رمز شده توسط کلروپلاست، در مقایسه با پروتئین‌های رمز شده توسط هسته سلول و یا دگرگونی ساختار و تغییر در رنگدانه‌های فتوسیستم II، منجر به کاهش حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II در شرایط سازگار با تاریکی می‌گردد. وجود خاکپوشه پلاستیک به دلیل حفظ و تأمین رطوبت و کاهش شرایط کم‌آبی در طول فصل رشد گیاه، موجب گردید حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم II بدست آید (کیوای و همکاران، ۲۰۱۸).

تنش گرمایی به تنهایی و یا در ترکیب با کم‌آبی، می‌تواند موجب انهدام و یا تخریب مراکز واکنشی فتوسیستم II شود و در نتیجه فلورسانس حداقل افزایش یابد. بنابراین، با کاهش حجم آب، میزان فلورسانس حداقل افزایش یافت (جدول ۱۰). بازدارندگی نوری با کاهش کارایی مصرف فوتون‌ها به وسیله فتوسیستم II مشخص می‌شود. کاهش کارایی فتوسیستم II در دو وضعیت رخ می‌دهد؛ زمانی که برگ‌ها به طور ناگهانی در معرض نور شدید قرار گیرند که به مرکز فتوسیستم II صدمه می‌زند و زمانی که در معرض محدودیت آبی واقع شوند. در این حالت، کاهش کارایی فتوسیستم II به دلیل افزایش شدید انرژی برانگیختگی غیرتشنه‌شعی است که منجر به آزادسازی انرژی به صورت حرارت می‌شود (محمد و همکاران، ۱۹۹۶). مرتضویان و همکاران (۲۰۱۸) اظهار داشتند که کارایی دستگاه فتوسنتزی گیاه تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گرفت. به طوری که با کاهش رطوبت خاک، کارایی دستگاه فتوسنتزی گیاه کاهش یافت. سونمز و بایرام (۲۰۱۷) گزارش دادند که واکنش گیاه به شرایط تنش رطوبتی، کاهش فعالیت دستگاه فتوسنتزی را در پی دارد و

محتوای رطوبت نسبی برگ

یک از سطوح آبیاری برای میزان نشت الکترولیت برگ معنی‌دار گردید (جدول ۴). در سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین میزان نشت الکترولیت برگ (۲۹/۲ درصد) در تیمار بدون خاکپوشه پلاستیک و کمترین مقدار آن (۲۷/۱ درصد) در تیمار خاکپوشه پلاستیک بدست آمد (جدول ۵). در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین میزان نشت الکترولیت برگ (۳۹/۴ درصد) در تیمار بدون خاکپوشه پلاستیک و کمترین مقدار آن (۳۱/۸ درصد) در تیمار خاکپوشه پلاستیک بدست آمد (جدول ۵). با کاهش محتوای رطوبت خاک، میزان جذب آب در گیاه کاهش یافت و به دنبال آن میزان نشت الکترولیت برگ افزایش یافت (جدول ۵). استفاده از خاکپوشه پلاستیک در مقایسه با تیمار بدون خاکپوشه، به دلیل حفظ رطوبت خاک و افزایش جذب آب در گیاه، موجب گردید که میزان نشت الکترولیت برگ کاهش یابد (جدول ۵).

گیاهان تحت شرایط کم‌آبی، از میزان نشت الکترولیت بیشتری برخوردار بودند و بیشتر بودن میزان نشت الکترولیت، نشان دهنده پایین بودن پایداری غشای سیتوپلاسمی است. در شرایط کم‌آبی، گونه‌های فعال اکسیژن که طی شرایط تنش تولید می‌شوند، به بسیاری از ترکیبات سلولی نظیر چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و اسید نوکلئیک صدمه می‌زند و موجب خروج یون‌ها به بیرون از سلول می‌شود. با کاهش محتوای نسبی آب برگ، میزان نشت الکترولیت برگ افزایش یافت (جدول ۵). در شرایط کم‌آبی، کاهش رطوبت سلول‌ها، موجب از بین رفتن غشای لیپیدی سلول‌ها می‌شود که منجر به خروج محتویات سلول می‌شود؛ از آنجایی که میزان نشت الکترولیت برگ به عنوان شاخصی جهت نمایش میزان خروج محتویات سلول و یون‌ها می‌باشد، در این شرایط افزایش می‌یابد. می و همکاران (۲۰۱۸) بیان نمودند که تحت شرایط کم‌آبی، میزان نشت الکترولیت برگ به دلیل افزایش فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن و آسیب وارده به غشا سلول افزایش یافت.

