

Effect of Ascorbic Acid Foliar Application on Grain Yield and Morphophysiological Traits in Corn under Water deficit Stress

Azizollah Ghassemi¹, Salim Farzaneh^{2*}, Sajjad Moharramnejad³

Received: 29 January 2021 Accepted: 01 June 2021

1- Ph.D. Student of Crop Ecology, Dept. of Genetics and Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2- Assoc. Prof., Dept. of Genetics and Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3- Research Assist. Prof., Crop and Horticultural Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources and Education Center, AREEO, Moghan, Iran.

*Corresponding Author Email: salimfarzaneh@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: The current research goal at understanding the impact of an ascorbic acid foliar application under water deficit stress on corn plants at the field conditions.

Materials and Methods: The experiment was carried out as a split-plot based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station of Ardabil in the sweet corn (Hybrid Chase; the Seminis Company). The main plots were four levels of water deficit stress including irrigation after 70 (as control), 100, 130, and 160 mm evaporation from the class A pan, and the sub-plots were four levels of ascorbic acid as 0, 150, 200, and 250 ppm.

Results: Foliar application of ascorbic acid had a significant effect on grain yield, seed attributes, plant height, biomass, pigment contents, and leaf area in corn plants under water deficit stress. Water deficit stress dressed grain yield, plant height, biomass, pigment contents, and leaf area. The heights grain yield was achieved at 70 mm evaporation from class A with foliar application of 150 and 250 ppm ascorbic acid. The heights of pigment contents were achieved at 100 mm evaporation from class A with foliar application of 150 ppm ascorbic acid, and also the heights leaf area of the corn plant was achieved at 100 mm evaporation from class A with foliar application of 250 ppm ascorbic acid. High significant correlations were observed between grain yield and seed attributes, plant height, biomass, and leaf area in the corn plant.

Conclusion: Although the foliar application of ascorbic acid reduced the water deficit stress effects, it also and improved the grain yield of the corn plant.

Keywords: Ascorbic Acid, Biomass, Chlorophyll Content, Grain Yield, Water Deficit Stress

تأثیر محلول پاشی آسکوربیک اسید روی عملکرد دانه و صفات مورفوفیزیولوژیکی گیاه ذرت در تنش کم آبی

عزیزاله قاسمی^۱، سلیم فرزانه^{۲*}، سجاد محرم نژاد^۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۱۱

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران

*مسئول مکاتبه: salimfarzaneh@yahoo.com

چکیده

اهداف: در راستای اهمیت تنش کم آبی، جهت درک تأثیر محلول پاشی آسکوربیک اسید تحت تنش کم آبی در گیاه ذرت در شرایط مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه‌ی بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیل روی رقم Chase ذرت شیرین انجام گرفت. عامل اصلی چهار سطح تنش کم آبی شامل ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A و عامل فرعی چهار سطح محلول پاشی آسکوربیک اسید شامل شاهد، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ پی پی ام (ppm) بودند.

یافته‌ها: محلول پاشی آسکوربیک اسید اثر معنی‌دار روی عملکرد دانه و صفات مورفوفیزیولوژیکی داشت. تنش کم آبی باعث کاهش عملکرد دانه، خصوصیات بذر، ارتفاع بوته، بیوماسف رنگدانه کلروفیل و سطح برگ گیاه ذرت شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A با محلول پاشی ۱۵۰ و ۲۵۰ ppm آسکوربیک اسید بود. بیشترین میزان رنگدانه کلروفیل مربوط به محلول پاشی ۱۵۰ ppm آسکوربیک اسید در شرایط آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A بود. همچنین بیشترین سطح برگ گیاه ذرت مربوط به محلول پاشی ۲۵۰ ppm در شرایط آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A بود. تجزیه همبستگی صفات مورد بررسی نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار بین عملکرد دانه با قطر بلال، عمق دانه، طول و عرض دانه، ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک بیوماس بود.

نتیجه‌گیری: به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از محلول پاشی آسکوربیک اسید موجب کاهش اثرات منفی تنش کم آبی و همچنین بهبود عملکرد دانه‌ی گیاه ذرت شد.

واژه‌های کلیدی: آسکوربیک اسید، بیوماس، تنش کم آبی، رنگدانه کلروفیل، عملکرد دانه

مقدمه

گیاه ذرت به لحاظ سازگاری با شرایط محیطی در اکثر نقاط دنیا کشت می‌شود و از جمله گیاهان رشد یافته در سراسر جهان است (خلیلی و همکاران ۲۰۱۳). ذرت یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که اهمیت بالایی در تغذیه انسان، تعلیف دام، تغذیه طیور و صنعت دارد (کام پوز و همکاران ۲۰۰۴، سلیمانی‌فرد ۲۰۱۱). براساس گزارش سونگ و همکاران (۲۰۱۰)، اوراکی و همکاران (۲۰۱۱)، الله دادی و همکاران (۲۰۱۱) و خدارحم پور (۲۰۱۱) تنش کم آبی به‌عنوان یکی از مضرترین فشارهای محیطی است که تولید عملکرد را محدود می‌کند. در بسیاری از اراضی تحت کشت مانند ایران، تنش کم آبی یکی از عامل‌های مهم کاهش عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود (مقدم و همکاران ۲۰۱۳). با توجه به اینکه برای دست یابی به بیشترین پتانسیل تولید گیاهان زراعی در شرایط مناطق خشک و کم آب که همواره با تنش کمبود آب در مراحل رشد خود مواجه می‌شوند، و از طرفی برای دست یابی به کمترین آبیاری با تولید عملکرد مطلوب به نظر می‌رسد که استفاده از راهکارهای بهبود تحمل در برابر تنش کم آبی می‌تواند در افزایش تولید عملکرد گیاهان موثر باشد. بنابراین تنظیم زمان مصرف نهاده، برنامه ریزی اساسی دقیق مدیریت مزرعه و افزایش بهبود کارایی آبیاری موجب افزایش بهره‌وری گیاه ذرت خواهد شد (انگوجیو و همکاران ۲۰۰۷). براساس گزارش مرادی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تحمل گیاه ذرت به شرایط تنش کم آبی اظهار کردند که تنش کم آبی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه ذرت، طول برگ آخر، طول تاسل، ارتفاع بلال، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن ۳۰۰ دانه، قطر بلال، عمق دانه و عملکرد دانه می‌شود. همچنین، زهاریوا و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که تنش کم آبی روی صفاتی مانند عملکرد دانه، شاخص

