تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳، ص ۶۸-۵۱

مقاله پژوهشی

بررسی برخی از صفات مورفولوژیکی و عملکرد دانه سویا تحت تنش کم‌آبیاری و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه

زهره بهروشن[۱]، حسین زاهدی*[۲]، اکبر علیپور[۲]، یونس شرقی[۲]، آزیتا زند[۲]

۱- دانشجوی دکتری، گروه کشاورزی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران
۲- گروه کشاورزی و مرکز تحقیقات کشت‌های تلفیقی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران
* مسئول مکاتبه: hzahedi2006@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۳۱ **DOI: 10.22034/CSRAR.2024.382054.1315**

چکیده

با توجه به این‌که ایران جز مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود، مدیریت آب در بخش کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر سویا، آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد. آزمایش به‌صورت سه سطح آبیاری (آبیاری کامل، کم‌آبیاری متوسط و کم‌آبیاری شدید) در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه مختلف در شش سطح (لوسین، والین، سیستئین، اسیدهای آمینه تجاری و بدون محلول‌پاشی) به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. با توجه به نتایج مشخص شد در کم‌آبیاری شدید، برخی از صفات مورفولوژی سویا مانند صفات ارتفاع بوته، وزن تر و خشک برگ و ساقه، وزن تر و خشک غلاف، شاخص سطح برگ، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه کاهش معنی‌داری نسبت به آبیاری مطلوب نشان می‌دهند. هم‌چنین در کم‌آبیاری شدید عملکرد دانه کاهش ۱۶/۲۶ درصدی و معنی‌داری نسبت به آبیاری کامل داشت. نتایج نشان داد با محلول‌پاشی بوته‌ها، عملکرد دانه سویا افزایش معنی‌داری داشت و هم‌چنین سیستئین و والین در بین اسیدهای آمینه کاربردی، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند. با توجه به نتایج پژوهش به‌منظور جلوگیری از کاهش عملکرد بهتر است از کم‌آبیاری شدید در حد امکان استفاده نشود و هم‌چنین در صورت لزوم از محلول‌پاشی اسید آمینه والین و سیستئین به‌منظور تأثیر مثبت روی عملکرد گیاه سویا، استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، تعداد غلاف، سیستئین، لوسین، والین

مقدمه

سویا با داشتن حدود ۲۰ درصد روغن و ۴۰ درصد پروتئین، از لحاظ سطح زیر کشت در صدر گیاهان دانه روغنی در جهان قرار دارد (Movahedi *et al.*, 2018). سویا از تیره لگومینوز، روز کوتاه و هم‌چنین با ۵ درصد دگرگشنی یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی می‌باشد (Daneshian *et al.*, 2009). تنش در نتیجه روند غیر عادی فرآیندهای فیزیولوژیکی بوده و از تأثیر یک یا چند عامل زیست‌محیطی حاصل می‌شود. به عبارت دیگر تنش عبارت است از قرار گرفتن ارگانیسم تحت تأثیر شدتی از یک عامل محیطی که موجب افت ظاهری، بازده و یا ارزش آن می‌شود. رشد و نمو گیاهان زراعی به طور دائمی تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی قرار می‌گیرند و تنش‌های محیطی نیز از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در جهان هستند (Franklin *et al.*, 2010).

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده در گیاهان است. تنش یکی از بزرگ‌ترین عوامل کاهش عملکرد گیاهان بوده و محدوده توزیع طبیعی گیاهان را مشخص می‌کند .تنش خشکی اثر تنش‌های دیگر را نیز تشدید و یا باعث به وجود آمدن آن‌ها می‌شود (Cruz de Carvalho, 2005). خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که تعیین‌کننده توزیع پوشش گیاهی و محدودیت تولید در بخش کشاورزی می‌باشد و هم‌چنین یک خطر جدی در تأمین امنیت غذایی جهان است (Ahmed *at al.*, 2013). تنش خشکی به منزله کمبود آب در گیاه بوده و این وضعیت هنگامی ایجاد می‌شود که میزان تعرق از میزان جذب آب بیشتر باشد که اثرات منفی بر بسیاری از فرآیندهای گیاهی داشته و کاهش اساسی در تولیدات گیاهی را موجب می‌شود (Zadehbagheri *et al.*, 2012).

کم‌آبیاری یک راه‌کار سودمند اقتصادی است که در شرایط بحران آب و به‌منظور حداکثر استفاده از واحد آب مصرفی است (Muneer *et al.*, 2018). پاسخ گیاهان به تنش خشکی،

متفاوت است و تا حد زیادی بسته به گونه و شدت استرس می‌باشد گیاهان عالی از طریق بستن روزنه‌ها و لوله کردن برگ‌ها، تنظیم اسمزی، کاهش گسترش سلولی در ایجاد تغییرات در فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی می‌توانند به تنش کم‌آبی پاسخ دهند (Costa *et al*., 2008). اسیدهای آمینه موادی هستند که باعث تحریک سوخت و ساز (متابولیسم) و فرآیندهای سوخت و سازی (متابولیکی) در جهت افزایش کارایی گیاهان می‌شوند (Faten *et al*., 2010). متابولیت سلولی بویژه اسید آمینه‌ها به شدت تحت تأثیر تعاملات ژنوتیپ و محیط قرار دارد. اگر چه سنتز متابولیت‌ها تحت کنترل ژن‌ها قرار دارد، شروع بیوسنتز آن‌ها در مراحل توسعه و یا تحت عوامل محیطی به خصوص نوع خاک، دما، نور، کمپوست، رطوبت و غیره منجر می‌شود (Shahid *et al*., 2016).

در پژوهشی محققین نشان دادند که استفاده از انواع اسیدهای آمینه اثر افزایشی بر عملکرد بذر گیاه گزنه داشت (Wahba *et al*., 2015). اثر تقویتی اسیدهای آمینه مختلف بر رشد و عملکرد گونه‌های مختلف گیاهی بر گندم (Nasibi *et al*., 2016) و باقلا (El-Awadi *et al*., 2016) گزارش شده است. در پژوهشی اسید آمینه سیستئین اثر افزایشی بر رشد و عملکرد سویا داشت (Sadak *et al*., 2020). اثر تقویتی اسید آمینه سیستئین بر معیارهای رشد گیاه سویا را می‌توان به سنتز GSH از سیستئین نسبت داد (Nasibi *et al*., 2016). هدف از این پژوهش بررسی تأثیر مصرف بذرمال، کم‌آبیاری و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه والین، لوسین، سیستئین، تجاری و محلول‌پاشی آب خالص بر برخی از صفات گیاه سویا مانند افزایش تعداد دانه، وزن هزاردانه، بیوماس گیاه و عملکرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی دو سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در ۱۷ کیلومتری اتوبان تهران- کرج اجرا شد. مختصات جغرافیایی محل آزمایش برابر با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و هم‌چنین با ارتفاع ۱۲۱۵ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین درجه حرارت و مقدار بارش سالانه در منطقه بر اساس آمار هواشناسی به ترتیب ۳۴/۵ درجه سانتی‌گراد و ۲۴۷/۴ میلی‌متر است.

مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

به‌منظور ارزیابی و تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری انجام شد. بافت خاک محل آزمایش از نوع لومی شنی بود (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک محل آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil of the test site in 2018 and 2019

	عمق Depth (cm)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	کربن آلی Organic carbon (%)	پتاسیم K (mg/kg)	فسفر P (mg/kg)	نیتروژن N (%)
۱۳۹۷	0-30	80	13	7	7.48	0.73	1.2	689	32	0.12
2018	30-60	83	8	9	7.46	0.73	1.0	754	25.80	0.10
۱۳۹۸	0-30	81	10	9	7.81	0.59	0.62	391	17.20	0.102
2019	30-60	79	11	10	7.91	0.54	0.66	746	17.80	0.038

با توجه به آزمایش خاک و غنی بودن خاک مزرعه از فسفر و پتاسیم، از کودپاشی زمین در زمان تهیه بستر استفاده نشد. مبنای تعیین مقدار مورد نیاز کود اوره عبارت از درصد ماده آلی خاک و مقدار کود نیتروژنه لازم برای گیاه سویا بود که به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کشت به زمین اضافه گردید. مبارزه با علف‌های هرز نیز به‌صورت وجین دستی در طول دوره رشد انجام گرفت و هم‌چنین آبیاری مزرعه به صورت قطره‌ای و توسط لوله انجام شد.

این تحقیق به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طراحی و اجرا گردید. عوامل آزمایشی

شامل سه سطح آبیاری که شامل آبیاری کامل (قطع آبیاری تا تخلیه ۲۵ درصد آب قابل استفاده موجود در منطقه ریشه و سپس آبیاری تا حد ظرفیت مزرعه)، کم‌آبیاری متوسط (قطع آبیاری تا تخلیه ۴۵ درصد آب قابل استفاده موجود در منطقه ریشه و سپس آبیاری تا حد ظرفیت مزرعه) و کم‌آبیاری شدید (قطع آبیاری تا تخلیه ۶۵ درصد آب قابل استفاده موجود در منطقه ریشه و سپس آبیاری تا حد ظرفیت مزرعه) در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی برگی اسیدهای آمینه با پنج سطح (لوسین، والین، سیستئین، اسیدهای آمینه تجاری، بدون محلول‌پاشی) به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. تعداد کرت‌های آزمایشی ۵۴ عدد بود. در هر تکرار سه کرت اصلی به فاصله‌ی یک متر از هم و ۶ کرت فرعی در داخل هر کرت اصلی ایجاد شد. هر کرت شامل چهار ردیف کشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. طول هر ردیف ۱/۵ متر و بین هر دو کرت نیز یک ردیف نکاشت (به فاصله ۵۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها روی ردیف‌های کشت، ۸ سانتی‌متر می‌باشد. فاصله دو تکرار نیز دو متر در نظر گرفته شد.

