تنش قطع آبیاری و محلول پاشی با اسید هیومیک وعصاره جلبک بر میزان آنزیمهای آنتی اکسیدان وپرولین در سورگوم علوفه ای

محبوبه تقدسی*
دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاداسلامی واحد دامغان، گروه کشاورزی دامغان، ایران
نصرت اله حسنی
عضو هیات علمی دانشگاه ،مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سمنان، ایران
جعفر مسعود سینکی
عضو هیات علمی دانشگاه، گروه کشاورزی, دانشگاه ازاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران

تاریخ دریافت:۹۱/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۳

چکیده
این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در سمنان با استفاده از طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی به صورت کرتهای دوبار خرد شده در سه تکرار اجرا شد. رژیم های آبیاری به عنوان عامل اصلی جهت اعمال محدودیت آب عبارت بودند از: آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله خارج شدن سرگل آذین از غلاف و آبیاری تا مرحله شروع گلدهی و ظاهر شدن اولین پرچمها. تیمار محلولپاشی بعنوان عامل فرعی شامل: شاهد، استفاده از جلبک به میزان ۲ لیتردر هکتار، استفاده از اسید هیومیک به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار و استفاده توام جلبک و اسید هیومیک بودند. ارقام سورگوم اسپیدفید و پگاه نیز عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد مقادیر کاتالاز، پراکسیداز و پرولین تحت تاثیر تنش قرار گرفتند و تغییرات معنی داری را نشان دادند و این تغییرات مبین افزایش میزان کاتالاز، پراکسیداز و پرولین موجود در برگ در شرایط تنش نسبت به شرایط شاهد بود. مقادیرکاتالاز، پراکسیداز و پرولین در شرایط بدون محلولپاشی بیشترین میزان را از خود نشان دادند. همچنین رقم اسپیدفید از لحاظ میزان کاتالاز و پراکسیداز نسبت به رقم پگاه فزونی داشت. بطورکلی بیشترین میزان انزیمهای آنتی اکسیدان و پرولین درشرایط تنش و بدون محلولپاشی بدست آمد.

واژه های کلیدی: سورگوم، تنش خشکی، اسیدهیومیک، عصاره جلبک

*نویسنده مسئول مکاتبات: Email:taghaddosi88@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکسالی و تنش ناشی از آن مهم ترین و رایج ترین تنش محیطی (غیرزنده) است که تولیدات کشاورزی و باغی را با محدودیت روبرو ساخته و هر ساله خسارت های هنگفتی به این محصولات در جهان به خصوص ایران که به عنوان کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می گردد وارد نموده و بازده استفاده از مناطق نیمه خشک و دیم خیز را کاهش داده است (۲۵). سورگوم زراعی با نام علمی *Sorghum bicolor* (L.) Moench گیاهی از خانواده غلات است. از نظر اهمیت غذایی پنجمین غله دنیا پس از گندم، ذرت، برنج و جو محسوب می شود. سورگوم علوفه ای با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی منحصر به فردی که دارد به عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی معرفی شده است (۲۱).

گزینش گیاهان در شرایط بدون تنش، تاثیری بر پاسخ به خشکی ندارد. بنابراین یک هدف اصلی در علوم گیاهی جدید برای سازگار کردن گیاهان به شرایط محیطی، درک مکانیسم های فیزیولوژیک مقاومت به تنش ها است (۲۲). باتوجه به این هدف و از آنجایی که یکی از اثرات تنش خشکی بر هم زدن تعادل تغذیه ای در گیاه است (۲۰) و تحت شرایط تنش قابلیت دسترسی به مواد غذایی، جذب و انتقال مواد دچار اختلال می گردد (٤)، برآن شدیم تا با استفاده از دو نوع کود آلی تحت شرایط تنش، به بررسی صفات فیزیولوژیکی دو نوع سورگوم علوفه ای در سمنان بپردازیم.

یکی از دلایل انتخاب کودهای آلی عصاره ی جلبک و اسیدهیومیک این بود که مواد شیمیایی سمی مانند آرسنیک و کادیوم که از تجمع کودهای شیمیایی در تولیدات گیاهی ایجاد شده اند باعث مشکلاتی در سلامتی انسانها شده است. در سال های اخیر استفاده از تولیدات طبیعی جلبک و اسید هیومیک به عنوان جانشین کودهای سنتزی مرسوم نقش مهمی را برعهده گرفته اند (۱۳).

Gandhiyappan& *et al* (۲۰۰۱) مشاهده کرد ارزش جلبک به عنوان کود فقط به دلیل وجود نیتروژن، فسفر و پتاس نبود، بلکه بخاطر حضور عناصر و متابولیت های متفاوت نیز می باشد. افزایش رشد تحت تاثیر محلولپاشی عصاره جلبک به اثبات رسیده است.

عصاره جلبک تاثیرات مفیدی روی گیاهان به دلیل داشتن هورمون های رشد سیتوکنین, IAA, IBA عناصری مانند آهن، مس، روی، کبالت، مولیبدن، منگنز، نیکل، ویتامین ها و آمینو اسیدها است. کاربرد عصاره جلبک باعث افزایش رشد گیاه، تحریک رشد ریشه، تاخیر در پیری و بهبود مقاومت به استرس های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت می شود. همچنین گزارش شده است کودهای حاوی جلبک از نظر پتاس غنی هستند (۱۸).