میزان قند محلول برگ

نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و خاکپوشه پلاستیک بر میزان قند محلول برگ معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج برش‌دهی اثر خاکپوشه پلاستیک در سطوح آبیاری ۴۰ و ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی برای میزان قند محلول برگ معنی‌دار گردید (جدول ۴). در سطح آبیاری ۴۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین میزان قند محلول برگ (۵۵/۲ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار بدون خاکپوشه

نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و خاکپوشه پلاستیک بر محتوای رطوبت نسبی برگ معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج برش‌دهی اثر خاکپوشه پلاستیک در سطوح آبیاری ۲۵ و ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی برای محتوای رطوبت نسبی معنی‌دار گردید (جدول ۴).

در سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین محتوای رطوبت نسبی برگ (۹۰/۶ درصد) در تیمار خاکپوشه پلاستیک و کمترین مقدار آن (۸۰/۵ درصد) در تیمار بدون خاکپوشه بدست آمد (جدول ۵). در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین محتوای رطوبت نسبی برگ (۶۴/۳ درصد) در تیمار خاکپوشه پلاستیک و کمترین مقدار آن (۵۲/۰ درصد) در تیمار بدون خاکپوشه بدست آمد (جدول ۵). با کاهش مقدار رطوبت خاک، محتوای رطوبت نسبی برگ نیز کاهش یافت (جدول ۵). به نظر می‌رسد که استفاده از تیمارهای خاکپوشه پلاستیک به دلیل حفظ رطوبت بیشتر در خاک به واسطه کاهش تبخیر آب از سطح خاک، موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ گردید. اسواتی‌پریا و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که استفاده از خاکپوشه پلاستیک، محتوای نسبی آب برگ را افزایش داد.

کم‌آبی، موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ شد. هنگامی که تعرق گیاه افزایش می‌یابد، محتوای نسبی آب کاهش می‌یابد و جذب آب تحت شرایط کم‌آبی منجر به کاهش تورژسانس سلول می‌شود. کاهش محتوای نسبی آب برگ به تدریج هدایت روزنه‌ای را کاهش داد و جذب دی‌اکسیدکربن و در نهایت تولید مواد فتوسنتزی کاهش داد (لاولر، ۲۰۰۲).

اثر مواد ضد تعرق بر محتوای رطوبت نسبی برگ معنی‌دار گردید (جدول ۳). بیشترین محتوای رطوبت نسبی (۷۱/۹ درصد) در تیمار آترازین و کمترین مقدار آن (۶۴/۹ درصد) در تیمار بدون ماده ضد تعرق بدست آمد (جدول ۶). احتمالاً بسته شدن روزنه به وسیله آترازین موجب کاهش هدررفت رطوبت سلول می‌شود که به دنبال آن محتوای رطوبت سلول حفظ می‌گردد. دل‌آمور و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که استفاده از آترازین موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ فلفل در تیمار ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی گردید.

میزان نشت الکترولیت

نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری و خاکپوشه پلاستیک بر میزان نشت الکترولیت برگ معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج برش‌دهی اثر خاکپوشه پلاستیک در هر