برداشت و وزن هزار دانه اثر منفی داشته و باعث کاهش آن‌ها شده است.

محرم‌نژاد و همکاران (۲۰۱۹) با ارزیابی اثر تنش کم آبی روی لاین‌های مختلف ذرت بیان کردند که تنش کم آبی به‌طور معنی‌دار باعث کاهش عملکرد دانه، بیوماس گیاه ذرت و میزان رنگدانه‌های کلروفیلی می‌شود. تنش کم آبی با تحت تأثیر قرار دادن سیستم فتوسنتزی باعث ایجاد الکترون‌های پرانرژی می‌شود که منجر به اکسیداسیون کلروفیل برگ می‌شود (اسلام و همکاران ۲۰۱۳). وجود همبستگی بین افزایش تنش کمبود آب و افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌های محلول در آب درون سلولی گزارش شده است (محرم‌نژاد و ولیزاده ۲۰۱۹). اسید آسکوربیک یک مولکول کوچک قابل حل در آب است که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی بوده و به‌عنوان سوبسترای اولیه در مسیرهای چرخه‌ای، برای سمیت زدایی و خنثی کردن رادیکال‌های سوپراکسید و اکسیژن منفرد نقش دارد (اشرف ۲۰۱۰). بنابراین به‌نظر می‌رسد که یکی از راه‌های افزایش مقاومت در برابر تنش کم آبی، بالا بردن سطح مواد آنتی‌اکسیدان درون سلولی مانند اسید آسکوربیک باشد. کمبود آب در گیاه می‌تواند در اثر عدم توانایی تأمین میزان آب خارج شده در گیاه از طرف ریشه باشد. قاسمی و همکاران (۲۰۲۰) با ارزیابی اثر اسید آسکوربیک روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه در گیاه ذرت اظهار کردند که محلول پاشی آسکوربیک اسید اثر معنی‌داری روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه ذرت داشت. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر محلول پاشی آسکوربیک اسید روی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و عملکرد دانه تحت تنش کم آبی در گیاه ذرت در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال

نرمال بودن داده‌های حاصل از صفات اندازه‌گیری شده توسط تست کرلمرگروف-اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت و سپس تجزیه آماری و مقایسه میانگین توسط آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت. تجزیه همبستگی نیز برای تعیین ارتباط بین صفات مورد مطالعه انجام گرفت. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های عملکرد دانه نشان داد که اثر تنش کم آبی و محلول پاشی آسکوربیک اسید به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). برهمکنش تنش کم آبی \times محلول پاشی آسکوربیک اسید نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف تنش کم آبی با غلظت‌های متفاوت محلول پاشی آسکوربیک اسید، بیشترین عملکرد دانه با ۵/۵ تن در هکتار مربوط به آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشنگ کلاس A با محلول پاشی ۱۵۰ و ۲۵۰ ppm بود (شکل ۱). تنش کم آبی به‌طور معنی‌دار باعث کاهش عملکرد دانه شد.

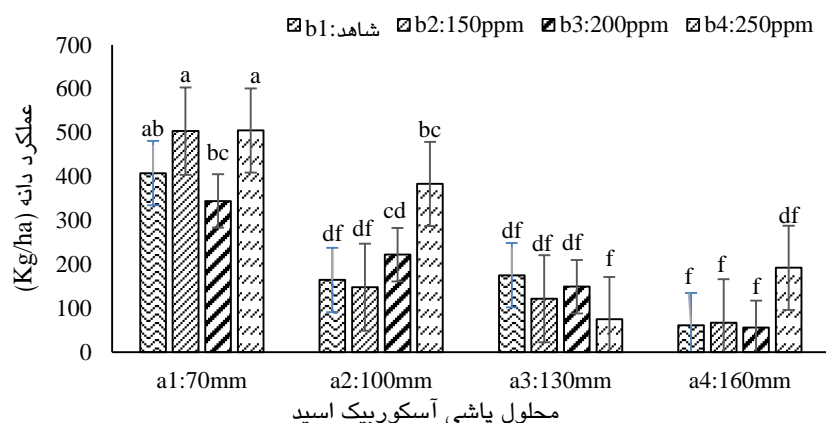
براساس گزارش‌های متعدد تنش کم آبی به‌طور معنی‌دار باعث کاهش عملکرد دانه در گیاه ذرت می‌شود (مصطفوی و همکاران ۲۰۱۱، محرم‌نژاد و ولیزاده ۲۰۱۹). که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. حیاتی و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبی روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه هیبرید ۷۰۴ ذرت تحت کاربرد کاهنده‌های تعرق بیان داشتند که محلول پاشی ۱۲۰ ppm روی عملکرد دانه تحت تنش کم آبی اثر معنی‌دار داشت به‌طوری‌که مقاومت سطح سوبسترهای آنزیم‌های آنتی اکسیدان را بالا برده و باعث کاهش اثر تنش کم آبی در گیاه ذرت می‌شود (قاسمی و همکاران ۲۰۲۰).