از طرف دیگر سطوح هورمون های گیاهی مانند اکسین و جیبرلین تحت شرایط تنش کاهش می یابد (۱). کاربرد مناسب تنظیم کننده های رشد ممکن است رشد گیاه و مقاومت به تنش خشکی را افزایش دهد (۱۲). بیشتر تنظیم کننده های رشد تجاری به صورت شیمیایی سنتز می شوند و استفاده بیش از حد از آنها ممکن است محیط را آلوده کند. بنابراین استفاده از تنظیم کننده های رشد

Archive of SID

www.SID.ir

بطور طبیعی بسیاری از نظرها را به خود جلب کرده است (۷ و ۲۶).

چنین تنظیم کننده های رشدی از مواد طبیعی مشتق شده اند و مواد مضری برای طبیعت ندارند. کاربرد آنها رشد گیاه را تحریک می کند و مقاومت به تنش های محیطی را افزایش می دهد. این تنظیم کننده های رشد در عصاره جلبک و هیومیک اسید وجود دارند (۲۷).

مواد هیومیکی موجود در خاک رشد گیاهان را بطور مستقیم و غیر مستقیم تحت تاثیر قرار میدهد. هیومیک اسید به روشهای مختلفی می تواند تاثیر مثبتی روی رشد گیاه داشته باشد. هیومیک اسید باعث افزایش جذب نیتروژن بوسیله گیاهان می‌شود. آنها هچنین جذب K, P Mg, Ca را تحریک کرده و افزایش می دهد (۵).

خشکی نه تنها رشد و نمو گیاهان را کاهش می دهد، بلکه موجب تغییر در مسیر برخی از فرآیندهای متابولیسمی نیز می گردد. این تغییرات می تواند گیاه را در مقابل استرس مقاوم سازد(۲۸). گزارش های متعددی نیز در باب افزایش پرولین آزاد تحت شرایط تنش اعلام شده است (۲۹ و ۱۰). پرولین یکی از اسید آمینه های فعال در پدیده تنظیم اسمزی می باشد(۱۵). عده ای از محققان علت افزایش این ماده را نتیجه تخریب پروتئینها ذکر کرده اند (۲۹). افزایش میزان پرولین در اثر تنش خشکی در سورگوم (۳۰) گزارش شده است. تعدادی از محققین عقیده دارند که پرولینی که در هنگام تنش خشکی در گیاه جمع می شود، نقش ذخیره نیتروژن و کربن را بازی می کند (۱۱) و عده ای نیز عقیده دارند که پروتوپلاسم را در برابر خشکی نگهداری می کند (۱۵). تغییر در فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان یکی از مکانیسمهایی است که در گیاهان برای افزایش تحمل به تنشها رخ میدهد (۱٤). Kendall (۲۰۰۰) و کافی و مهدوی دامغانی (۱۳۷۹) گزارش کردند که افزایش فعالیت کاتالاز جهت کاهش اثرات پراکسیداز در هنگام تنش های محیطی در گیاهان گندم، جو، سویا و نخود نقش مهمی دارد. آزمایش های صورت گرفته توسط ساعی (۱۳۸٤) بر روی سورگوم علوفه ای، نشان می دهد که فعالیت کاتالاز در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط بهینه بیشتر می شود لذا از این آنزیم می توان جهت تعیین گونه های مقاوم به خشکی استفاده نمود. پراکسیداز و کاتالاز در چندین سیکل فیزیولوژیکی شامل پاسخ به تنشهای محیطی محصولات واسطه ای از قبیل OH و H_2O_2، O_2 افزایش می یابد(۸).

مواد و روش‌ها

این آزمایش مزرعه ای در سال ۱۳۸۹ در سمنان با مختصات جغرافیایی عرض ۳٤ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی بین ۵۱ درجه و ۵۸ دقیقه و ۵۷ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ به اجرا درآمد. بافت خاک محل ازمایش لوم ماسه، با pH=۷/۷ و EC=۵/۲۱ دسی زیمنس بر متر بود و در سال قبل از اجرای آزمایش آیش بوده است. با توجه به آزمون خاک به عمل آمده خاک مزرعه مورد نظر از نظر کودهای فسفاته و پتاسه غنی بوده و نیازی به استفاده از کود نبود. این آزمایش به صورت کرتهای دوبار خرد شده با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی

Archive of SID

www.SID.ir

در سه تکرار اجراشد. رژیم های آبیاری مورد استفاده جهت اعمال محدودیت آب عبارت بودند از آبیاری کامل (I_1)، آبیاری تا مرحله BBCH ٦١، خارج شدن سرگل آذین از غلاف(I_2)، و آبیاری تا مرحله BBCH ٥١، شروع گلدهی و ظاهر شدن اولین پرچم ها (I_3). تیمارهای کودی بعنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند که شامل شاهد (P_1)، استفاده از جلبک به میزان ۲ لیتر در هکتار (P_2)، استفاده از اسید هیومیک به میزان ۲/۵ لیتردر هکتار (P_3) و استفاده توام جلبک و اسید هیومیک (P_4) بودند. عصاره جلبک مورد استفاده با نام تجاری کلپاک از شرکت بازاگران کالا، *Ecklonia maxima* بوده و حاوی ۱۱ میلی گرم در لیتر اکسین و۰/۰۳۱ میلی گرم در لیتر سایتوکنین بود. اسید هیومیک مورد استفاده با نام تجاری هیومکس از شرکت بازاگران کالا محصولی از شرکت Gh biotak آمریکا محتوی ۱۲٪ اسید هیومیک، ۳٪ اکسید پتاسیم و ۳٪ اسید فولویک بود. محلول پاشی در دو نوبت در مرحله رشد ۵-۳ برگی و دو هفته بعد بوسیله سمپاش پشتی انجام شد. ارقام سورگوم اسپیدفید (S_1) و پگاه (S_2) عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. عملیات کاشت بذور بر روی ردیفهای کاشت در تاریخ ۱۳۸۹/٤/٤ به روش خشکه کاری و با دست به صورت کپه ای انجام گرفت. کرتهای آزمایشی شامل ٦ ردیف کاشت به طول ٤ متر و به فواصل ۷۵ سانتی متر بودند. در هر ردیف ٤٠ کپه به فاصله ۱۰ سانتی متر و به عمق ٤ تا ۵ سانتی متر تعبیه و سپس در هر کپه ۳ -۲ عدد بذر به منظور اطمینان از سبز شدن یکنواخت بوته ها و دستیابی به تراکم مطلوب گیاهی کشت شدند. بعد از سبز کردن، در هر کپه یک عدد بوته نگهداشته شد و بقیه بصورت دستی تنک گردید. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام گرفت. آبیاری مزرعه در طول فصل رشد به طریقه نشتی انجام شد. ابتدا آبیاری برای تمام کرت ها به طور منظم انجام گرفت. سپس در مرحله خارج شدن سرگل آذین از غلاف و شروع گلدهی و ظاهر شدن اولین پرچم ها، آبیاری برای تیمارهای تحت تنش بطور کامل قطع گردید به عبارت دیگر تا قبل از این زمان آبیاری برای تیمار تنش خشکی، کاملا مشابه تیمار آبیاری کامل بود. مبارزه با علفهای هرز پهن برگ به طور مداوم در طول دوره رشد از طریق وجین دستی و یک بار مبارزه شیمیایی با سم توفوردی به میزان ۲ لیتر در هکتار انجام شد. در طول دوره رشد جهت مبارزه با ساقه خوار ذرت (*Sesamia cretica*) از سم دورسبان به میزان ۱/۵ در هزار استفاده شد.

جهت سنجش پرولین از روش Bates (۱۹۷۳) استفاده شد. به این ترتیب که به ۱۰۰ میلی گرم از پودر برگ ۱۰ میلی لیتر از محلول اسید سولفو سالسیلیک ۳٪ اضافه شد و پس از ٢٤ساعت این محلول به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۳۰۰۰ دور سانتریفوژ گردید. از محلول روئی ۲ میلی لیتر برداشت و به آن نینهیدرین به مقدار ۲ میلی لیتر اضافه گردید سپس ۱ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال اضافه گردید و لوله ها به مدت ۱ ساعت در بن ماری آب جوش قرار گرفتند. پس از سرد شدن بر روی هر لوله ٤ میلی لیتر تولوئن اضافه شد دو فاز تشکیل گردید فاز بالا برداشت و در طول موج ۵۲۰ نانو متر جذب آن قرائت گردید. مقدار پرولین بر حسب میکرو مول بر گرم برگ تازه بیان شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جهت سنجش کاتالازازروش Cakmak, I. and Horst, W. J. (۱۹۹۱) استفاده شد. ۰/۲ گرم نمونه منجمد در ۳ میلی لیتر بافر سدیم فسفات ۲۵ میلی مولار با pH = ٦/٨ عصاره گیری شد. همگن حاصل در دور ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه، به مدت ۱۵ دقیقه دردمای ٤ درجهٔ سانتی گراد سانتریفیوژ شده و سپس محلول فوقانی برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز استفاده شد. تجزیهٔ آب اکسیژنه با کاهش در جذب در طول موج ۲٤۰ نانومتر مورد سنجش قرار گرفته و به ازای هر میلی گرم پروتئین در عصارهٔ آنزیمی بیان شد.

برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش Pereira (۲۰۰۲) استفاده شد. ۰/۲ گرم از نمونهٔ منجمد در نیتروژن مایع سائیده در بافر پتاسیم فسفات ۰/۰۲ مولار pH = ٦/٨ در دمای ٤ درجهٔ سانتی گراد عصاره گیری شد و سپس محلول یکنواخت حاصل در ۱۲۰۰۰ دور در دمای ٤ – ۲ درجهٔ سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و محلول رویی جهت اندازه گیری فعالیت پراکسیداز مورد استفاده قرار گرفت.