می‌شود (جوهری، ۲۰۱۰). محرم‌نژاد و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی اثر تنش رطوبتی بر عملکرد ذرت اظهار داشتند که تنش رطوبتی باعث افزایش محتوای قندهای محلول برگ ذرت شد. محتوای قند محلول برگ در تنظیم اسمزی نقش دارد و اغلب در شرایط کم‌آبی، افزایش می‌یابد.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که برهمکنش سطوح مختلف آبیاری، خاکپوشه پلاستیک و مواد ضد تعرق بر عملکرد دانه ذرت رنگین معنی‌دار گردید (جدول ۳). تجزیه واریانس برش‌دهی اثر مواد ضد تعرق در هر سطح آبیاری و خاکپوشه پلاستیک بر عملکرد دانه ذرت رنگین نشان داد که اثر مواد ضد تعرق در سایر سطوح آبیاری و خاکپوشه پلاستیک بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ۹). در سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین عملکرد دانه معادل ۵۵۶/۲ گرم بر متر مربع در تیمار خاکپوشه پلاستیک و استفاده از آترازین بدست آمد که با تیمار عدم استفاده از مواد ضد تعرق اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن معادل ۳۶۶/۶ گرم بر متر مربع در تیمار بدون خاکپوشه و ماده ضد تعرق بدست آمد (جدول ۱۰). استفاده از خاکپوشه پلاستیک موجب افزایش عملکرد دانه گردید (جدول ۱۰). در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، معادل ۱۱۹۷ متر مکعب صرفه‌جویی در مصرف آب، بیشترین عملکرد دانه معادل ۴۳۰/۵ گرم بر متر مربع در تیمار خاکپوشه پلاستیک و استفاده از آترازین بدست آمد (جدول ۱۰).

گزارش شده است که کاهش شیب جریان حرکت رطوبت از عمق به سطح خاک در خاکی که سطح آن خشک است، رطوبت خاک توسط لوله‌های موئین به طرف سطح خاک با سرعت بیشتری منتقل می‌شود و موجب کاهش ذخیره آب موجود در خاک می‌گردد (داوری، ۲۰۱۶)؛ هنگامی که سطح خاک توسط خاکپوشه پلاستیک پوشیده شود به علت جلوگیری از تبخیر رطوبت سطح خاک، حرکت آب به سطح خاک توسط لوله‌های موئین آهسته می‌شود و در نتیجه، توزیع رطوبت در خاک یکنواخت شده و رطوبت بیشتری در خاک ذخیره می‌گردد. توروریان و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی اثر محلول پاشی مواد ضد تعرق بر عملکرد گیاه بیان نمودند که محلول پاشی با مواد ضد تعرق موجب افزایش عملکرد دانه محصول گردید. محلول-پاشی با ماده ضد تعرق آترازین با ایجاد شرایط مناسب نظیر کاهش دمای کانوپی، افزایش سرعت فتوسنتز و محتوای

پلاستیک و کمترین مقدار آن (۴۷/۰ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار خاکپوشه پلاستیک بدست آمد (جدول ۵). در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، بیشترین میزان قند محلول برگ (۵۸/۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار بدون خاکپوشه پلاستیک و کمترین مقدار آن (۴۸/۷ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار خاکپوشه پلاستیک بدست آمد (جدول ۵). با کاهش محتوای رطوبت خاک، میزان جذب آب در گیاه کاهش یافت و به دنبال آن میزان قند محلول برگ افزایش یافت (جدول ۵). استفاده از خاکپوشه پلاستیک در مقایسه با تیمار بدون خاکپوشه، به دلیل حفظ رطوبت خاک و افزایش جذب آب در گیاه، موجب گردید که میزان قند محلول برگ کاهش یابد (جدول ۵).