زراعی ۱۳۹۸ روی رقم Chase ذرت شیرین در ایستگاه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت. عامل اصلی شامل چهار سطح تنش کم آبی ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشنگ تبخیر کلاس A و عامل فرعی چهار سطح محلول پاشی آسکوربیک اسید صفر، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ پی پی ام (ppm) بودند. کل مزرعه تا مرحله‌ی رشدی چهار برگی گیاه ذرت براساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشنگ کلاس A آبیاری شد. بعد از مرحله چهار برگی تنش کم آبی و محلول پاشی آسکوربیک اسید اعمال گردید. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف به طول ۵/۶ متر با فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ۲۰ سانتی‌متر با رعایت تراکم بوته ۷۰ هزار بوته در هکتار بود. آماده سازی بستر بذر شامل (رتیواتور، شخم برگردان، تسطیح بهاره و دیسک) بودند. قبل از اینکه کاشت صورت گیرد، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره که نصف آن قبل از کاشت و نصف دیگر آن در مراحل مختلف رشدی گیاه ذرت به‌صورت کود سرک توزیع گردید. نوع خاک منطقه دارای بافت لومی-شنی بوده و pH خاک در محدوده ی قلیایی ضعیف تا متوسط قرار داشت. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، عملکرد دانه و خصوصیات بلال و دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی با حذف ردیف‌های حاشیه‌ی کناری و همچنین حذف بوته‌های اول و آخر ردیف‌های وسطی استفاده شد. جهت اندازه‌گیری مساحت آخرین برگ ذرت (بالترین برگ ذرت) با استفاده از فرمول بالیرو و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شد:

$$La=L_w \times L_l \times 0.75$$

در این فرمول La: سطح برگ آخر، L_l: طول برگ آخر و L_w: عرض برگ آخر می‌باشد. برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی از روش محرم‌نژاد و همکاران (۲۰۱۹) استفاده گردید.

تجزیه‌های آماری

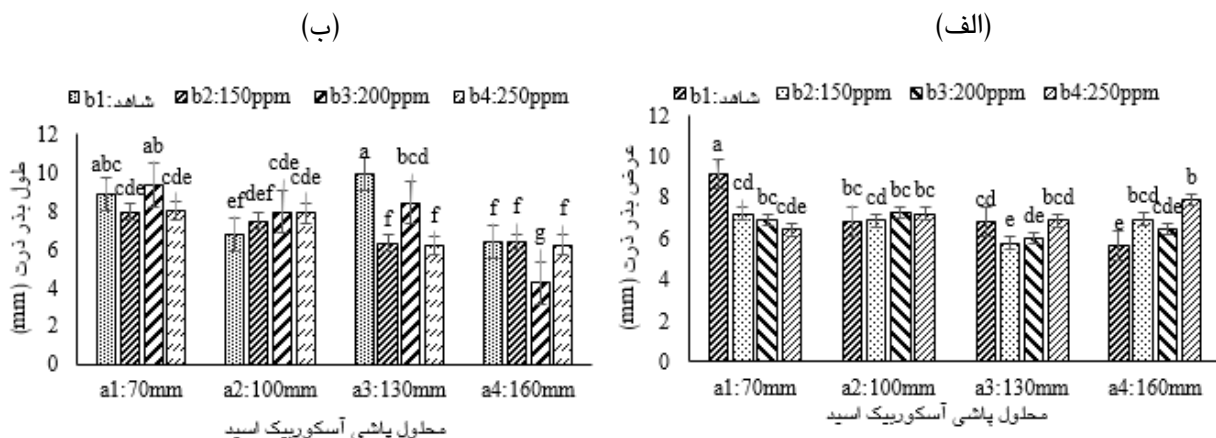


شکل ۱- مقایسه‌ی میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف تنش کم آبی با غلظت‌های محلول پاشی آسکوربیک اسید (ستون-های دارای حروف مشترک از نظر تجزیه‌ی آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند)

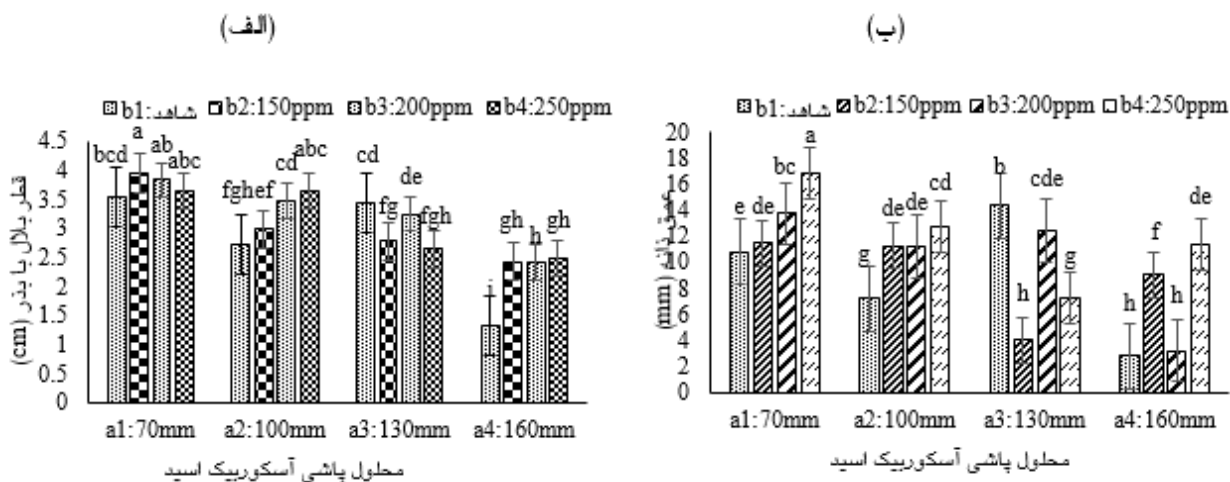
درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین قطر بلال و عمق دانه به ترتیب مربوط به آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A با محلول پاشی آسکوربیک اسید ۱۵۰ ppm و آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A با محلول پاشی آسکوربیک اسید ۲۵۰ ppm بود (شکل ۳). محرم‌نژاد و همکاران (۲۰۱۷) با ارزیابی محلول پاشی آسکوربیک اسید روی ذرت تحت سطوح مختلف تنش کم آبی اظهار کردند که تنش کم آبی به‌طور معنی‌دار باعث کاهش قطر بلال می‌شود. در پژوهشی مبنی بر استفاده از کاهش دهنده تعرق در گیاه ذرت تحت تنش کم آبی گزارش شده است که محلول پاشی ۱۲۵ ppm آسکوربیک اسید تحت تنش کم آبی باعث تأثیر معنی‌دار روی قطر بلال هیبرید ذرت می‌شود (حیاتی و همکاران ۲۰۲۰). در نتایج ارایه شده از خدارحم‌پور و حمیدی (۲۰۱۲) در لاین‌های ذرت، بیشترین عمق دانه در شرایط قطع آبیاری در مرحله‌ی گلدهی و پر شدن دانه بود که با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت و کاهش عمق دانه می‌تواند منجر به کاهش وزن دانه گردد (مصطفوی و همکاران ۲۰۱۱).

جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول و عرض بذر هیبرید ذرت نشان داد که بین سطوح مختلف تنش کم آبی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. همچنین اثر سطوح مختلف محلول پاشی آسکوربیک اسید برای طول بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و برای عرض بذر معنی‌دار نبود. همچنین برهمکنش تنش کم آبی × محلول پاشی آسکوربیک اسید برای طول و عرض بذر هیبرید ذرت مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش تنش کم آبی × محلول پاشی آسکوربیک اسید برای طول بذر نشان داد که بیشترین طول بذر مربوط به تنش کم آبی ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A با محلول پاشی شاهد (بدون آسکوربیک اسید) بود (شکل ۲ الف). همچنین بیشترین عرض بذر مربوط به آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A با محلول پاشی شاهد (بدون آسکوربیک اسید) بود (شکل ۲ ب).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های قطر بلال و عمق دانه نشان داد که اثر تنش کم آبی، سطوح مختلف محلول پاشی آسکوربیک اسید و برهمکنش تنش کم آبی × محلول پاشی آسکوربیک اسید در سطح احتمال یک



شکل ۲- مقایسه‌ی میانگین طول بذر (الف) و عرض بذر (ب) در سطوح مختلف تنش کم آبی با غلظت‌های محلول پاشی آسکوربیک اسید (ستون‌های دارای حروف مشترک از نظر تجزیه‌ی آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند)



شکل ۳- مقایسه میانگین قطر بلال (الف) و عمق دانه (ب) در سطوح مختلف تنش کم آبی با غلظت‌های محلول پاشی آسکوربیک اسید (ستون‌های دارای حروف مشترک از نظر تجزیه‌ی آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند)

براساس تجزیه واریانس داده‌های بیوماس و ارتفاع بوته هیبرید ذرت اثر تنش خشکی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر محلول پاشی آسکوربیک اسید به‌ترتیب برای بیوماس در سطح یک درصد معنی‌دار و برای ارتفاع بوته غیر معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش تنش کم آبی × محلول پاشی آسکوربیک اسید برای ارتفاع بوته و بیوماس در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش تنش کم آبی × محلول پاشی آسکوربیک اسید برای بیوماس نشان داد که بیشترین بیوماس مربوط به آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A با محلول پاشی شاهد (بدون محلول پاشی آسکوربیک اسید) بود (شکل ۴ الف). همچنین بیشترین ارتفاع بوته مربوط به آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A با محلول پاشی آسکوربیک اسید ۲۰۰ و ۲۵۰ ppm بود (شکل ۴ ب).

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه و صفات مورفوفیزیولوژیکی با محلول پاشی آسکوربیک اسید در گیاه ذرت تحت سطوح مختلف تنش کم آبی

میانگین مربعات											درجه آزادی	منابع تغییر
کلروفیل کل	کلروفیل <i>b</i>	کلروفیل <i>a</i>	سطح برگ	بیوماس	ارتفاع بوته	طول بذر	عرض بذر	قطر بلال	عمق دانه	عملکرد دانه		
۰/۱۱ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۳۲۵/۸۵ ^{ns}	۱۸۲۲/۳۱ ^{ns}	۱۴۴/۵۷ ^{ns}	۱/۰۶ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۵۵ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۲۹۱۴/۸۴ ^{ns}	۲	بلوک (R)
۱۳/۷۴ ^{**}	۱۴/۲۴ ^{**}	۵/۸۲ ^{**}	۸۳۱/۳۴ ^{**}	۱۰۳۶۰/۷۲ ^{**}	۱۷۵۸/۰۵ ^{**}	۴/۶۸ ^{**}	۲/۳۶ ^{**}	۵/۱۴ ^{**}	۰/۸۹۸ ^{**}	۲۸۹۴۱۴/۲۶ [*]	۳	تنش کم آبی (W)
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۴۲۸/۷۳	۳۹۵۹/۷۰	۱۰۲/۹۱	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۰۱۵	۶۲۲۱/۴۰	۶	خطای اول (RW)
۴۱/۷۴ ^{**}	۱۴/۶۳ ^{**}	۷/۶۱ ^{**}	۱۰۳/۲۹ ^{ns}	۱۰۶۲۵/۳۸ [*]	۶۵/۱۶ ^{ns}	۲/۳۰ ^{**}	۷۴/۰۰ ^{ns}	۰/۵۰ ^{**}	۰/۲۷۱ ^{**}	۱۷۸۳۲/۲۳ [*]	۳	آسکوربیک اسید (A)
۹۹/۳۴ ^{**}	۳۱/۹۲ ^{**}	۲۰/۳۳ ^{**}	۴۳۷/۵۶ ^{**}	۱۳۵۰/۲۹ ^{ns}	۱۳۳/۶۳ ^{**}	۴/۳۲ ^{**}	۲/۳۸ ^{**}	۰/۵۱ ^{**}	۰/۴۴۷ ^{**}	۱۳۷۳۴/۶۳ [*]	۹	تنش کم آبی × آسکوربیک اسید (WA)
۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۷۴/۲۴	۷۰۶/۴۶	۴۵/۰۲	۰/۴۶	۰/۲۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۴۵۵۲/۳۹	۲۴	خطای دوم (W/RA)

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

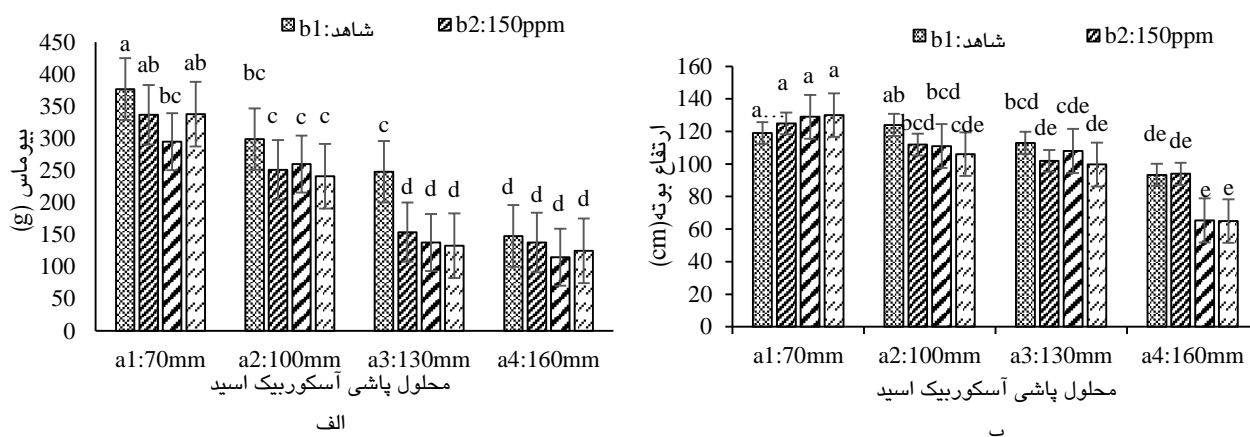
جدول ۲- همبستگی بین صفات مورد بررسی در گیاه ذرت

صفات	کلروفیل <i>a</i>	کلروفیل <i>b</i>	کل	ارتفاع بوته	سطح برگ	بیوماس	عملکرد دانه	طول بذر	عرض بذر	قطر بلال	عمق دانه
کلروفیل <i>a</i>	۱										
کلروفیل <i>b</i>	۰/۸۰ ^{**}	۱									
کل کلروفیل	۰/۹۳ ^{**}	۰/۹۶ ^{**}	۱								
ارتفاع بوته	۰/۱۸	-۰/۱۳	۰/۰۱	۱							
سطح برگ	-۰/۱۸	-۰/۳۵ [*]	-۰/۳۰ [*]	-۰/۴۴ ^{**}	۱						
بیوماس	۰/۱۹	-۰/۱۹	-۰/۰۱	۰/۷۴ ^{**}	۰/۳۶ [*]	۱					
عملکرد دانه	۰/۰۳	-۰/۲۳	-۰/۱۱	-۰/۶۲ ^{**}	۰/۴۰ ^{**}	۰/۷۳ ^{**}	۱				
طول بذر	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۰۸	-۰/۵۳ ^{**}	۰/۲۷	۰/۵۳ ^{**}	۰/۴۸ ^{**}	۱			
عرض بذر	۰/۲۶	۰/۰۳	۰/۱۸	-۰/۲۱	-۰/۱۴	-۰/۳۸ ^{**}	۰/۳۴ [*]	۰/۲۸	۱		
قطر بلال	۰/۰۹	-۰/۱۱	-۰/۰۳	-۰/۶۲ ^{**}	-۰/۲۳	۰/۶۶ ^{**}	۰/۷۰ ^{**}	۰/۶۹ ^{**}	۰/۳۴ [*]	۱	
عمق دانه	۰/۲۹	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۵۵ ^{**}	۰/۲۳	۰/۵۱ ^{**}	۰/۶۱ ^{**}	۰/۷۲ ^{**}	۰/۳۲ [*]	۰/۷۴ ^{**}	۱

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

تحت تنش کم آبی داشت (حیاتی و همکاران ۲۰۲۰).
توحیدی مقدم و همکاران (۲۰۱۳) بر روی گیاه ذرت در شرایط محدودیت آبیاری و محلول پاشی آسکوربیک اسید گزارش کردند که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به آبیاری کامل بود. اصغری و همکاران (۲۰۱۶) با ارزیابی اثر محلول پاشی آسکوربیک اسید بر خصوصیات فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد دانه ذرت شیرین تحت رژیم های آبیاری اظهار کردند که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به آبیاری نرمال با محلول پاشی ۱۲۵ میلی گرم در لیتر آسکوربیک اسید بود.

در گزارش های کامپوس و همکاران (۲۰۰۴) و ریچارد و همکاران (۲۰۰۶) نشان داده شد که تنش خشکی با کاهش ظرفیت فتوسنتز در ذرت میزان ذخیره در ساقه را کاهش می دهد و در نهایت وزن را با افت مواجه می کند. خلیلی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که اثرات تیمار تنش کم آبی باعث کاهش عملکرد بیولوژیکی گردید که بیشترین عملکرد در آبیاری ۵۰ میلی متر تبخیر از سطح تشنگ کلاس A بود. محلول پاشی آسکوربیک با غلظت ۱۲۵ میلی گرم در لیتر در رقم ذرت ۷۰۴ جلوگیری از کاهش بیشتر بیوماس تحت تنش کم آبی شد به طوری که اثر مثبتی روی بیوماس گیاه ذرت

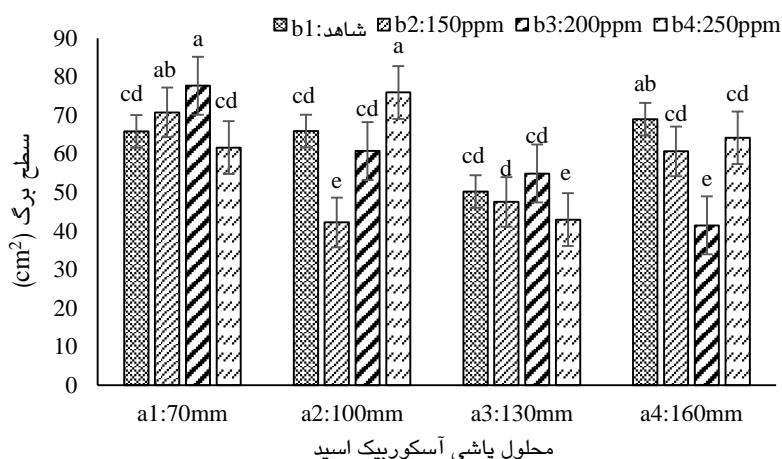


شکل ۴- مقایسه میانگین بیوماس (الف) و ارتفاع بوته (ب) در سطوح مختلف تنش کم آبی با غلظت‌های محلول پاشی آسکوربیک اسید (ستون‌های دارای حروف مشترک از نظر تجزیه‌ی آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند)

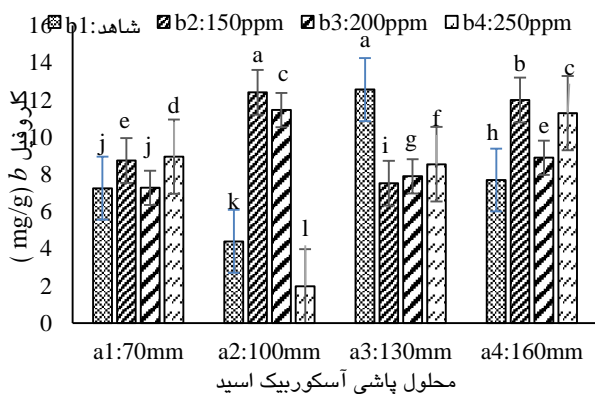
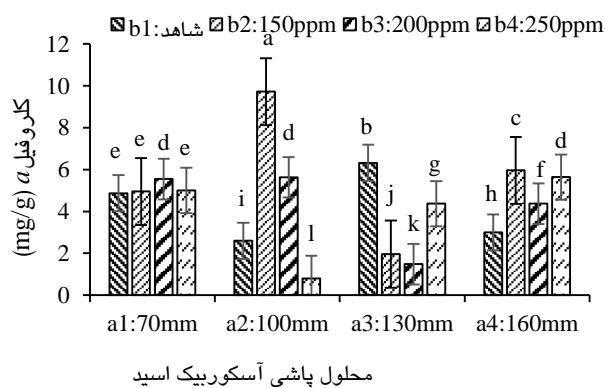
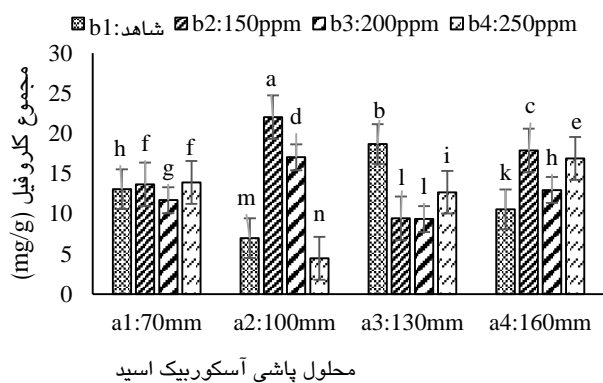
آن سطح فتوسنتز کننده کاهش می‌یابد. بالاترین برگ بر روی ساقه در گیاهان تیره‌ی غلات نقش مهمی در تأمین اسیمیلات در جهت افزایش وزن دانه دارد. فتوسنتز جاری به‌عنوان منبع پر شدن دانه به سطح سبز دریافت کننده‌ی نور بستگی دارد که این منبع فتوسنتزی معمولاً به واسطه‌ی پیری طبیعی و تأثیر تنش‌های مختلف در دوره‌ی پر شدن دانه کاهش می‌یابد، در حالیکه تقاضای دانه برای مواد فتوسنتزی افزایش پیدا می‌کند (بلوم ۱۹۹۸). محلول پاشی آسکوربیک اسید تحت تنش کم آبی در گیاه ذرت باعث تقویت و مانع از کاهش بیشتر سطح برگ گیاه ذرت تحت تنش کم آبی می‌شود (حیاتی و همکاران ۲۰۲۰). که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. تجزیه واریانس رنگدانه‌های کلروفیلی نشان داد که اثر تنش کم آبی، محلول پاشی آسکوربیک اسید و برهمکنش تنش کم آبی و آسکوربیک اسید برای میزان کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کل کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش تنش کم آبی و محلول پاشی آسکوربیک اسید

نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که فقط اثر تنش کم آبی و برهمکنش تنش کم آبی × محلول پاشی آسکوربیک اسید برای سطح برگ گیاه ذرت به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). محلول پاشی آسکوربیک اسید موجب بهبود و افزایش پایداری آخرین برگ در گیاه ذرت شد (شکل ۵). مقایسه میانگین برهمکنش تنش کم آبی × محلول پاشی آسکوربیک اسید نشان داد که بیشترین سطح برگ مربوط به آبیاری ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشنگت کلاس A با محلول پاشی ۲۰۰ ppm و آبیاری ۱۰۰ میلی-متر تبخیر از سطح تشنگت کلاس A با محلول پاشی ۲۵۰ ppm بود (شکل ۵).

چین و جینکوان (۲۰۱۹) گزارش کردند که تنش کم آبی باعث کاهش قابل توجه سطح برگ بوته می‌شود که به دنبال آن موجب کاهش عملکرد دانه در گیاه ذرت می‌گردد. با توجه به اینکه افزایش تنش کم آبی از ۷۰ میلی-متر تبخیر از سطح تشنگت تبخیر کلاس A موجب تسریع در خشک شدن برگ‌ها از پایین ساقه شده که به موجب



شکل ۵- مقایسه میانگین سطح برگ در سطوح مختلف تنش کم آبی با غلظت‌های محلول پاشی آسکوربیک اسید (ستون-های دارای حروف مشترک از نظر تجزیه‌ی آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند)



شکل ۷- مقایسه میانگین رنگدانه‌های کلروفیل در سطوح مختلف تنش کم آبی با غلظت‌های محلول پاشی آسکوربیک اسید

شکل ۶- مقایسه میانگین غلظت کلروفیل در سطوح مختلف تنش کم آبی با غلظت‌های محلول پاشی آسکوربیک اسید (ستون‌های دارای حروف مشترک از نظر تجزیه‌ی آماری دارای اختلاف معنی‌دار نیستند)

نتیجه‌گیری

با توجه به این که در گیاه ذرت شیرین عملکرد دانه به‌عنوان شاخص اقتصادی مد نظر می‌باشد، در این راستا این تحقیق با هدف تعیین بهترین غلظت محلول پاشی آسکوربیک اسید برای سطوح مختلف تنش کم آبی از طریق بررسی صفات مورفوفیزیولوژیکی، عملکرد دانه و برخی خصوصیات بذر انجام گرفت. تنش کم آبی به‌طور معنی‌دار روی عملکرد دانه و صفات مورفوفیزیولوژیکی تأثیر معنی‌دار داشت. مطلوب‌ترین غلظت محلول پاشی آسکوربیک اسید از لحاظ صفات مورد ارزیابی به‌طور کلی غلظت ۱۵۰ ppm بود. با افزایش سطح آبیاری از ۷۰ به ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A موجب کاهش قابل توجهی از عملکرد دانه می‌شود. اما محلول پاشی آسکوربیک اسید تا حدود باعث کاهش اثرات ناشی از کم آبی در گیاه ذرت مورد مطالعه می‌شود. همبستگی بین عملکرد دانه با صفات مورفوفیزیولوژیکی نشان از ارتباط قوی بین صفات مورد ارزیابی که با نظم مناسب مانع کاهش صدمات ناشی از تنش کم آبی در گیاه ذرت شدند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات حوزه پژوهش دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل که در اجرای این پژوهش متقبل زحمات شده‌اند تقدیر و تشکر می‌گردد.

نشان داد که بیشترین غلظت رنگدانه مربوط به آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A با محلول پاشی ۱۵۰ ppm آسکوربیک اسید بود (شکل ۶).

غلظت کلروفیل به‌عنوان یک منبع شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته شده است (گاویک و وستاف ۲۰۱۱). خیاط نژاد و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر کمبود آب بر محتوای کلروفیل و عملکرد دانه در گیاه ذرت مشخص کردند که اثر تنش کم آبی باعث کاهش محتوای کلروفیل برگ می‌شود. اصغری و همکاران (۲۰۱۶) اظهار کردند که محلول پاشی آسکوربیک اسید باعث تقویت میزان رنگدانه‌های کلروفیل در گیاه ذرت می‌شود. که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

تجزیه همبستگی بین عملکرد دانه با صفات مورفوفیزیولوژیکی نشان داد که عملکرد دانه با بیوماس، سطح برگ، ارتفاع بوته، طول بذر، عرض بذر، قطر بلال و عمق دانه ارتباط مثبت معنی‌داری داشت (جدول ۲). گزارش‌های متعددی مبنی بر ارتباط بین عملکرد دانه با اجزای عملکرد دانه و صفات مورفوفیزیولوژیکی در گیاه ذرت شده است (محرمانژاد و همکاران ۲۰۱۶، قاسمی و همکاران ۲۰۲۰).

منابع مورد استفاده

- Alahdadi I, Oraki H, Parhizkar Khajani F. 2011. Effect of water stress on yield and yield components of sunflower hybrids. *African journal of Biotechnology*, 10(34): 6504-6509.
- Asghari M, Masoumi Zavariyan A and Yousefi Rad M. 2016. The effect of foliar application of ascorbic acid on yield components and physiologic character of sweet corn under different irrigation regimes. *Cereal Research*, 6(2): 229-240. (In Persian).
- Ashraf M. 2010. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotechnology Advances*. 28: 169-183.
- Ashraf M and Foolad MR. 2008. Roles of glycine betaine and proline in implant proving abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.

- Aslam M, Zamir1 MSI, Afzal I, Yaseen M, Mubeen M and Shoaib A. 2013. Drought stress, its effect on maize production and development of drought tolerance through potassium application. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 46(2): 99-144.
- Bollero GA, Bullock DG and Hollinger SE. 1996. Soil temperature and planting date effects on effects on corn yield, leaf area and plant development. *Agronomy Journal*, 88: 385-390.
- Blum A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica*, 100: 77-83.
- Campos H, Cooper M, Habben JE, Edmeades GO and Schussler JR. 2004. Improving Drought tolerance in maize: a view from industry. *Field Crops Research*, 90: 19-34.
- Echarte L, Andrade FH, Sadras VO and Abbate P. 2006. Grain weight and its response to source manipulations during grain filling in Argentinean maize hybrids released in different decades. *Field Crops Research*, 96: 307-312.
- Ghassemi A, Farzaneh S and Moharramnejad S. 2020. Impact of ascorbic acid on seed yield and its components of sweet corn (*Zea mays L.*) under drought stress. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 10(1): 41-49.
- Hayati M, Maleki A, Mozaffari A and Babaei F. 2020. Simultaneous effects of deficit irrigation and transpiration reducer on yield and yield components of corn (*Zea mays L.*) single cross 704. *Journal of Agroecology*, 12(3): 389-411. (In Persian).
- Khalili M, Naghavi MR, Pour Aboughadareh A and Naseri Rad H. 2013 Effects of drought stress on yield and yield components in maize cultivars (*Zea mays L.*). *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(4): 809-812.
- Khayatnezhad M and R Gholamin. 2012. The effect of drought stress on leaf chlorophyll content and stress resistance in maize cultivars (*Zea mays*). *African Journal of Microbiology Research*, 6(12): 2844-2848.
- Khodarahmpour Z. 2011. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (*Zea mays L.*) hybrids. *African Journal of Biotechnology*, 10(79): 18222-18227.
- Khodarahmpour Z and Hamidi J. 2012. Study of yield and yield components of corn (*Zea mays L.*) inbred lines to drought stress. *African Journal of Biotechnology*, 11(13): 3099-3105.
- Lichtenthaler HK. 1987. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol*, 148: 350-382.
- Lorense GF, Bennett JM and Loggale LB. 1987. Differences in drought resistance between two corn hybrids. II. Component analysis and growth rates. *Agronomy Journal*, 79: 808-813.
- Moharramnejad S, Valizadeh M, Sofalian O, Shiri MR and Asghari A. 2017. Effect of water deficit stress on agronomic traits and superoxide dismutase (Mn-SOD) activity in three maize (*Zea mays L.*) hybrids. *Cereal Research*, 6(4): 521-531. (In Persian).
- Moharramnejad S, Sofalian O, Valizadeh M, Asghari A, Shiri MR and Ashraf M. 2019. Response of maize to field drought stress: Oxidative defense system, osmolytes' accumulation and photosynthetic pigments. *Pakistan Journal of Botany*, 51(3): 799-807.
- Moharramnejad S and Valizadeh M. 2019. A key response of grain yield and superoxide dismutase in maize (*Zea mays L.*) to water deficit stress. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 9(2): 77-84.
- Mostafavi KH, Sadeghi Geive H, Dadresan M and Zarabi M. 2011. Effects of drought stress on germination indices of corn hybrids (*Zea mays L.*). *International Journal of Agriculture Science*, 1(2): 10-18.
- Moster SB, Feil B, Jampatong E and Stamp P. 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agricultural Water Management*, 81: 41-58.

- Moradi H, Akbari GA, Khavari Khorasani S and Ramshini HA. 2012. Evaluation of drought tolerance in corn (*Zea mays* L.) new hybrids with using stress tolerance indices. *European Journal of Sustainable Development*, 1(3): 543-560.
- Ngouajio M, Wang G and Goldy R. 2007. Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field-grown tomato under plastic mulch. *Agricultural Water Management*, 87: 285-291.
- Oraki H, Alahdadi I and Parhizkar Khajani F. 2011. Investigation of the effect of water deficit stress on yield and yield components in sunflower hybrids. *African Journal of Agriculture Research*, 6(10): 2358-2363.
- Soleimanifard A, Naseri R, Emami A, Mirzaei H, Koshkhabar and Soleimani R. 2011. The effects of irrigation regimes and planting patterns on yield and yield components of maize (SC 704). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 10(2): 287-285.
- Song Y, Qu S, Birch A, Doherty C and J Hanan. 2010. Analysis and modelling of the effects of water stress on maize growth and yield in dryland conditions. *Plant Production Science*, 13(2): 199-208.
- Tohidi-Moghadam H, Darvishan M and Zahedi H. 2013. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on physiological and biochemical changes of corn (*Zea mays* L) under irrigation withholding in different growth stages. *Maydica*, 58(2): 195-200.
- Zaharieva M, Gaulin E, Havaux M, Aceredo E and Monnereux P. 2001. Drought and heat response in the wild wheat relative *Aegilops geniculata*. *Crop Science*, 14: 1321-1329.