جهت تجزیه و تحلیل داده ها و انجام محاسبات آماری از نرم افزارهای SAS و EXCEL استفاده شد. مقایسه میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و با استفاده از آزمون دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

کاتالاز: داده های حاصل ا ز سنجش کاتالاز، تأثیر سطوح مختلف آبیاری را بر روی مقدار ترکیب یاد شده نشان می دهد که هم در تنش ملایم و هم در تنش شدید تفاوت معنی داری نسبت به شاهد نشان می دهد (جدول۲). یافته های کافی و مهدوی دامغانی (۱۳۷۹) و عمان و همکاران (۱۳۸۱) گواه بر صحت یافته های این تحقیق است. بررسی ها نشان می دهد در شرایط تنش میزان آنزیم های آنتی اکسیدانت مانند کاتالاز جهت کاهش اثرات گونه های فعال اکسیژن افزایش می یابد. همچنین داده های حاصل از تاثیر تیمارهای کودی مختلف روی کاتالاز روند کاهشی معنی داری را نسبت به شرایط شاهد از خود نشان داد، بطوریکه بیشترین مقدار این آنزیم در شرایط شاهد و با مقدار ۱۰٤/۰۵٦ میلی گرم پروتئین و کم ترین مقدار آن در تیمار چهارم کودی ۷٦/۷۸۸ میلی گرم پروتئین بدست آمد. به عبارت دیگر ۲٦٪ کاهش در مقدار کاتالاز شاهد نسبت به تیمار کودی چهارم ملاحظه گردید. اثر رقم روی کاتالاز نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تاثیر رقم روی کاتالاز در سطح ۵٪ معنی دار بود و رقم اسپیدفید با ۱۰۲/۵۲۷ نسبت به رقم پگاه با ۷۵/۸۳۳ درگروه برتر آماری قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل نشان داد اثرات متقابل تنش و کود، کود و رقم و اثرات سه گانه تنش، رقم و کود در سطح ۱٪ معنی دار بود. جدول مقایسه میانگین سطوح مختلف اثرات متقابل دو عامل تنش و کود روی میزان کاتالاز نشان داد تیمار I_2P_1 با میزان ۱۲۷/۵۰۰و I_1P_4 با ٦٤/٨۳ میلی گرم پروتئین به ترتیب بالاترین و پایین ترین گروه آماری را به خود اختصاص دادند. همچنین بررسی برهمکنش تیمار آبیاری و رقم بر کاتالاز نشانگر این مطلب است که کمترین میزان کاتالاز در تیمار آبیاری کامل و دررقم پگاه I_1S_2 با ٦۰/۰۸ میلی گرم پروتئین و بیشترین مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

آن در تیمار تنش ملایم و رقم اسپیدفید I_2S_1 با ۱۱۹/۹۱ میلی گرم پروتئین مشاهده شد. بررسی بر هم کنش دو عامل کود و رقم روی صفت کاتالاز نشان داد بیشترین مقدار کاتالاز در تیمار بدون کود و رقم اسپیدفید P_1S_1 با ۱۱٤/٦٦ میلی گرم پروتئین و کمترین مقدار آن در تیمار سوم کودی، استفاده از اسید هیومیک و رقم پگاه P_3S_2 با٦٤/۲۲ میلی گرم پروتئین مشاهده شد. در بررسی اثرات سه گانه مشاهده شد تیمار تنش ملایم، بدون محلولپاشی و رقم اسپیدفید $I_2P_1S_1$ با میلی گرم پروتئین ۱۳٤/٦٦۷ بیشترین میزان و تیمار آبیاری کامل، محلولپاشی توام اسیدهیومیک و جلبک و رقم پگاه $I_1P_4S_2$ با ٥٦ میلی گرم پروتئین کمترین میزان را از خود نشان دادند. همبستگی ساده بین کاتالاز و سایر صفات بر اساس نتایج بدست آمده در جدول ٥ نشان می دهد کاتالاز با پراکسیداز و پرولین در سطح ۱٪ همبستگی مثبت معنی دار نشان می دهد.

پراکسیداز: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده و متقابل و سه گانه تنش، کود و رقم روی میزان پراکسیداز درسطح ۱٪ معنی دار می باشد. میزان پراکسیداز در شرایط تنش نسبت به شرایط شاهد افزایش معنی داری داشت و روند صعودی معنی داری را نسبت به شاهد طی کرد (جدول۲). این نتایج با نتایج تحقیقات Dat *et al* (۲۰۰۰) مطابقت دارد. در مقابل اثر کود روی این صفت روند کاهشی را نسبت به شاهد از خود نشان داد. به طوریکه بیشترین میزان پراکسیداز در شرایط شاهد با ٦٤/٤۷۸ میلی گرم پروتئین و کمترین میزان آن در تیمار چهارم کودی استفاده توام اسیدهیومیک و جلبک با ٤٦/۳٤٤ میلی گرم پروتئین بدست آمد. بررسی تاثیر رقم روی پراکسیداز نشان داد میزان آن در رقم اسپیدفید نسبت به رقم پگاه بیشتر بود. در بررسی اثرات متقابل تنش و کود بر روی صفت پراکسیداز تیمار تنش ملایم و بدون محلولپاشی I_2P_1 با بیشترین میزان ۷۸/۷۰۰ میلی گرم پروتئین و تیمار بدون تنش و محلولپاشی با اسید هیومیک I_1P_3 با میزان ٤۲/٦۱ میلی گرم پروتئین، کمترین میزان در بالاترین و پایین ترین گروه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین بر همکنش تنش و رقم روی پراکسیداز نشان می دهد تیمار تنش ملایم و رقم اسپیدفید I_2S_1 با ۷٥/۱۲٥ میلی گرم پروتئین و تیمار آبیاری کامل و رقم پگاه I_1S_2 با ۳٥/٦٤ میلی گرم پروتئین به ترتیب بالاترین و پایین ترین میزان پراکسیداز را نشان دادند. در بررسی اثر متقابل دو عامل کود و رقم روی صفت پراکسیداز تیمار بدون محلولپاشی و رقم اسپیدفید P_1S_1 با ۷۰/۳۳ میلی گرم پروتئین و تیمار محلولپاشی توام جلبک و اسید هیومیک و رقم پگاه P_4S_2 با ٤۱/٦٦ میلی گرم پروتئین به ترتیب در بالاترین و پایین ترین گروه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین اثرات سه گانه کود، تنش و رقم بر روی میزان صفت پراکسیداز نشان می دهد تیمار $I_2P_2S_1$ با ۸٤/٤٦ بیشترین مقدار را نشان داد و تیمار $I_2P_4S_1$ با مقدار ٤۰/۱۳۳ میلی گرم پروتئین کمترین مقدار را نشان دادند. در بررسی میزان همبستگی بین پراکسیداز و سایر صفات کیفی بر اساس جدول همبستگی ساده جدول ٥ مشاهده شد که پراکسیداز در سطح ۱ ٪ همبستگی مثبت معنی داری با پرولین و کاتالاز نشان داد.