محتوای قند محلول برگ در تنظیم اسمزی نقش دارد و اغلب در شرایط کم‌آبی، افزایش می‌یابد. در شرایط کم‌آبی، افزایش محتوای قند محلول، مکانیسمی برای افزایش فشار اسمزی و ادامه جذب آب می‌باشد. در این پژوهش، در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی خاک، محتوای قند محلول برگ افزایش یافت که احتمالاً به دلیل هیدرولیز نشاسته و افزایش قندهای محلول حاصل از آن است. در شرایط کم‌آبی، اسیدهای آمینه اغلب نقش اسمولیت برای گیاه دارند و در حفظ و نگهداری آب به گیاه کمک می‌کنند. قندهای محلول از دیگر اسمولیت‌های مهمی هستند که افزایش آن‌ها در پاسخ به کم‌آبی گزارش شده است. ساکارز به منزله تنظیم‌کننده‌ی اسمزی، سبب حفظ تورژسانس سلول می‌شود. کم‌آبی با تجزیه کردن پلی-ساکاریدهایی مانند نشاسته، سبب افزایش قندهای محلول در برگ می‌شود (پونگسا-نوتین و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به تأثیر قند محلول در تنظیم اسمزی و اثر خاکپوشه در افزایش قند محلول، به نظر می‌رسد کاربرد خاکپوشه با افزایش قند محلول برگ به افزایش جذب آب و حفظ آماس سلولی کمک می‌کند و در نهایت سبب بهبود رشد گیاه می‌شود. اکثر گیاهان به منظور حفظ وضعیت آبی خود با انباشتن متابولیت‌هایی نظیر پرولین، قند محلول و برخی یون‌ها، اقدام به تنظیم تعادل اسمزی می‌نمایند و با شرایط کم‌آبی مقابله می‌کنند. احتمالاً کم‌آبی، موجب تجزیه و کاهش نشاسته در اثر افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز شده و موجب افزایش غلظت قند محلول می‌گردد. علت افزایش میزان قند محلول برگ در سطح آبیاری ۶۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی، احتمالاً به دلیل کاهش غلظت و تخریب نشاسته می‌باشد. مکانیسم (راهکار) افزایش قندهای محلول، موجب پایداری غشای زیستی، پروتئین‌ها، افزایش فتوسنتز و تحمل به کم‌آبی

کلروفیل، موجب بهبود عملکرد دانه و اجزای عملکرد نسبت به شرایط تنش شد (باقری و همکاران، ۱۳۹۱).

نتیجه گیری

با کاهش محتوای رطوبت خاک، برای حفظ کارایی فتوشیمیایی فتوسینتیم II، آترازین با بسته نگهداشتن روزه‌ها نسبت به کاتولین موجب افزایش فلورسانس ماکزیمم بیشینه معادل ۱۸/۹ درصد و به دنبال آن موجب کاهش میزان آسیب به دستگاه فتوسنتزی گردید. عملکرد دانه با کاربرد خاکپوشه پلاستیک در مقایسه با تیمار بدون خاکپوشه حدود ۲۰/۶ درصد (۸۸۷ کیلوگرم بر متر مربع) افزایش یافت. استفاده از خاکپوشه پلاستیک، موجب دستیابی به بیشترین عملکرد اقتصادی و تولید ذرت رنگین گردید؛ این شیوه موجب می‌شود که با کاهش تبخیر آب از سطح خاک، مصرف آب کمتر شود. در تیمارهای تنش رطوبتی شدید، استفاده از آترازین در مقایسه با کاتولین، منجر به افزایش عملکرد دانه گردید. آترازین با تأثیر بر سلول‌های محافظ روزه اجازه نمی‌دهد که آن‌ها به‌طور کامل باز شوند، بنابراین در طول روز، زمانی که گیاه با گرمای هوا مواجه شود با کاهش فعالیت سلول‌های محافظ روزه موجب کاهش دمای برگ و حفاظت از دستگاه فتوسنتزی می‌شود. برای دستیابی به بیشترین عملکرد کیفی و کمی، سطح آبیاری ۲۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی به همراه خاکپوشه پلاستیک و آترازین قابل استفاده است.