جهت تعیین مقدار رطوبت خاک در طی فصل رشد گیاه سویا و اعمال تنش کم‌آبی ۱۰ روز قبل از اولین مرحله از محلول‌پاشی اسیدهای آمینه (در مرحله شروع گل‌دهی وقتی ۱۰ درصد مزرعه گل داده باشد) طبق تیمارهای آبیاری اقدام به اعمال تنش کم‌آبیاری شد. میزان پتانسیل رطوبتی خاک با توجه به درصد رطوبت حجمی (اعداد به‌دست آمده از TDR[1]) در زمان تنش که با دستگاه TDR اندازه‌گیری شد، محاسبه گردید. نمونه خاک از عمق معادل طول میله (۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) هر یک از حسگرها با استفاده از مته خاک انجام شد. این کار با ۱۵ نوبت داده‌برداری ادامه یافت. چگالی ظاهری هر یک از نمونه‌های خاک، بعد از پایان این مرحله هر یک با سه تکرار از روش Sand bottle و در همان عمق اندازه‌گیری شد تا برای تبدیل رطوبت وزنی به رطوبت حجمی مورد استفاده قرار گیرد. در سال دوم نیز اعمال تیمارها و کشت سویا همانند سال اول انجام شد.

به‌منظور تعیین ارتفاع بوته، با رسیدن محصول زمانی که سویا آماده برداشت شد، بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای (حذف دو خط کشت کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط) تعداد پنج بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب و ارتفاع بوته آن از سطح خاک تا انتهای اندازه‌گیری و بعد از میانگین‌گیری به‌عنوان ارتفاع بوته ثبت شد. جهت تعیین سطح برگ، کل برگ‌های پنج بوته جدا و توسط دستگاه سطح برگ سنج (Li-Cor, Model 7 Li-1300; USA) اندازه‌گیری و پس از میانگین‌گیری سطح برگ هر بوته یادداشت گردید.

به‌منظور تعیین وزن تر و خشک برگ، ساقه و غلاف قبل از رسیدگی فیزیولوژیک تعداد ۵ بوته از هر کرت بعد از حذف اثر حاشیه‌ای به‌طور تصادفی انتخاب شد. بعد از جداسازی برگ، ساقه و غلاف ۵ بوته، هر کدام به‌طور جداگانه توزین و بعد از میانگین‌گیری به عنوان وزن تر صفات مذکور ثبت گردید. سپس هر کدام به‌طور جداگانه داخل پاکت‌های کاغذی به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به حداقل رطوبت قرار داده شدند و بعد از توزین و میانگین‌گیری به‌عنوان وزن خشک برگ، ساقه و غلاف ثبت شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

با توجه به جدول ۲، ارتفاع بوته تحت اثرات اصلی محلول‌پاشی اسیدهای آمینه ($P<0.05$)، رژیم آبیاری و اثر متقابل سال در رژیم آبیاری ($P<0.01$) معنی‌دار بود اما واکنش معنی‌داری نسبت به سال و دیگر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه نشان نداد (جدول ۲).

براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در رژیم آبیاری، در هر سال با کاهش آبیاری ارتفاع بوته کاهش یافت اما این کاهش در سال اول معنی‌دار نبود. در سال دوم ارتفاع بوته تحت کم‌آبیاری متوسط و کم‌آبیاری شدید به ترتیب کاهش ۱۵/۷۲ و ۳۵/۶۶ درصدی و نسبت به آبیاری کامل معنی‌دار بود (شکل ۱). طبق پژوهشی مشخص شد که با کاهش آبیاری و افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته کاهش می یابد (Sadeghi *et al.*, 2021). در پژوهشی دیگر نیز مشخص شد که در طی دو سال زراعی انجام شد در هر دو سال ارتفاع بوته تحت تنش خشکی کاهش یافت (Abo-Alhassan *et al.*, 2022).

[1] Time-domain reflectometer

نتایج نشان داد با محلول‌پاشی بوته‌ها توسط اسیدهای آمینه ارتفاع بوته سویا افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت و در بین اسیدهای آمینه، اسید آمینه تجاری (۹۱/۷۷ سانتی‌متر) و سیستئین (۹۱/۰۶ سانتی‌متر) بیشترین تأثیر را بر ارتفاع بوته داشتند هرچند که تفاوت معنی‌داری با سایر اسیدهای آمینه نداشتند (شکل ۲). در پژوهشی ارتفاع بوته بابونه تحت سطوح مختلف اسیدهای آمینه تجاری به‌طور معنی‌داری افزایش داشت (Omer *et al.*, 2013). در بررسی‌هایی بر گندم ارتفاع بوته تحت محلول‌پاشی اسیدهای آمینه افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد (Jeber and Khaeim, 2019).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر برخی از صفات مورفولوژی سویا رقم ویلیامز طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Table 2- The results of the analysis of variance of the effect of irrigation regime and foliar spraying of amino acids on some morphological traits of Williams variety soybean during two crop years 2018 and 2019.

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean of squares			
		ارتفاع بوته Plant height	سطح برگ هر بوته Leaf area of each plant	وزن تر برگ Fresh weight of leaves	وزن خشک برگ Leaf dry weight
سال Year	1	1.32 ns	4194.16 ns	506264.59 ns	38920.38 ns
رژیم آبیاری Irrigation regime	2	5013.20**	1849070.48**	10453624.83**	1923619.99**
سال در رژیم آبیاری Years in the irrigation regime	2	1977.58**	32488.44 ns	576542.23 ns	86314.64 ns
خطای a (بلوک در سال و رژیم آبیاری) Error a (block per year and irrigation regime)	12	61.49	74493.94	973738.12	36132.78
اسیدهای آمینه Amino acids	5	180.53*	3242485.32**	8863638.94**	904150.02**
سال در اسیدهای آمینه Years in amino acids	5	7.16 ns	466577.73**	1013175.51 ns	53788.35 ns
رژیم آبیاری در اسیدهای آمینه Irrigation regime in amino acids	10	27.91 ns	215457.30*	939409.45**	50545.41 ns
سال در رژیم آبیاری در اسیدهای آمینه Year in irrigation regime in amino acids	10	11.11 ns	79444.60 ns	702592.97 ns	76241.96 ns
خطای b Error b	60	73.32	83382.14	381002.08	41875.97
ضریب تغییرات Coefficient of Variation(%)		9.62	13.11	10.55	11.63

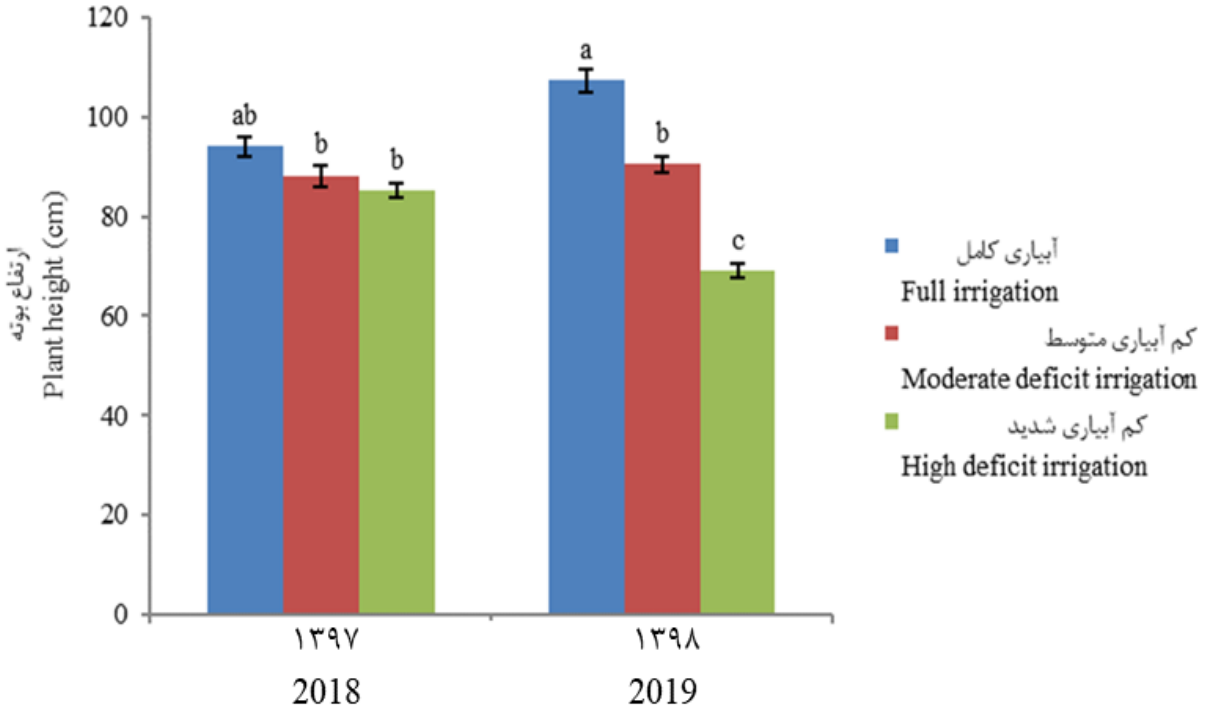
ns، * و** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

سطح برگ در هر بوته

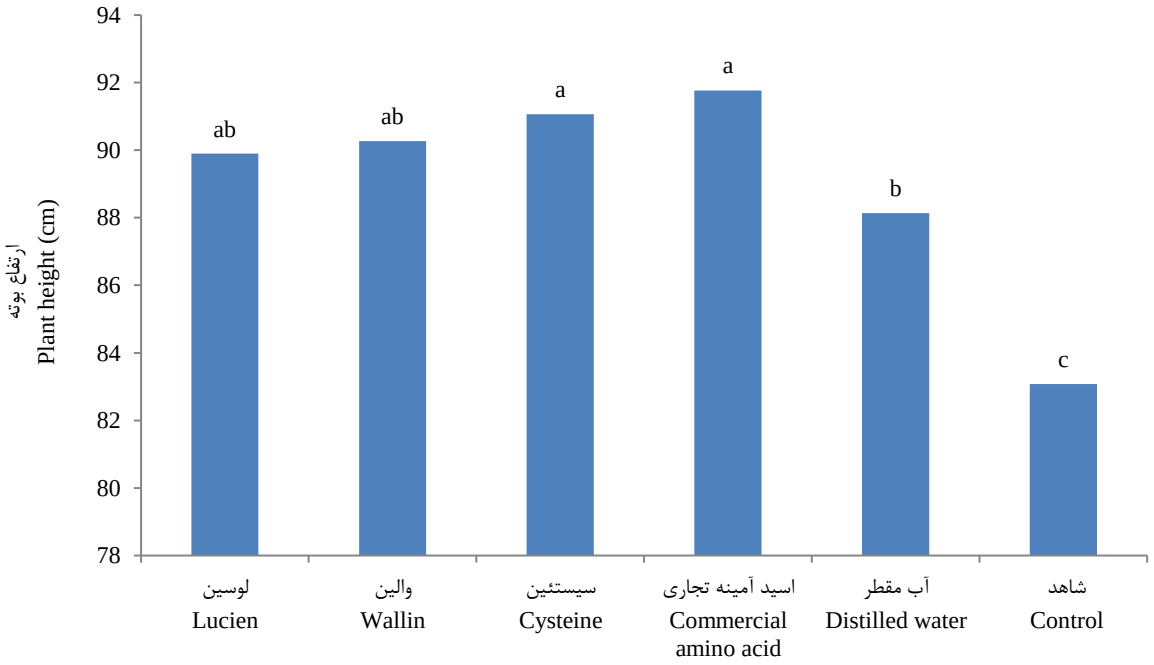
بیشترین سطح برگ مربوط به بوته‌های محلول‌پاشی شده توسط والین در سال دوم بود. نتایج نشان داد در هر سال با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه سطح برگ بوته سویا افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت (شکل ۳). یکی از واکنش‌های گیاهان جهت مقابله با تنش خشکی کاهش سطح برگ از طریق کاهش اندازه یا کاهش تعداد برگ برای زنده ماندن در شرایط خشکی می‌باشد (Bahreynejad *et al.*, 2013). در پژوهشی نیز سطح برگ دو رقم لوبیا تحت تنش خشکی کاهش معنی‌داری نسبت به شرایط آبیاری کامل داشت (Rasti Sani

et al., 2018) در پژوهش دیگر محققین نشان دادند که سطح برگ تحت تیمارهای اسیدهای آمینه افزایش معنی‌داری داشت (Shekari and Javanmardi, 2017) که با نتایج حاصل از این بررسی مبنی بر اثر افزایشی اسیدهای آمینه بر سطح برگ مطابقت دارد.



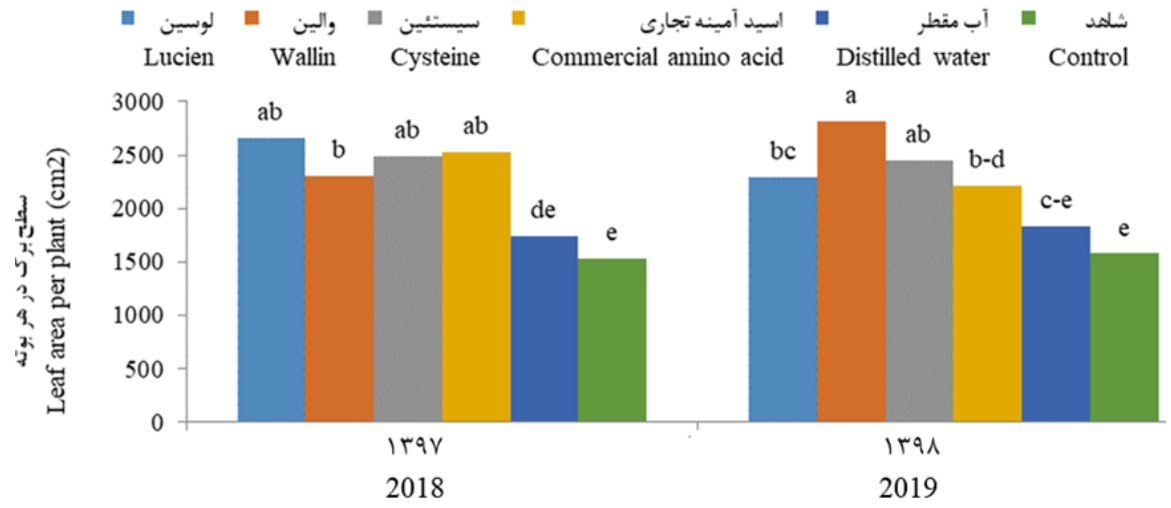
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سال در رژیم آبیاری بر ارتفاع بوته سویا

Figure 1- Comparison of the average interaction effect of year and irrigation regime on the height of soybean



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر ارتفاع بوته سویا رقم ویلیامز

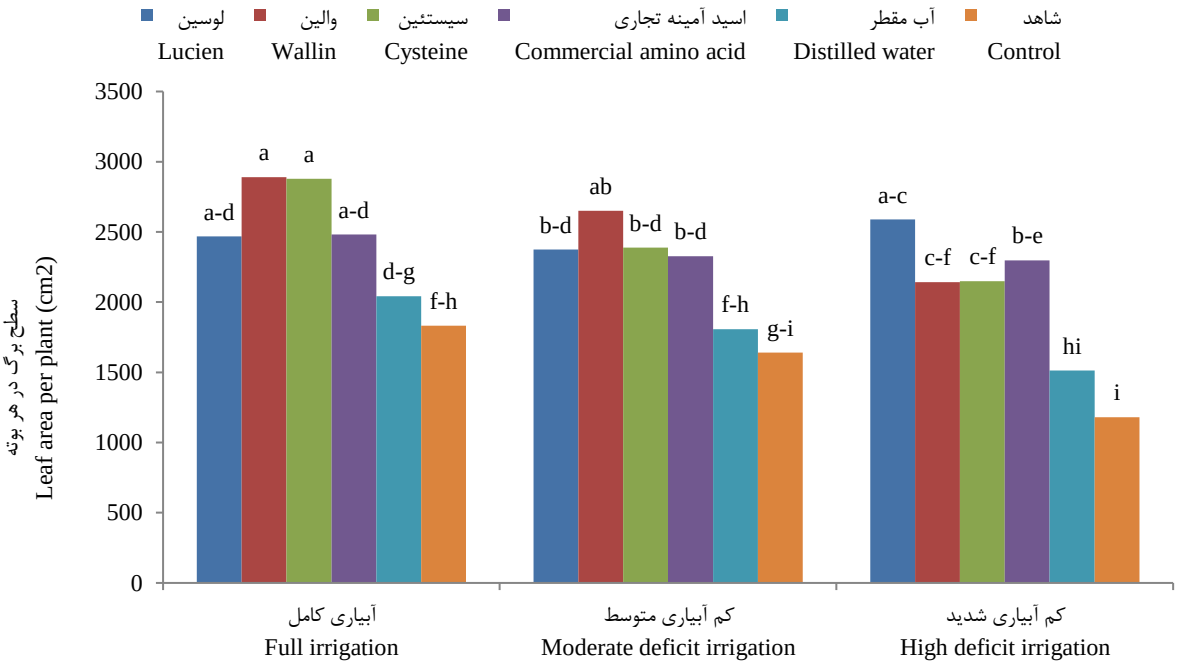
Figure 2- Comparison of the average effect of foliar spraying of amino acids on the height of the soybean cultivar Williams



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سال در محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر سطح برگ در بوته سویا رقم ویلیامز

Figure 3- Comparison of the average interaction effect of the year in the application of amino acids on the leaf surface in williams cultivar soybean plant

طبق نتایج در هر سطح آبیاری با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه سطح برگ بوته دارای افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد بود و در هر تیمار از محلول‌پاشی با کاهش آبیاری سطح برگ بوته روندی کاهشی داشت. بیشترین سطح برگ به بوته‌های تحت محلول‌پاشی توسط والین و سیستئین در شرایط آبیاری کامل اختصاص داشت که تفاوت معنی‌داری با دو نوع اسید آمینه دیگر در همین سطح آبیاری نداشتند (شکل ۴).

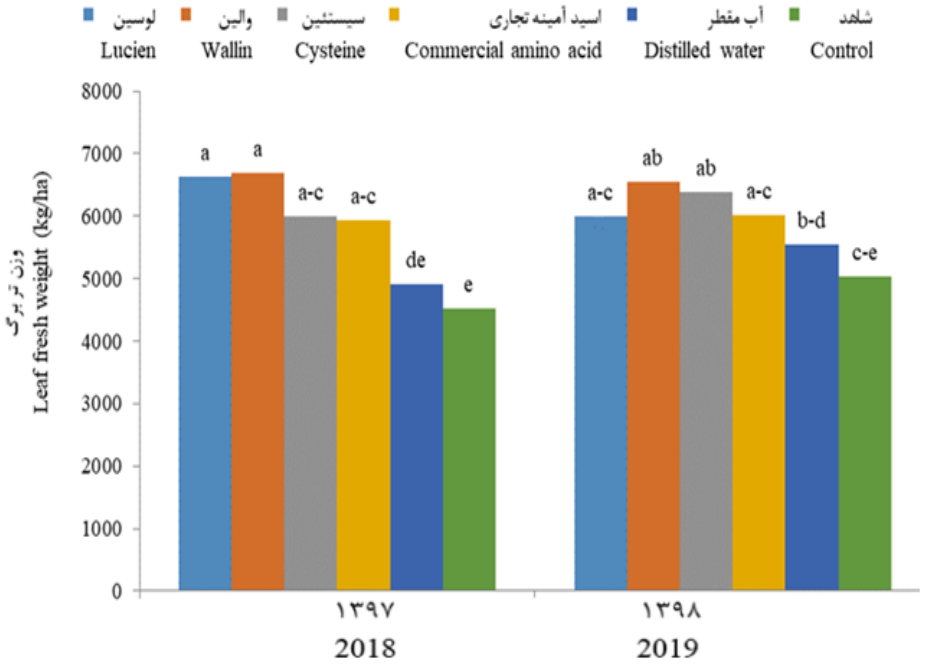


شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری در محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر سطح برگ در بوته سویا رقم ویلیامز وزن تر و خشک برگ

Figure 4- Comparison of the average interaction effect of irrigation regime in spraying amino acids on the leaf surface in Williams variety soybean plant

وزن خشک و تر برگ

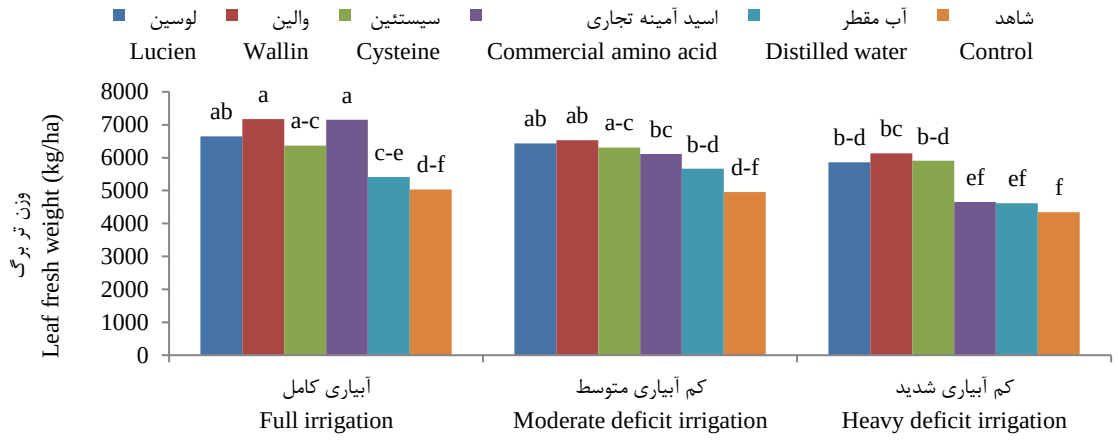
طبق نتایج، وزن تر برگ به‌طور معنی‌داری تحت اثرات اصلی رژیم آبیاری، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه قرار گرفت اما تغییر معنی‌داری نسبت به سال و دیگر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه نداشت (شکل ۵). وزن خشک برگ نسبت به سال و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه واکنش معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سال در محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر وزن تر برگ سویا رقم ویلیامز

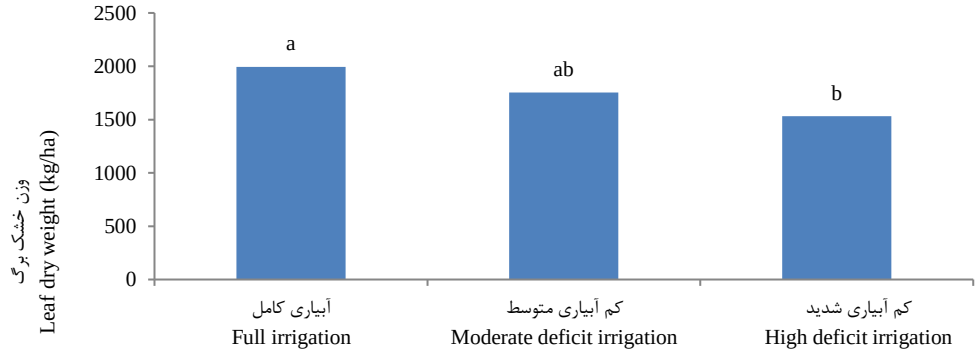
Figure 5- Comparison of the average interaction effect of the year in amino acid solution spraying on the fresh weight of soybean leaves of Williams variety

براساس نتایج در هر سطح آبیاری همراه با محلول‌پاشی اسید آمینه، وزن تر برگ افزایش پیدا کرد و با کاهش آبیاری در هر تیماری حاصل از محلول‌پاشی، وزن تر برگ روندی کاهشی پیدا کرد. بیشترین وزن تر برگ به بوته‌های تحت محلول‌پاشی والین و اسید آمینه تجاری در شرایط آبیاری مطلوب اختصاص داشت. نتایج نشان داد در شرایط کم‌آبیاری متوسط و کم‌آبیاری شدید با محلول‌پاشی بوته‌ها توسط اسیدهای آمینه لوسین، والین و سیستئین وزن تر برگ افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت (شکل ۶). کاهش مقدار فتوسنتزی به دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی به‌خصوص کلروفیل (Noreen *et al.*, 2017) می‌تواند دلیلی بر کاهش تولید ماده تر و خشک و کاهش تولید برگ بوده باشد. طبق نتایج مشخص شد که وزن خشک برگ تحت کم‌آبیاری شدید کاهش ۲۳/۱۸ درصدی نسبت به آبیاری کامل داشت (شکل ۷). اسیدهای آمینه نقش مهمی در متابولیسم گیاه و جذب پروتئین‌های لازم برای تشکیل سلول‌های جدید دارند و بنابراین می‌توانند نقش مهمی در افزایش وزن تر و خشک گیاه داشته باشند (Kandi *et al.*, 2016). با توجه به نتایج بررسی حاضر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه اثر افزایشی بر سطح برگ و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ داشت و این خود می‌تواند دلیل بر افزایش وزن تر و خشک برگ باشد. در پژوهشی بر باقلا مصرف اسیدهای آمینه پرولین و سیستئین باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن تر و خشک ساقه و برگ شدند (El-Awadi *et al.*, 2016). با محلول‌پاشی بوته‌ها توسط اسیدهای آمینه و آب مقطر وزن خشک برگ افزایش داشت اما این افزایش فقط تحت محلول‌پاشی اسیدهای آمینه معنی‌دار بود. اسید آمینه والین با بیشترین تأثیر بر وزن خشک برگ باعث افزایش ۲۹/۵۷ درصدی آن نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۸).



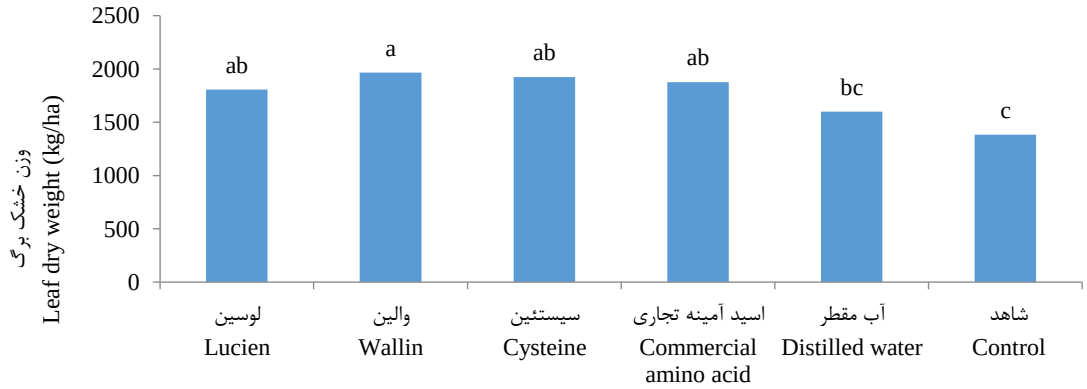
شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری در محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر وزن تر برگ سویا رقم ویلیامز

Figure 6- Comparison of the average interaction effect of irrigation regime in amino acid foliar application on fresh weight of soybean leaves of Williams cultivar



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر رژیم آبیاری بر وزن خشک برگ سویا رقم ویلیامز

Figure 7- Comparison of the average effect of irrigation regime on the dry weight of williams cultivar soybean leaves



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر وزن خشک برگ سویا رقم ویلیامز

Figure 8- Comparison of the average effect of foliar spraying of amino acids on the dry weight of soybean leaves of williams variety

کمیت و کیفیت رشد گیاه وابسته به تقسیم سلولی است اما این تقسیم سلولی تحت تنش خشکی به دلیل کاهش تورژسانس سلولی کاهش می‌یابد. کاهش وزن تر و خشک برگ تحت تنش خشکی در این بررسی می‌تواند به دلیل کاهش سطح برگ و تعداد برگ در نتیجه کاهش محتوای نسبی آب برگ و کاهش فشار آماس سلول و در نهایت کاهش اندازه و تقسیم سلول بوده باشد. علاوه بر این کاهش مقدار فتوسنتزی به دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش

رنگدانه‌های فتوسنتزی به‌خصوص کلروفیل (Noreen *et al.*, 2017) می‌تواند دلیلی بر کاهش تولید ماده تر و خشک و کاهش تولید برگ بود. اسیدهای آمینه نقش مهمی در متابولیسم گیاه و جذب پروتئین‌های لازم برای تشکیل سلول‌های جدید دارند و بنابراین می‌توانند نقش مهمی در افزایش وزن تر و خشک گیاه داشته باشند (Kandil *et al.*, 2016). با توجه به نتایج بررسی حاضر همان‌گونه که ذکر خواهد شد محلول‌پاشی اسیدهای آمینه اثر افزایشی بر سطح برگ و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ داشت و این خود می‌تواند دلیل بر افزایش وزن تر و خشک برگ بوده باشد. در پژوهشی بر باقلا مصرف اسیدهای آمینه پرولین و سیستئین باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن تر و خشک ساقه و برگ شدند (El-Awadi *et al.*, 2016).

وزن تر و خشک ساقه

طبق نتایج جدول ۳ وزن تر ساقه به‌طور معنی‌داری تحت اثرات اصلی رژیم آبیاری، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اثرات متقابل دوگانه سال در اسیدهای آمینه ($P<0.01$) و اثر متقابل سه‌گانه سال در رژیم آبیاری در اسیدهای آمینه ($P<0.05$) قرار گرفت اما واکنش معنی‌داری نسبت به سال و دیگر اثرات متقابل دوگانه نداشت (جدول ۳). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد وزن خشک ساقه نیز به‌طور معنی‌داری ($P<0.01$) تحت اثرات اصلی رژیم آبیاری، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اثر متقابل دوگانه سال در رژیم آبیاری قرار گرفت اما تغییر معنی‌داری نسبت به دیگر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه نشان نداد (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر برخی صفات مورفولوژی سویا رقم ویلیامز طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

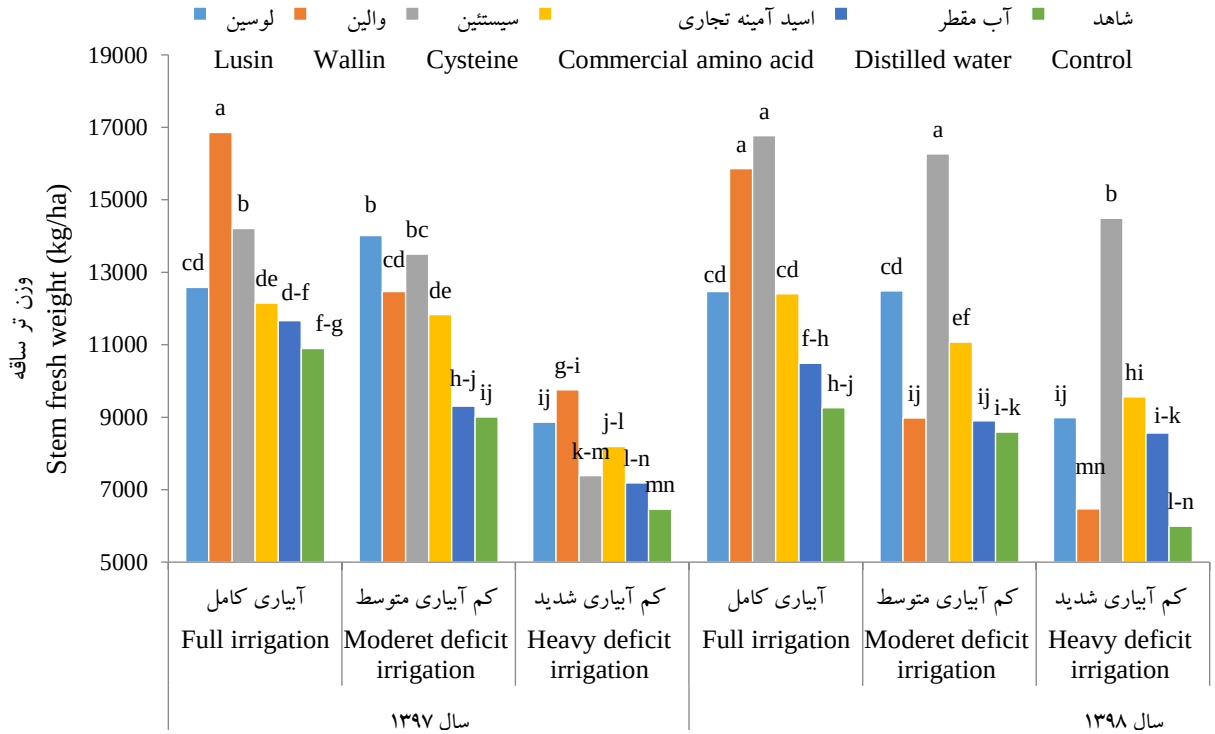
Table 3- The results of analysis of variance of the effect of irrigation regime and foliar spraying of amino acids on some morphological traits of Williams variety soybean during two crop years 2017 and 2018

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean of squares				
		وزن تر ساقه Stem fresh weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن تر غلاف Pod fresh weight	وزن خشک غلاف Dry weight of pods	عملکرد دانه Grain yield
سال Year	1	9224288.32 ns	14955.89 ns	67364962.46**	435728.19 ns	89412.55 ns
رژیم آبیاری Irrigation regime	2	150706478.05**	6307216.50**	120959920.05**	18351238.62**	**2555229.65
سال در رژیم آبیاری Years in the irrigation regime	2	5463458.70ns	1681328.38**	2350398.57 ns	694283.14 ns	34735.73 ns
خطای a (بلوک در سال و رژیم آبیاری) Error a (block per year and irrigation regime)	12	2774008.12	52723.83	3426306.74	246519.88	257375.13
اسیدهای آمینه Amino acids	5	58460931.46**	2443884.57**	71895944.59**	7251292.97**	**3416008.56
سال در اسیدهای آمینه Years in amino acids	5	29058862.52**	191297.99 ns	13225180.87**	700127.68**	49335.001 ns
رژیم آبیاری در اسیدهای آمینه Irrigation regime in amino acids	10	3423225.02 ns	80757.68 ns	6399361.77 ns	400294.29**	91138.008 ns
سال در رژیم آبیاری در اسیدهای آمینه Year in irrigation regime in amino acids	10	8601795.54*	135881.64 ns	4940101.02 ns	309073.74**	138706.97 ns
خطای b Error b	60	3336538.71	109219.22	3262095.90	116505.25	71147.73
ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)		17.09	10.46	16.95	10.63	8.87

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

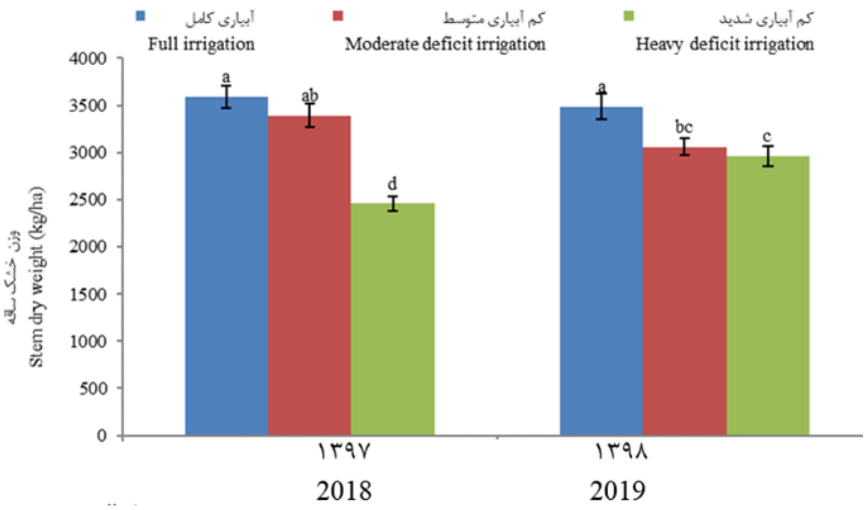
ns, * and ** are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

در هر سال و در هر سطح آبیاری با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه وزن تر ساقه افزایش داشت این افزایش در شرایط آبیاری کامل در سال دوم معنی‌دار بود. در سال دوم اسید آمینه سیستئین در هر سه سطح آبیاری بیشترین تأثیر معنی‌دار را بر وزن تر ساقه داشت. در سال اول تحت کم‌آبیاری شدید اسید آمینه والین بیشترین تأثیر مثبت را بر وزن تر ساقه داشت (شکل ۹). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در آبیاری نشان داد در هر سال با کاهش آبیاری وزن خشک ساقه روندی کاهش داشت به‌طوری‌که در سطح کم‌آبیاری شدید کاهش معنی‌داری نسبت به آبیاری کامل داشتند (شکل ۱۰).



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری در محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر وزن تر ساقه سویا رقم ویلیامز طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

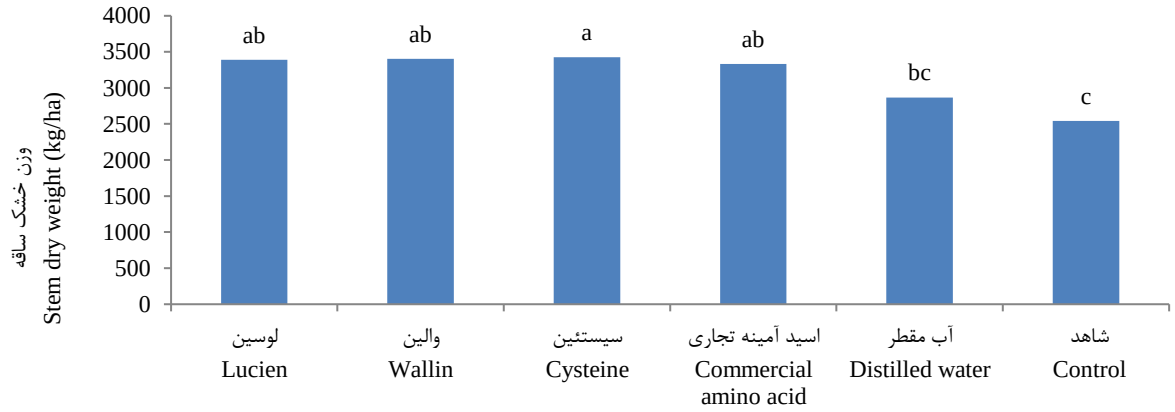
Figure 9- Comparison of the average interaction effect of irrigation regime in foliar application of amino acids on the fresh weight of Williams cultivar soybean during two crop years 2018 and 2019



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل سال در رژیم آبیاری بر وزن خشک ساقه سویا رقم ویلیامز

Figure 10- Comparison of the average interaction effect of the year in the irrigation regime on the dry weight of soybean stalk of Williams variety

نتایج نشان داد محلول‌پاشی هر چهار نوع اسید آمینه اثر افزایشی معنی‌داری بر وزن خشک ساقه نسبت به شاهد داشتند و سیستئین ۳۴/۶ درصد افزایش وزن خشک ساقه نسبت به شاهد را داشت. هر چند که فاقد اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارهای اسید آمینه بود (شکل ۱۱).

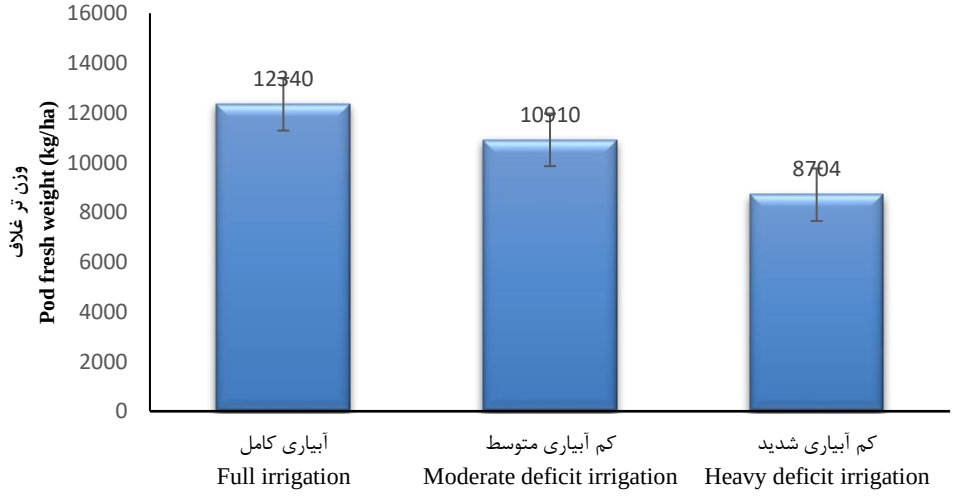


شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر وزن خشک ساقه سویا رقم ویلیامز

Figure 11- Comparison of the average effect of foliar spraying of amino acids on the dry weight of soybean stem of Williams variety

وزن تر و خشک غلاف

وزن تر نیز به‌طور معنی‌داری ($P<0.01$) تحت اثرات اصلی رژیم آبیاری، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اثرات متقابل دوگانه (به جز سال در رژیم آبیاری) و سه‌گانه قرار گرفت اما واکنش معنی‌داری نسبت به سال نشان نداد (جدول ۳). طبق نتایج مقایسه میانگین تیمارها مشخص شد با کاهش مقدار آبیاری، مقدار وزن تر غلاف روندی کاهشی داشت طوری‌که در سطح کم‌آبیاری شدید دارای کاهش ۲۹/۴۶ درصدی و معنی‌داری نسبت به آبیاری کامل بود (شکل ۱۲). در پژوهشی کاربرد غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیستئین به ترتیب باعث افزایش ۵۰ و ۵۵ درصدی وزن تر اندام هوایی کلم بروکلی نسبت به شاهد شد (Shekari and Javanmardi, 2017). طی بررسی‌هایی محلول‌پاشی چهار غلظت از پرولین بر لوبیا اثر افزایشی بر ارتفاع بوته و وزن خشک گیاه نسبت به تیمار شاهد داشت (Amin *et al*., 2014). در پژوهشی ارتفاع بوته و وزن تر و خشک گیاه گشنیز در هر دو فصل زراعی تحت محلول‌پاشی اسیدهای آمینه افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد (عدم محلول‌پاشی) داشت (Wafaa *et al*., 2021).



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثر رژیم آبیاری بر وزن تر غلاف سویا رقم ویلیامز

Figure 12- Comparison of the average effect of irrigation regime on the fresh weight of soybean pods of williams variety

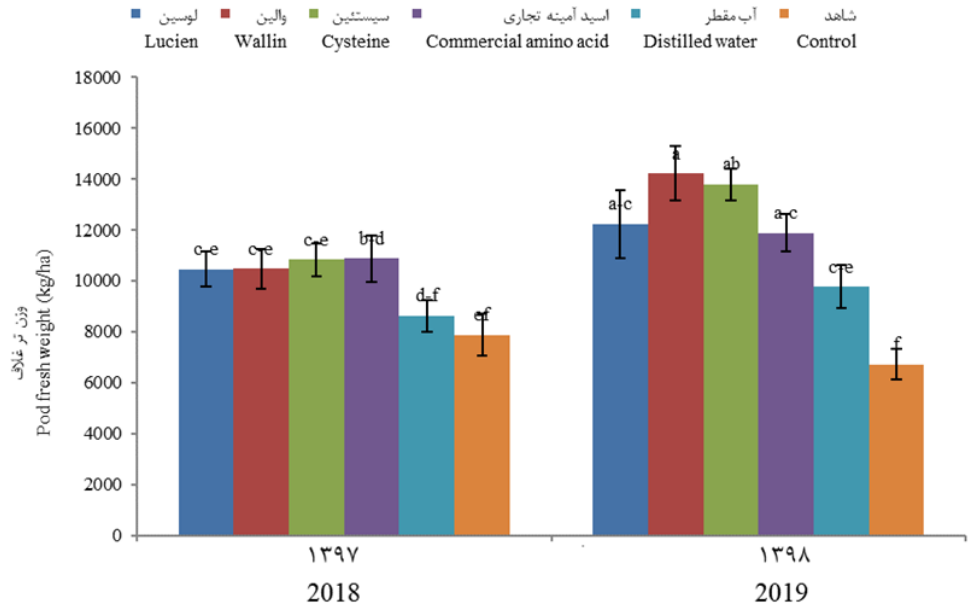
براساس نتایج بیشترین وزن تر غلاف (۱۴۲۳۰ کیلوگرم در هکتار) به بوته‌های تحت محلول‌پاشی اسید آمینه والین در سال دوم اختصاص داشت که تفاوت معنی‌داری با اسیدهای آمینه دیگر در همین سال زراعی نداشت. نتایج نشان داد در هر دو سال با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه وزن تر غلاف نسبت به شاهد افزایش داشت و در سال دوم معنی‌دار بود (شکل ۱۳). در یک بررسی بر لوبیا معمولی مشخص شد که محلول‌پاشی بوته‌ها توسط اسیدهای آمینه با غلظت ۴ لیتر در هکتار، اثر افزایشی بر تعداد غلاف در بوته داشت (Zewail, 2014).

نتایج نشان داد در هر سال و در هر سطح آبیاری با محلول‌پاشی بوته‌های سویا توسط اسیدهای آمینه وزن خشک غلاف افزایش یافت. در هر سال و در هر تیمار از محلول‌پاشی با کاهش آبیاری وزن خشک غلاف روندی کاهشی نشان داد (شکل ۱۴). در پژوهشی دیگر محققین نشان دادند که ریزش گل‌ها و غلاف‌های تحت تأثیر تنش خشکی باعث کاهش ۲۷/۱ درصدی تعداد دانه در غلاف شد (Wijewardana *et al.*, 2018).

عملکرد دانه

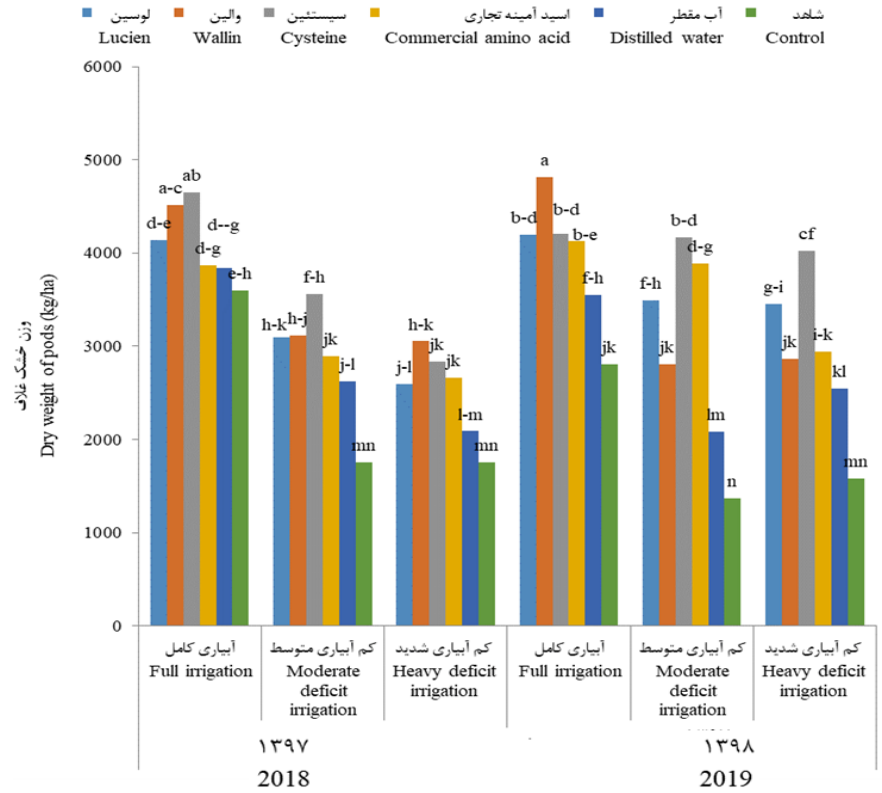
عملکرد دانه نسبت به اثرات اصلی رژیم آبیاری و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه تغییر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت اما نسبت به سال و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تغییر معنی‌داری نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد با کاهش آبیاری عملکرد دانه کاهش پیدا کرد بطوری‌که در سطح کم‌آبیاری شدید دارای کاهش ۱۶/۲۶ درصدی و معنی‌داری نسبت به آبیاری کامل بود. با محلول‌پاشی بوته‌های سویا عملکرد دانه افزایش معنی‌داری داشت و در بین اسیدهای آمینه کاربردی سیستئین و والین بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند اما تفاوت معنی‌داری با دو نوع اسید آمینه دیگر نشان ندادند (جدول ۳).

کاهش عملکرد دانه تحت تنش خشکی می‌تواند به دلیل محدودیت تولید مواد پرورده در زمان گل‌دهی و پیش از آن بوده باشد (Aslam *et al.*, 2014) به‌طوری‌که تنش در مرحله گل‌دهی باعث عدم تلقیح و تشکیل گل و غلاف می‌شود و تنش خشکی در مرحله شروع غلاف‌دهی با افزایش ریزش غلاف‌ها و کاهش تولید مواد فتوسنتزی باعث اختلال متابولیسم کربوهیدرات‌های برگ و با محدودیت در انتقال به دانه‌ها سبب کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه می‌گردد. با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر وزن هزار دانه به نظر می‌رسد عملکرد دانه بیشتر تحت تأثیر تعداد دانه بوده و تنش خشکی بیشترین تأثیر منفی را در مرحله قبل از پر شدن دانه بر عملکرد دانه داشته است.



شکل ۱۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سال در محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر وزن تر غلاف سویا رقم ویلیامز

Figure 13- Comparison of the average interaction effect of the year in amino acid solution spraying on the fresh weight of soybean pods of williams variety



شکل ۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری در محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر وزن خشک غلاف سویا رقم ویلیامز طی دو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸

Figure 14- Comparison of the average interaction effect of irrigation regime in foliar spraying of amino acids on the dry weight of soybean pods of williams cultivar during two crop years 2018 and 2019

نتیجه‌گیری کلی

محلول‌پاشی اسیدهای آمینه اثر افزایشی مثبتی بر صفات مورفولوژی داشت. اثرات متقابل سه‌گانه سال در رژیم آبیاری در اسیدهای آمینه فقط بر صفات وزن تر ساقه، وزن خشک غلاف، تأثیر معنی‌داری داشت. با کاهش آبیاری تا سطح کم‌آبیاری شدید عملکرد دانه کاهش ۱۶/۲۶ درصدی و معنی‌داری نسبت به آبیاری کامل داشتند. اسیدهای آمینه والین و سیستئین بیشترین تأثیر مثبت معنی‌دار را بر عملکرد دانه داشتند. با توجه به نتایج پژوهش به‌منظور جلوگیری از کاهش عملکرد بهتر است از کم‌آبیاری شدید در حد امکان استفاده نشود و هم‌چنین در صورت لزوم از محلول‌پاشی اسید آمینه والین و سیستئین به‌منظور تأثیر مثبت روی عملکرد گیاه سویا، استفاده شود.

References

Abd El-Aal, F.S., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A. and Mahmoud, A.R., 2010. Effect of foliar application of urea and amino acids mixtures as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences (JABS)*, *6*(5), pp.583-588.

Abd Elbar, O.H., Farag, R.E. and Shehata, S.A., 2019. Effect of putrescine application on some growth, biochemical and anatomical characteristics of *Thymus vulgaris* L. under drought stress. *Annals of Agricultural Sciences*, *64*(2), pp.129-137. **doi: 10.1016/j.aoas.2019.10.001**

Abo-Alhassan, A.M., Hassanein, A.E.H.M., Abdel-Aziz, M.A.A., Tahoun, A. and Mofreh, A., 2022. Effect of phosphorus and potassium fertilization on drought tolerance of broad bean (*Vicia faba* L.). *Scientific Journal*

of Agricultural Sciences, *4*(1), pp.114-124. **doi: 10.21608/sjas.2022.132843.1215**

Ahmed, I.M., Cao, F., Han, Y., Nadira, U.A., Zhang, G. and Wu, F., 2013. Differential changes in grain ultrastructure, amylase, protein and amino acid profiles between Tibetan wild and cultivated barleys under drought and salinity alone and combined stress. *Food chemistry*, *141*(3), pp.2743-2750. **doi: 10.1016/j.foodchem.2013.05.101**

Amin, A.A., Abouziena, H.F., Abdelhamid, M.T., Rashad, E.S.M. and Gharib, A.F., 2014. Improving growth and productivity of faba bean plants by foliar application of thiourea and aspartic acid. *International Journal of Plant and Soil Science*, *3*(6), pp.724-736. **doi: 10.9734/ijpss/2014/8227**

Arasteh, F., Moghaddam, M. and Ghasemi Pirbalouti, A., 2020. The effect of putrescine foliar application on the induction of drought resistance in Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.). *Cell and Tissue Journal*, *11*(3): pp.204-220. [In Persian]. **doi: 10.22059/ijfcs.2022.329821.654849**

Aslam, W., Arfan, M., Shahid, S.A., Anwar, F., Mahmood, Z. and Rashid, U., 2014. Effects of exogenously applied Zn on the growth, yield, chlorophyll. *International Journal of Biological Sciences*, 5, pp.11-15. **doi: 10.1007/s12298-021-01084-1**

Chen, Y.E., Zhang, C.M., Su, Y.Q., Ma, J., Zhang, Z.W., Yuan, M., Zhang, H.Y. and Yuan, S., 2017. Responses of photosystem II and antioxidative systems to high light and high temperature co-stress in wheat. *Environmental and Experimental Botany*, *135*, pp.45-55. **doi: 10.1016/j.envexpbot.2016.12.001**

Costa, M.J., Monteiro, D.A., Oliveira-Neto, A.L., Rantin, F.T. and Kalinin, A.L., 2008. Oxidative stress biomarkers and heart function in bullfrog tadpoles exposed to Roundup Original®. *Ecotoxicology*, *17*, pp.153-163. **doi: org/10.1007/s10646-007-0178-5**

Cruz de Carvalho, M.H., 2008. Drought stress and reactive oxygen species: production, scavenging and signaling. *Plant signaling and behavior*, *3*(3), pp.156-165. **doi: 10.4161/psb.3.3.5536**

Daneshian, J., Hadi, H. and Jonobi, P., 2009. Study of quantitative and quality characteristics of soybean genotypes in deficit irrigation conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *11*(4), pp.393-409. [In Persian]. **doi: 10.4161/psb.3.3.5536**

Desclaux, D., Huynh, T.T. and Roumet, P., 2000. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop Science*, *40*(3), pp.716-722. **doi: 10.1186/s12870-020-02519-9**

El-Awadi, M.E., Ibrahim, S.K., Sadak, M.S., Abd Elhamid, E.M. and Gamal El-Din, K.M., 2016. Impact of cysteine or proline on growth, some biochemical attributes and yield of faba bean. *International Journal of PharmTech Research*, *9*, pp.100-106.

Fatemi, A., Moaveni, P., Daneshian, J., Mozaffari, H. and Ghaffari, M., 2021. Effect of foliar application of magnesium nanoparticles on morphophysiologic characteristics of sunflower cultivars under drought stress. *Journal of Crops Improvement*, *23*(3), pp.521-533. [In Persian]. **doi: 10.22059/jci.2021.307513.2430**

Franklin, P., Gardner, R., Pearce, B. and Mitchell, R.L., 2010. Physiology of Crop Plants, *Scientific publishers*, 336 PP.

Jeber, B.A. and Khaeim, H.M., 2019. Effect of foliar application of amino acids, organic acids, and naphthalene

acetic acid on growth and yield traits of wheat. *Plant Archives, 19*(2), pp.824-826.

Kandil, A.A., Sharief, A.E.M., Seadh, S.E. and Altai, D.S.K., 2016. Role of humic acid and amino acids in limiting loss of nitrogen fertilizer and increasing productivity of some wheat cultivars grown under newly reclaimed sandy soil. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, *3*(4), pp.123-136. **doi: 10.22161/ijeab/2.2.22**

Movahedi, R., Khourgami, A. and Sayyahfar, A., 2018. Evaluation the effect of drought stress and foliar application of micronutrients on yield of two soybean cultivars (*Glycin Max* L.) in Khorramabad region. *Journal of Plant Ecophysiology*, *10*(33), pp.43-54. [In Persian]. **doi: 10.1080/01904167.2019.1655034**

Muneer, S., Xia, W.Y., Ming, Y.J., Abrar Faiz, M., Hao, J., Michael, I.T., Yi, Z., Chen, R. and Xiang, H.J., 2018. Regulated deficit irrigation impact at various growth stages and productivity of soybean. *Journal of Natural Sciences, 8*(12), pp.18-28.

Nasibi, F., Kalantari, K.M., Zanganeh, R., Mohammadinejad, G. and Oloumi, H., 2016. Seed priming with cysteine modulates the growth and metabolic activity of wheat plants under salinity and osmotic stresses at early stages of growth. *Indian Journal of Plant Physiology*, *21*(3), pp.279-286. **doi: 10.1007/s40502-016-0233-4**

Noreen, S., Fatima, K., Athar, H.U.R., Ahmad, S. and Hussain, K., 2017. Enhancement of physio-biochemical parameters of wheat through exogenous application of salicylic acid under drought stress. *Journal of Animal and Plant Sciences, 27*(1), pp.153-163. **doi: 10.3390/stresses3010027**

Omer, E.A., Said-Al Ahl, H.A.H., El Gendy, A.G., Shaban, K.A. and Hussein, M.S., 2013. Effect of amino acids application on production, volatile oil and chemical composition of chamomile cultivated in saline soil at Sinai. *Journal of Applied Sciences Research*, *9*(4), pp.3006-3021. **doi: 10.3390/horticulturae9020252**

Pal, S., Patra, A.S., Ghorai, S., Sarkar, A.K., Mahato, V., Sarkar, S. and Singh, R.P., 2015. Efficient and rapid adsorption characteristics of templating modified guar gum and silica nanocomposite toward removal of toxic reactive blue and Congo red dyes. *Bioresource Technology*, *191*, pp.291-299. **doi: 10.1016/j.biortech.2015.04.099**

Rasti Sani, M., Ganjeali, A., Lahouti, M. and Mousavi Kouhi, S.M., 2018. Morphological and physiological responses of two common bean cultivars to drought stress. *Journal of Plant Process and Function*, *6*(22), pp.37-46. [In Persian]. **doi: 10.3390/agronomy13041022**

Sadak, M.S. and Bakry, B.A., 2020. Alleviation of drought stress by melatonin foliar treatment on two flax varieties under sandy soil. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *26*(5), pp.907-919. **doi: 10.1007/s12298-020-00789-z**

Sadeghi, L., Rafiee, M. and Daneshian, J., 2021. Effect of drought stress and aerosols on yield and some physiological traits of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Plant Process and Function*, *10*(41), pp.263-278. [In Persian]. **doi: 20.1001.1.23222727.1400.10.41.16.6**

Shahid, A., Shazia, E., Faisal, N., Naeem, K., Asif, M., Sayed, H.A.S. and Aish, M., 2016. In vitro conservation of exotic potato genotypes through different incubated temperatures, aerophilic and micro-aerophilic conditions. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, *8*(7), pp.147-152. **doi:**

10.5897/ijbc2016.0968

Shekari, G. and Javanmardi, J., 2017. Effects of foliar application pure amino acid and amino acid containing fertilizer on broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) transplants. *Advances in Crop Science and Technology*, *5*(3), pp.1-4. **doi: 10.4172/2329-8863.1000280**

Sheppard, K., Yuan, J., Hohn, M.J., Jester, B., Devine, K.M. and Söll, D., 2008. From one amino acid to another: tRNA-dependent amino acid biosynthesis. *Nucleic Acids Research*, *36*(6), pp.1813-1825. **doi: org/10.1093/nar/gkn015**

Von Bloh, W., Rost, S., Gerten, D. and Lucht, W., 2010. Efficient parallelization of a dynamic global vegetation model with river routing. *Environmental Modelling & Software*, *25*(6), pp.685-690. **doi: 10.1016/j.envsoft.2009.11.012**

Wafaa, H.A., Rania, M.R. and El-Shafay, R.M.M., 2021. Effect of spraying with extracts of plants and amino acids on growth and productivity on *Coriandrum sativum* plants under Shalateen condition. *Plant Archives*, *21*(1), pp.300-307. **doi: 10.51470/plant archives. 2021. v21.S1.048**

Wahba, H.E., Motawe, H.M. and Ibrahim, A.Y., 2015. Growth and chemical composition of *Urtica pilulifera* L. plant as influenced by foliar application of some amino acids. *Journal of Materials and Environmental Science*, *6*(2), pp.499-509.

Wijewardana, C., Reddy, K.R., Alsajri, F.A., Irby, J.T., Krutz, J. and Golden, B., 2018. Quantifying soil moisture deficit effects on soybean yield and yield component distribution patterns. *Irrigation Science*, *36*, pp.241-255. **doi: 10.1007/s00271-018-0580-1**

Zadehbagheri, M., Kamelmanesh, M.M., Javanmardi, S. and Sharafzadeh, S., 2012. Effect of drought stress on yield and yield components, relative leaf water content, proline and potassium ion accumulation in different white bean genotype. *African Journal of Agriculture Research*, *7*, pp.5661-5670.

Zewail, R.M.Y., 2014. Effect of seaweed extract and amino acids on growth and productivity and some biocostituents of common bean (*Phaseolus vulgaris* L) plants. *Journal of Plant Production*, *5*(8), pp.1441-1453. **doi: 10.21608/jpp.2014.64669**

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 6, Issue 1, Spring 2024, P. 51-68

Investigating some morphological traits and yield of soybean under deficit irrigation and foliar application of amino acids

Zohre Behroshan[1], Hossein Zahedi[2*], Akbar Alipour[2], Younes Sharghi[2], Azita Zand[2]

[1] Ph.D Student, Department of Agriculture, Eslamshahr Branch, Islamic Azad University, Eslamshahr, Iran
[2] Department of Agriculture and Integrated Cropping Research Center, Eslamshahr Branch, Islamic Azad University, Eslamshahr, Iran
[*]Corresponding Author: hzahedi2006@gmail.com

Received: 18 January 2023 Accepted: 20 April 2023 **DOI: 10.22034/CSRAR.2024.382054.1315**

Abstract

Introduction: The growth and development of crops are permanently affected by various environmental factors, and environmental stress is one of the most important factors that reduce the yield of crops in the world. Drought is one of the most important abiotic stresses in plants. Drought stress also aggravates the effect of other stresses or causes them to appear. Considering that Iran is one of the dry and semi-arid regions, water management in the agricultural sector is of particular importance. In this regard, the aim of this research was to investigate the effect of deficit irrigation and foliar application of amino acid on some morphological traits and grain yield of soybean.

Materials and Methods: The experiment was carried out in the two years of 2018 and 2019 in the farm of the Faculty of Agriculture of Tarbiat Modares University. This research was designed and implemented as a split plot based on a randomized complete block design with three replications. The experimental factors include three irrigation levels (full irrigation, moderate deficit irrigation and severe deficit irrigation), which were placed in the main plots, and foliar spraying of amino acids with five levels (leucine, valine, cysteine, commercial amino acids, without foliar spraying) as sub-plots were considered. The number of experimental plots was 54. In each repetition, three main plots were created at a distance of one meter from each other and 6 sub-plots were created inside each main plot. The distance between the plants on the cultivated rows was 8 cm. Some morphological traits and grain yield of soybean were measured.

Results and Discussion: Based on the results of the interaction of the year in the irrigation regime, the height of the plant decreased in each year with the decrease in irrigation, but this decrease was not significant in the first year. The results showed that by spraying the plants with amino acids, the height of the soybean plant increased significantly compared to the control, and among the amino acids, commercial amino acid (91.77 cm) and cysteine (91.06 cm) had the greatest effect on the height of the plant, although there was no significant difference with other amino acids. The highest leaf area was related to the plants sprayed by valin in the second year. The results showed that in each year, with the application of amino acids, the leaf area of the soybean plant increased significantly compared to the control. Valine amino acid with the greatest effect on leaf dry weight increased it by 29.57% compared to the control treatment. The results showed that foliar spraying of all four types of amino acids had a significant increasing effect on the dry weight of the stem compared to the control, and cysteine had a 34.6% increase in the dry weight of the stem compared to the control, although there was no significant difference with other amino acid treatments. The results showed that in both years, with the application of amino acids, the wet weight of pods increased compared to the control, and it was significant in the second year. The three interaction effects of the year in the irrigation regime in amino acids had a significant effect only on the characteristics of stem wet weight and pod dry weight.

Conclusion: The results indicated that foliar spraying of amino acids had a positive increasing effect on morphological traits. Valine and cysteine amino acids had the most significant positive effect on grain yield of soybean.

Keywords: Cysteine, Leucine, Number of pod, Plant height, Valine