پرولین: داده های حاصل از سنجش پرولین، تأثیر سطوح مختلف آبیاری را روی مقدار ترکیب یاد

Archive of SID

www.SID.ir

شده نشان داد که هم در تنش ملایم و هم در تنش شدید تفاوت معنی داری نسبت به شاهد دارد و در شرایط تنش ملایم میزان بیشتری از پرولین را نسبت به تنش شدید مشاهده کردیم. این نتایج با تحقیقات Taher (۲۰۰۵), حسنی و حیدری شریف آباد(۱۳۸۲)،Gupta *et al* (۲۰۰۳) که در مورد افزایش پرولین آزاد تحت شرایط تنش اعلام شده است همخوانی دارد. پرولین در واکنش به تیمار کودی روند نزولی نسبت به شرایط شاهد از خود نشان داد بطوری که با کاهش ۳۱٪ در تیمار چهارم کودی نسبت به شرایط شاهد مواجه هستیم. میزان پرولین در رقم پگاه نسبت به رقم اسپیدفید بیشتر بود و در گروه برتر آماری قرار گرفت. در بررسی روابط متقابل دو عامل تنش و کود روی میزان پرولین، تیمار تنش ملایم و بدون محلولپاشی I_1P_1 با ۸۲/۸۰ میکرومول بر گرم بافت بیشترین میزان و آبیاری کامل یا بدون تنش و محلولپاشی توام جلبک و اسید هیومیک I_1P_4 با ۳۸/۶۱ میکرومول بر گرم بافت کمترین میزان پرولین را به خود اختصاص دادند. همچنین برهمکنش دو عامل تنش و رقم روی میزان پرولین نشان داد که تیمار تنش ملایم و رقم پگاه I_1S_2 با ۷۵/۴۲۵ میکرومول بر گرم بافت و تیمار بدون تنش و رقم اسپیدفید I_1S_1 با ۳۵/۹۰۰ میکرومول بر گرم بافت به ترتیب در بالاترین و پایین ترین گروه آماری قرار گرفتند. بررسی برهمکنش دو عامل کود و رقم روی میزان پرولین نشان داد که بیشترین کاهش در میزان پرولین در تیمار چهارم کودی با استفاده توام جلبک و اسید هیومیک و رقم اسپیدفید P_4S_1 با ۳۵/۰۳ میکرومول بر گرم بافت بدست آمد، که اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ نشان می دهند. بررسی اثرات سه گانه کود، تنش و رقم روی صفت مذکور نشان داد بیشترین مقدار پرولین در تیمار تنش ملایم، بدون محلولپاشی و رقم پگاه $I_2P_1S_2$ با ۹۰/۴۳ میکرومول بر گرم بافت بدست آمد و کمترین مقدار در تیمار بدون تنش یا آبیاری کامل، محلولپاشی توام جلبک و اسیدهیومیک و رقم اسپیدفید $I_1P_4S_1$ با ۳۰/۱۳ میکرومول بر گرم بافت بدست آمد. در بررسی میزان همبستگی بین پرولین و سایر صفات کیفی براساس جدول همبستگی ساده جدول ۵ مشاهده شد این صفت با کاتالاز و پراکسیداز همبستگی مثبت معنی دار در سطح ۱٪ نشان داد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- جدول تجزیه واریانس کاتالاز، پراکسیداز، پرولین درشرایط تنش خشکی و محلولپاشی دو رقم سورگوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کاتالاز	پراکسیداز	پرولین
بلوک	۲	۲/۷۶۳ ns	۶/۱۸۷ns	۵/۵٤۸ns
تنش	۲	٦٥١٥/٢٦٣**	٣٣٧٢/٦٧٠**	٣٦٤٤/٦٤٨**
خطای اصلی	٤	٢٠/٩٣٠	٤/پ٧٧٨	٦/٩٦١
محلولپاشی	٣	٢٩٠٤/٤٩٥**	١٣١٦/٨٢٤**	١٨٤٤/٨٥٠**
تنش * محلولپاشی	٦	٣١٣/٩١٢**	١٥١/٧١١**	١٦٦/٤٦٥**
خطای فرعی	١٨	٩/٣٥٦	٤/٣١١	٣/٨٧١
رقم	١	١٢٨٢٦/٦٨٠*	٣٩٦٧/٩٢٠**	٤٢٢٧/٤٠١**
رقم*تنش	٢	٤/٢٦٣**	٢٦/٨٣٧**	١٧/٤٣٢**
محلولپاشی* رقم	٣	٤٨٠/٦٨٠**	١٢١/٢٨٦**	٧٧/٦٧٤**
تنش*رقم*محلولپاشی	٦	١٣٥/٧٦٣**	٥٦/١٢٧**	٩١/١٩١**
اشتباه فرعی-فرعی	٢٤	٧/٧٣٦	٣/٩٢٨	٢/٧٠٩
ضریب تغییرات		٣/١١	٣/٥٣	٢/٩٣

*و**و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیرمعنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش، محلولپاشی و رقم بر روی کاتالاز، پراکسیداز، پرولین در سورگوم

عوامل آزمایشی	کاتالاز میلی گرم	پراکسیداز میلی گرم	پرولین میکرومول /گرم
آبیاری			
شاهد	٧٣/١٦٧ c	٤٤/٢١٧ c	٤٤/١٣٧ c
قطع آبیاری در مرحله خارج شدن سرگل آذین از غلاف	١٠٦/٠٨٣ a	٦٧/٩٢٥ a	٦٨/٧٤٢ a
قطع آبیاری در مرحله شروع گلدهی و ظاهر شدن اولین پرچمها	٨٨/٢٩٢ b	٥٥/٩٢٩ b	٥٥/١٩٢ b
محلولپاشی			
شاهد	١٠٤/٠٥٦a	٦٤/٤٧٨a	٦٥/٧٣٩a
محلولپاشی با جلبک	٩٥/٢٢٢b	٦١/٨١١b	٦٣/٤٨٣b
محلولپاشی با اسیدهیومیک	٨٠/٦٦٧c	٥١/٤٦١c	٤٩/٦٦٧c
محلولپاشی جلبک واسیدهیومیک	٧٦/٧٧٨d	٤٦/٣٤٤d	٤٥/٢٠٦d
واریته			
اسپیدفید	١٠٢/٥٢٨a	٦٣/٤٤٧ a	٤٨/٣٦١ b
پگاه	٧٥/٨٣٣b	٤٨/٦٠٠ b	٦٣/٦٨٦ a

میانگین های، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل

اثرات متقابل		کاتالاز میلی گرم	پراکسیداز میلی گرم	پرولین میکرومول /گرم
I_1P_1	اثر متقابل تنش خشکی و محلولپاشی	۸٤ d e	٥۱/۷٦٥ ef	٤۸/۹۱۲ d e
I_1P_2		۷٤/۱٦۰ f	٤٦/۳٦۳ g	٤۹/٦٥٥ d
I_1P_3		٦۹/٦٦٥ g	٤۲/٦۱۹ h	۳۹/۳٦٤ g
I_1P_4		٦٤/۸۳۱ h	۳٦/۱۱۱ i	۳۸/٦۱٥ g
I_2P_1		۱۲۷/٥۰۲ a	۷۸/۷۰۸ a	۸۲/۸۰۷ a
I_2P_2		۱۱۲ b	۷۲/۹۰٤ b	۷٥/۹۱٤ b
I_2P_3		۹۹/۸۳٥ c	٦۷/۰٦۲ c	٦٥/٤۰۱ c
I_2P_4		۸٥ d	٥۳/۰۳۱ e	٥۰/۸٥٥ d
I_3P_1		۱۰۰/٦٦۰ c	٦۲/۹٦٤ d	٦٥/٥۰۸ c
I_3P_2		۹۹/٥۰٦ c	٦٦/۱٦۱ c	٦٤/۸۸٦ c
I_3P_3	اثر متقابل تنش خشکی و رقم	۷۲/٥۰۸ fg	٤٤/۷۰۸gh	٤٤/۲۳۹ f
I_3P_4		۸۰/٥۰٦ e	٤۹/۸۸۸ f	٤٦/۱٥۱ e
I_1S_1		۸٦.۲٥ d	٥۲/۷۹٥ d	۳٥/۹۰٤ e
I_1S_2		٦۰.۰۸ f	۳٥/٦٤۳ f	٥۲/۳۷۲ c
I_2S_1		۱۱۹.۹۱ a	۷٥/۱۲٥ a	٦۲/۰٥۳ b
I_2S_2		۹۲.۲٥ c	٦۰/۷۲۲ c	۷٥/٤۲5 a
I_3S_1		۱۰۱.٤۱ b	٦۲/٤۲۱ b	٤۷/۱۲٤ d
I_3S_2		۷٥.۱٦ e	٤۹/٤۳۰ e	٦۳/۲٥۷ b
P_1S_1	اثر متقابل محلولپاشی و رقم	۱۱٤/٦٦٥ a	۷۰/۳۳٤ a	٥۷.۱۷ c
P_1S_2		۹۳/٤٤۲ c	٥۸/٦۲٥ b	۷٤.۳۰ a
P_2S_1		۱۱٤ a	۷۲/۰٦٦ a	٥۷.٤۰ c
P_2S_2		۷٦/٤٤۳ e	٥۱/٥٥٦ c	٦۹.٥٦ b
P_3S_1		۹۷/۱۱٤ b	٦۰/ ۳٦٥b	٤۳.۸۳ e
P_3S_2		٦٤/۲۲۳ g	٤۲/٥٥۱ d	٥٥.٥۰ d
P_4S_1		۸٤/۳۳ vd	٥۱/۰۲٤ c	۳٥.۰۳f
P_4S_2		٦۹/۲۲۸ f	٤۱/٦٦٦ d	٥٥.۳۷ d

میانگین های، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ٥٪ تفاوت معنی دار ندارند.

I_1 ، I_2 ، I_3 = به ترتیب شامل آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله خارج شدن سرگل آذین از غلاف، آبیاری تا مرحله شروع گلدهی و ظاهر شدن اولین پرچمها

P_1 ، P_2 ، P_3 ، P_4 = به ترتیب شامل شاهد یا بدون محلولپاشی، استفاده از جلبک به میزان ۲ لیتر در هکتار، استفاده از اسید هیومیک به میزان ۲/٥ لیتر در هکتار، استفاده توام جلبک و اسید هیومیک

S_1 ، S_2 = به ترتیب شامل رقم اسپیدفید، پگاه

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر سه گانه تنش خشکی * محلولپاشی* رقم روی کاتالاز، پراکسیداز، پرولین در سورگوم

اثر متقابل آبیاری، رقم و محلولپاشی	کاتالاز میلی گرم	پراکسیداز میلی گرم	پرولین میکرومول /گرم
$I_1P_1S_1$	۹٤/۳۳۱ d	٥۸/٦۳٤ e f	۳۹/٤٦٦ j
$I_1P_1S_2$	۷۳/٦٦٤ h	٤٤/۹۰٦ i	٥۸/۳٦۱. def
$I_1P_2S_1$	۹۲/٦٦٥ d e	٦۰ d e	٤۱/٦۰۳ ij
$I_1P_2S_2$	٥٥/٦٦٦ i	۳۲/۷۳۲ k	٥۷/۷۰٦ def
$I_1P_3S_1$	۸۳/۳۳٤ g	٥۲/٤۰٤ h	۳۲/٤۰۷ k
$I_1P_3S_2$	٥٦ i	۳۲/۸۳۳ k	٤٦/۳۳٦ g
$I_1P_4S_1$	۷٤/٦٦۲ h	٤۰/۱۳۲ j	۳۰/۱۳۲ k
$I_1P_4S_2$	٥٥ i	۳۲/۱۰۱ k	٤۷/۱۰۰ g
$I_2P_1S_1$	۱۳٤/٦٦۷ a	۸۳/٤٦۷ a	۷٥/۱٦۱ bc
$I_2P_1S_2$	۱۲۰/۳۳٥ b	۷۳/۹۳۸ b	۹۰/٤۳۰ a
$I_2P_2S_1$	۱۳٤/۳۳٦ a	۸٤/٤٦۹ a	۷٤/۸۳٤ bc
$I_2P_2S_2$	۸۸/٦٦۱ e f	٦۱/۳۳۲ d	۷۷ b
$I_2P_3S_1$	۱۱٤/۳۳۷ c	۷۲/٥۳٤ b	٥٥/۸۰٤ f
$I_2P_3S_2$	۸٥/۳۳٥ f g	٦۱/٦۰٥ d	۷٥ bc
$I_2P_4S_1$	۹٥/۳۳٤ d	٦۰/۰۳۱ de	٤۲/٤۳٥ hi
$I_2P_4S_2$	۷٤/٦٦۰ h	٤٦/۰۳٤ i	٥۹/۲٦۲ d e
$I_3P_1S_1$	۱۱٥ c	٦۸/۹۰۷ c	٥٦/۹۰۹ e f
$I_3P_1S_2$	۸٦/۳۳٦f g	٥۷/۰۳٥ e f	۷٤/۱۰۷ c
$I_3P_2S_1$	۱۱٤ c	۷۱/۷۳٤ bc	٥٥/۷٦۲ f
$I_3P_2S_2$	۸٥ f g	٦۰/٦۰۲ d	۷٤ c
$I_3P_3S_1$	۹۳/٦٦۷ d	٥٦/۱٦٥ f g	٤۳/۳۰۱ hi
$I_3P_3S_2$	٥۱/۳۳٦ i	۳۳/۲۳٤ k	٤٥/۱٦۳ gh
$I_3P_4S_1$	۸۳ g	٥۲/۹۰۲ gh	۳۲/٥۳٤ k
$I_3P_4S_2$	۷۸ h	٤٦/۸٦٥ i	٥۹/۷٦٥ d

میانگین های، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

I_1 ، I_2 ، I_3 = به ترتیب شامل آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله خارج شدن سرگل آذین از غلاف، آبیاری تا مرحله شروع گلدهی و ظاهر شدن اولین پرچمها

P_1 ، P_2 ، P_3 ، P_4 = به ترتیب شامل شاهد یا بدون محلولپاشی، استفاده از جلبک به میزان ۲ لیتر در هکتار، استفاده از اسید هیومیک به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار، استفاده توام جلبک و اسید هیومیک

S_1 ، S_2 = به ترتیب شامل رقم اسپیدفید، پگاه

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- ضرایب همبستگی میان کاتالاز، پراکسیداز، پرولین درشرایط تنش خشکی و محلولپاشی دو رقم سورگوم

صفات	CAT	Peroxidase	Proline
CAT	۱		
Peroxidase	۰/۹۶**	۱	
Proline	۰/٤۲**	۰/۵۰**	۱

Refrences

Aharoni, N., Blummenfeld .A. and Richmond. E. 1977. Hormonal activity in attached lettuce leaves as affected by leaf water content. Plant physiol .59:1169.

Aman, a., habibi, d., mashhadi akbar bujar and khodabande, n.2005. Antioxidant enzymes as an index to select different Zhyvtyphay sunflower for drought tolerance. Master's thesis. Islamic Azad University of Karaj.

Bates, L. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil 39: 205-207.

Benjamin, J. 2007. Effects of water stress on corn production. USDA Agricultural Research Service, Akron. Pp: 3-5.

Biggs, R.H., Obreza, T.A., Webb.R.G.1989. Humate material: their effect and use as soil amendment.Journal of applied psychology, 5:115-120.

Cakmak, I. and Horst, W. J. 1991. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismuatse, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean (Glycine max) Plant Physiology 83: 463-468.

Crouch, I.J. 1990. The effect of seaweed concentrate on plant growth. Dissertation for the doctor of phylosophy. Dept of Botany. Univ. of Natal, Pietermaritzburg. South Africa.

Dat, J., Vandenabeele, S., Vranova, E., Van Montagu, M., Inze, D. and Van Breusegem, F. 2000. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Sciences. 57: 779–795.

Gandhiyappan, K., and Perumal. P. 2001. Growth promoting effect of seaweed liquid fertilizer on the sesame crop plant. Seaweed Res. Utiln. 23(1&2), 23-25.

Genetic engineering news letter. Special Issue. Transgenic drought and salt tolerant plant. (2004).

Gupta, S. K. D., and DAS. K. 2003. Effect of level and time of application of N.P.K on yield and oil content of rape Indian agricultural, 17.163-8.

Hall,J.R.III.1991. Growth regulators research in kentuckey bluegrass sod production. proc. Virginia Turfgrass landscape conference.(31):69-71.

Hansra, B. S. 1993.Transfer of agricultural technology on irrigated agriculture. Fertilizer news, 38:31-33.

Hernandez, J. A., Jimenez, A., Mullineaux, P., Sevilla, F. 2000. Tolerance of pea (Pisum sativum L.) to long term salt stress is associated with induction of antioxidant defences. – Plant Cell Environ. 23: 853-862.

Hasani, a., heidari sharif abd, h.2003.The biological role of proline and osmotic adjustment under drought stres, Ways to reduce dryness and drought Tehran.

Kafi, m., mahdavi damghani, a.2000. Mechanisms of resistance of plants to environmental stress. Ferdowsi University of Mashhad.

Kendall, e. j., Murnaghan, B. D., Jonesand, j. and Bowley, S. R. 2000. Iron superoxide dismutase expression in transgenic alfalfa increase winter survivial without a detectable increase in photosynthetic oxidative stress tolerance Plant Physiology. 22: 1427-1836.

Archive of SID

www.SID.ir

Kingman, A. R. and Moore. J. 1982. Isolation, purification and quantification of several growth regulating substance in Ascophyllum nodosum (Phaeophyceae). Botanica Marina.25:149-153.

Majidi heravan, a.2002.environment stress. Islamic Azad University, Sciences and Research Branch of Tehran.

Mobaser, h., heidari sharif abad, m., musavi nik, gh., nour mohamadi, A., and darvish, f.2005. Effect of potassium, zinc and copper on the performance and enrich the wheat seeds in conditions of water scarcity. Journal of Agricultural Sciences. 11:133-143.

Moaveni, p., heidari, y.2004. Effect of planting density on yield and some physiological traits in sorghum forage. Journal of Agricultural Science. 4:374-382.

Nurani azad, h., chubine, d. 2008. Study of water stress on biomass, soluble sugars, proline, enzymes and ions in sunflower plant. Journal - Research of Biological Sciences. 3:19-26.

Pereira, G. J. G., Milina, S. M. G., Lea, P. J., Azevido, R. A., 2002. Activity of antioxidant enzymes in response to cadmium in Crotalaria juncea. Plant and Soil 239: 123-132.

Saie, m., habibi, d., mashhadi akbar bujar, m and ardakani, m.2005. Determination of antioxidant enzyme activity levels as a parameter in determining forage sorghum varieties resistant to drought. Abstracts for the First International Conference of Biological Sciences.

Sabagh pour, s.2003. Mechanisms of Drought Tolerance in Plants. Quarterly drought and agricultural drought.p:21-32.

Schmidt, R. E.1990. Employment of biostimulants and iron for enhancement of turfgrass growthgrowth and development. proc 30.virginia turfgrass conference.

Schmidt, S. P. and Osborn. T.G.1993. Effects of endophyte-infected tall fescue on animal performance. Agric. Ecosyst. Environ. 44: 233-262.

Sunka, R., Bartels, D., and Kirch H.H. Over expression of a stress inducible dehydrogenas gene from Arabidopsis thaliana in transgenic plants improves stress tolerance. The Plant Journal 35 (2003).

Taher. A. Physiologia and lipid change in some upland rice (Oryza sativa L.) cultivars grown under drought stress. College Laguna (Philippines) (2007) 162: Leaves.

Archive of SID

www.SID.ir