میانگین عملکرد دانه در تیمارهای خاکپوشه پلاستیک با مواد ضد تعرق و تیمارهای بدون خاکپوشه و مواد ضد تعرق به ترتیب حدود ۴۳۱/۱ و ۳۲۴/۳ گرم بر متر مربع بود. همچنین هزینه پلاستیک با احداث و هزینه محلول‌پاشی مواد ضد تعرق جهت یک متر مربع به ترتیب حدود ۸۲۵/۹ و ۳۰۰/۱ تومان بدست آمد. هزینه هر بذر حدود ۵۰ تومان می‌باشد. سایر هزینه‌های جانبی برای هر متر مربع از کاشت تا برداشت حدود ۱۰۰۰ تومان لحاظ شد. از آنجا که هزار دانه ذرت رنگین حدود ۱۲۰ گرم می‌باشد، بنابراین ۴۳۱ گرم بر متر مربع عملکرد دانه (۱۲۳ گرم دانه خشک) حدود ۱/۰۲۵/۰۰۰ دانه می‌شود. هزینه فروش یک دانه ذرت رنگین در منطقه بوشهر حدود ۲۰ تومان در نظر گرفته شد. سود حاصله از اختلاف عملکرد دانه در هزینه فروش (۱/۰۲۵/۰۰۰ × ۲۰) به هزینه‌های مصرفی (۲۴/۲۰۹/۰۰۰) تومان) معادل ۱۸۰/۸۰۰/۰۰۰ تومان در هکتار حاصل گردید. بنابراین عملکرد اقتصادی حدود ۱۸۰ هزار تومان برای هر کیلوگرم دانه خشک محاسبه گردید. همچنین با توجه به قیمت هر متر مکعب آب مصرفی حدود ۱۰۰۰ تومان، استفاده از تیمار خاکپوشه پلاستیک و آترازین منجر به صرفه‌جویی حدود یک میلیون و دویست هزار تومان هزینه آب مصرفی در یک دوره کاشت در هر هکتار شد.

منابع

- باقری، ح.، ب. عنصلیبی و م. ر. عظیمی مقدم. ۱۳۹۳. اثر محلول پاشی آترازین بر عوامل روزه‌های و غیرروزه‌های کنترل کننده فتوسنتز در گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های گیاهی. جلد ۲۷، شماره ۲: ۱۷۹-۱۶۸.
- باقری، ح.، ب. عنصلیبی و م. ر. عظیمی مقدم. ۱۳۹۱. اثر کاربرد ماده ضد تعرق آترازین بر بهبود صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط دیم. مجله به زراعی کشاورزی. جلد ۱۴، شماره ۲: ۱-۱۶.
- توریوریان، ش.، ب. پاساری و خ. محمدی. ۱۳۹۷. اثر محلول پاشی رس کاتولین و قطع آبیاری بر خصوصیات کمی گلرنگ. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۳۷، شماره ۷: ۶۳-۴۹.
- کاظم‌پور، س. و م. تاج‌بخش. ۱۳۸۰. تاثیر برخی مواد ضد تعرق بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تاثیر آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی. جلد ۳۳، شماره ۲: ۲۱۱-۲۰۵.
- محرم‌نژاد، س.، م. ولی‌زاده، ا. سفالیان، م. ر. شیری و ع. اصغری. ۱۳۹۵. اثر تنش کم‌آبی بر صفات زراعی گیاه ذرت و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز. مجله تحقیقات غلات. شماره ۴: ۳۰۰-۲۹۰.
- Abdullah, A., M. Mohammed Azize, K. Siddique and K. Flower. 2015. Film antitranspirants increase yield in drought stressed wheat plants by maintaining high grain number. *J. Agric. Water Manage.* 159: 11-18.
- Akçay, S. and N. Dagdelen. 2016. Water use efficiency, yield and yield component of second crop sunflower under deficit irrigation. *Turk. J. Field Crops.* 21(2): 190-199.

- Beltrano, J. and M. G. Ronco. 2008. Improved tolerance of corn plants to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum* effect on growth and cell membrane stability. *Brazil. J. Plant Physiol.* 20: 29-31.
- Cantore, V. and R. Albrizio. 2009. Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. *Environ. and Exp. Bot.* 66: 279-288.
- Cornic, G. and A. Massacci. 2004. Leaf photosynthesis under drought stress. *Photo and Environ.* 3: 347-366.
- Davari, A. 2016. The role of mulching on soil characteristics. *Int. J. Agric. and Bio.* 5(5): 25-256.
- Del Amor, F. M., P. Cuadra-Crespo, D. J. Walker, J. M. Camara and R. Madrid. 2010. Effect of foliar application of anti-transpirant on photosynthesis and water relations of pepper plants under different levels of CO₂ and water stress. *Plant Physiol.* 167: 1232-1238.
- Erwin, A. T. 1949. The origin and history of pop corn, *Zea mays* var. *indurata* (Sturt.) Bailey mut. *Everta* (sturt.) Erwin. *Agron. J.* 41(2): 53-59.
- Goreta, S., D. I. Leskovar and J. L. Jifon. 2007. Gas exchange, water status, and growth of pepper seedlings exposed to transient water deficit stress are differentially altered by antitranspirants. *Americ. Soc. Hortic. Sci.* 132: 603-610.
- Houmayouni, H. and V. Khazarian. 2014. Effect of different irrigation levels on soluble sugars, starch and proline in three corn hybrids. *India. J. Res.* 7 (1): 910-917.
- Irigoyen, J. J., D. W. Emerich and M. Sanchez-Diaz. 1992. Water stress induced changes in concentration of praline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiol. Plants.* 84: 55-60.
- Johari, M. 2010. Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines. *Afric. J. Biotech.* 9: 36-40
- Keyvan, S. 2010. The effect of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. *J. Ann. Plant Sci.* 8(3): 1051-1060.
- Khalilvand Behrouzfar, E. 2014. Morpho-Physiological response of sweet corn (*Zea mays* var. Merit) to exogenous salicylic acid application under different regimes of irrigation. *India. J. Fund. and Applied Life Sci.* 4(4): 2231-6345.
- Lawlor, D. 2002. Limitation to photosynthesis in water stressed leaves: Stomata metabolism and the role of ATP. *Ann. Bot.* 89: 871-885.
- Lin, L., X. Yang, D. Zhai, N. Song, M. Yang and J. Hou. 2015. Effects of mulching with Caragana powder and plastic film on soil water and maize yield. *Trans. Chin. Society of Agric. Engin.* 3 (2): 108-116.
- Liu, C. A. and H. M. S. Kadambot. 2015. Does plastic mulch improve crop yield in semiarid farmland at high altitude. *Crop Eco. Prod. and Manage.* 107(5): 1724-1732.
- Mi, N., F. Cai, Y. Zhang, R. Ji, S. Zhang and Y. Wang. 2018. Differential responses of maize yield to drought at vegetative and reproductive stages. *Plant Soil Environ.* 64: 260-267.
- Mishra, A. and M. A. Choudhuri. 1999. Effects of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. *Bio. Plant.* 42: 409-415.
- Mohammad, J., M. Naziri, A. Nazir, D. Shah and H. Jamal. 1996. Wheat yield component as affected by low water stress at different growth stage. *J. Agric.* 12: 19-26.
- Mortazavian, S. M. M., B. Safari, S. A. Sadat Noori and B. Foghi. 2018. Evaluation of diverse cumin (*Cuminum cyminum* L.) ecotypes for seed yield under normal and water stress condition. *J. Agric. Sci. Tech.* 20(2): 359-372.
- Mortazavian, S. M. M., B. Safari, S. A. Sadat Noori and B. Foghi. 2018. Evaluation of diverse cumin (*Cuminum cyminum* L.) ecotypes for seed yield under normal and water stress condition. *J. of Agric. Sci. Tech.* 20(2): 359-372.
- Pongsa-Anutin, T., H. Suzuki and T. Matsui. 2007. Effects of mulching on the activity of acid invertase and sugar contents in Japanese radish. *Asia. J. Plant Sci.* 6: 470-476.
- Qi, Y., X. Yang, E. H. Lwanga, N. Beriot, H. Gertsen, P. Garbeva and V. Geissen. 2018. Macro- and micro- plastics in soil-plant system: Effects of plastic mulch film residues on wheat (*Triticum aestivum*) growth. *Sci. of Total Environ.* 645: 1048-1056.
- Sanches, F. J., M. Manzanares, E. F. De Andres, J. L. Tenorio and L. Ayerbe. 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crops Res.* 59: 451-455.

- Satish, P. 2016. Effects of long chain fatty alcohol on sugarcane var. co.740 and co. 8014. *Cibtech J. Bio.* 5(1): 1-3.
- Silva, M. D. A., J. L. Jifon, J. A. G. Da Silva and V. Sharma. 2007. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugar cane. *Plant Physiol.* 19(3): 193- 201.
- Song, H., Y. Li, L. Zhou, Z. Xu and G. Zhou. 2018. Maize leaf functional responses to drought episode and rewatering. *Agric. and Forest Meteorol.* 249: 57-70.
- Sonmez, C. and E. Bayram. 2017. The influence of different water and nitrogen applications on some yield parameters and antioxidant activity in sage (*Salvia officinalis* L.). *Turk. J. Field Crops.* 22(1): 96-103.
- Sonmez, C. and E. Bayram. 2017. The influence of different water and nitrogen applications on some yield parameters and antioxidant activity in sage (*Salvia officinalis* L.). *Turk. J. of Field Crops.* 22(1): 96-103.
- Sun, S. J., Y. M. Fan, Z. H. Xu, X. D. Zhang and D. C. Chi. 2014. Effects of planting density on soil moisture and corn yield under plastic film mulching in a rain-fed region of northeast China. *Chin. J. Ecol.* 33: 2650-2655.
- Swathi Priya, N., V. Ramulu, V. Praveen Rao and M. Uma Devi. 2018. Effect of drip irrigation schedules and plastic mulching on plant growth, yield and leaf water potential of rabi maize. *Int. J. of Pure and Applied Biosci.* 6(1): 183-191.
- Weerasinghe, M., P. Kettlewell, I. Grove and M. Hare. 2016. Evidence for improved pollen viability as the mechanism for film antitranspirant mitigation of drought damage to wheat yield. *J. Crop and Pasture Sci.* 67(2): 137-146.
- Yan, W., Y. Zhong and Z. Shangguan. 2016. Evaluation of physiological traits of summer maize under drought stress. *Acta Agric. Scandinavica, Section B-Soil and Plant Sci.* 66: 133-140.

Effect of different irrigation regimes, plastic mulch and anti-transpiration materials on some physiological attributes and grain yield of rainbow corn

D. Adelian¹, H. Faraji², A. Salehi², A. Moradi³

Received: 2018-10-21 Accepted: 2019-5-5

Abstract

In order to evaluate the effects of plastic mulch, kaolin and atrazine as anti-transpiration materials on some physiological attributes and grain yield of rainbow corn grown under different irrigation regimes, a two-year field experiment was carried out in Borazjan, Bushehr Province in 2016 and 2017 growing seasons. A randomized complete block design arranged in a split-split plot with three replications was employed to investigate the following experimental factors. Main factor including irrigation regimes at three levels, (irrigation after 25%, 40% and 60% of field capacity water depletion), sub factor at two levels (with and without plastic mulch) and sub-sub factor at three levels (kaolin, atrazine and no anti-transpiration material). The results demonstrated that interaction between irrigation regimes and anti-transpiration materials was statistically significant on Fv/Fm ratio, and interaction between plastic mulch and anti-transpiration materials was significant on leaf soluble sugar content. At irrigation regime of 60% of FC water depletion, the highest Fv/Fm (0.578) with increase of 18.6% compared to the control treatment was found when atrazine was applied, whereas the lowest value (0.468) was related to kaolin application. In addition, at irrigation regime of 60% of FC water depletion, the highest leaf soluble sugar (58.5 mg g⁻¹ fresh weight) was achieved in uncovered soil treatment. Interaction between irrigation regimes, plastic mulch and anti-transpiration materials was statistically significant on grain yield. At irrigation regime of 25% of FC water depletion, the highest grain yield (556.2 g.m⁻²) was found when soil surface was covered with plastic mulch and plants were sprayed with of atrazine (equal to 1237.5 m⁻³ saving water consumption compared to without plastic mulch and no anti-transpiration material treatment), which resulted in a 7.7% increase compared to the control treatment; Also, the minimum grain yield (366.6 g.m⁻²) was obtained when soil surface left uncovered and no anti-transpiration materials were applied. The obtained results suggest that in regions where water is a limiting factor, application of plastic mulch and atrazine would improve crops quantitative and qualitative yield.

Keywords: Chlorophyll fluorescence, leaf soluble sugar, rainbow corn, relative water content, plastic mulch

1- Candidate of Crop Physiology, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran

2- Associate Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran. Email: Hooshangfarajee

3- Assistant Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran