





دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

تأثیر محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان

تحت شرایط تنش کم آبیاری

یونس صبری

استاد راهنما

دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

اساتید مشاور

دکتر مصطفی حیدری

دکتر احمد غلامی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۱۳۹۴

دانشگاه شاهرود

دانشکده: کشاورزی

گروه: زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای / خانم یونس صبری

تحت عنوان: تأثیر محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان تحت

شرایط تنش کم آبیاری

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد
مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم به

پدر مهربانم

و

مادر فداکارم

شکر و قدردانی

امروز که در زیر سایه فضل و رحمت خداوند مهربان توانستم پله دیگری از علم و دانش را طی کنم پروردگار عظیم هستی را سپاس می گویم و وظیفه خود می دانم مراتب شکر، سپاس و قدردانی خود را نسبت به کلیه عزیزانی که به نحوی مراد این راه یاری نموده اند ابراز دارم.

از استاد گرانمایه و عالی قدر جناب آقای دکتر مهدی برادران فیروز آبادی در سمت استاد راهنما، که نه تنها بارش نمودهای خردمندانه خود در کلیه مراحل اجرا، تدوین و نگارش این پایان نامه مرا مورد لطف قرار دادند بلکه به کجاری با ایشان برایم افتخار و سربلندی بود و همچنین از اساتید مشاورم جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر مصطفی حیدری، که این مهم میسر نبود مگر با نظرات و پیشنهادات ارزنده ایشان، سپاسگزارم.

بجینان با تمام وجودم از سایر بزرگانم صمیمانه ترین مراتب قدردانی را ابراز می دارم از جمله:

دوستان عزیز و مهربانم

آقایان مهندس عباس نصیری، دسرخی، حسین کیخسروی، بهروز سهامی، کامران فروتن، قاسم صیدالی، وحید عباسی، جواد علیپور، احمد بازوبندی و سلمان محروقیان. خانم مهندس مریم گلچین، گلاره رحیمی، پروانه استخامی، مساجحشیدی و فاطمه باطنی. و از تمام دوستان و عزیزان که مراد انجام این پایان نامه برایم کردند کمال شکر را دارم. امید است که این ناچیز قدری از زحماتتان را پاس گوید.

تعهد نامه

اینجانب یونس صبری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زرع دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه تأثیر محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی آفتاب گردان تحت شرایط تنش کم-آبیاری تحت راهنمایی دکتر مهدی برادران فیروزآبادی متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد .

تأثیر محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی آفتاب گردان

تحت تنش کم آبیاری

چکیده

امروزه کاربرد مواد تنظیم کننده رشد گیاهان به منظور کاهش اثرات منفی ناشی از تنش‌های مختلف مطرح شده است. اسید آمینه و پتاسیم به عنوان یکی از این مواد موجب مقاومت گیاه به تنش‌ها می‌شوند. جهت بررسی این موضوع در گیاه آفتاب گردان آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود اجرا گردید. آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت، که در آن عامل اصلی تنش کم آبیاری در دو سطح عدم تنش (۸ روز)، و تنش (۱۶ روز) و عوامل فرعی شامل محلول پاشی مخلوط اسید آمینه در سه سطح (صفر، ۴۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام) و محلول پاشی پتاسیم در سه سطح (صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی مولار) مورد بررسی قرار گرفتند. در این آزمایش تنش کم آبیاری سبب کاهش سطح برگ، وزن خشک ساقه و طبق، محتوای نسبی آب برگ، ارتفاع بوته، عملکرد دانه، کلروفیل a و b، کلروفیل کل و پتاسیم برگ شد. تعداد دانه پوک در طبق در شرایط تنش (۱۶ روز) افزایش یافت. محلول پاشی اسید آمینه سبب افزایش وزن خشک برگ، ساقه و طبق، نسبت مغز به پوست، وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق شد. وزن خشک برگ، ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل و پتاسیم دانه نیز از صفاتی بودند که با کاربرد پتاسیم به طور معنی داری افزایش یافتند. درصد پروتئین و روغن دانه با کاربرد بالاترین سطح این ماده (۳۰ میلی مولار) به ترتیب ۱/۶ و ۲/۶۷ درصد افزایش یافتند. پتاسیم صفت تعداد دانه پوک در طبق را کاهش داد. محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم توانست تا حد زیادی اثرات مضر تنش کم آبیاری را بهبود دهد و در نهایت در محدوده پژوهش انجام شده ترکیب تیماری ۴۰۰ پی پی ام مخلوط اسید آمینه به همراه ۱۵ میلی مولار پتاسیم را می‌توان به عنوان بهترین ترکیب تیماری معرفی کرد.

کلمات کلیدی: اجزای عملکرد، روغن و پروتئین، کلروفیل، ماده خشک

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱- صبری، ی.، برادران فیروزآبادی، م.، غلامی، ا. و حیدری، م. ۱۳۹۴. تأثیر محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر تجمع ماده خشک در گیاه آفتابگردان تحت تنش کم آبیاری. دومین همایش ملی تنش‌های محیطی در گیاهان زراعی. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ۱۷-۱۸ اردیبهشت.

۲- صبری، ی.، برادران فیروزآبادی، م.، غلامی، ا. و حیدری، م. ۱۳۹۴. تأثیر محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه آفتابگردان تحت تنش کم آبیاری. دومین همایش ملی تنش‌های محیطی در گیاهان زراعی. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ۱۷-۱۸ اردیبهشت.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: مقدمه.....
۵.....	فصل دوم: بررسی منابع.....
۶.....	۱-۲- آفتاب گردان.....
۶.....	۱-۱-۲- تاریخچه.....
۶.....	۲-۱-۲- اهمیت و موارد مصرف.....
۷.....	۳-۱-۲- گیاه شناسی.....
۸.....	۴-۱-۲- سازگاری.....
۹.....	۵-۱-۲- مراحل رشد و نمو.....
۱۰.....	۶-۱-۲- آبیاری.....
۱۱.....	۲-۲- اهمیت آب در گیاه.....
۱۲.....	۳-۲- تنش کم آبی.....
۱۳.....	۴-۲- پاسخ گیاهان به تنش.....
۱۳.....	۵-۲- اثر تنش کم آبی بر گیاهان زراعی.....
۱۳.....	۲-۵-۱- سطح برگ و کلروفیل.....
۱۴.....	۲-۵-۲- فتوسنتز و تنفس.....
۱۵.....	۲-۵-۳- آسیب های اکسیداتیو.....
۱۶.....	۲-۵-۴- مقدار آب نسبی برگ.....
۱۶.....	۲-۵-۶- روغن دانه.....
۱۷.....	۲-۵-۷- پروتئین دانه.....
۱۷.....	۲-۶- محلول پاشی مواد غذایی از طریق سطح برگ.....
۱۸.....	۲-۷- اسیدهای آمینه.....
۱۹.....	۲-۷-۱- مقاومت به تنش.....

- ۱۹-۲-۷-۲- تأثیر روی فتوسنتز.....
- ۲۰-۳-۷-۲- تأثیر روی فعالیت روزنه‌ها.....
- ۲۰-۴-۷-۲- اثر کلاتی.....
- ۲۰-۵-۷-۲- اسید آمینه و فیتوهورمون‌ها.....
- ۲۰-۸-۲- تأثیر پتاسیم در تنش‌های غیرزنده.....
- ۲۳- فصل سوم: مواد و روش.....
- ۲۴-۱-۳- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش.....
- ۲۴-۲-۳- آماده سازی بستر.....
- ۲۵-۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی.....
- ۲۷-۴-۳- اعمال تیمارها.....
- ۲۷-۵-۳- عملیات داشت.....
- ۲۷-۱-۵-۳- آبیاری.....
- ۲۷-۲-۵-۳- مبارزه با علف‌های هرز.....
- ۲۷-۶-۳- برداشت.....
- ۲۸-۷-۳- نمونه برداری جهت صفات زراعی و مورفولوژیک.....
- ۲۸-۸-۳- اندازه گیری صفات زراعی و مورفولوژیک.....
- ۲۸-۱-۸-۳- ارتفاع، قطر ساقه و قطر طبق.....
- ۲۸-۲-۸-۳- وزن خشک برگ، ساقه و طبق.....
- ۲۹-۳-۸-۳- اندازه گیری شاخص سطح برگ.....
- ۲۹-۹-۳- عملکرد و اجزای عملکرد.....
- ۲۹-۱۰-۳- صفات فیزیولوژیک.....
- ۲۹-۱-۱۰-۳- محتوای آب نسبی برگ.....
- ۳۰-۲-۱۰-۳- کلروفیل (عدد اسپد).....
- ۳۰-۳-۱۰-۳- کلروفیل a، b و کاروتنوئید.....

۳۱	۱۱-۳- صفات کیفی.....
۳۱	۱-۱۱-۳- پتاسیم.....
۳۲	۳-۱۱-۲- درصد و عملکرد روغن.....
۳۲	۳-۱۱-۳- سنجش درصد پروتئین.....
۳۴	۱۲-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها.....
۳۵	فصل چهارم: نتایج و بحث.....
۳۶	۱-۴- شاخص سطح برگ.....
۳۷	۲-۴- ماده خشک.....
۳۷	۱-۲-۴- وزن خشک برگ.....
۳۸	۲-۲-۴- وزن خشک ساقه.....
۴۱	۳-۲-۴- وزن خشک طبق.....
۴۳	۳-۴- صفات زراعی و مرفولوژیک.....
۴۳	۱-۳-۴- ارتفاع بوته.....
۴۵	۲-۳-۴- قطر ساقه.....
۴۵	۳-۳-۴- قطر طبق.....
۴۶	۴-۳-۴- تعداد دانه پوک در طبق.....
۴۹	۵-۳-۴- نسبت مغز به پوست دانه.....
۵۱	۴-۴- عملکرد و اجزای عملکرد.....
۵۱	۱-۴-۴- وزن هزار دانه.....
۵۲	۲-۴-۴- تعداد دانه در طبق.....
۵۵	۳-۴-۴- عملکرد دانه.....
۵۶	۵-۴- صفات فیزیولوژیک.....
۵۶	۱-۵-۴- محتوای نسبی آب برگ.....
۵۸	۲-۵-۴- کلروفیل (عدد اسپد).....
۵۹	۳-۵-۴- کلروفیل a.....

۶۰.....	۴-۵-۴-کلروفیل b
۶۲.....	۴-۵-۵-کاروتنوئید.....
۶۵.....	۴-۵-۶-کلروفیل کل.....
۶۷.....	۴-۶-۶-صفات کیفی.....
۶۷.....	۴-۶-۱-پتاسیم برگ.....
۶۸.....	۴-۶-۲-پتاسیم دانه.....
۶۹.....	۴-۶-۳-درصد روغن دانه.....
۷۱.....	۴-۶-۴-عملکرد روغن.....
۷۳.....	۴-۶-۵-درصد پروتئین.....
۷۵.....	۴-۷-نتیجه گیری.....
۷۶.....	۴-۸-پیشنهادات.....
۷۷.....	پیوست‌ها.....
۸۷.....	منابع.....

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲۵.....	شکل ۳-۱- نقشه کاشت طرح آزمایشی مورد استفاده.....
۳۷.....	شکل ۴-۱- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر تنش کم آبیاری.....
۳۸.....	شکل ۴-۲- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم
۴۰.....	شکل ۴-۳- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه
۴۰.....	شکل ۴-۴- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تأثیر ترکیبات حاصل از..... محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم
۴۲.....	شکل ۴-۵- مقایسه میانگین وزن خشک طبق تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه
۴۲.....	شکل ۴-۶- مقایسه میانگین وزن خشک طبق تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم
۴۴.....	شکل ۴-۷- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم
۴۵.....	شکل ۴-۸- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم
۴۶.....	شکل ۴-۹- مقایسه میانگین قطر طبق تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

- شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین تعداد دانه پوک در طبق تحت تأثیر محلول پاشی با ۴۸.....
غلظت‌های مختلف پتاسیم
- شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین تعداد دانه پوک در طبق تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۴۹.....
تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه
- شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین نسبت مغز به پوست تحت تأثیر محلول پاشی با..... ۵۰.....
غلظت‌های مختلف مخلوط اسید آمینه
- شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین نسبت مغز به پوست تحت تأثیر محلول پاشی با..... ۵۰.....
غلظت‌های مختلف پتاسیم
- شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از ۵۲.....
تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه
- شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین تعداد دانه در طبق تحت تأثیر محلول پاشی با..... ۵۴.....
غلظت‌های مختلف مخلوط اسید آمینه
- شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین تعداد دانه در طبق تحت تأثیر محلول پاشی با ۵۴.....
غلظت‌های مختلف پتاسیم
- شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۵۶.....
تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم
- شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۵۷.....
تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم
- شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین کلروفیل برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۵۸.....
تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم
- شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین عملکرد کلروفیل a تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از ۶۰.....
محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین کلروفیل b تحت تأثیر محلول پاشی با..... ۶۱
غلظت‌های مختلف پتاسیم

شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین میزان کلروفیل b تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۶۲
تنش کم‌آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین میزان کارتنوئید تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۶۴
تنش کم‌آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسیدآمین

شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین میزان کارتنوئید تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۶۵
تنش کم‌آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین میزان کارتنوئید تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۶۵
محلول پاشی مخلوط اسیدآمین و پتاسیم

شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری..... ۶۶
محلول پاشی مخلوط اسیدآمین و پتاسیم

شکل ۴-۲۷- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۶۶
محلول پاشی مخلوط اسیدآمین و پتاسیم

شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین پتاسیم برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۶۸
تنش کم‌آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

شکل ۴-۲۹- مقایسه میانگین میزان پتاسیم دانه تحت تأثیر محلول پاشی با..... ۶۹
غلظت‌های مختلف پتاسیم

شکل ۴-۳۰- مقایسه میانگین درصد روغن دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۷۳
تنش کم‌آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از..... ۷۲
تنش کم‌آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

شکل ۴-۳۲- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه تحت تأثیر محلول پاشی با..... ۷۴

غلظت‌های مختلف پتاسیم

شکل ۴-۳۳- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از.....۷۴

تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش.....	۳۷
جدول پیوست ۱- میانگین مربعات شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک..... طبق تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۰
جدول پیوست ۲- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک..... طبق تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۰
جدول پیوست ۳- میانگین مربعات ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق تحت تأثیر تنش کم آبیاری..... و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۱
جدول پیوست ۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق تحت تأثیر تنش کم آبیاری..... و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۱
جدول پیوست ۵- میانگین مربعات تعداد دانه پوک در طبق و نسبت مغز به پوست تحت تأثیر..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۲
جدول پیوست ۶- مقایسه میانگین تعداد دانه پوک در طبق و نسبت مغز به پوست تحت تأثیر..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۲
جدول پیوست ۷- میانگین مربعات وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه تحت تأثیر..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۳
جدول پیوست ۸- مقایسه میانگین وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه تحت تأثیر..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۳
جدول پیوست ۹- میانگین مربعات محتوای نسبی آب برگ و کلروفیل (عدد اسپد) تحت تأثیر..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۴
جدول پیوست ۱۰- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب برگ و کلروفیل (عدد اسپد) تحت تأثیر..... تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۴
جدول پیوست ۱۱- میانگین مربعات کلروفیل a و کلروفیل b تحت تأثیر تنش کم آبیاری..... و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۵
جدول پیوست ۱۲- مقایسه میانگین کلروفیل a و کلروفیل b تحت تأثیر تنش کم آبیاری..... و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۵
جدول پیوست ۱۳- میانگین مربعات کاروتنوئید و مجموع کلروفیل تحت تأثیر تنش کم آبیاری..... و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم	۸۶

- جدول پیوست ۱۴- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تأثیر تنش کم آبیاری..... ۸۶
و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم
- جدول پیوست ۱۵- میانگین مربعات پتاسیم برگ و پتاسیم دانه تحت تأثیر تنش کم آبیاری..... ۸۷
و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم
- جدول پیوست ۱۶- مقایسه میانگین پتاسیم برگ و پتاسیم دانه تحت تأثیر تنش کم آبیاری..... ۸۷
و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم
- جدول پیوست ۱۷- میانگین مربعات درصد روغن، عملکرد روغن و درصد پروتئین تحت تأثیر..... ۸۸
تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم
- جدول پیوست ۱۸- مقایسه میانگین درصد روغن، عملکرد روغن و درصد پروتئین تحت تأثیر..... ۸۸
تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

فصل اول

مقدمه

با وجود اینکه آب از فراوان‌ترین ترکیبات موجود روی زمین است و دوسوم از سطح زمین را آب فرا گرفته است اما در بخش‌های عمده‌ای از جهان کمبود آب عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است (یزدان‌پناه و همکاران، ۱۳۸۸). گیاهان در طول دوره رشد خود پیوسته به وسیله عوامل نامساعد محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بعضی از عوامل نامساعد مانند تنش رطوبتی، رشد و نمو را در گیاهان محدود می‌کنند (عزیزنیا و همکاران، ۱۳۸۴). تنش‌های محیطی از مهم‌ترین عوامل کاهش-دهنده‌ی عملکرد گیاهان زراعی در سطح جهان هستند. چنانچه تنش‌های محیطی حادث نمی‌شدند. عملکردهای واقعی باید برابر با عملکردهای پتانسیل گیاهان می‌شد. تولید غذا به واسطه‌ی اثرات تنش-های زنده و غیرزنده‌ی محیطی در حال کاهش است. بنابراین کاهش این تلفات یک موضوع اصلی مربوط به تضمین امنیت غذایی در شرایط مختلف آب و هوایی است. تنش‌های غیر زنده از قبیل خشکی، دمای بالا و پایین، اثرات سمی فلزات سنگین و شوری بالا در سرتاسر جهان به رشد و تولید گیاهان آسیب می‌رسانند (آلزا و همکاران، ۱۹۹۷). خشکی پدیده‌ای بحرانی و اجتناب ناپذیر است، که همه‌ساله در بخش‌هایی از دنیا در زمان‌های مختلف با دامنه و شدت متفاوت به تولید موفقیت‌آمیز محصول آسیب می‌رساند. همچنین خشکی مهم‌ترین تنش محیطی است که رشد و پتانسیل تولید گیاهان زراعی را بیشتر از سایر فاکتورهای محیطی محدود می‌کند. گیاه تنش خشکی را هنگامی تجربه می‌کند که تأمین آب برای ریشه مشکل می‌شود یا زمانی که سرعت تعرق بسیار بالا می‌رود (احمد انجوم و همکاران، ۲۰۱۱). برای این‌که گیاه بتواند آب جذب کند، بایستی پتانسیل آب سلول-های ریشه نسبت به اطراف آن کمتر باشد (تاکب و همکاران، ۱۹۹۵). علاوه بر کمبود آب و تنش خشکی در کشور، روند افزایش جمعیت طی سال‌های اخیر و به تبع آن افزایش مصرف سرانه روغن خوراکی که یکی از محصولات غذایی عمده کشور است، موجب افزایش واردات روغن با صرف هزینه-های هنگفت شده است، به طوری که تنها حدود ۷ درصد روغن مصرفی در داخل کشور تولید شده و بیش از ۹۳ درصد آن از خارج وارد می‌شود (توکلی زینلی، ۱۳۸۲). برای جبران این کمبود شدید لازم است فعالیت بسیار زیادی برای افزایش تولید روغن در کشور به عمل آید که دستیابی به آن از دو راه

امکان پذیر است. یکی افزایش سطح زیر کشت و دیگری افزایش عملکرد گیاهان روغنی در واحد سطح می باشد (یاری و همکاران، ۱۳۸۸). کاشت دانه های روغنی از دیرباز مورد توجه کشاورزان در کشورهای شرقی بوده است و برخی از آنها جزء اقلام عمده صادراتی این کشورها محسوب می شدند. ایران از جمله کشورهایی است که کاشت برخی از دانه های روغنی مانند آفتاب گردان، کرچک، گلرنگ و کنجد در آن قدمتی طولانی دارد. اما با این سابقه دیرینه و وجود پتانسیل های فراوان در زمینه تولید دانه های روغنی، پیشرفت چندانی در این زمینه حاصل نشده است. اخیراً با توجه به نیاز روز افزون کشور به روغن، آفتاب گردان می تواند به عنوان یک گیاه صنعتی و روغنی مهم مطرح باشد (رضوانی-مقدم، ۱۳۷۴). روغن آفتاب گردان در گروه روغن های مطلوب با کیفیت بالا جهت مصارف خوراکی قرار دارد و حاوی دو اسید چرب غیراشباع اصلی، اسید اولئیک و اسید لینولئیک می باشد که در کل ۹۰ درصد اسیدهای چرب آن را تشکیل می دهند (خواججه پور، ۱۳۸۹). بخش قابل توجهی از دوره ی رشد آفتاب گردان در تابستان قرار دارد که با تنش های خشکی و گرما روبرو خواهد بود. لذا یافتن راه کاری که بتوان با استفاده از آن میزان تنش وارده به گیاه را کاهش داد یا مقاومت گیاه به تنش ها، به ویژه خشکی را افزایش داد، ضروری به نظر می رسد. در واقع در شرایط تنش خشکی پتانسیل آب محیط گیاه منفی تر از شرایط طبیعی بوده و جذب آب توسط گیاه با مشکل مواجه می شود (بری، ۲۰۰۷). گیاهان مانند هر موجود زنده ای به برخی ترکیبات برای زندگی نیاز دارند. ماده اصلی برای زندگی سلول های گیاهان پروتئین ها می باشند. پروتئین ها از توالی اسیدهای آمینه شکل می گیرند (عبدالموقود، ۲۰۰۱). در چند دهه اخیر بررسی هایی روی جذب مواد غذایی و عناصر مورد نیاز از طریق برگ ها صورت گرفته است. اسیدهای آمینه یکی از مواد آلی نیتروژن دار می باشند که امروزه استفاده زیادی در کشاورزی دارند و نقش های حفاظتی آن ها در برابر بیشتر تنش ها به اثبات رسیده است، اما بررسی های کمی روی تأثیر آمیخته ای از آن ها و نیز اثر محلول پاشی آن ها، انجام شده است. پتاسیم از عناصر غذایی اصلی گیاه به شمار می آید و نقش حساسی را در گیاه ایفا می کند. حداقل ۵۰ آنزیم به طور کامل و یا مقدار زیادی از فعالیتشان به پتاسیم بستگی دارد. از نقش های حیاتی پتاسیم،

نقش اسمزی این عنصر در بالا بردن کارایی مصرف آب در گیاه است، به طوری که در حضور مقدار کافی از پتاسیم، وظیفه سلول‌های روزنه که باز و بسته شدن آن‌ها با توجه به شرایط رطوبتی گیاه است، به درستی صورت می‌گیرد که راندمان مصرف آب را بالا می‌برد. پتاسیم با تنظیم فشار اسمزی سلول‌های روزنه برگ، گیاه را در شرایط کم‌آبی در برابر خشکی مقاوم می‌سازد. در شرایط عدم حضور پتاسیم کافی و کمبود آب، روزنه‌ها به موقع بسته نشده و منجر به پژمردگی و پلاسیدگی گیاه می‌گردد. این اثر پتاسیم به لحاظ حفظ شرایط مناسب رطوبتی گیاه و کاهش تراکم هورمون ABA در گیاه می‌باشد (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۶۷؛ ملکوتی، ۱۳۷۳؛ خلدبرین، ۱۳۸۰ و شریفی عاشورآبادی، ۱۳۸۰). فوگر و ملکوتی (۱۳۷۹) بیان نمودند پتاسیم علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول، سبب افزایش تحمل گیاهان به شوری، کم‌آبی، انواع تنش‌ها، آفات و بیماری‌ها شده و کارایی مصرف آب و عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. پتاسیم سبب می‌شود تا انتقال مواد فتوسنتزی به سمت برگ‌ها بیشتر شود و گیاهانی که کمبود پتاسیم دارند اغلب دارای نیتروژن زیاد و کمبود هیدرات‌های کربن هستند که این وضعیت تولید ریشه‌ها را کاهش می‌دهد (گلدن و ون گلدن، ۱۹۸۸). در این پژوهش مخلوط اسید آمینه و پتاسیم با غلظت‌های مختلف روی بوته‌های آفتاب‌گردان قرار گرفته در معرض رژیم‌های مختلف آبیاری محلول‌پاشی گردید و به این ترتیب تأثیر محلول‌پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر خصوصیات کیفی و کمی آفتاب‌گردان تحت شرایط کم‌آبیاری مورد بررسی قرار گرفت.

اهداف این تحقیق شامل موارد زیر است: ۱-

- بررسی اثر محلول‌پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی آفتاب‌گردان در شرایط تنش کم‌آبی

۲- یافتن مناسب‌ترین غلظت اسید آمینه و پتاسیم جهت بهبود وضعیت گیاه آفتاب‌گردان در

شرایط تنش

۳- بررسی کلی تأثیر تنش کم‌آبی بر رشد و عملکرد آفتاب‌گردان

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱-آفتاب‌گردان

۲-۱-۱-تاریخچه

آفتاب‌گردان از گیاهان بومی نواحی مرکزی قاره امریکا می‌باشد، که ظاهراً منشأ آن پرو و یا مکزیک است. آفتاب‌گردان در قرن شانزدهم میلادی توسط اسپانیایی‌ها به اروپا برده شد و از آنجا به سایر نقاط دنیا راه یافت. کشورهای آرژانتین، روسیه، فرانسه و چین مهمترین تولیدکنندگان آفتاب‌گردان در جهان به‌شمار می‌روند. بر اساس گزارش فائو، مقدار تولید دانه آفتاب‌گردان در جهان در سال ۲۰۰۰ حدود ۲۶۰ میلیون تن با میانگین عملکرد ۱۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (خواجه‌پور، ۱۳۸۹). در ایران نیز کشت دانه‌های روغنی مانند کنجد، گلرنگ، کرچک و آفتابگردان قدمتی طولانی دارد (بهدائی و راشد، ۱۳۷۷). استان‌های اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و فارس مهمترین تولید کنندگان آفتاب‌گردان آبی و استان‌های مازندران و گلستان مهمترین تولیدکنندگان آفتاب‌گردان دیم می‌باشند (خواجه‌پور، ۱۳۸۹).

۲-۱-۲-اهمیت و موارد مصرف

دانه آفتاب‌گردان بر اساس درصد روغن و اندازه دانه جهت روغن‌گیری، مصرف آجیلی و تغذیه پرندگان مصرف می‌شود. انواع آجیلی دانه‌های درشت‌تری نسبت به انواع روغنی دارند، ولی درصد روغن آنها معمولاً کمتر و حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد است. پائینی نسبت پوسته به کل دانه اهمیت زیادی در بازاریابی محصول دارد. میزان روغن در دانه ارقامی که جهت روغن‌گیری مصرف می‌شوند غالباً ۴۰ تا ۵۰ درصد است، هر چند درصد روغن تا ۶۵ درصد نیز می‌رسد. روغن اکثر ارقام آفتاب‌گردان به‌طور میانگین شامل حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد اسیدهای چرب اشباع، ۱۶ تا ۲۰ درصد اسید اولئیک، ۶۸ تا ۷۲ درصد اسید لینولئیک و مقدار ناچیزی اسید لینولنیک می‌باشد و فاقد کلسترول است.

روغن‌های با اسید اولئیک بالا به‌عنوان روغن طبّاحی جهت سرخ کردن مواد غذائی و روغن‌های با اسید لینولئیک بالا به‌عنوان روغن سالادی کاربرد دارند (خواجه‌پور، ۱۳۸۹).

۲-۱-۳- گیاه‌شناسی

آفتاب‌گردان با نام علمی *Helianthus annuus* گیاهی یک ساله از خانواده Asteraceae می‌باشد که به صورت بوته‌ای استوار رشد می‌نماید. آفتاب‌گردان دارای ریشه اصلی عمیق است که در محدوده زیر یقه و در سطح خاک حاوی شبکه ریشه قوی افشان است که این بخش حدود ۵۰ الی ۷۰ درصد بیوماس کل سیستم ریشه را شامل می‌گردد. ریشه اصلی در شرایط مناسب بافت خاک می‌تواند ۲/۵ تا ۳ متر نیز در خاک نفوذ نماید. علاوه بر ریشه اصلی، ریشه‌های فرعی که تا عمق ۲۵ سانتی‌متری گسترش می‌یابند و ریشه‌های سطحی که در سطح خاک پراکنده‌اند نیز در آفتاب‌گردان قابل مشاهده است. آفتاب‌گردان دارای ساقه‌ای بلند، ضخیم، خشن و کرک‌دار است. ساقه در ناحیه پائینی بوته گرد است که به تدریج به سمت بالا زاویه‌دار می‌شود، بوته معمولاً فاقد انشعاب است. ارتفاع بوته به رقم و شرایط محیطی بستگی دارد و از ۱ تا ۶ متر متغیر است. ساقه آفتاب‌گردان، در برش قطری از یک بخش بیرونی چوبی شده با الیاف فیبری فراوان و یک مغز داخلی سلولزی کم‌آب و سفیدرنگ تشکیل شده است. اکثر ارقام زراعی آفتاب‌گردان تک ساقه‌ای هستند که انتهای ساقه به یک طبق ختم می‌شود. برگ‌های بزرگ، کرک‌دار و قلبی‌شکل آفتاب‌گردان دارای حاشیه مضرس و دم‌برگ بلند بوده و غالباً ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر طول و ۵ تا ۲۰ سانتی‌متر عرض دارند. برگ‌های پائینی بوته به‌صورت متقابل و برگ‌های فوقانی به‌صورت متناوب روی ساقه توزیع شده‌اند. تبدیل آرایش متقابل به متناوب به‌صورت تدریجی انجام می‌شود. به‌طور عمده برگ‌ها پوشیده از کرک‌های خشن است که به کاهش تعرق کمک می‌کند. گل‌آذین آفتاب‌گردان به‌صورت طبق و شامل یک نهنج بزرگ است که ممکن است در مرحله رسیدگی به‌حالت محدب، مقعر و یا مسطح مشاهده شود. در حاشیه نهنج، براکته‌هایی مشاهده می‌شوند که برگ‌هایی تغییر شکل یافته‌اند (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹؛ عرشی، ۱۳۷۶ و خواجه‌پور، ۱۳۸۹).

۲-۱-۴- سازگاری

آفتاب‌گردان در اغلب مناطق معتدله به خوبی می‌روید و خصوصیات مختلف فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی این گیاه در تطبیق پذیری وسیع آن دخالت دارد. آفتاب‌گردان گیاهی گرمادوست است که برای رشد و نمو مناسب به نور فراوان نیاز دارد و از لحاظ عکس‌العمل به طول روز عمدتاً جزء گیاهان بی‌تفاوت به طول روز می‌باشد. در بین ارقام موجود سه گروه روز بلند، روز خنثی و روز کوتاه قابل تشخیص می‌باشد ولی اکثر آنها قدری تمایل به روز کوتاهی دارند. دمای مطلوب برای جوانه زنی بذر آفتاب‌گردان حدود ۱۳ الی ۱۵ درجه و حداقل دما برای جوانه‌زنی حدود ۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین رشد مطلوب را در دامنه دمایی ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد دارد. در مقام مقایسه مقاومت آفتاب‌گردان نسبت به سرما بیش از ذرت است و سرمای اول فصل را بهتر از ذرت تحمل می‌کند (عرشی، ۱۳۷۴).

در دوران گرده افشانی دماهای پایین با تأثیر بر فعالیت حشرات گرده افشان و دماهای بالا با کاهش حیات دانه‌های گرده می‌تواند سبب کاهش عملکرد دانه و روغن شوند. آفتاب‌گردان با ریشه توسعه یافته‌ای که دارد به خشکی نسبتاً مقاوم است. مشروط به آن که خاک عمیق بوده و ساختمان خاک عامل محدود کننده‌ای برای رشد ریشه نباشد. این گیاه به ساختمان خاک بیشتر از بافت خاک حساس می‌باشد. نیاز رطوبتی بذر برای جوانه‌زنی در حد متوسط است. تولید دیم آفتاب‌گردان با وجود حدود ۵۰۰ میلی‌متر بارندگی و توزیع مناسب آن امکان‌پذیر می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۳۸۹).

آفتاب‌گردان جزء گیاهان مقاوم به شوری است و در مقام مقایسه شوری خاک را بهتر از لوبیا تحمل می‌کند. همچنین شوری خاک درصد روغن دانه‌های آفتاب‌گردان را کاهش می‌دهد ولی بر کیفیت روغن دانه‌ها تأثیر چندانی ندارد. این گیاه حساسیت زیادی به اسیدیته خاک ندارد و در خاک-

هایی با اسیدیته‌ای معادل ۵/۷ تا بیش از ۸ رشد می‌نمایند ولی در اسیدیته خنثی رشد مناسب دارد (گوینه و هارمر، ۱۹۸۲ و رابینسون و همکاران، ۱۹۸۰).

۲-۱-۵- مراحل رشد و نمو

کامل‌ترین تقسیم‌بندی برای مراحل نمو آفتاب‌گردان توسط میلر و روت (۱۹۸۲) ارائه گردید. طبق این تقسیم‌بندی نمو آفتاب‌گردان به دو بخش اصلی رشد رویشی و رشد زایشی تفکیک می‌شود. رشد رویشی شامل دو مرحله جوانه زنی و ظهور برگ‌های حقیقی و رشد زایشی شامل ۹ مرحله می‌باشد که به طور مختصر شرح داده می‌شوند.

مرحله رشد رویشی: شروع این مرحله با جوانه زنی و پایان آن همزمان با ظهور گل‌آذین است. این مرحله خود به دو بخش متمایز تفکیک می‌شود:

۱- سبز شدن (V_E): در این مرحله لپه‌ها در سطح خاک پدیدار می‌شوند و طول اولین برگ حقیقی کمتر از ۴ سانتی‌متر می‌باشد.

۲- چند برگی (V_n): این مرحله بر مبنای تعداد برگ حقیقی گیاه که طول آنها حداقل به بیش از ۴ سانتی‌متر رسیده باشد (به همراه برگ‌های پیر و زرد شده به‌جز برگ‌های لپه‌ای) به مراحل فرعی تر V_1 ، V_2 ، ... تا V_n تفکیک می‌شود.

مرحله رشد زایشی: این مراحل با ظهور گل‌آذین شروع شده و با رسیدگی فیزیولوژیک به پایان می‌رسند:

۱- مرحله R_1 : در این مرحله برگه‌ای نابالغ اطراف گل‌آذین را می‌پوشاند و اگر از بالا به گیاه نگاه شود براکته‌ها به همراه گل‌آذین به شکل یک ستاره به نظر می‌رسند و به همین خاطر این مرحله را مرحله ستاره‌ای شدن یا مرحله ظهور گل‌آذین نیز می‌نامند.

۲- مرحله R₂: در طی این مرحله میان‌گره زیر گل‌آذین شروع به طویل شدن می‌کند و طول آن به ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر می‌رسد.

۳- مرحله R₃: با ادامه رشد میان‌گره زیر گل‌آذین طول این میان‌گره از ۲ سانتی‌متر فراتر رفته و گل‌آذین از براکته‌هایی که آن را احاطه کرده‌اند، جدا می‌شود.

۴- مرحله R₄: در این مرحله گل‌آذین شروع به باز شدن نموده و گل‌های شعاعی از درون گل-آذین بیرون می‌آیند.

۵- مرحله R₅: این مرحله مصادف با شروع گرده‌افشانی می‌باشد. گل‌های شعاعی باز شده‌اند و تمام گل‌های طبق قابل مشاهده‌اند. گرده افشانی از گل‌های ردیف‌های بیرونی طبق به سمت مرکز طبق انجام می‌شود.

۶- مرحله R₆: در این مرحله گرده‌افشانی کامل شده و گل‌های شعاعی شادابی خود را از دست داده و پژمرده می‌گردند و سپس ریزش می‌کنند.

۷- مرحله R₇: پشت طبق در این مرحله تغییر رنگ داده و به زردی می‌گراید. این زرد شدن پشت طبق از مرکز شروع و به سمت بیرون طبق ادامه می‌یابد.

۸- مرحله R₈: پشت طبق کاملاً زرد شده است لیکن براکته‌ها هنوز سبز هستند.

۹- مرحله رسیدگی فیزیولوژیک R₉: براکته‌ها در این مرحله زرد و سپس قهوه‌ای می‌شوند و قسمت عمده‌ای از پشت طبق شروع به قهوه‌ای شدن می‌نماید و رسیدگی کامل می‌شود.

۲-۱-۶- آبیاری

حساسیت به کم‌آبی در آفتابگردان از مدت کوتاهی قبل از رویت طبق تا هنگام رنگ‌گیری کامل دانه‌ها یا زمان کاهش رنگ سبز پشت طبق زیاد است. بیشترین حساسیت به تنش رطوبتی در مرحله

گرده‌افشانی مشاهده می‌گردد. وقوع تنش رطوبتی از مرحله رویت طبق تا پایان گرده‌افشانی سبب نقصان اندازه دانه و درصد روغن می‌شود و عملکردهای دانه و روغن را کاهش می‌دهد. به‌طور کلی، مقاومت آفتاب‌گردان نسبت به تنش رطوبتی در اواخر رشد دانه در مقایسه با غلات دانه ریز کم است (خواجه‌پور، ۱۳۸۹).

استون و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که کمبود رطوبت طی مرحله غنچه‌دهی تا پایان گلدهی بیشترین تأثیر منفی را بر هیبریدهای آفتاب‌گردان دارد. برنامه آبیاری آفتاب‌گردان را می‌توان در خاک‌هایی با بافت متوسط تا نیمه‌سنگین به شرح زیر پیشنهاد نمود. از زمان کاشت تا استقرار بوته‌ها (مرحله ۲ تا ۴ برگ)، آبیاری باید بر اساس بافت خاک، اقلیم و تاریخ کاشت، هر ۵ تا ۱۰ روز یک‌بار انجام گیرد. آبیاری‌های بعدی تا ظهور اولین آثار رویت طبق هنگامی به‌عمل آیند که پتانسیل آب در خاک به حدود ۱- تا ۲- اتمسفر رسیده و یا حدود ۶۰ تا ۶۵ درصد رطوبت قابل استفاده مصرف شده باشد. تبخیر حدود ۹۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر آب از تشت تبخیر استاندارد، معیار قابل استفاده دیگری در این مرحله از رشد می‌باشد. از زمان پیدایش اولین لکه‌های زردی در پشت طبق (شروع رسیدگی) تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، به یک یا دو آبیاری نیاز است. این آبیاری‌ها را می‌توان به ترتیب بر اساس رسیدن پتانسیل آب در خاک به حدود ۱- و ۳- اتمسفر، معادل تقریبی تخلیه ۶۰ و ۷۰ درصد از رطوبت قابل استفاده از خاک و یا ۹۰ و ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر استاندارد انجام داد (خواجه‌پور، ۱۳۸۹).

۲-۲- اهمیت آب در گیاه

بیش از ۸۰ درصد بافت گیاهی را آب تشکیل داده است. کمبود آب در گیاهان عوارض شدیدی را به سرعت آشکار می‌سازد و مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و نمو گیاهان محسوب می‌شود. بین ۶۰ تا ۹۰ درصد آب در داخل سلول‌ها قرار دارد و تا حدودی به استحکام سلول‌ها کمک می‌کند. ۱۰ تا ۴۰ درصد بقیه در دیواره وارد می‌شود و در آنجا محیط پیوسته‌ای بین سلول‌های مخصوص انتقال در

دستجات آوندی و بقیه گیاه فراهم می‌کند. بنابراین آب در انتقال مواد در گیاه و در داخل سلول‌ها نقش دارد. نیروی اسمزی که سبب ایجاد فشار آماس در سلول‌های آبدار می‌گردند در طول شدن مکانیکی برگ‌ها و ریشه‌ها و باز شدن روزنه‌ها نقش مهمی دارند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

آب محیط مناسبی را برای انجام تغییرات شیمیایی فراهم می‌نماید و در فرآیند فتوسنتز برای احیای دی‌اکسید کربن یک ماده ضروری است. پایدار ماندن طیف وسیعی از مایعات کمپلکس مستلزم حضور آب است به طوری که در غیاب آب ذرات باردار بیش از حد متراکم و به هم نزدیک می‌شوند و در فرآیندهای شیمیایی نابسامانی ایجاد می‌شود. آب سبب آب‌گیری و خنثی سازی بار الکتریکی روی مولکول‌های کلوئیدی می‌شود (کوچکی و سرمندیا، ۱۳۸۲).

وجود آب برای جوانه‌زنی و سبز شدن، حفظ آماس برگ به‌ویژه در مرحله گیاه‌چه‌ای، جلوگیری از پژمردگی و به حداکثر رساندن فتوسنتز و عملکرد بالقوه ضروری می‌باشد (جهاد اکبر و همکاران، ۱۳۸۰). در اکثر گیاهان نگهداری و ادامه رشد و نمو به حفظ مقادیر آب نسبتاً بالا در پروتوپلاسم بستگی دارد، زیرا فرآیندهای فیزیولوژیکی بسیار مهم مانند گسترش سطح برگ، باز شدن روزنه‌ها و انجام فتوسنتز در اثر کاهش پتانسیل آب برگ تحت تأثیر قرار می‌گیرد (بیلو و همکاران، ۱۹۸۳). تلفات آب به صورت تعرق موجب خنک شدن گیاه می‌شود (علیمرادی و همکاران، ۱۳۷۷).

۲-۳- تنش کم‌آبی

تنش کم‌آبی در گیاه به وضعیتی گفته می‌شود که در آن سلول‌ها از حالت آماس خارج شده باشند. به عبارت ساده‌تر تنش کم‌آبی زمانی رخ می‌دهد که سرعت تعرق بیش از سرعت جذب آب باشد، با کاهش آب در خاک و عدم جایگزینی آن، پتانسیل آب در منطقه توسعه ریشه‌ها و به تبع آن پتانسیل آب در گیاه کاهش می‌یابد. تنش کم‌آبی شدید موجب کاهش شدید فتوسنتز، اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی و سرانجام خشک شدن و مرگ گیاه می‌گردد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۳). به طور کلی در بین تمام تنش‌ها، تنش خشکی یکی از مهمترین و شایع‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در

مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید (تورهان و باسر، ۲۰۰۴). خشکی عامل مهم برای کاهش محصول در سرتاسر جهان است که میانگین عملکرد را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد (افوگلو و همکاران، ۲۰۰۹). کمبود نسبتاً شدید آب موجب جلوگیری از رشد گیاهان و برقرار شدن فشار آماس کمتر از حداکثر فشار پتانسیل می‌شود (بی‌بی و همکاران، ۲۰۱۰).

۲-۴- پاسخ گیاهان به تنش

تحمل به یک تنش خاص عبارت از ظرفیت یک گیاه برای زنده ماندن و رشد است. گیاهان پس از این که در معرض تنش قرار می‌گیرند، از طریق سیگنال، با بیان ژن‌هایی در راستای مقاومت به تنش، پاسخ می‌دهند. به‌طور کلی گیاهان، طیف وسیعی از تنش‌های محیطی را که نهایتاً منجر به بروز تنش اکسیداتیو در گیاه می‌شود، درک می‌کنند. مکانیسم مقاومت در برخی از تنش‌ها به‌صورت یک ارتباط درونی و نتیجه یک برنامه‌ریزی هماهنگ و پیچیده است. در شرایط تنش عدم توازن بین فرآیند جذب انرژی و مصرف آن توسط اندام فتوسنتزی موجب تولید انواع اکسیژن فعال (ROS^1) و ناتوانی گیاه در مهار آن می‌گردد که در نهایت منجر به بروز تنش در غشاء سلول و بروز علائم ناشی از صدمات اکسیداتیو می‌شود (بلوخینا و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۵- اثر تنش کم‌آبی بر گیاهان زراعی

۲-۵-۱- سطح برگ و کلروفیل

رشد برگ یکی از پارامترهایی است که به شدت به عوامل محیطی وابسته است. منفی شدن بیشتر پتانسیل آب بافت‌های مریستمی در طول روز غالباً موجب کاهش فشار تورژسانس به حد پایین‌تر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول می‌گردد، بنابراین عموماً گونه‌های گیاهی حداکثر رشد خود را در شب انجام می‌دهند، یعنی در زمانی که پتانسیل منفی سلول کمتر می‌شود. همچنین فرآیند تقسیم و طولی شدن سلول نسبت به خشکی بسیار حساس است. به‌طور کلی، تنش خشکی در طول دوره

¹ Reactive oxygen Specie

رویشی باعث کوچک شدن برگ‌ها می‌شود. همچنین شاخص سطح برگ، دوره رسیدن محصول و میزان جذب نور توسط گیاه کاهش می‌یابد (لویت، ۱۹۸۰). آب کنترل کننده سطح برگ و مورفولوژی آن است. این اندام اغلب مؤثرترین ابزار بر تولید گیاه و نهایتاً بر عملکرد آن به هنگام بروز تنش کم‌آبی می‌باشد. قدرت منبع در تولید مواد فتوسنتزی به مساحت برگ و میزان فتوسنتز در واحد سطح بستگی دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). در اثر تنش کم‌آبی سطح برگ کاهش می‌یابد. این کاهش یا در اثر کاهش اندازه برگ و یا در نتیجه کاهش تعداد برگ در اثر کاهش مقدار فتوسنتز رخ می‌دهد. اندازه برگ بستگی به تعداد سلول‌ها (تقسیم سلولی) و اندازه‌ی سلول‌های برگ دارد. مراحل اولیه تشکیل بخش هوایی و برگ‌ها تحت کنترل تقسیم سلولی است و نسبتاً غیر حساس به خشکی و شوری می‌باشد، ولی گسترش سطح برگ به خشکی و شوری حساس است (عباسی، ۱۳۸۶). میزان رشد سطح برگ در پاسخ به تنش کمبود آب کاهش می‌یابد تا از این طریق اثر تنش تعدیل شود. همچنین کمبود آب ضمن کاهش سطح برگ، پیری برگ را تسریع می‌کند و بدین صورت میزان تولید خیلی بیشتر از آنچه که ناشی از کمبود آب است، تقلیل می‌یابد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۴). دانشیان و جنوبی (۱۳۸۱) گزارش کردند که تنش خشکی میزان کلروفیل برگ را کاهش می‌دهد و کاهش کلروفیل در شرایط تنش رطوبتی یک عامل محدود کننده‌ی غیر روزنه‌ای است. ایشان اظهار داشتند که در شرایط تنش خشکی آنزیم‌های کلروفیل‌لاز و پراکسیداز عوامل مؤثر در کاهش کلروفیل هستند. کافی و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند که اعمال تنش خشکی روی گیاه گندم غلظت کلروفیل a را به‌طور متوسط در حدود ۳۵ درصد و کلروفیل b را ۳۸ درصد کاهش داد.

۲-۵-۲- فتوسنتز و تنفس

تنش آب از موانع مهم محیطی در برابر فتوسنتز است. بسیاری از مطالعات در رابطه با تنش خشکی کاهش در میزان فتوسنتز را نشان می‌دهد. کاهش فتوسنتز در این شرایط در ارتباط با مختل شدن فرآیندهای بیوشیمیایی مسیرهای فتوسنتزی است. فتوسیستم ۲ فتوسنتزی حساس‌ترین بخش به تنش است و کمپلکس دریافت کننده اکسیژن و مرکز واکنش در این سیستم بیشترین خسارت را

از خشکی می‌بیند (گیاردی و همکاران، ۱۹۹۶). تأثیر کاهش آماس روی تنفس عموماً عکس تأثیر آن بر فتوسنتز می‌باشد، شدت تنفس در ابتدای کاهش آب افزایش، ولی با تشدید کمبود آب کاهش می‌یابد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۶).

۲-۵-۳- آسیب‌های اکسیداتیو

خشکی یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که منجر به تولید فرآورده‌های زیان‌آوری می‌شود که سبب به هم خوردن تعادل تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن شامل رادیکال سوپراکسید (O_2^-)، پراکسید هیدروژن (H_2O_2)، رادیکال هیدروکسیل (HO)، رادیکال آلکاکسیل (RO)، رادیکال پروکسیل (ROO)، هیدروپراکسیل‌های آلی ($ROOH$)، اکسیژن منفرد (O_2) و رادیکال پرهیدروکسیل (O_2^-) می‌شود (ارورا و همکاران، ۲۰۰۲).

گونه‌های فعال اکسیژن به‌طور بالقوه دارای پتانسیلی هستند که با بسیاری از ترکیبات سلولی واکنش داده و سبب خسارت به غشاء و سایر ماکرومولکول‌های ضروری از قبیل رنگدانه‌های فتوسنتزی، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و لیپیدها می‌شود (بلوخینا و همکاران، ۲۰۰۲). صدمات اکسیداتیو از عوامل مهم محدودکننده رشد و تولیدات گیاهی هستند که در اثر عدم وجود شرایط مناسب محیطی ایجاد می‌شود (مانو، ۲۰۰۲). پراکسیداسیون چربی‌های غشاء می‌تواند در اثر گونه‌های اکسیژن فعال به‌وجود آید و در نتیجه سبب کاهش نفوذپذیری انتخابی غشاء سلولی شود (دل ریو و همکاران، ۱۹۹۱). در سلول‌های گیاهی کلروپلاست‌ها، میتوکندری‌ها و پراکسی‌زوم‌ها مکان‌های مهم تولید گونه‌های اکسیژن فعال هستند (آسادا، ۱۹۹۹).

زمانی که تنش اکسیداتیو ایجاد می‌شود، رادیکال‌های آزاد، سبب تخریب پروتئین‌ها و آزادسازی اسیدهای آمینه مختلف می‌شوند و از اتصال دو اسید آمینه تیروزین از محل اکسیژن‌هایشان یک پپتید به‌نام دی تیروزین ایجاد می‌گردد که این ماده نشانه‌ای از حمله رادیکال‌های آزاد در هنگام تنش

خشکی به پروتئین‌ها و تخریب آنها می‌باشد (پوراسماعیل و همکاران، ۱۳۸۵؛ قربانی قوژدی و لادن مقدم، ۱۳۸۴).

۲-۵-۴- مقدار آب نسبی برگ

کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش خشکی، دارای همبستگی مثبت و بالایی با محتوایی رطوبتی خاک می‌باشد (نوتیال و همکاران، ۲۰۰۲). از عوامل دخیل در کاهش محتوای نسبی آب، تقلیل رشد و فعالیت ریشه و افزایش میزان تبخیر و تعرق جامعه گیاهی شناخته شده‌اند (تارومینگ کنگ و کوتو، ۲۰۰۳). محتوای آب نسبی برگ برای تعیین وضعیت آبی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد و منعکس کننده فعالیت‌های متابولیکی در بافت گیاه است (انجوم و همکاران، ۲۰۱۱). در صورتی که مقدار آب نسبی برگ برابر ۷۰ تا ۱۰۰ درصد باشد، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز روی می‌دهد که این حالت قابل برگشت است. زمانی که برابر ۳۵ تا ۷۰ درصد باشد، موجب بازدارندگی نوری، کاهش کربوکسیلاسیون، چرخه کالوین و تنفس نوری می‌شود. در محتوای آب نسبی کمتر از ۳۰ درصد به غشای کلروپلاست صدمه وارد می‌شود که این خسارت غیر قابل برگشت است (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۱). محتوای نسبی آب می‌تواند توانمندی گیاه را در تحمل به تنش خشکی نشان دهد (وزان و همکاران، ۱۳۸۲).

۲-۵-۵- روغن دانه

تنش کم‌آبی همانند دمای بالا، درصد روغن دانه را کاهش می‌دهد. بر اثر تنش کم‌آبی، مقدار فتوسنتز خالص به دلیل کاهش ورود CO_2 به واسطه‌ی بسته شدن روزنه‌ها و تأثیر مستقیم خشکی بر سیستم فتوسنتزی، کاهش می‌یابد و در این شرایط، از میزان هیدرات‌های کربن (قندها) کاسته می‌شود. از طرفی، به دلیل تسریع در رسیدگی گیاه در شرایط تنش کم‌آبی، فرصت کافی جهت سنتز پروتئین‌ها و قندهای ذخیره شده دانه وجود نخواهد داشت. در این شرایط درصد روغن دانه کاهش خواهد یافت (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹). تنش خشکی سبب کاهش درصد روغن در گیاه کرچک شد

(عامری، ۱۳۹۲). گزارش شده است در کنگد درصد روغن به دست آمده از گیاهانی که با فواصل ۲۵ روز آبیاری شدند (تنش) ۱۹/۵۳ درصد کمتر از گیاهانی بود که هر ۱۵ روز (عدم تنش) آبیاری شدند (انصار، ۱۳۹۱).

۲-۵-۶- پروتئین دانه

تنش خشکی در طول دوره رسیدگی موجب افزایش پروتئین دانه می‌شود. اما اغلب مطالعات نشان داده است که رابطه معکوسی بین قابلیت دسترسی رطوبت در طول دوره رسیدگی و مقدار پروتئین در گندم وجود دارد که در ذرت نیز چنین رابطه‌ای گزارش شده است (کوچکی و سلطانی، ۱۳۷۷). مدهان و همکاران (۲۰۰۰) مشاهده نمودند که مقدار پروتئین دانه در اثر تنش افزایش می‌یابد. زیرا در شرایط تنش خشکی مدت زمان ذخیره نشاسته در دانه کاهش می‌یابد. که دلیل آن افزایش شدت تنفس و کاهش جذب مواد است. در نتیجه پروتئین افزایش می‌یابد (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹). در آزمایش رامبرگ و همکاران (۲۰۰۲) در یک دوره ۵ ساله اثرات تنش خشکی بر عملکرد، وزن دانه، میزان روغن و پروتئین دانه سویا بررسی شد. نتایج نشان داد که اگر تنش خشکی در طول دوره پر شدن غلاف اتفاق افتد، میزان پروتئین دانه بالا است ولی مقدار روغن در بذر تولید شده سویا ناچیز خواهد بود.

۲-۶- محلول پاشی مواد غذایی از طریق سطح برگ

ریشه‌ها اندام اولیه برای جذب عناصر هستند که این نقش را به عهده دارند. ولی عواملی وجود دارند که دسترسی عناصر غذایی را در خاک محدود می‌کند، و به این دلیل استفاده مورد انتظار از کودها را کاهش می‌دهد. تحت این شرایط، می‌توان عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را به وسیله استعمال برگی فراهم کرد (آلتیندیسلی و همکاران، ۱۹۹۸). کوددهی برگی یا محلول پاشی در واقع اسپری کردن عناصر غذایی بر برگ‌ها و ساقه‌های گیاه و جذب آن‌ها از این مکان‌هاست (کوپر، ۲۰۰۳). کاربرد برگی می‌تواند دسترسی گیاهان به عناصر غذایی را برای به دست آمدن عملکرد تضمین کند. از

دید اکولوژیکی، کوددهی برگی قابل قبول تر است چون مقادیر کم تر عناصر غذایی برای مصرف سریع به وسیله گیاه، فراهم می شود (استمپر و همکاران، ۱۹۹۸). مزایای محلول پاشی برگی نیز شامل جذب پایین عناصر در خاک، کاهش فعالیت ریشه در طول مرحله زایشی و میوه دهی و غنی سازی محصولات کشاورزی و دامی می باشد (ارنا و همکاران، ۲۰۰۷ و برنال و همکاران، ۲۰۰۷).

۲-۷- اسیدهای آمینه

اسید آمینه ها مولکول های حاوی گروه آمینی، گروه اسید کربوکسیلیک و زنجیره ای کناری می باشند که این زنجیره ها در اسید آمینه های مختلف متفاوت است، این مولکول ها حاوی عناصر کلیدی هیدروژن، اکسیژن، کربن و نیتروژن هستند و از نظر بیوشیمی دارای اهمیت ویژه ای می باشند که به عنوان محرک های زیستی با اثرات مثبت شناخته شده روی رشد و عملکرد گیاه مطرح بوده و سبب بهبود و التیام آسیب های ناشی از تنش های زنده و غیر زنده می شوند (کوالزیک، ۲۰۰۸).

در زمانی که گیاه با تنش خشکی مواجه می شود نقش اسیدهای آمینه در میزان تحمل گیاه به تنش از اهمیت بالایی برخوردار است، تجمع پرولین در سلول رابطه مستقیم و مثبت برای القای تحمل در برابر تنش کمبود آب دارد و در شرایط تنش ارقام متحمل میزان پرولین بیشتری را در سلول برای مقاومت به شرایط تنش تولید می کنند (ساماتو، ۲۰۰۲). همچنین نقش آسپارتیک اسید، گلوتامیک اسید، والین و پرولین شرکت در فعالیت تنظیم اسمزی است (همیلتون، ۲۰۰۱).

اسیدهای آمینه با تأثیر بر افزایش مقاومت به تنش های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه تأثیر بر فتوسنتز، بر رشد و عملکرد گیاهان مؤثر واقع می شوند. به کار بردن اسیدهای آمینه به صورت محلول پاشی بستگی به نیاز گیاه در مراحل اصلی و حساس رشد دارد.

گیاهان اسیدهای آمینه را از طریق روزنه جذب می کنند. جذب اسیدهای آمینه در گیاهان به دمای محیط وابسته است. در فرآیند پروتئین سازی حدود ۲۰ اسید آمینه مهم شرکت دارند که هر کدام

وظیفه‌ی خاصی دارند. محلول‌پاشی اسیدآمینه روی گیاه موجب فراهم شدن شرایط بهتر برای سنتز پروتئین می‌شود (استیجن و همکاران، ۲۰۰۷).

مطالعات نشان داده است که اسیدهای آمینه به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاه مؤثر واقع می‌شوند (فاتن و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از سازوکارهای کارآمدی که گیاه به هنگام مواجهه با خشکی برای حفظ آماس سلولی به کار می‌گیرد، تنظیم اسمزی است (پاگتر و همکاری، ۲۰۰۵). طی این پدیده فیزیولوژیک، پتانسیل اسمزی بافت‌های تحت تنش در اثر انباشت برخی مواد اسمزی در سلول‌ها کاهش می‌یابد و بنابراین فشار آماس سلول‌ها در حد مطلوب نگهداری می‌شود. مواد اسمزی به‌طور عمده شامل برخی از عناصر نظم پتاسیم، سدیم و کلسیم و برخی متابولیت‌ها نظیر قندها، مونوساکاریدها، اسیدهای آمینه و اسیدهای آلی می‌باشند (قربانلی و نیاکان، ۱۳۸۴). در این بین نقش اسیدهای آمینه به‌ویژه پرولین حائز اهمیت است (مانیوانیان و همکاران، ۲۰۰۷).

از جمله مهمترین مزایای اسیدهای آمینه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۲-۷-۱- مقاومت به تنش

تنش‌ها از قبیل دمای بالا، رطوبت کم، آفات، یخ‌زدگی، سرما و ... اثر منفی روی متابولیسم گیاهی دارند و موجب کاهش کمیت و کیفیت محصولات گیاهی می‌شوند. به‌کار بردن اسیدهای آمینه مفید قبل، در طول و بعد از تنش موجب کاهش اثر تنش می‌شوند (اشرف و فولاد، ۲۰۱۱).

۲-۷-۲- تأثیر روی فتوسنتز

گیاهان کربوهیدرات‌ها را از طریق فرآیند فتوسنتز تولید می‌کنند. کاهش فتوسنتز و در مقابل افزایش تنفس سبب گرسنگی در گیاه می‌شود، در نتیجه گیاه به سمت مرگ پیش می‌رود. کلروفیل‌ها

مسئول جذب نور خورشید هستند. گلاسیسین و اسید گلوتامیک موجب افزایش میزان کلروفیل و میزان جذب نور در گیاه می‌شوند (تونی و نوریو، ۲۰۱۲).

۲-۷-۳- تأثیر روی فعالیت روزنه‌ها

روزنه‌ها ساختارهای سلولی هستند که تعادل آبی را در داخل گیاه حفظ می‌کنند. باز بودن روزنه‌ها توسط عوامل بیرونی (نور، رطوبت و دما) و درونی (تجمع اسیدهای آمینه و اسید آبسزیک) کنترل می‌شوند. اسیدهای آمینه (به‌ویژه اسید گلوتامیک) سبب باز شدن روزنه و ورود بیشتر CO_2 و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز می‌شود (برین و پیتر، ۲۰۰۷).

۲-۷-۴- اثر کلاتی

اسیدهای آمینه اثر کلاتی روی مغذی‌ها دارند و وقتی با همدیگر به‌کار برده می‌شوند موجب افزایش جذب آن‌ها می‌شوند. گلاسیسین و اسید گلوتامیک دو اسید آمینه شناخته شده و مفید در کلات هستند (اشرف و فولاد، ۲۰۱۱).

۲-۷-۵- اسید آمینه و فیتوهورمون‌ها

اسیدهای آمینه محرک و فعال کننده‌ی فیتوهورمون‌ها و مواد مؤثر در رشد هستند (فرانسیسکو و همکاران، ۲۰۱۰). متیونین موجب سنتز اتیلن می‌شوند. تریپتوفان سبب سنتز اکسین و آرژنین سنتز هورمون‌های وابسته به تولید دانه و میوه را تحریک می‌کند (فاتن و همکاران، ۲۰۱۰).

۲-۸- تأثیر پتاسیم در تنش‌های غیرزنده

پتاسیم جزء عناصر پرمصرف مورد نیاز گیاه است. که در گیاه بیش تر نقش کاتالیزور دارد و کمبود آن، مقاومت گیاه را در برابر آفات و بیماری‌ها کاهش می‌دهد. وجود پتاسیم در نگهداری آب بافت‌های گیاهی اهمیت خاصی دارد (ملکوتی، ۲۰۰۰). در مورد تجمع آن در هنگام تنش اسمزی، نتایج زیادی

گزارش شده است (شابالا و همکاران، ۲۰۰۰؛ کیدامبی و همکاران، ۱۹۹۰۹). این کاتیون در تنظیم فشار اسمزی و کنترل روزنه‌ای نقش ایفا می‌کند (حمیدی و صفرنژاد، ۱۳۸۲).

کودهای پتاسیمی به‌ویژه سولفات پتاسیم نقش مهمتری از طریق تنظیم روزنه‌ها و تعادل یونی در درون سیستم گیاهی در کاهش تنش‌های کم‌آبی ایفا می‌کند. بنابراین مصرف کودها بایستی متعادل و بهینه باشد و به مصرف کودهای پتاسیمی توجهی ویژه مبذول گردد (مولودی، ۲۰۰۵). گیاهان با ذخیره مطلوب پتاسیم، آب کمتری از دست می‌دهند، چون پتاسیم پتانسیل اسمزی را افزایش می‌دهد و نقش مثبتی در بستن روزنه‌ها دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۹۵).

بین توانایی گونه‌های گیاهی برای حفظ سطح پتاسیم و تحمل آن‌ها به غلظت‌های بالای شوری، ارتباط مثبتی گزارش گردیده است و بر این اساس، بی‌نظمی‌های تغذیه‌ای ناشی از افزایش شوری را می‌توان با افزایش کود پتاسیم جبران کرد (ویمبرگ و همکاران، ۱۹۸۲). پتاسیم یک عنصر سیتوپلاسمی ضروریست و به علت نقش آن در تنظیم اسمزی و نیز اثر رقابتی آن با سدیم یک عنصر مهم در شرایط شوری در نظر گرفته می‌شود، به‌همین دلیل تصور می‌شود که غلظت اندک سدیم و به عبارت بهتر نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگ‌ها رابطه نزدیک با مقاومت به شوری دارد (مونس و سچاچتمن، ۱۹۹۳).

یکی از وظایف پتاسیم نقش حمایتی آن در جلوگیری از تخریب سلول در برابر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است. کلروپلاست‌ها در تولید و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن در تنش‌های محیطی از جمله

خشکی، یخ زدگی، کمبود عناصر غذایی و شوری نقش دارند، این گونه‌های فعال اکسیژن به شدت سمی هستند و موجب تخریب غشاهای سلولی، کاهش میزان کلروفیل و کلروزه شدن برگ‌ها می‌شوند. پتاسیم به وسیله افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسید کننده این گونه‌های فعال را خنثی می‌نماید (هو و سچمیدهالتر، ۲۰۰۵).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، واقع در شهر بسطام (کیلومتر ۸ جاده شاهرود آزادشهر) اجرا شد. شهر بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ۵۵ دقیقه طول شمالی واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶ متر است. منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است و میانگین بارندگی سالانه در این منطقه حدوداً ۱۵۴ میلی‌متر است و بارندگی‌ها عمدتاً در فصل پاییز و بهار رخ می‌دهد. حداقل و حداکثر دمای منطقه به ترتیب ۹/۶- و ۴۰ درجه سانتی‌گراد است.

۳-۲- آماده سازی بستر و کاشت

زمین در سال قبل به صورت آیش و سال قبل از آن زیر کشت لوبیا سبز بود. ده روز قبل از کاشت در تاریخ ۶ خرداد ۱۳۹۳ اقدام به آماده‌سازی زمین با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک گردید. بذر آفتاب‌گردان مورد استفاده رقم اصلاح شده هایسان ۳۶ بود.

عملیات کاشت در تاریخ ۱۶ خرداد ماه ۱۳۹۳ با دست انجام شد. عمق کاشت بذر ۳-۵ سانتی‌متر بود. در هر کرت آزمایشی ۴ خط کاشت به طول ۵/۵ متر قرار داشت. فاصله بین خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. دو خط کناری به‌عنوان حاشیه و خطوط وسط برای اندازه‌گیری صفات استفاده گردیدند. در محل کاشت ۳ بذر آفتاب‌گردان قرار داده شد و در مرحله چهار برگی برای فراهم شدن تراکم مورد نظر عملیات تنک صورت گرفت.

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام

شد. عامل اصلی تنش کم‌آبیاری در دو سطح عدم تنش (۸ روز)، و تنش شدید (۱۶ روز) و عوامل فرعی شامل محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه در سه سطح (صفر، ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام) و محلول پاشی پتاسیم در سه سطح (صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی‌مولار) بودند. در مجموع در هر تکرار ۱۸ ترکیب تیماری وجود داشت و تعداد کل کرت‌های آزمایشی ۵۴ کرت بود. نقشه کشت در شکل ۱-۳ ترسیم گردیده است.

تکرار ۱	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂
	a ₃	a ₃	a ₂	a ₁	a ₁	a ₁	a ₃	a ₂	a ₂	a ₂	a ₁	a ₃	a ₁	a ₂	a ₂	a ₁	a ₃
	k ₃	k ₂	k ₃	k ₂	k ₃	k ₁	k ₁	k ₁	k ₂	k ₂	k ₂	k ₃	k ₃	k ₃	k ₁	k ₁	k ₂
تکرار ۲	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂
	a ₁	a ₁	a ₃	a ₂	a ₃	a ₃	a ₂	a ₂	a ₁	a ₃	a ₁	a ₁	a ₃	a ₂	a ₃	a ₂	a ₁
	k ₃	k ₁	k ₃	k ₃	k ₂	k ₁	k ₂	k ₁	k ₂	k ₁	k ₁	k ₂	k ₃	k ₃	k ₂	k ₁	k ₃
تکرار ۳	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₂	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁	s ₁
	a ₃	a ₃	a ₂	a ₂	a ₁	a ₁	a ₁	a ₃	a ₂	a ₃	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂	a ₃	a ₂	a ₃
	k ₂	k ₃	k ₃	k ₁	k ₂	k ₁	k ₃	k ₁	k ₂	k ₃	k ₃	k ₁	k ₂	k ₃	k ₂	k ₂	k ₁

تنش: s₁ (۸ روز)، s₂ (۱۶ روز)

غلظت مخلوط اسیدآمینه (پی‌پی‌ام): a₁ (صفر)، a₂ (۴۰۰)، a₃ (۶۰۰)

غلظت پتاسیم (میلی‌مولار): k₁ (صفر)، k₂ (۱۵)، k₃ (۳۰)

شکل ۱-۳- نقشه کاشت طرح آزمایشی مورد استفاده

جدول ۳-۱- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش

s ₁ a ₁ k ₁	عدم محلول پاشی در شرایط عدم تنش
s ₁ a ₁ k ₂	محلول پاشی با غلظت ۱۵ میلی مولار پتاسیم در شرایط عدم تنش
s ₁ a ₁ k ₃	محلول پاشی با غلظت ۳۰ میلی مولار پتاسیم در شرایط عدم تنش
s ₁ a ₂ k ₁	محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه در شرایط عدم تنش
s ₁ a ₂ k ₂	محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۱۵ میلی مولار پتاسیم در شرایط عدم تنش
s ₁ a ₂ k ₃	محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۳۰ میلی مولار پتاسیم در شرایط عدم تنش
s ₁ a ₃ k ₁	محلول پاشی با غلظت ۶۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه در شرایط عدم تنش
s ₁ a ₃ k ₂	محلول پاشی با غلظت ۶۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۱۵ میلی مولار پتاسیم در شرایط عدم تنش
s ₁ a ₃ k ₃	محلول پاشی با غلظت ۶۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۳۰ میلی مولار پتاسیم در شرایط عدم تنش
s ₂ a ₁ k ₁	عدم محلول پاشی در شرایط تنش
s ₂ a ₁ k ₂	محلول پاشی با غلظت ۱۵ میلی مولار پتاسیم در شرایط تنش
s ₂ a ₁ k ₃	محلول پاشی با غلظت ۳۰ میلی مولار پتاسیم در شرایط تنش
s ₂ a ₂ k ₁	محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه در شرایط تنش
s ₂ a ₂ k ₂	محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۱۵ میلی مولار پتاسیم در شرایط تنش
s ₂ a ₂ k ₃	محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۳۰ میلی مولار پتاسیم در شرایط تنش
s ₂ a ₃ k ₁	محلول پاشی با غلظت ۶۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه در شرایط تنش
s ₂ a ₃ k ₂	محلول پاشی با غلظت ۶۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۱۵ میلی مولار پتاسیم در شرایط تنش
s ₂ a ₃ k ₃	محلول پاشی با غلظت ۶۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۳۰ میلی مولار پتاسیم در شرایط تنش

۳-۴- اعمال تیمارها

پس از استقرار کامل بوته‌ها اقدام به اعمال تیمار تنش کم آبیاری گردید. برای اعمال تیمارهای عدم تنش و تنش به ترتیب دور آبیاری ۸ و ۱۶ روز در نظر گرفته شد. محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه و پتاسیم یکبار طی ۶ تا ۷ برگی (۵۴ روز پس از کاشت) در تاریخ ۱۳۹۳/۵/۶ هنگام عصر و در هوای ملایم انجام شد به طوری که برگ‌های گیاه کاملاً خیس شوند. به منظور جذب بهتر برگی مخلوط اسیدآمینه و پتاسیم، از تریتون X100 با غلظت ۰/۰۱ درصد به عنوان روکشگر استفاده شد.

۳-۵- عملیات داشت

۳-۵-۱- آبیاری

آبیاری به صورت جوی و پشت‌های انجام شد. از هنگام کاشت تا استقرار کامل بوته‌ها آبیاری به طور مرتب هر ۸ روز یکبار انجام شد. مقادیر آب مصرفی تا استقرار کامل گیاه تقریباً برای تمام تیمارها یکسان بود.

۳-۵-۲- مبارزه با علف‌های هرز

آفتاب‌گردان در اوایل دوران رشد گسترش محدودی دارد و توان رقابتی آن با علف‌های هرز کم است. لذا باید در برابر علف‌های هرز به طور کامل حمایت گردد. جهت دفع علف‌های هرز روی خطوط کاشت و بین ردیف‌ها هر دو هفته یکبار وجین دستی انجام گرفت.

۳-۶- برداشت

برداشت جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد در تاریخ ۱۳۹۳/۷/۱۰ مقارن با ۱۰۰ روز پس از کاشت صورت گرفت. در این زمان رنگ برگ‌های کناری و قسمت اعظمی از پشت طبق قهوه‌ای و میانگین رطوبت دانه‌ها حدود ۴۰ درصد بودند.

۳-۷- نمونه برداری جهت صفات زراعی و مورفولوژیک

یک هفته بعد از محلول پاشی اقدام به نمونه گیری و اندازه گیری صفات گردید. نمونه برداری ها به روش تخریبی در طول فصل رشد انجام شد. در کل دوره ۴ نوبت نمونه برداری با فواصل ۱۰ روز صورت گرفت. از هر کرت پس از حذف یک ردیف از گیاهانی که در رقابت شرکت نداشتند (به عنوان حاشیه)، ۴ بوته به عنوان معیار آن کرت برداشت گردید. نمونه برداری نهایی، ۱۱۰ روز پس از کاشت انجام شد که در این نمونه برداری پس از حذف حاشیه، تعداد ۶ بوته از هر کرت به عنوان نمونه آن کرت برداشت گردید. نمونه ها پس از برداشت در پاکت قرار داده شدند و جهت تعیین برخی صفات به آزمایشگاه انتقال داده شد.

۳-۸- اندازه گیری صفات زراعی و مورفولوژیک

۳-۸-۱- ارتفاع، قطر ساقه و قطر طبق

ارتفاع ۶ بوته از هر کرت بر حسب سانتی متر اندازه گیری و پس از میانگین گیری ثبت گردید. قطر ساقه با استفاده از کولیس دیجیتالی روی ۶ بوته اندازه گیری شد. سپس میانگین آن محاسبه گردید. صفت قطر طبق از این جهت مهم است که هر چه قطر طبق بیشتر باشد دانه های بزرگ تری را می تواند در خود جای دهد. در این آزمایش از هر بوته به طور تصادفی قطر ۶ طبق با استفاده از خط کش اندازه گیری شد و در نهایت از میانگین آن ها برای انجام محاسبات استفاده گردید.

۳-۸-۲- وزن خشک برگ، ساقه و طبق

نمونه برداری ها از ۷۰ روز پس از کاشت شروع شد و ۴ نمونه به فاصله ۱۰ روز یکبار برداشت شد. نمونه های منتقل شده به آزمایشگاه به سه بخش برگ، ساقه و طبق تفکیک شدند. به طور مجزا در پاکت قرار داده شدند و به منظور تعیین وزن خشک، به مدت ۹۶ ساعت در دستگاه آون در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از اعمال زمان لازم، پاکت ها به مدت ۲۰ دقیقه در هوای آزمایشگاه

نگهداری شدند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ وزن شدند. مقادیر به دست آمده بر حسب گرم در مترمربع محاسبه گردید.

۳-۸-۳- اندازه‌گیری شاخص سطح برگ

صفت شاخص سطح برگ به منظور بررسی نسبت سطح سبز برای تولید مواد فتوسنتزی در مزرعه اندازه‌گیری می‌شود. جهت اندازه‌گیری سطح برگ بوته‌های نمونه برداری شده پس از جداسازی برگ‌ها از دستگاه سطح‌برگ‌سنج (Area Meter AM 300 (ADC Bioscientific Ltd) ساخت انگلستان استفاده شد. سپس بر حسب مترمربع سطح برگ به مترمربع سطح زمین محاسبه شد.

۳-۹- عملکرد و اجزای عملکرد

اجزای عملکرد در یک گیاه زراعی مؤلفه‌های میزان تولید نهایی می‌باشند و در هر گیاه زراعی دارای اجزای خاص خود است. اجزای عملکرد در گیاه آفتاب‌گردان شامل تعداد طبق در مترمربع، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه می‌باشند. عملکرد و اجزای آن توسط تعداد ۶ بوته برداشت شده از هر کرت تعیین گردید. به این صورت که طبق هر بوته جدا شد. و سپس دانه‌های موجود در هر طبق جداسازی شد. بعد از شمارش تعداد دانه‌ها، و در نهایت عملکرد بر حسب تن در هکتار محاسبه گردید.

۳-۱۰- صفات فیزیولوژیک

۳-۱۰-۱- محتوای آب نسبی برگ

به منظور تعیین مقدار نسبی آب برگ از هر کرت ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته برگی جوان و کاملاً رشد یافته قطع گردید و در یک پوشش پلاستیکی داخل یخدان به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ وزن شد (وزن تر) و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد (کرامر، ۱۹۸۳). بعد از این مدت برگ‌ها از آب مقطر خارج شدند و بعد از اینکه آب روی آن‌ها خشک شد. دوباره وزن شدند (وزن

اشباع). پس از آن به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن شدند (وزن خشک). محاسبه مقدار آب نسبی با استفاده از رابطه ۱-۳ صورت گرفت.

$$\text{رابطه (۱-۳)} \quad 100 \times \{(\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}) / (\text{وزن خشک} - \text{وزن تر})\} = \text{مقدار آب نسبی}$$

۳-۱۰-۲- کلروفیل (عدد اسپد)

اندازه‌گیری کلروفیل برگ در ۸۵ روز پس از کاشت صورت گرفت. برای این منظور در هر کرت از ۳ بوته به عنوان معیار کرت استفاده شد. در هر اندازه‌گیری تعداد پنج برگ (بالا، وسط و پائین کانوبی) از هر بوته انتخاب شد و کلروفیل آن توسط دستگاه SPAD502 تعیین و میانگین آن‌ها محاسبه گردید.

۳-۱۰-۳- کاروتنوئید a، b و کاروتنوئید

به منظور اندازه‌گیری کلروفیل برگ، در ۸۳ روز پس از کاشت به‌طور تصادفی از چند گیاه در هر کرت، از برگ‌های همسن نمونه برداری انجام شد. به این صورت که برگ‌های همسن در قسمت یک سوم بالا، وسط و پایین در هر کرت نمونه برداری شدند.

میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید با استفاده از روش آرنون (۱۹۶۷) تعیین گردید. ۰/۱ گرم از بافت تازه برگ در هاون حاوی ۷ میلی‌لیتر محلول استون ۸۰٪ ساییده شد. و در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. میزان جذب عصاره حاصل در طول موج-های ۶۶۳، ۶۴۷ و ۴۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل jenway 6350 قرائت شد. سپس با استفاده از روابط موجود میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید محاسبه گردید.

$$\text{رابطه (۲-۳)} \quad \text{Chl a} = (12.19 A665) - (3.45 A645)$$

$$\text{رابطه (۳-۳)} \quad \text{Chl b} = (2199 A645 - 5.32 A665)$$

Chl t= Chl a + Chl b رابطه (۴-۳)

Carotenoid = (100 A470 - 2.14 Chl a - 70.16 Chl b) / 220 رابطه (۵-۳)

۳-۱۱- صفت کیفی

۳-۱۱-۱- پتاسیم

به منظور اندازه‌گیری میزان پتاسیم به‌روش چاپمن و پرات (۱۹۸۲)، نمونه‌های خشک شده گیاهی با استفاده از آسیاب پودر گردیدند و سپس به مقدار یک گرم از بافت خشک داخل بوته چینی ریخته و در داخل کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد. به هر کدام از نمونه‌ها ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه گردید و پس از قرار گرفتن در حمام بخار به مدت ۲۰ دقیقه و صاف شدن توسط کاغذ صافی، به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شدند و سپس نمونه‌ها با دستگاه فلیم فتومتر قرائت شد و با استفاده از منحنی استاندارد به غلظت تبدیل شدند.

۳-۱۱-۲- درصد و عملکرد روغن

روغن موجود در بذر آفتاب‌گردان با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین گردید. برای این منظور نمونه‌ها از قبل به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس پودر شدند. مقدار ۳ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده و داخل اکسترکتور دستگاه قرار داده شد. بالن‌ها به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک شدند. سپس به دسیکاتور منتقل و پس از هم دما شدن با محیط توزین شدند و روی صفحه گرم کننده دستگاه قرار گرفتند. داخل بالن‌ها با مقدار مشخصی پترولیوم اتر به‌عنوان حلال آلی پر شد. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد روی اکسترکتور قرار داده شد. دستگاه با کلید اصلی روشن و دما برای همه نمونه‌ها روی ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج ۸ ساعت به‌طول انجامید. پس از این مدت، دستگاه خاموش و حلال جمع شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه خارج گردید. بالن‌ها به زیر هود منتقل شدند تا باقی مانده اتر از بین برود. آن‌ها را به داخل آون

منتقل کرده و به مدت ۱ ساعت با دمای ۷۰ و سپس به مدت ۱/۵ ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سانتی-گراد حرارت داده شدند. بالن‌ها به دیسکاتور منتقل و بعد از سرد شدن توزین گردیدند. برای محاسبه درصد روغن موجود در نمونه‌ها از رابطه ۳-۶ استفاده گردید.

رابطه (۳-۶) $100 * (\text{وزن ثانویه بالن} - \text{وزن اولیه بالن}) = \text{درصد روغن موجود در نمونه}$

برای محاسبه عملکرد روغن دانه از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه استفاده گردید.

۳-۱۱-۳- سنجش درصد پروتئین دانه

اندازه‌گیری پروتئین دانه پس از برداشت به روش کجدال تعیین گردید. برای مرحله هضم کجدال از اجاق هضم کننده 2040 Digester از شرکت Foss tecator و برای مراحل تقطیر و تیتراسیون از دستگاه تمام خودکار 2300 Kjeltac Analysis Unit از همان شرکت استفاده گردید. برای انجام عمل هضم مقدار ۱ گرم از نمونه بذر پودر شده را درون فلاسک‌های شیشه‌ای مخصوص کجدال ریخته و یک عدد قرص کاتالیزور شامل ۱/۵ گرم سولفات پتاسیم و ۰/۱۵ گرم سولفات مس به هر فلاسک اضافه گردید. سپس به هر فلاسک ۱۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد افزوده شد و فلاسک‌ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. دمای اجاق به آرامی و هر بار ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت تا به دمای ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد رسید. این شیوه برای جلوگیری از جوشش و کف کردن مواد درون فلاسک‌ها بسیار مؤثر بود. پایان عمل هضم پس از ۲ تا ۲/۵ ساعت و با تبدیل محلول سیاه‌رنگ درون فلاسک‌ها به محلولی نسبتاً زلال به رنگ سبز بسیار کم‌رنگ مشخص می‌شد. مقدار نیتروژن نمونه‌ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کجدال سنجیده شد. دستگاه دارای ۳ مخزن آب مقطر، سود سوزآور ۴۰ درصد و محلول دریافت کننده بود. محلول دریافت کننده از ترکیب ۱۰۰ میلی‌لیتر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل)، ۷۰ میلی‌لیتر متیل قرمز (۰/۱ میلی‌گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل) و ۱۰ لیتر اسید بوریک ۱ درصد تشکیل شده بود.

پس از قرارگیری فلاسک‌ها در دستگاه به ترتیب ۲ میلی‌لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی‌لیتر سود سوزآور ۴۰ درصد به نمونه‌ها اضافه شده و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. طی مرحله تقطیر نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک متصاعد شده و رنگ محلول حاوی نمونه به قهوه‌ای سوخته تبدیل می‌گردد. گاز آمونیاک حاصل به ظرفی حاوی محلول دریافت کننده منتقل شده و به همراه اسیدبوریک، بورات آمونیوم را تشکیل می‌دهد که معرف‌های موجود در محلول دریافت کننده آن را به صورت رنگ سبز نمایان می‌سازد.

عمل تیتراسیون نیز توسط دستگاه صورت گرفت. طی این عمل بورات آمونیوم حاصل در محلول دریافت کننده توسط مقدار کافی از محلول تیتریزول اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیتراژ شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس مقدار اسید کلریدریک مصرف شده در تیتراسیون توسط دستگاه مشخص گردید.

از رابطه ۳-۷ به منظور تبدیل مقدار اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرف شده در تیتراسیون به نیتروژن نمونه استفاده شد.

$$\text{رابطه (۳-۷)} \quad \text{وزن نمونه (گرم)} / (A \times 0.14) = \text{درصد نیتروژن نمونه}$$

در این رابطه A حجم اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرفی بر حسب میلی‌لیتر می‌باشد. برای تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از رابطه ۳-۸ استفاده گردید.

$$\text{رابطه (۳-۸)} \quad \text{ضریب تبدیل نیتروژن} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین نمونه}$$

ضریب تبدیل پروتئین برای آفتاب‌گردان ۵/۳۶ در نظر گرفته شد

۳-۱۲- تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده به کمک نرم افزار SAS و MSTATC انجام شد و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. از نرم افزار EXCEL نیز برای ترسیم شکل‌ها استفاده گردید.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- شاخص سطح برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که شاخص سطح برگ تنها تحت تأثیر تنش با احتمال ۵ درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۱). شاخص سطح برگ در شرایط عدم تنش ۳/۱۴ بود که با دو برابر شدن فاصله آبیاری و بروز تنش در گیاه به حدود ۲/۲۲ رسید بنابراین تنش کم آبیاری موجب کاهش ۲۹/۳ درصدی در شاخص سطح برگ شد (شکل ۴-۱).

گزارش شده است که میزان رشد سطح برگ در پاسخ به تنش کمبود آب کاهش می‌یابد تا از این طریق اثر تنش تعدیل شود (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۱). تنش آب سطح برگ، فتوسنتز و مصرف مواد فتوسنتزی را در برگ‌ها کاهش می‌دهد، زیرا انتقال شیره پرورده از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشاری است. اگر در طی تنش پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش یابد، کاهش در پتانسیل آماس نیز از انتقال مواد فتوسنتزی جلوگیری می‌کند (امام و زواره‌ای، ۱۳۸۴).

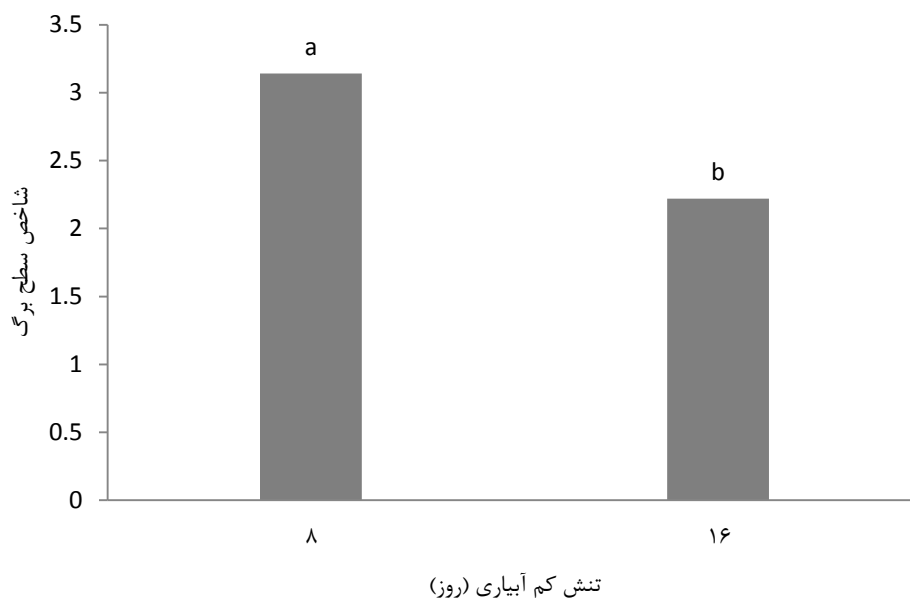
کمبود آب در اوایل دوره رشد، سبب کاهش سطح برگ شده و به دلیل وجود همبستگی شدید بین سطح برگ و عملکرد، محصول دانه کاهش خواهد یافت (آلیاری، ۲۰۰۰). ولدآبادی و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی اثر تنش کم آبیاری بر خواص کمی و کیفی ذرت، سورگوم و ارزن دریافتند که شاخص سطح برگ، سرعت رشد مطلق، عملکرد دانه، درصد پروتئین و نشاسته به شدت تحت تأثیر تنش قرار گرفتند.

۴-۲- ماده خشک

۴-۲-۱- وزن خشک برگ

یکی از مطمئن‌ترین روش‌های ارزیابی میزان رشد گیاه اندازه‌گیری وزن خشک می‌باشد. بنابراین گیاهانی که از وزن خشک کمتری برخوردارند، توانایی کمتری برای استفاده محیطی داشته و یا

شرایط نامناسب محیطی سبب کاهش فرآیندهای فیزیولوژیک دخیل در فرآیند اسیمیلاسیون گردیده است (خواجه پور، ۱۳۸۹).



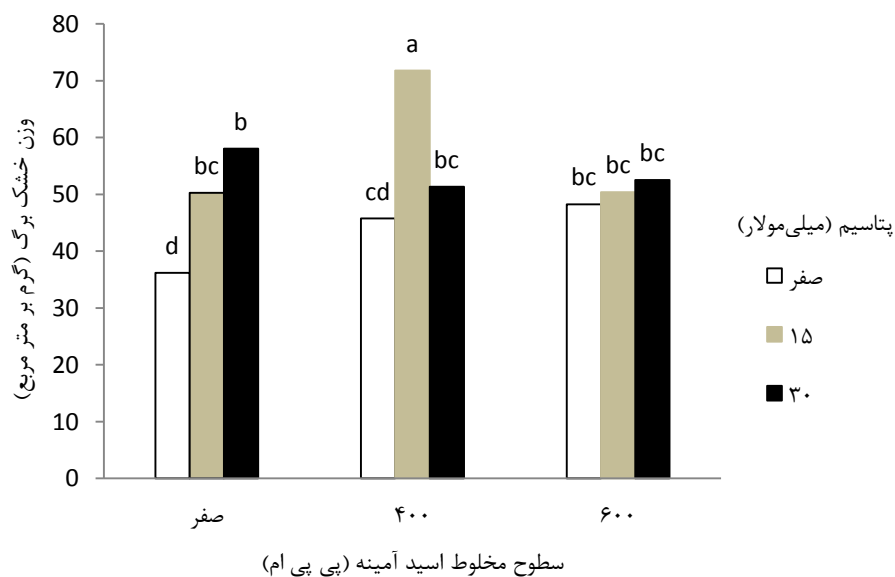
شکل ۴-۱- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر تنش کم آبیاری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ تأثیرگذاری اسیدآمینه ($p < 0/05$)، پتاسیم و اثر متقابل آنها ($p < 0/01$) بر وزن خشک برگ وجود داشت (جدول پیوست ۱).

بیشترین وزن خشک برگ مربوط به ترکیب تیماری محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمینه با غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام و پتاسیم ۱۵ میلی‌مولار به میزان ۷۱/۷۷ گرم بر مترمربع بود که در گروه آماری برتر قرار گرفت. مقادیر پایینی از وزن خشک برگ در شاهد (عدم محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمینه و پتاسیم) به میزان ۳۶/۱۷ گرم بر مترمربع مشاهده گردید. که البته اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمینه با غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام و عدم محلول‌پاشی پتاسیم نداشت. سایر ترکیبات تیماری مورد مطالعه اعم از محلول‌پاشی پتاسیم و اسیدآمینه به تنهایی و توأم با هم به‌طور معنی‌داری این صفت را

نسبت به شاهد بهبود بخشیدند البته اختلاف معنی‌داری درون این تیمارها مشاهده نگردید (شکل ۴-۲).

در آزمایش داوودی فرد و همکاران (۱۳۸۹) محلول‌پاشی اسید آمینه در شرایط عدم تنش نسبت به شرایط تنش بیشترین وزن خشک برگ را به همراه داشت. همچنین محلول‌پاشی اسید آمینه با دز ۳ لیتر در هکتار با میانگین ۱۵/۱۱ گرم بر مترمربع بیشترین وزن خشک برگ را در گیاه دارویی همیشه بهار داشت و عدم محلول‌پاشی اسید آمینه (شاهد) با ۱۴/۱۴ گرم بر مترمربع کمترین وزن خشک برگ را داشت (ناطق و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۴-۲- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول‌پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

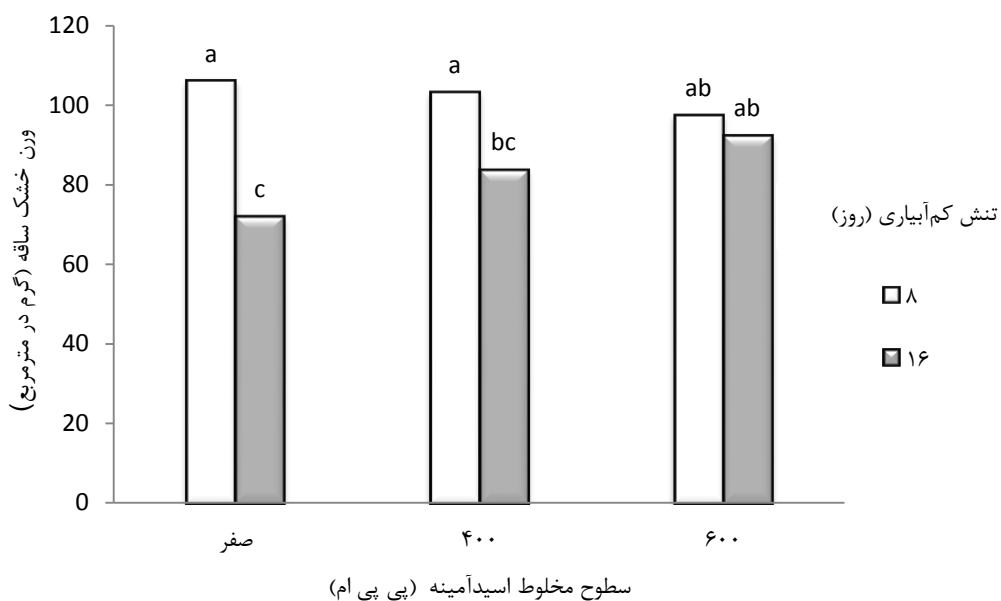
۴-۲-۲- وزن خشک ساقه

تجمع ماده خشک در ساقه از تنش کم‌آبی و اثر متقابل آن با اسید آمینه در سطح احتمال ۵ درصد و پتاسیم و اثر متقابل آن با اسید آمینه در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر پذیرفت (جدول پیوست ۱).

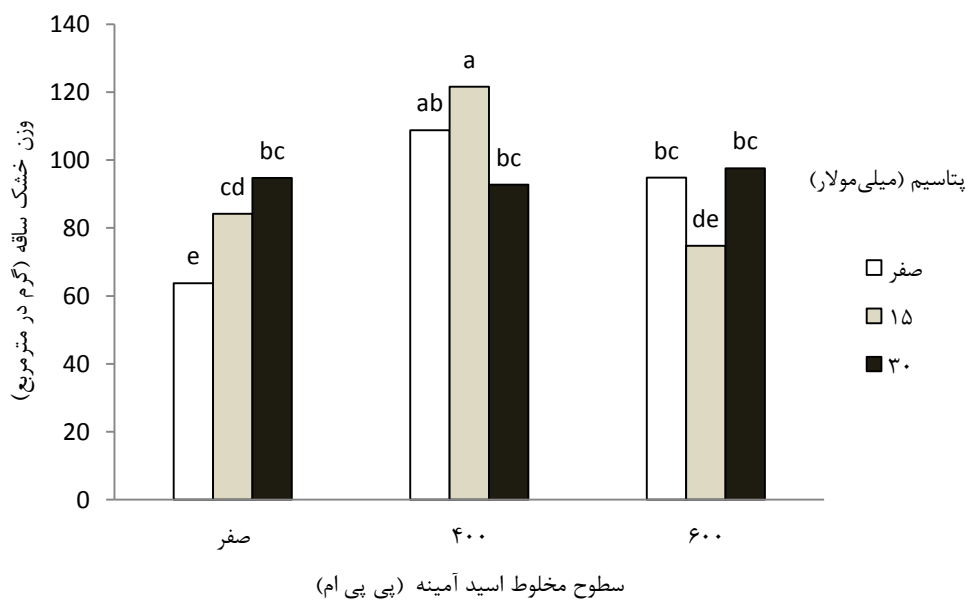
در شرایط عدم تنش (۸ روز)، بالاترین مقادیر ماده خشک ساقه ثبت گردید. محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه در این شرایط هیچ تأثیری در میزان ماده خشک ساقه نداشت. حتی افزایش غلظت اسیدآمینه موجب کاهش جزئی و غیرمعنی دار در این صفت گردید. در حالی که با دو برابر شدن دور آبیاری و تشدید تنش (۱۶ روز) تأثیر مثبت محلول پاشی اسیدآمینه در جبران وزن خشک ساقه آشکار گردید. به طوری که در این شرایط وزن خشک ساقه در اثر محلول پاشی با غلظت‌های ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام مخلوط اسیدآمینه به ترتیب ۱۶/۲۴ و ۲۸ درصد افزایش یافت (شکل ۴-۳).

همچنین مقایسه میانگین برهمکنش سطوح محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه و پتاسیم نشان داد، مشابه نتیجه به دست آمده برای وزن خشک برگ، کاربرد توام ۱۵ میلی‌مولار پتاسیم و ۴۰۰ پی‌پی‌ام مخلوط اسیدآمینه بیشترین وزن خشک ساقه را داشت، گرچه با کاربرد ترکیبی ۱۵ میلی‌مولار پتاسیم و عدم محلول پاشی اسیدآمینه در یک گروه آماری قرار داشتند.

مقادیر پایینی از وزن خشک ساقه نیز در گیاهان شاهد (عدم محلول پاشی پتاسیم و مخلوط اسید آمینه) ثبت گردید (شکل ۴-۴). به‌طور کلی به جزء ترکیب تیماری ۳۰ میلی‌مولار پتاسیم و ۴۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینه که اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت، سایر ترکیبات تیماری میزان تجمع ماده خشک در ساقه را بین ۳۲/۰۲ تا ۹۰/۷۷ درصد افزایش دادند. بهبود وزن خشک ساقه به مفهوم افزایش ذخیره سازی مواد فتوسنتزی مازاد در ساقه است که علاوه بر تأثیر مثبت بر استحکام ساقه و استقرار مناسب‌تر گیاه، موجب حمایت از پر شدن دانه‌ها از طریق انتقال مجدد خواهد شد. گشنیزجانی و خوشخوی (۱۳۹۰) گزارش کردند که محلول پاشی آمیخته‌ای از اسیدآمینه روی گیاه گل زربرا سبب افزایش معنی دار وزن خشک ساقه شد.



شکل ۳-۴- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه



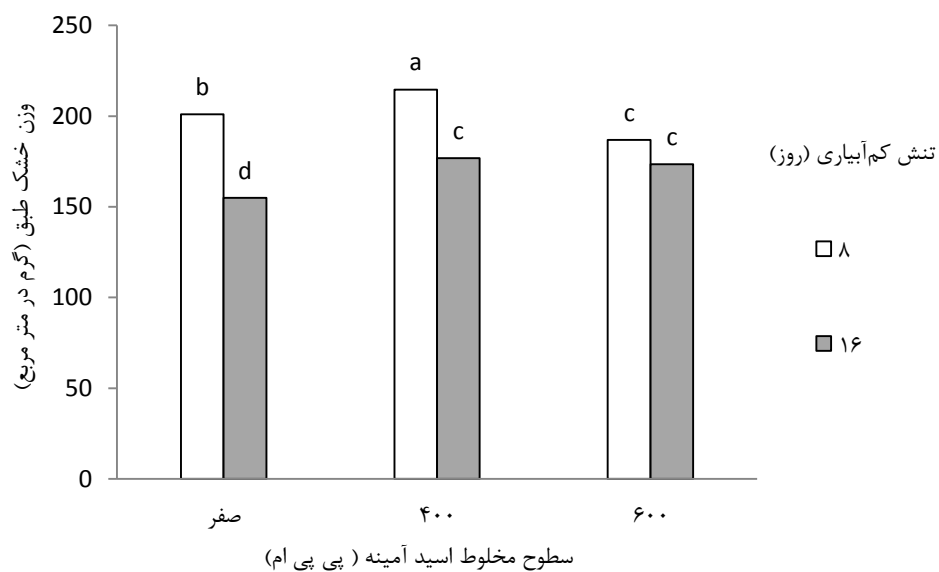
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تأثیر ترکیبات حاصل از محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

۴-۲-۳- وزن خشک طبق

اثر کلیه منابع تغییر به جز پتاسیم \times تنش بر وزن خشک طبق معنی دار بود (جدول پیوست ۱). نتایج برهمکنش مخلوط اسیدآمین \times تنش نشان داد که کاربرد ۴۰۰ پی‌پی‌ام مخلوط اسیدآمین در شرایط عدم تنش (۸ روز) بیشترین مقدار وزن خشک طبق را به همراه داشت. افزایش غلظت اسیدآمین در این شرایط اثر منفی داشت. در سطح صفر اسیدآمین با دو برابر شدن دور آبیاری وزن خشک طبق به میزان ۲۰ درصد کاهش یافت. طوری که کمترین میزان وزن خشک طبق به میزان ۱۷۳/۵ گرم در مترمربع در شرایط تنش و عدم محلول‌پاشی به دست آمد. محلول‌پاشی با دو غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام مخلوط اسیدآمین تقریباً به یک اندازه (حدود ۱۴ درصد نسبت به شاهد) این صفت را بهبود بخشید که البته از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۴-۵).

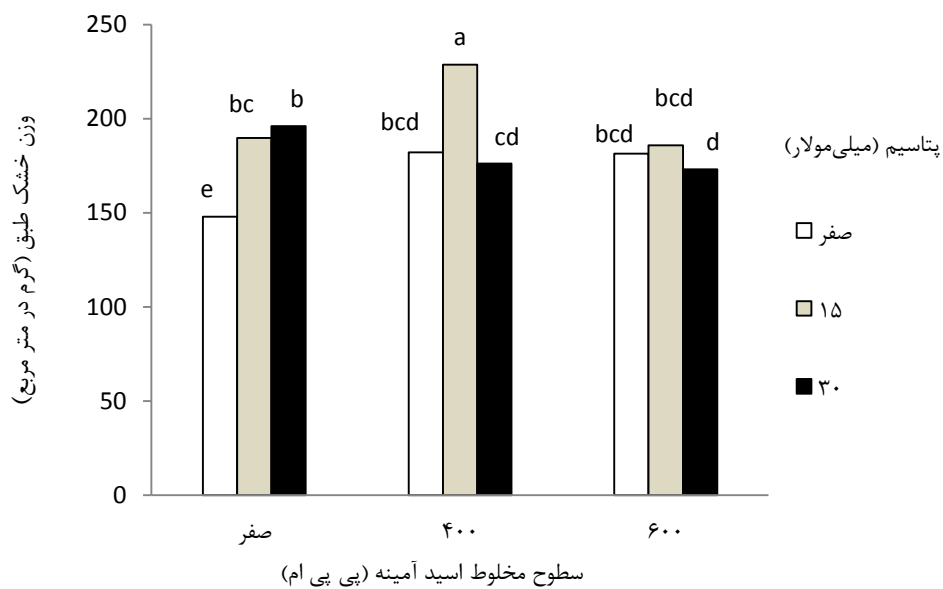
با بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمین و پتاسیم، مشاهده گردید که محلول‌پاشی پتاسیم و اسیدآمین به تنهایی و کاربرد همزمان آن‌ها با هر دو غلظت سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک طبق نسبت به شاهد گردید. در بین ترکیبات تیماری مورد بررسی بیشترین مقدار وزن خشک طبق مربوط به برهمکنش اسیدآمین ۴۰۰ پی‌پی‌ام و پتاسیم ۱۵ میلی‌مولار بود که این صفت را به میزان ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۴-۶). پتاسیم سبب افزایش انتقال قندها، مواد فتوسنتزی، آب و مواد غذایی و افزایش محتوای پروتئین به بخش‌های هوایی گیاه می‌شود در نتیجه وزن خشک گیاه افزایش می‌یابد (شوارترزکف، ۱۹۷۲).

قهرمانی (۱۳۸۸) در آزمایشی روی گیاه گندم به این نتیجه رسید که بیشترین وزن خشک کل به میزان ۱۲/۸ تن در هکتار از تیمار عدم تنش به همراه محلول‌پاشی اسیدهای آمینه حاصل گردید. در تحقیقی که توسط ولدآبادی و علی‌آبادی فراهانی (۱۳۸۷) انجام شد اعلام گردید که کاربرد پتاسیم روی سه گیاه ذرت، سورگوم و ارزن موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک می‌شود.



شکل ۴-۵- مقایسه میانگین وزن خشک طبق تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی

مخلوط اسید آمینه



شکل ۴-۶- مقایسه میانگین وزن خشک طبق تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و

پتاسیم

۳-۴- صفات زراعی و مورفولوژیک

۳-۴-۱- ارتفاع بوته

اثر اصلی محلول پاشی پتاسیم و اثر متقابل محلول پاشی پتاسیم و تنش در سطح ۵ درصد و اثر متقابل محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم در سطح ۱ درصد بر ارتفاع بوته معنی دار بود (جدول پیوست ۳). مقایسه میانگین صفات نشان داد که، بیشترین ارتفاع بوته برابر ۱۲۸/۷ سانتی متر بود که از تیمار عدم تنش و محلول پاشی پتاسیم با غلظت ۳۰ میلی مولار به دست آمد در حالی که در همین سطح از پتاسیم ارتفاع بوته در شرایط تنش با میانگین ۱۱۱/۷ سانتی متر، ۱۳/۲۰ درصد کمتر بود این نتیجه می تواند به دلیل بهبود وضعیت آبی گیاه (شکل ۴-۱۸) و نیز کلروفیل (شکل ۴-۱۹) و کاروتنوئید (شکل ۴-۲۵) برگ در تیمار ذکر شده باشد که هم شرایط را برای رشد و توسعه سلولی فراهم می کند و هم اسیمیلات مزاد بیشتری را برای ارسال به ساقه تهیه می کند. به طور کلی محلول-پاشی پتاسیم در شرایط تنش تأثیری بر این صفت نداشت (شکل ۴-۷). مورگان (۱۹۸۴) با مطالعه اثرات دور آبیاری بر روی سورگوم علوفه ای اظهار داشت که روند رشد، عملکرد و ارتفاع گیاه با تأخیر آبیاری کاهش چشم گیری نشان می دهد.

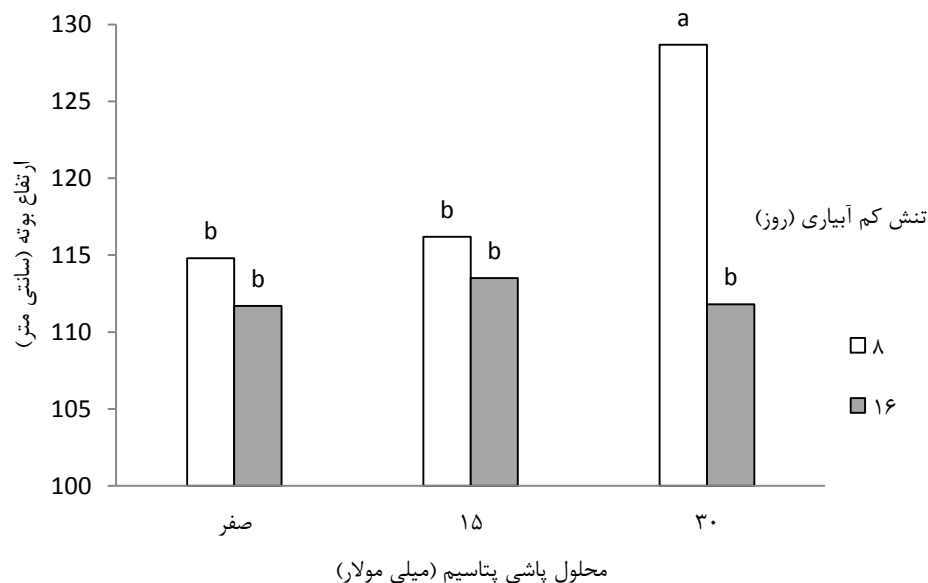
در شرایط تنش احتمالاً رقابت برای آب بین بوته ها زیاد می گردد، لذا گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص می دهد در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به بخش های هوایی از جمله ساقه می رسد که این امر سبب کاهش ارتفاع بوته می گردد (پاپووا و همکاران، ۱۹۹۷). دک (۱۹۸۹) نیز کاهش ارتفاع گیاه را در اثر کمبود آب طی مراحل رشد رویشی ذرت گزارش کرد.

نتایج بررسی های هاول و همکاران (۲۰۰۱) حاکی از آن بود که تنش خشکی سبب کاهش ارتفاع گیاه در ذرت گردید ولی کاربرد کود پتاسه اثرات زیان آور تنش بر ارتفاع گیاه ذرت را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش داد. نتایج آزمایش حیدری و اصغری پور (۱۳۹۰) نشان داد که تنش خشکی سبب

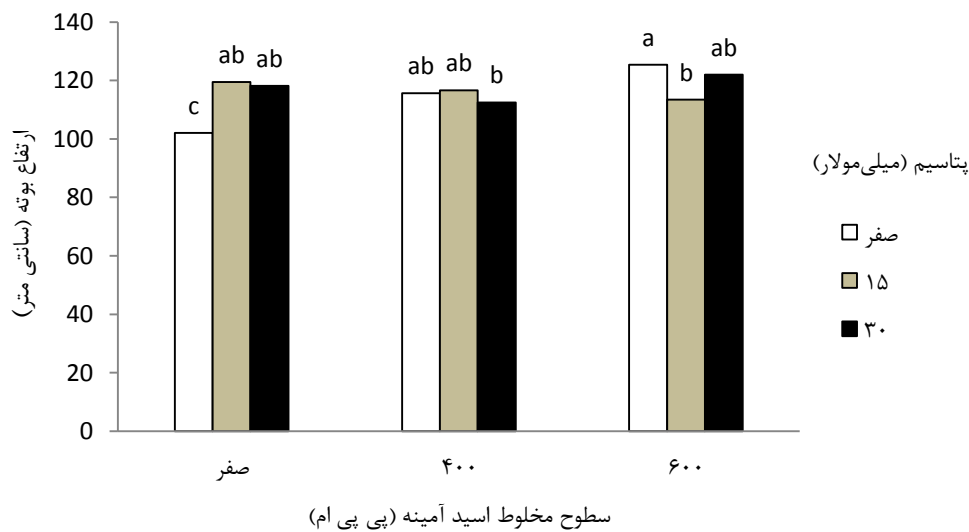
کاهش ارتفاع گیاه سورگوم دانه‌ای شد اما با کاربرد کود سولفات پتاسیم، افزایش معنی‌داری در ارتفاع گیاه مشاهده شد.

در مورد اثر متقابل محلول‌پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم، ارتفاع بوته در گیاهان شاهد در ۱۰۲/۱ سانتی‌متر بود که به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارهای مورد مطالعه بود. کاربرد برگ‌پاشی پتاسیم و اسیدآمینه از ۱۰/۱۶ درصد در ترکیب تیماری ۳۰ میلی‌مولار پتاسیم توأم با ۴۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینه تا ۲۲/۸۲ درصد در عدم کاربرد پتاسیم و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینه صفت ارتفاع بوته را نسبت به شاهد بهبود بخشیدند (شکل ۴-۸).

اثر محلول‌پاشی با غلظت‌های متفاوت اسید آمینه در گیاه بابونه نشان داد که تیمارهای اسید آمینه تأثیر معنی‌داری بر افزایش ارتفاع گیاه و افزایش عملکرد رویشی گیاه داشته است (کوالزیک، ۲۰۰۸). ارتباط مستقیمی بین افزایش غلظت اسید آمینه و ارتفاع گیاه وجود دارد به طوری که با افزایش غلظت اسید آمینه ارتفاع گیاه شاه‌اسپریم نیز افزایش یافت (اشرفی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و

پتاسیم

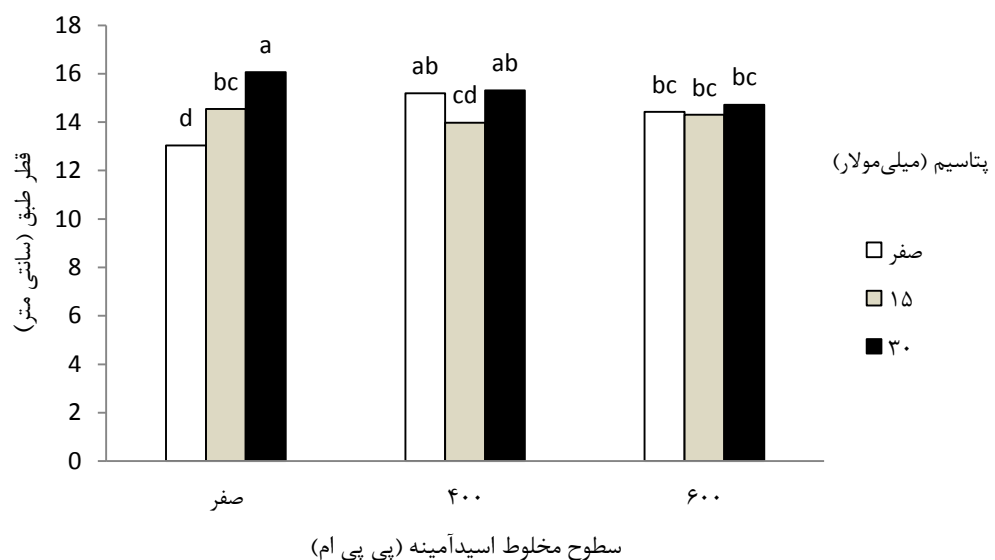
۴-۳-۲- قطر ساقه

در جدول پیوست ۳ مشاهده می‌شود که هیچ یک از منابع تغییر بر قطر ساقه تأثیری نداشت. تنش کم‌آبیاری موجب کاهش قطر ساقه و کاربرد پتاسیم موجب افزایش این صفت شد ولی اختلاف‌ها از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول پیوست ۴). در همین راستا وال و ویلیام (۱۹۷۲) گزارش کردند که تنش کم‌آبیاری و استفاده از کاربرد کود پتاسیم بیشتر بر ارتفاع بوته گیاه سورگوم تأثیر گذار بود ولی بر قطر ساقه معنی دار نبود. قطر ساقه سورگوم طی دوره رشد و نمو، تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر دما و رطوبت قرار می‌گیرد. در آزمایشی که فراست و همکاران (۱۳۸۹) انجام دادند گزارش کردند قطر ساقه در گلرنگ تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری قرار نگرفت.

۴-۳-۳- قطر طبق

همان‌طور که در جدول پیوست ۳ مشاهده می‌شود قطر طبق تحت تأثیر محلول پاشی پتاسیم و اثر متقابل آن با محلول پاشی اسید آمینه در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت.

شکل ۴-۹ نشان داد در عدم استفاده از مخلوط اسیدآمین، محلول پاشی در دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار پتاسیم به ترتیب موجب افزایش ۱۰/۳۸ و ۱۸/۸۰ درصدی قطر طبق گردید. محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام اسیدآمین نیز در عدم حضور پتاسیم این صفت را به طور معنی دار و به ترتیب ۱۶/۴۸ و ۱۰/۶۵ درصد افزایش داد. این در حالی است که کاربرد توأم پتاسیم و اسیدآمین نسبت به کاربرد تنهایی آنها برتری نداشت حتی زمانی که مخلوط اسیدآمین با غلظت ۴۰۰ محلول-پاشی شد استفاده از پتاسیم با غلظت ۱۵ میلی مولار سبب کاهش قطر طبق شد. خیبری و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که اثر محلول پاشی اسیدآمین روی گیاه آفتاب گردان بر قطر طبق معنی دار بود. و بالاترین قطر طبق از تیمار عدم تنش و محلول پاشی اسید آمینه به دست آمد.



شکل ۴-۹- مقایسه میانگین قطر طبق تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول پاشی مخلوط اسیدآمین و پتاسیم

۴-۳-۴- تعداد دانه پوک در طبق

تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم در سطح ۵ درصد و اثر متقابل تنش کم آبیاری در محلول پاشی مخلوط اسیدآمین در سطح ۱ درصد بر تعداد دانه پوک در طبق معنی دار گردید (جدول پیوست ۵). تنش کم آبیاری موجب افزایش معنی دار تعداد دانه پوک در طبق شد. به طوری که با

افزایش دور آبیاری از ۸ روز به دور آبیاری ۱۶ روز، متوسط تعداد دانه پوک در طبق ۶ دانه معادل ۲۴/۶ درصد افزایش نشان داد (جدول پیوست ۶).

اولک و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که بروز خشکی در مرحله گرده افشانی موجب خشک شدن دانه گرده و افت میزان تلقیح می‌شود و در نتیجه درصد دانه‌های پوک در طبق افزایش می‌یابد. فرخی‌نیا و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش کردند که تنش خشکی در مرحله گلدهی، موجب از دست دادن آب در دانه گرده شده و درصد تلقیح را کاهش می‌دهد و در طول پر شدن دانه، به دلیل عدم تأمین مواد پرورده کافی، درصد دانه‌های عقیم شده در طبق افزایش و یا تعداد دانه در طبق کاهش می‌یابد.

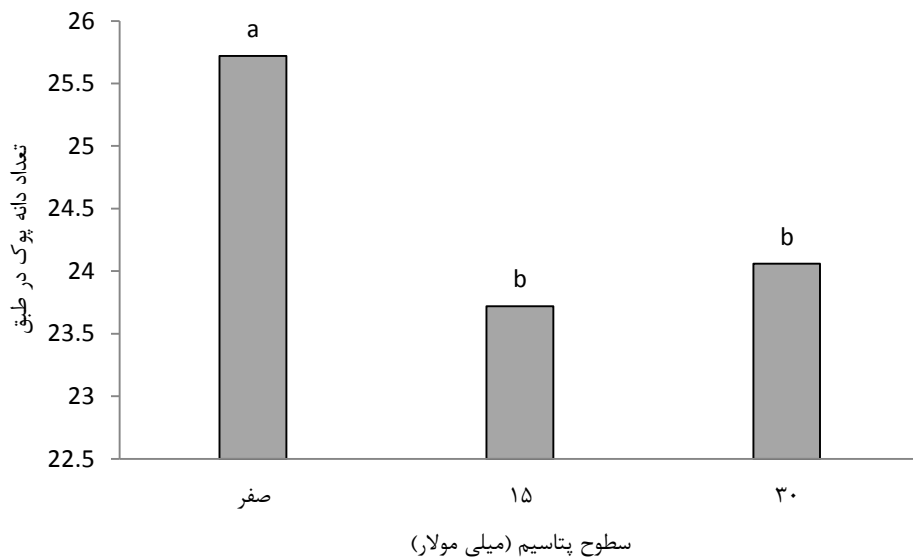
پتاسیم موجب کاهش تعداد دانه پوک در طبق شد، طوری که استفاده از هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی‌مولار پتاسیم موجب شد تعداد دانه پوک در طبق به ترتیب ۷/۷۷ و ۶/۴۵ درصد کاهش یابد (شکل ۴-۱۰). ثابت شده است که پتاسیم اثر افزایش بر درصد دانه‌های پر شده در سنبله گندم دارد و کمبود آن موجب عقیمی دانه‌های گرده در مرحله آبستنی و در نتیجه کاهش تعداد دانه‌های پر شده می‌شود (د داتا و میکلسن، ۱۹۸۵)

تأثیر محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمینه در شرایط عدم تنش بر تعداد دانه پوک در طبق معنی‌دار نبود. در سطح صفر اسیدآمینه مشاهده می‌شود که با افزایش دور آبیاری از ۸ روز به ۱۶ روز تعداد دانه پوک در طبق از ۲۰/۸۹ به ۲۹/۳۳ عدد رسید که نسبت به شاهد ۲۸/۷۷ درصد افزایش داشت این در حالی است که با محلول‌پاشی هر دو سطح مخلوط اسیدآمینه این صفت نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۴-۱۱).

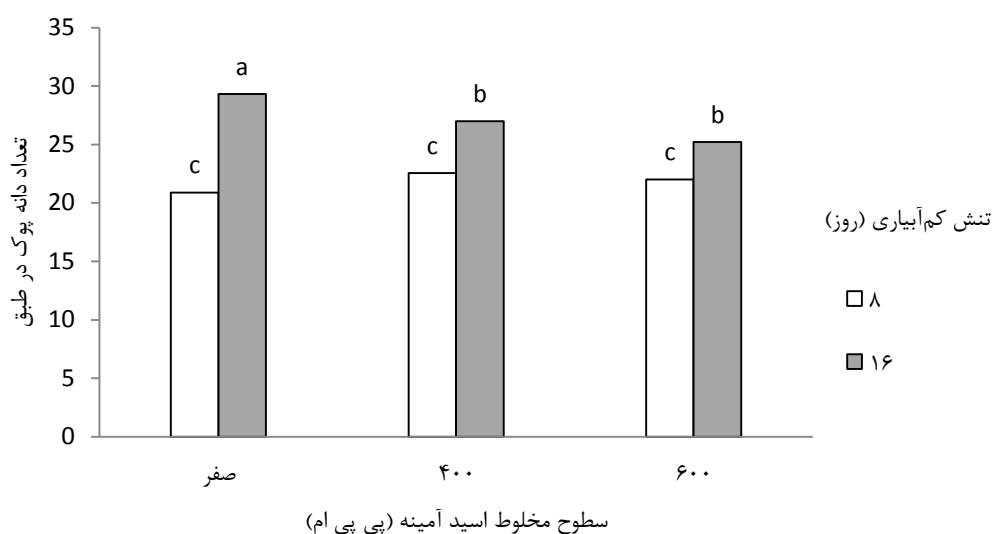
راه‌داری و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که استفاده از محلول‌پاشی اسیدآمینه تأثیر خوبی بر کاهش درصد میوه‌های پوک پسته داشته است. نتایج آزمایشی نشان داد محلول‌پاشی اسید آمینه روی

گیاه آفتاب‌گردان تعداد دانه پوک در طبق را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (خیبری و همکاران، ۱۳۹۱).

در بررسی اثر تنش خشکی در سورگوم این نتیجه حاصل شد که تعداد دانه پوک در بوته نسبت به شاهد، کاهش نشان می‌دهد. دانه‌ها در دوره گلدهی شکل می‌گیرند و پوک بودن آن‌ها نیز از همین دوره شروع شده و در جریان رشد آن‌ها نیز ادامه می‌یابد. بنابراین کاربرد پتاسیم سبب می‌گردد تا اثرات سوء تنش خشکی بر صفت تعداد دانه پوک در بوته به واسطه افزایش انتقال مواد فتوسنتزی و عمق نفوذ ریشه، کاهش یابد و سبب افزایش بازده مصرف آب در شرایط تنش خشکی می‌گردد که می‌تواند گامی مهم در جهت استفاده بهینه از آب در مناطق خشک باشد (اینس و بلک، ۲۰۰۱).



شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین تعداد دانه پوک در طبق تحت تأثیر محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف پتاسیم



شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین تعداد دانه پوک در طبق تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول- پاشی مخلوط اسید آمینه

۴-۳-۵- نسبت مغز به پوست دانه

اثر اصلی محلول پاشی مخلوط اسید آمینه در سطح ۱ درصد و اثر اصلی محلول پاشی پتاسیم در

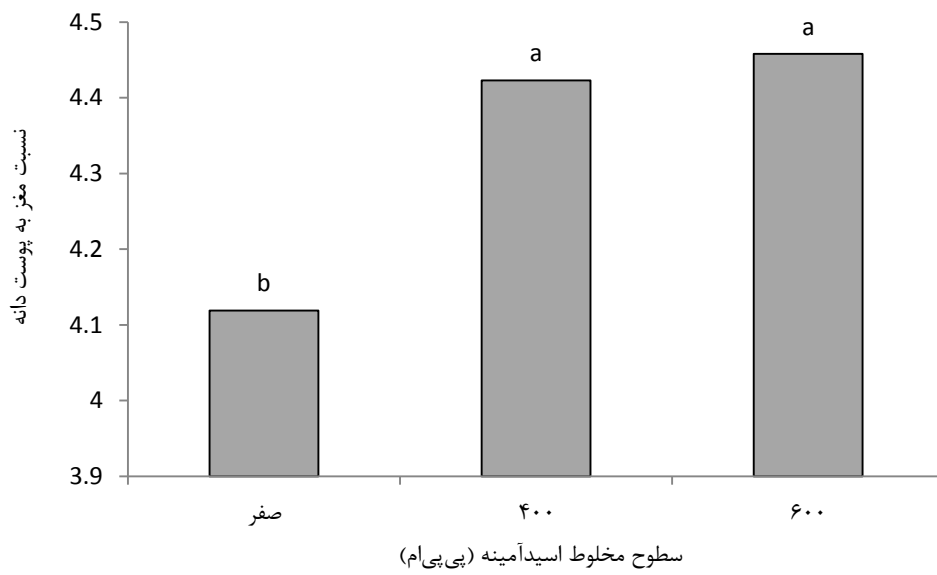
سطح ۵ درصد بر صفت نسبت مغز به پوست دانه معنی دار بود (جدول پیوست ۵).

نسبت مغز به پوست در دانه گیاهانی که با هر دو غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام مخلوط اسید آمینه محلول پاشی شده بودند به طور قابل توجهی از نظر آماری افزایش یافت. افزایش حاصل برای هر دو غلظت یاد شده به ترتیب ۷/۳۸ و ۸/۲۳ درصد بود که در یک گروه آماری قرار داشت (شکل ۴-۱۲).

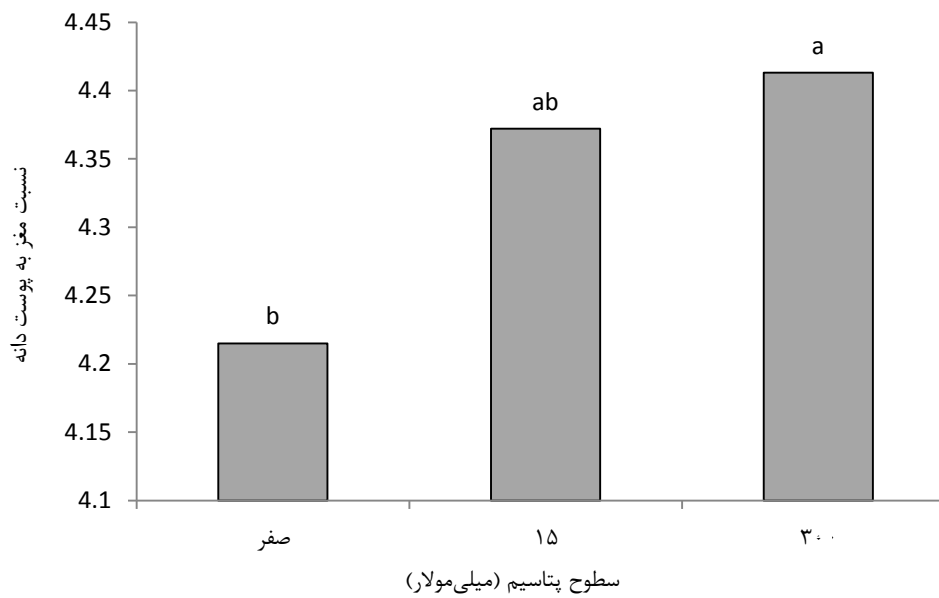
در مورد پتاسیم مشاهده شد که کاربرد ۳۰ میلی مولار از این ماده موجب افزایش ۴/۴۸ درصدی

نسبت مغز به پوست دانه در مقایسه با شاهد و افزایش ۰/۹۲ درصدی این صفت نسبت به کاربرد ۱۵

میلی مولار شد هر چند بین آنها اختلاف معنی داری نبود (شکل ۴-۱۳).



شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین نسبت مغز به پوست تحت تأثیر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف اسید آزمینه



شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین نسبت مغز به پوست تحت تأثیر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف پتاسیم

۴-۴- عملکرد و اجزای عملکرد

۴-۴-۱- وزن هزار دانه

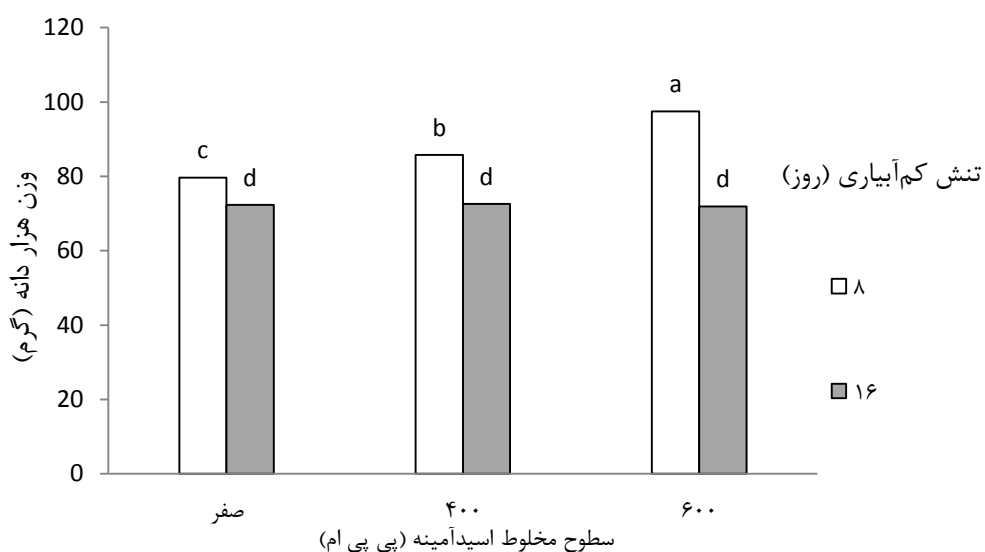
محصول نهایی و با ارزش آفتاب‌گردان دانه آن است. بنابراین هدف از تولید آفتاب‌گردان به دست آوردن عملکرد نهایی بالاتر در شرایط مختلف محیطی می‌باشد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ تأثیرگذاری تنش (p < ۰/۰۵)، اسیدآمینو و اثر متقابل آن‌ها (p < ۰/۰۱) بر وزن هزار دانه وجود داشت (جدول پیوست ۷).

بیشترین وزن هزار دانه با میانگین معادل ۹۷/۴ گرم از گیاهانی به‌دست آمد که با فواصل ۸ روز آبیاری شدند و مخلوط اسیدآمینو با غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام را دریافت کردند. البته کاربرد اسیدآمینو با غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام نیز در شرایط عدم تنش مفید بود، در حالی که در شرایط تنش کاربرد سطوح مختلف مخلوط اسیدآمینو اثری بر این صفت نداشت (شکل ۴-۱۴).

انتظاری و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش کردند گیاهانی که بالاترین سطح محلول‌پاشی اسیدآمینو را دریافت کردند بیشترین و گیاهانی که توسط اسیدآمینو محلول‌پاشی نشدند کمترین وزن هزار دانه را داشتند. نتایج آزمایشی نشان داد که محلول‌پاشی اسید آمینو روی گیاه تریتیکاله تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر وزن هزار دانه داشت (زکی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱).

بروز تنش کمبود آب طی دوره رسیدگی دانه‌ها معمولاً سبب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده و در نتیجه دانه‌ها کوچک می‌شوند (سلطانی و فرجی، ۱۳۸۴).



شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه

۴-۴-۲- تعداد دانه در طبق

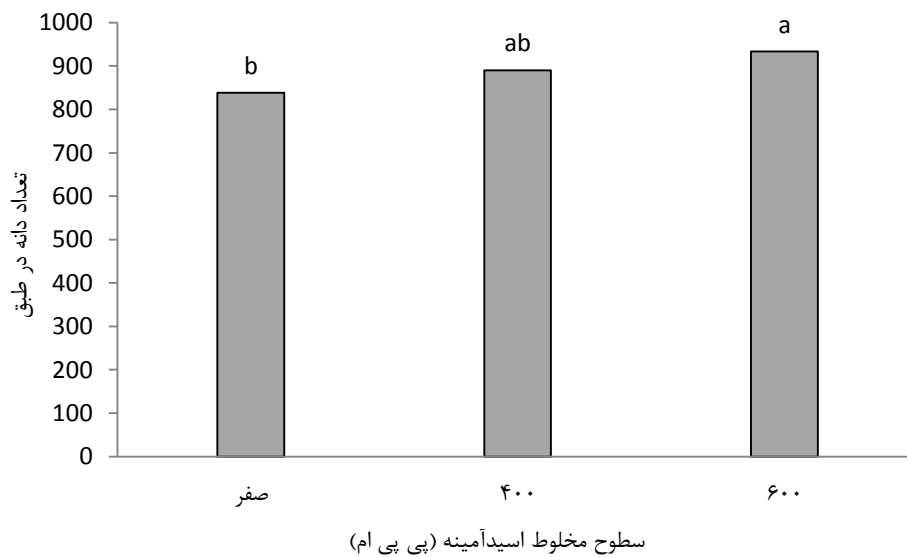
از بین منابع تغییر، محلول پاشی اسید آمینه و پتاسیم در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی داری بر تعداد دانه داشتند (جدول پیوست ۷). در مورد مخلوط اسید آمینه مشاهده شد که کاربرد ۴۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام از این ماده به ترتیب موجب افزایش ۶ و ۱۰/۱۷ درصدی در تعداد دانه در طبق نسبت به شاهد شد که البته این افزایش تنها در غلظت ۶۰۰ پی پی ام به لحاظ آماری معنی دار بود (شکل ۴-۱۵).

استفاده از هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار پتاسیم تقریباً به یک اندازه صفت تعداد دانه در طبق را بهبود بخشیدند به طوری که تعداد دانه به دست آمده در این سطوح حدود ۱۰ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۴-۱۶).

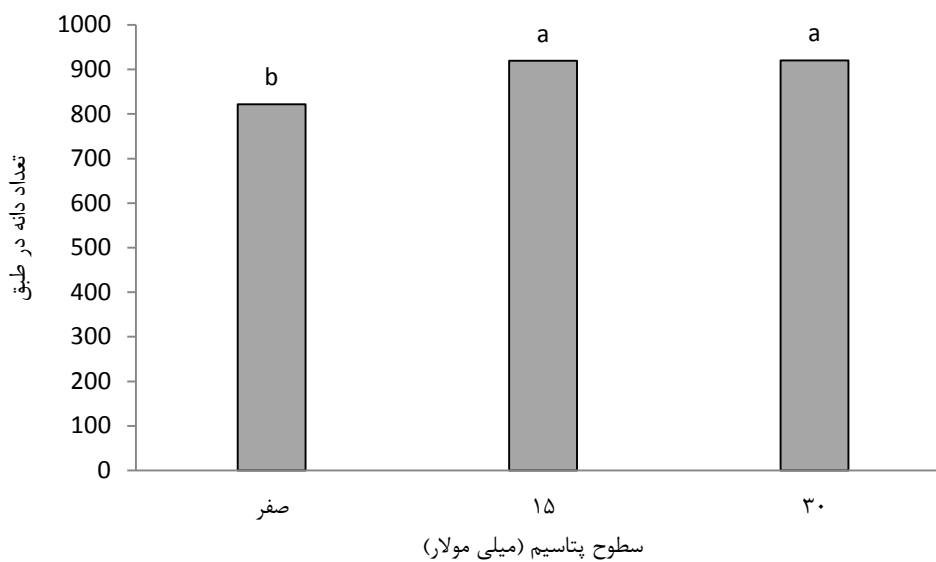
بیک‌نژاد (۱۳۸۶) مقادیر ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم را در سه ژنوتیپ برنج به کار برد و نتیجه گرفت با افزایش مصرف پتاسیم، عملکرد دانه و تعداد دانه در بوته به طور معنی داری افزایش یافت.

تنش‌های محیطی از طریق ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه‌ها، وزن دانه را کم می‌کنند و تعداد آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. افزایش تولید کربوهیدرات‌ها، تنها زمانی در ازدیاد عملکرد سهیم است که ظرفیت ذخیره‌ای کل گیاه کافی باشد و یک منبع مصرف کننده کافی لازم است تا از هیدرات‌های کربن مازاد استفاده کند. به طور کلی عواملی که در اوایل فصل رخ می‌دهند عمدتاً بر تعداد دانه اثر می‌گذارند، در حالی که اندازه دانه، تحت تأثیر عواملی است که بعد از گرده افشانی عمل می‌کنند. بین تجمع ماده خشک در گیاه و وزن دانه ارتباط نزدیکی وجود دارد و هر چه میزان تجمع ماده خشک در گیاه بیشتر باشد، تعداد دانه و پر شدن آن‌ها بهتر صورت می‌گیرد (ولدآبادی و علی آبادی فراهانی، ۱۳۸۴). بالا بودن ماده خشک برگ، ساقه و طبق در تیمارهای اسیدآمین و پتاسیم (جدول پیوست ۲) که تعداد دانه بیشتری در طبق داشتند، تأییدی بر این ادعا است.

پتاسیم نیز نقش بسیار مهمی در نقل و انتقال قند از طریق آوند آبکش دارد که با حضور آن قند تولید شده در فرآیند فتوسنتز، از طریق آوند آبکش به سایر اندام‌ها و برگ‌ها منتقل می‌گردد و رشد آن‌ها را تضمین می‌کند. بنابراین در شرایط تنش کاربرد پتاسیم می‌تواند تأثیر مثبتی در افزایش تعداد دانه در بوته داشته باشد (ولدآبادی و علی آبادی فراهانی، ۱۳۸۴).



شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین تعداد دانه در طبق تحت تأثیر محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه



شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین تعداد دانه در طبق تحت تأثیر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف پتاسیم

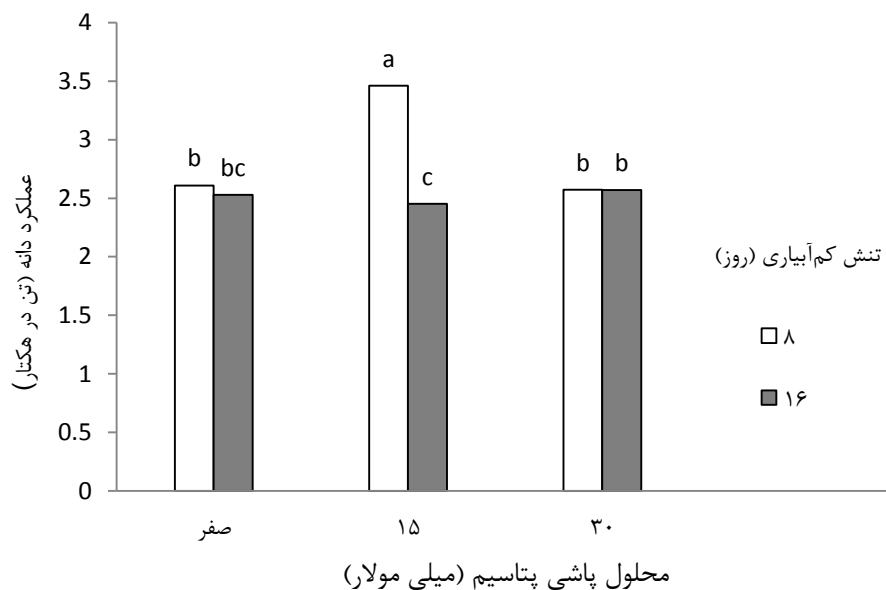
۴-۴-۳- عملکرد دانه

اثر تنش کم آبیاری ($p < 0/05$) و اثر متقابل محلول پاشی پتاسیم و تنش ($p < 0/01$) بر عملکرد دانه معنی دار گردید (جدول پیوست ۷).

بررسی شکل ۴-۱۷ نشان می دهد در شرایط عدم تنش و کاربرد ۱۵ میلی مولار محلول پاشی پتاسیم بیشترین عملکرد دانه به میزان ۳/۴۶۱ تن در هکتار به دست آمد. کمترین میزان عملکرد ثبت شده نیز مربوط به همین غلظت از پتاسیم در زمان تنش شدید (۱۶ روز) بود. همان طور که در شکل ۴-۱۷ مشهود است در شرایط تنش محلول پاشی سطوح مختلف پتاسیم تأثیر معنی داری در عملکرد نداشتند. در همین راستا گزارش شده است که محلول پاشی پتاسیم در شرایط عدم تنش (۷ روز) نسبت به شرایط تنش بیشترین عملکرد دانه در گیاه گندم را با متوسط ۴۹۹۱ کیلوگرم در هکتار به همراه داشت (انتظاری و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج آزمایشی روی ارزن نشان داد که تنش خشکی به شدت سبب کاهش تعداد ریشه های فرعی در این گیاه گردید و عملکرد دانه در این شرایط افت شدیدی نسبت به شرایط بدون تنش داشت. ولی کاربرد پتاسیم تحت این شرایط سبب گسترش ریشه گردید و در نهایت عملکرد دانه را افزایش داد (فاروقی و همکاران، ۲۰۰۴).

در گیاهان ذرت و سورگوم نیز تنش کم آبی بر عملکرد دانه به طور معنی داری تأثیر منفی گذاشت ولی مصرف پتاسیم سبب کاهش اثر منفی تنش گردید و عملکرد به طور معنی داری افزایش یافت (ولدآبادی و علی آبادی فراهانی، ۱۳۸۴).



شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

۴-۵- صفات فیزیولوژیک

۴-۵-۱- محتوای نسبی آب برگ

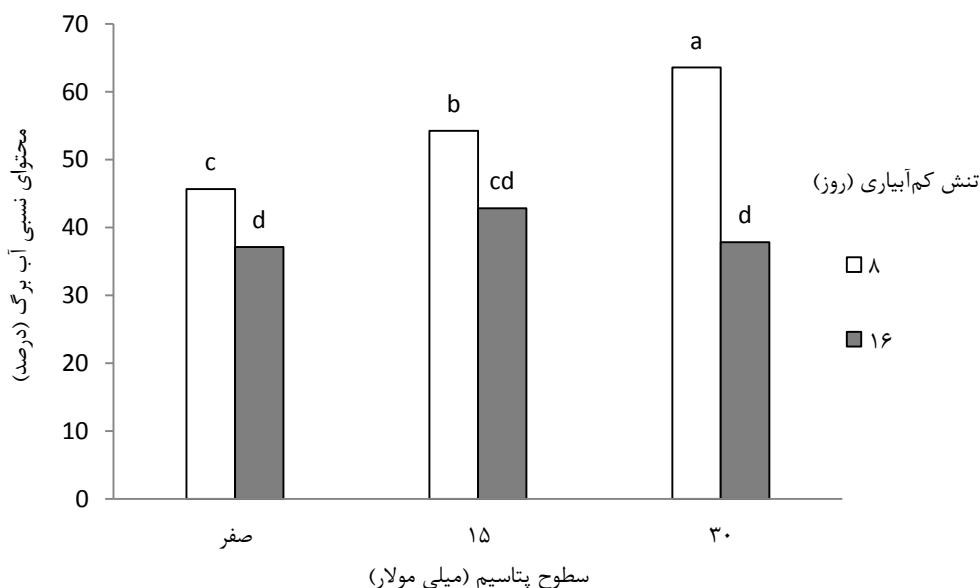
محتوای نسبی آب برگ نیز معرف خوبی از وضعیت آب گیاه است. بین پتانسیل آب گیاه و محتوای نسبی آب برگ همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد و گیاهانی که در پایان دوره تنش بتوانند محتوای نسبی آب برگ بالاتری را حفظ کنند به لحاظ مقاومت به خشکی نیز برتر خواهند بود (کامار، ۱۹۸۷).

همان‌طور که در جدول پیوست ۹ مشاهده می‌شود محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر تنش $(p < 0/05)$ ، پتاسیم $(p < 0/01)$ و اثر متقابل تنش در پتاسیم $(p < 0/01)$ قرار گرفت.

در شرایط عدم محلول پاشی پتاسیم تنش شدید (۱۶ روز) محتوای نسبی آب برگ را به مقدار ۸/۵۲ درصد کاهش داد. این در حالی بود که دو سطح محلول پاشی پتاسیم نتوانست تأثیر معنی‌داری بر

محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش نسبت به شاهد داشته باشد. اما محلول پاشی دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی مولار پتاسیم در شرایط عدم تنش به ترتیب سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ به مقدار ۸/۶ درصد و ۱۷/۹۲ درصد گردید (شکل ۴-۱۸). از آن جایی که محتوای نسبی آب در برگبرنده میزان آب موجود در برگ می باشد، افزایش تنش باعث کاهش میزان این صفت شد (پاکنژاد و همکاران، ۲۰۰۷). کاهش میزان محتوای نسبی آب برگ در نتیجه محدودیت دسترسی به آب جهت فرآیند توسعه سلولی مهم است و نشانگر کاهش تورژسانس سلول می باشد (یاماساکی و دیلنبرگ، ۱۹۹۹).

هیگل و مودایش (۱۹۹۰) در مطالعه روی گندم و جو بیان نمودند که با کاهش دسترسی به آب در گیاه، عمل فتوسنتز نقصان یافته و از میزان محصول به نحو چشمگیری کاسته می شود، با این وجود مقادیر مناسب پتاسیم می تواند از این امر ناخواسته جلوگیری نماید، زیرا پتاسیم کافی در گیاه سبب ایجاد تعادل در پتانسیل آب در گیاه و افزایش ساخت ترکیبات آلی می شود که در نتیجه وزن تر و آب بافت گیاهانی که دارای پتاسیم کافی هستند نسبت به گیاهانی که دچار کمبود پتاسیم باشند، بیشتر می باشد.



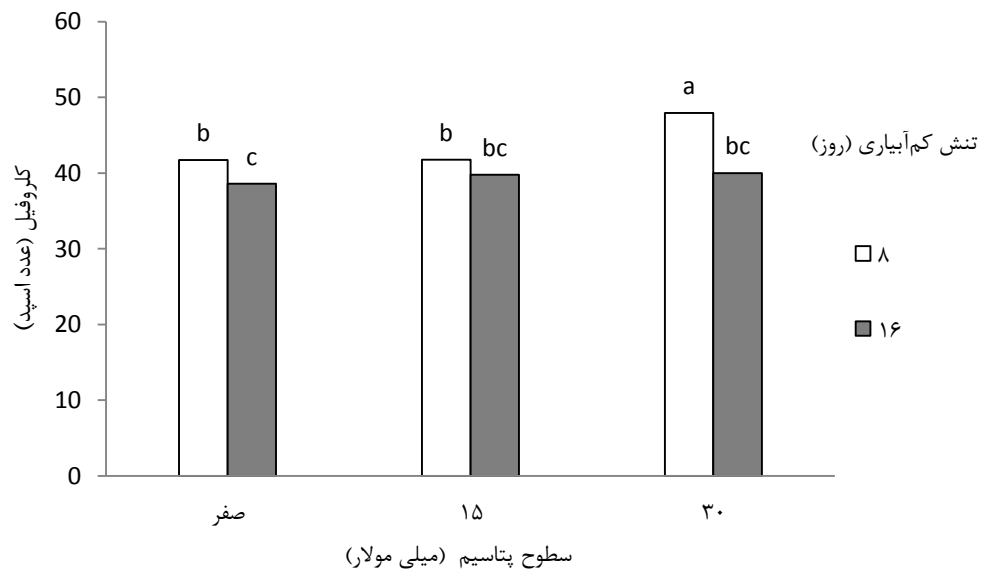
شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول-

پاشی پتاسیم

۴-۵-۲- کلروفیل (عدد اسپد)

اثر تنش کم‌آبیاری، محلول‌پاشی پتاسیم و اثر متقابل آن‌ها بر کلروفیل برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول پیوست ۹). استفاده از پتاسیم با غلظت ۳۰ میلی‌مولار در شرایط عدم تنش موجب افزایش معنی‌دار کلروفیل برگ گردید (شکل ۴-۱۹). تنش کم‌آبیاری موجب کاهش میزان کلروفیل برگ شد ولی کاربرد هر دو غلظت پتاسیم در این شرایط نتوانست تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل برگ داشته باشد. هر چند که هر دو سطح پتاسیم اندکی این صفت را بهبود بخشید (شکل ۴-۱۹).

میزان کلروفیل برگ از جمله صفات فیزیولوژیک مهم است که تحت تنش تغییر می‌یابد. زارکو و همکاران (۲۰۰۰)، کلروفیل برگ را یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان دهنده فشارهای محیطی وارد بر گیاه دانستند و معتقدند مقدار کلروفیل در گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد و موجب کاهش جذب نور توسط گیاه می‌شود.



شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین کلروفیل برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم‌آبیاری و محلول‌پاشی

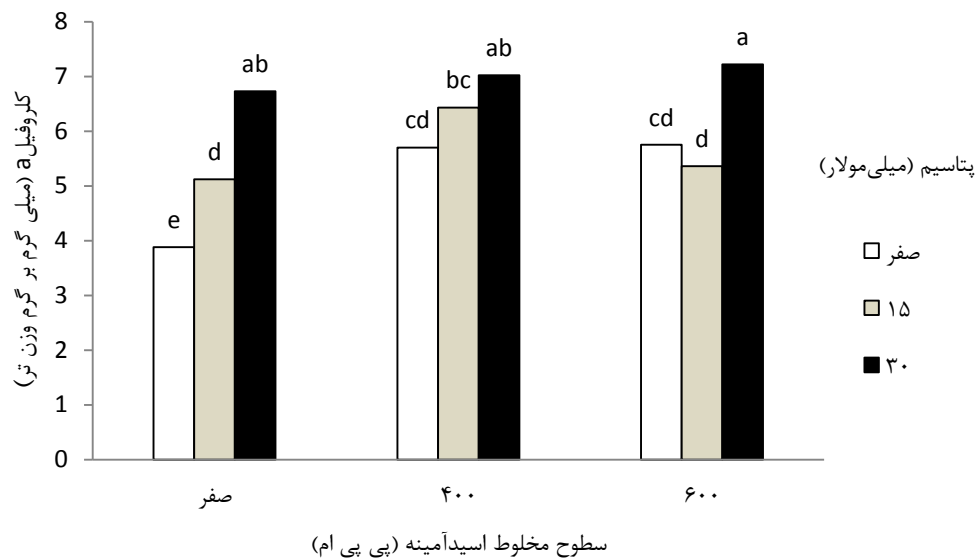
پتاسیم

۴-۵-۳- کلروفیل a

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تنش کم‌آبیاری و اثر اصلی محلول‌پاشی اسیدآمین و پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد و همچنین اثر متقابل محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمین در پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار شد (جدول پیوست ۱۱).

تنش کم‌آبیاری میزان کلروفیل a را در برگ به‌طور معنی‌داری و معادل ۲۱/۷۱ درصد نسبت به شاهد کاهش داد (جدول پیوست ۱۲). در بین ترکیبات تیماری حاصل از محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمین و پتاسیم، تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمین و پتاسیم) مقدار پایینی از کلروفیل a را دارا بود که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (شکل ۴-۲۰).

کلروفیل a مرکز واکنش فتوسیستم‌های I و II را تشکیل می‌دهد. لذا افزایش مقدار آن تقویت سیستم فتوسنتزی گیاه را به دنبال خواهد داشت. محلول‌پاشی و اعمال کلیه تیمارها از جمله هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی‌مولار پتاسیم در شرایط عدم کاربرد مخلوط اسیدآمین و نیز هر دو سطح ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین در عدم حضور پتاسیم به‌طور معنی‌داری این صفت را افزایش داد. البته در این بین اثر مثبت محلول‌پاشی با بالاترین غلظت پتاسیم به‌تنهایی و توأم با هر دو غلظت اسیدآمین به‌طور قابل توجهی بیشتر بود به‌طوری که زمانی که سطح دوم و سوم پتاسیم (۱۵ و ۳۰ میلی‌مولار) به همراه سطح دوم مخلوط اسیدآمین (۴۰۰ پی‌پی‌ام) استفاده شد نیز وضعیت مشابهی مشاهده گردید. مقادیر بالاتری از کلروفیل a در این سه ترکیب تیماری و به‌طور مشخص در ترکیب تیماری ۶۰۰ پی‌پی‌ام مخلوط اسیدآمین و ۳۰ میلی‌مولار پتاسیم ثبت شد که نسبت به شاهد ۴۶/۲۶ درصد این صفت را افزایش داد (شکل ۴-۲۰). در آزمایشی که توسط حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد گزارش شد که محلول‌پاشی اسیدآمین با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام سبب افزایش میزان کلروفیل a گردید. محلول‌پاشی پتاسیم روی گلرنگ میزان کلروفیل a را در مرحله رویشی و گرده‌افشانی به‌طور معنی‌داری افزایش داد (عابدی بابا عربی و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین عملکرد کلروفیل a تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول پاشی مخلوط اسیدآمیننه و پتاسیم

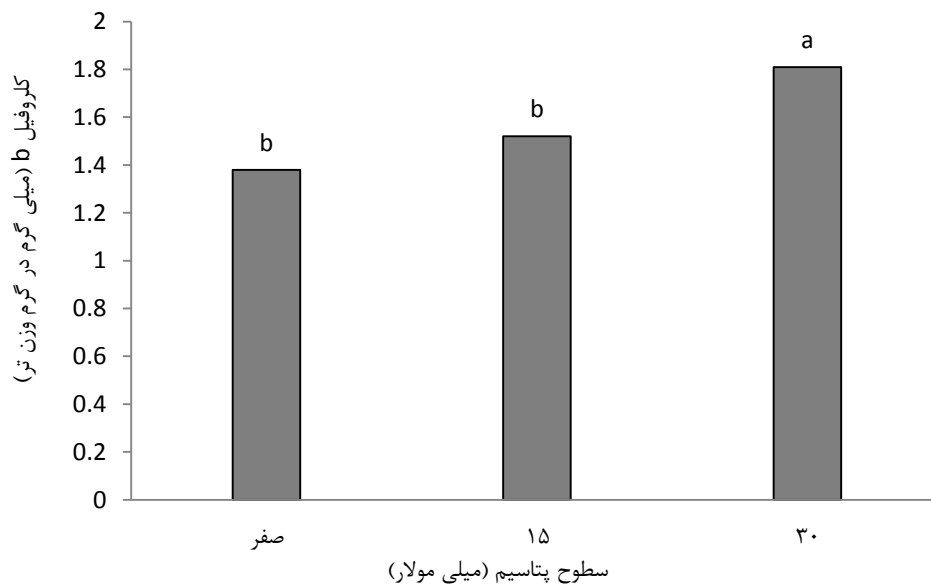
۴-۵-۴- کلروفیل b

اثر اصلی محلول پاشی پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل تنش کم آبیاری و مخلوط اسیدآمیننه در سطح احتمال ۵ درصد بر کلروفیل b معنی دار گردید (جدول پیوست ۱۱). استفاده از سطح سوم پتاسیم (۳۰ میلی مولار) موجب افزایش معنی دار کلروفیل b گردید به طوری که کلروفیل b به دست آمده در این سطح از پتاسیم ۱/۸۱ میلی گرم در گرم وزن تر معادل ۳۱ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۴-۲۱).

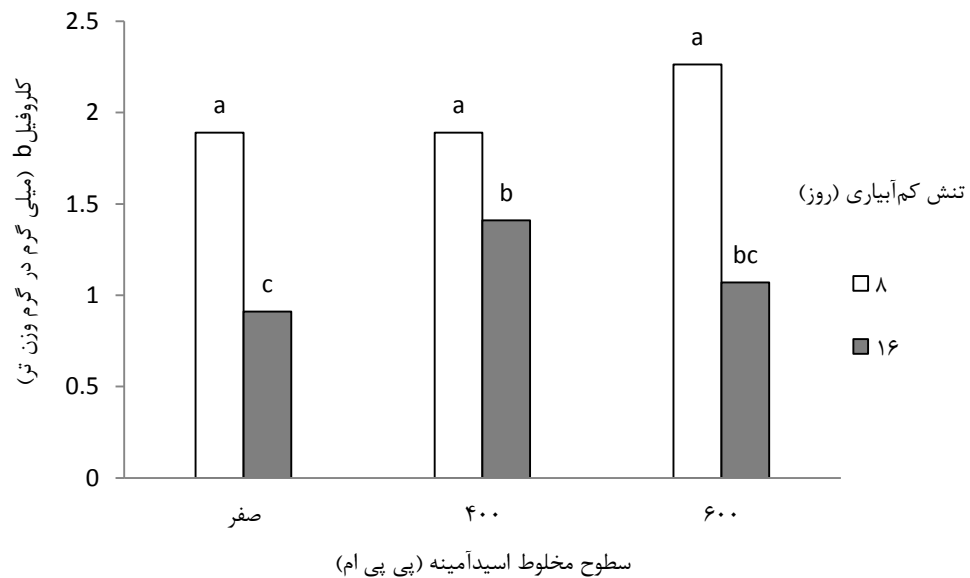
در گیاهانی که مخلوط اسیدآمیننه دریافت نکردند میزان کلروفیل b در شرایط تنش (۱۶ روز) کمتر از شرایط عدم تنش بود و در بین ۶ ترکیب تیماری مورد مقایسه کمترین مقدار را با میانگین

(۰/۹۱۱) به خود اختصاص داد. در شرایط تنش، محلول پاشی با هر دو غلظت مخلوط اسیدآمینه این صفت را افزایش داد. البته تأثیر غلظت ۴۰۰ پی پی ام بیشتر و از لحاظ آماری معنی دار بود. میزان کلروفیل b در برگ گیاهانی که در شرایط عدم تنش رشد کردند، تحت تأثیر محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه قرار نگرفت. اگر چه سطح ۶۰۰ پی پی ام اسیدآمینه در این شرایط افزایش جزئی در این صفت ایجاد نمود (شکل ۴-۲۲).

نقش کلروفیل b در سیستم فتوسنتزی گیاه دریافت نور در کمپلکس برداشت نور و انتقال به کلروفیل a است. در شرایط عدم تنش به واسطه فراهم بودن سطح برگ بیشتر احساس نیاز گیاه به تقویت کمپلکس برداشت نور کمتر است و این می تواند دلیلی برای کمتر بودن کلروفیل b در شرایط عدم تنش باشد (کافی و همکاران، ۱۳۸۰).



شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین کلروفیل b تحت تأثیر محلول پاشی با غلظت های مختلف پتاسیم



شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین میزان کلروفیل b تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

۴-۵-۵- کاروتنوئید

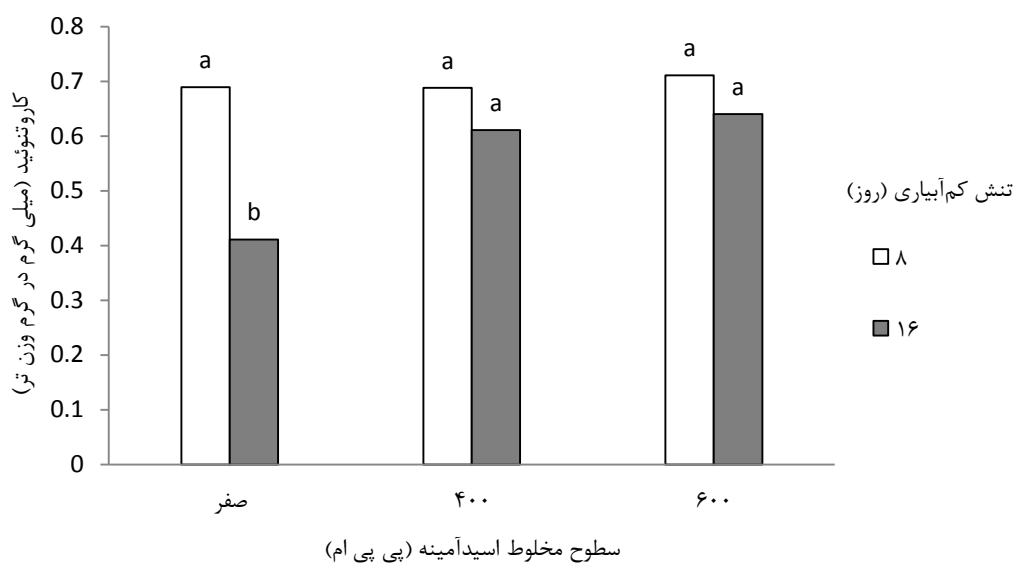
کاروتنوئیدها دسته‌ای از رنگدانه‌ها هستند که در جذب نور در گیاهان نقش مهمی دارند و می‌توانند اعمال فیزیولوژیکی متفاوتی را در گیاه انجام دهند. کاروتنوئیدها ترکیباتی ضروری در تشکیلات فتوسنتزی می‌باشند و نقش اساسی آن‌ها حفاظت گیاه در برابر آسیب‌های فتواکسیداتیو می‌باشد (بارتلی و اسکولنیک، ۱۹۹۵).

جدول پیوست ۱۳ نشان می‌دهد که اثر کلیه منابع تغییر به جز اثر متقابل سه جانبه، بر میزان کاروتنوئید معنی‌دار بود. شکل ۴-۲۳ نشان می‌دهد که میزان کاروتنوئید در گیاهانی که در معرض تنش قرار داشتند و مخلوط اسید آمینه را دریافت نکردند، به طور معنی‌داری پایین بود طوری که در

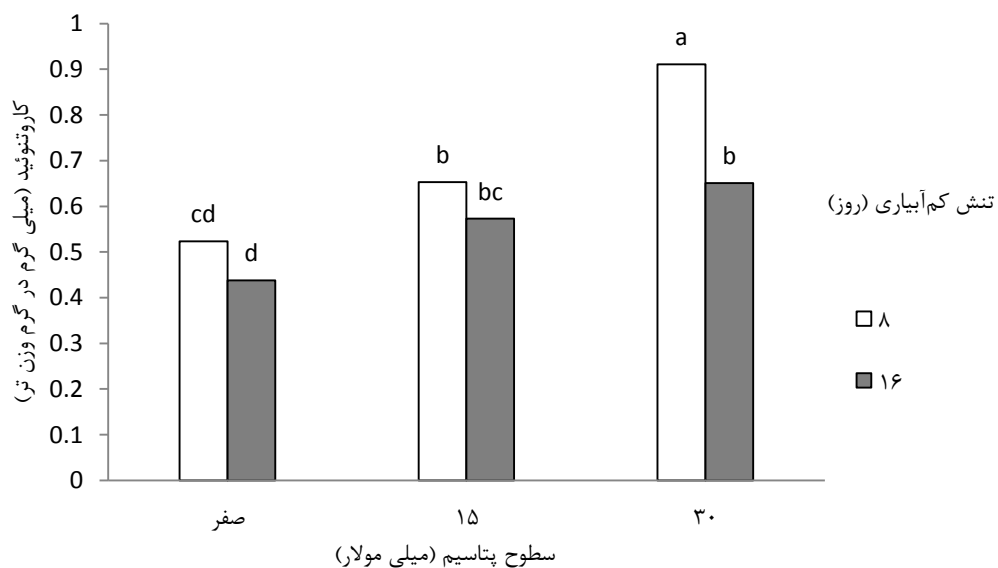
بین ۶ ترکیب تیماری مورد مقایسه کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. در شرایط تنش، محلول- پاشی با هر دو غلظت مخلوط اسیدآمینه این صفت را افزایش داد و به گیاهان شاهد نزدیک کرد. محلول پاشی اسیدآمینه در شرایط بدون تنش تأثیری بر کاروتنوئید برگ نداشت. پاشش اسیدآمینه روی گیاهان مارچوبه نیز توانست سبب افزایش کلروفیل و کاروتنوئید شود (تجادا و گونزالز، ۲۰۰۳).

مقایسه ترکیبات تیماری حاصل از تنش و پتاسیم نشان داد که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش میزان کاروتنوئید در برگ گیاهانی که پتاسیم دریافت نکرده بودند، پایین بود. محلول پاشی با هر دو غلظت پتاسیم در این شرایط موجب بهبود کاروتنوئید برگ شد به طوری که افزایش حاصل از محلول پاشی با دو غلظت ۱۵ و ۳۰ میلی مولار پتاسیم در دور آبیاری ۸ روز به ترتیب ۱۹/۹۰ و ۴۲/۵۹ درصد و در دور آبیاری ۱۶ روز ۳۰/۸۲ و ۴۸/۶۳ درصد بود. از این رو بیشترین کاروتنوئید در برگ گیاهانی ثبت شد که با فاصله ۸ روز آبیاری و پتاسیم را با غلظت ۳۰ میلی مولار دریافت کرده بودند (شکل ۴-۲۴).

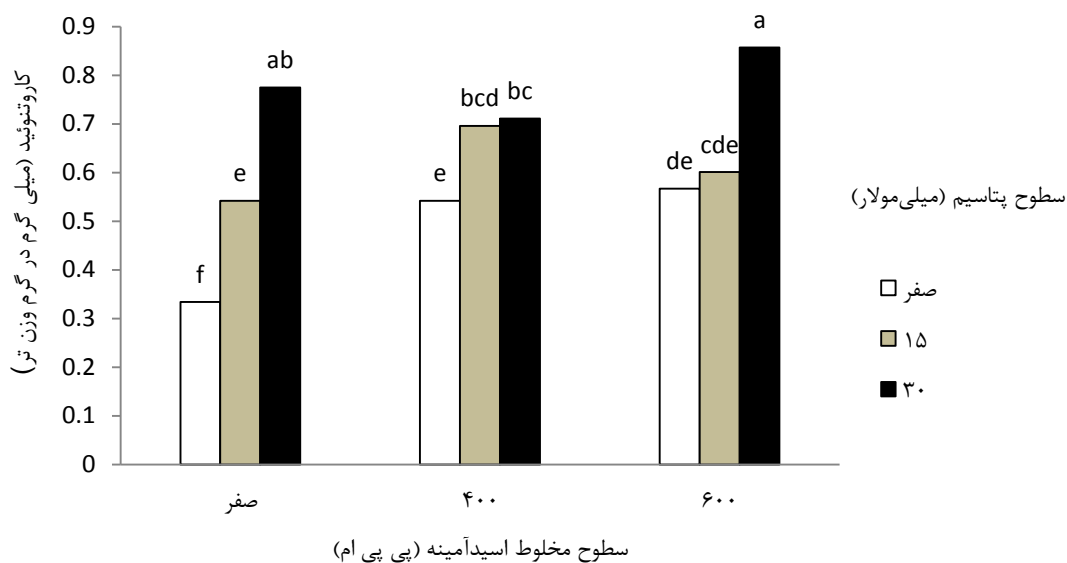
در کاربرد همزمان مخلوط اسیدآمینه و پتاسیم نیز نتایج نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید مربوط به کاربرد همزمان ۶۰۰ پی پی ام مخلوط اسیدآمینه و ۳۰ میلی مولار پتاسیم بود که البته اختلاف معنی داری با محلول پاشی ۳۰ میلی مولار پتاسیم به تنهایی نداشت. کمترین میزان این صفت نیز مربوط به عدم کاربرد مخلوط اسیدآمینه و پتاسیم (معادل ۰/۳۳۴ میلی گرم در گرم وزن تر) بود شایان ذکر است هر ۸ ترکیب تیماری حاصل از سطوح پتاسیم و اسیدآمینه این صفت را به طور قابل توجهی افزایش دادند (شکل ۴-۲۵).



شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه



شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

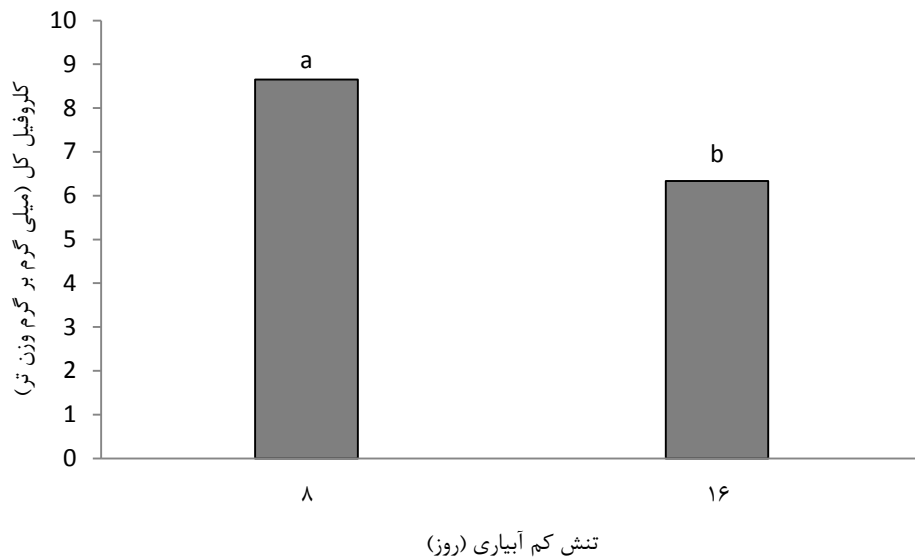


شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین میزان کاروتنوئید تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

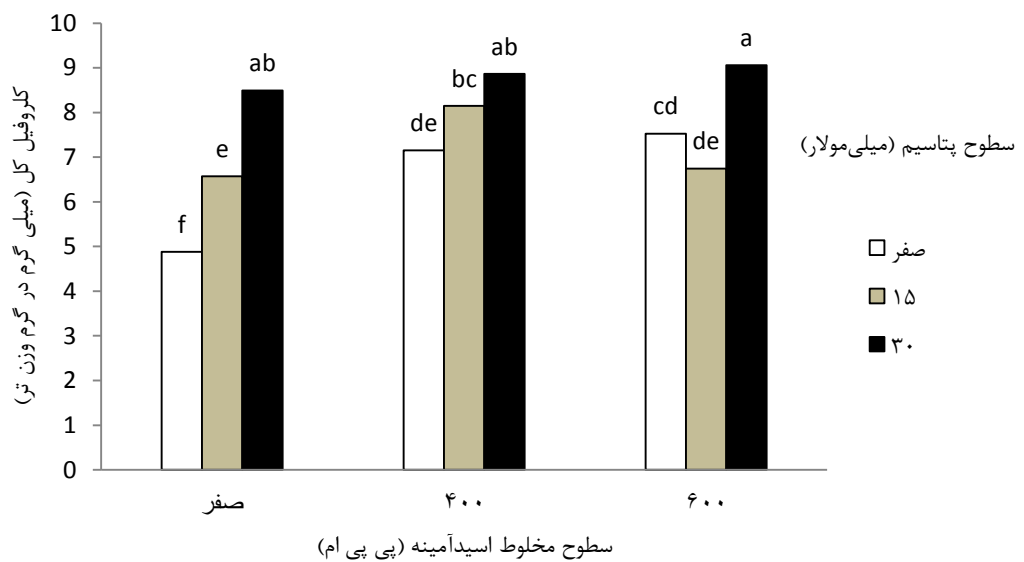
۴-۵-۶- کلروفیل کل

کلروفیل کل تحت تأثیر تنش کم آبیاری (در سطح احتمال ۵ درصد) و محلول پاشی اسید آمینه و پتاسیم و اثر متقابل آن دو (در سطح احتمال ۱ درصد) قرار گرفت (جدول پیوست ۱۳). میزان کلروفیل کل در شرایط عدم تنش کم آبیاری ۸/۶۴ میلی گرم در گرم وزن تر بود که با دو برابر شدن دور آبیاری و بروز تنش در گیاه به حدود ۶/۳۳ میلی گرم در گرم وزن تر رسید به این وسیله تنش کم آبیاری سبب کاهش ۲۶/۷۳ درصدی کلروفیل کل شد (شکل ۴-۲۶).

در کاربرد همزمان اسید آمینه و پتاسیم نتایج نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل مربوط به کاربرد همزمان ۶۰۰ پی پی ام اسید آمینه و ۳۰ میلی مولار پتاسیم بود که البته اختلاف معنی داری با محلول پاشی ۴۰۰ پی پی ام اسید آمینه و ۳۰ میلی مولار پتاسیم و همچنین با محلول پاشی ۳۰ میلی-مولار پتاسیم به تنهایی نداشت. کمترین میزان این صفت نیز مربوط به عدم کاربرد مخلوط اسید آمینه و پتاسیم (معادل ۴/۸۸ میلی گرم در گرم وزن تر) بود (شکل ۴-۲۷).



شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۲۷- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از محلول پاشی مخلوط اسیدآمینه و پتاسیم

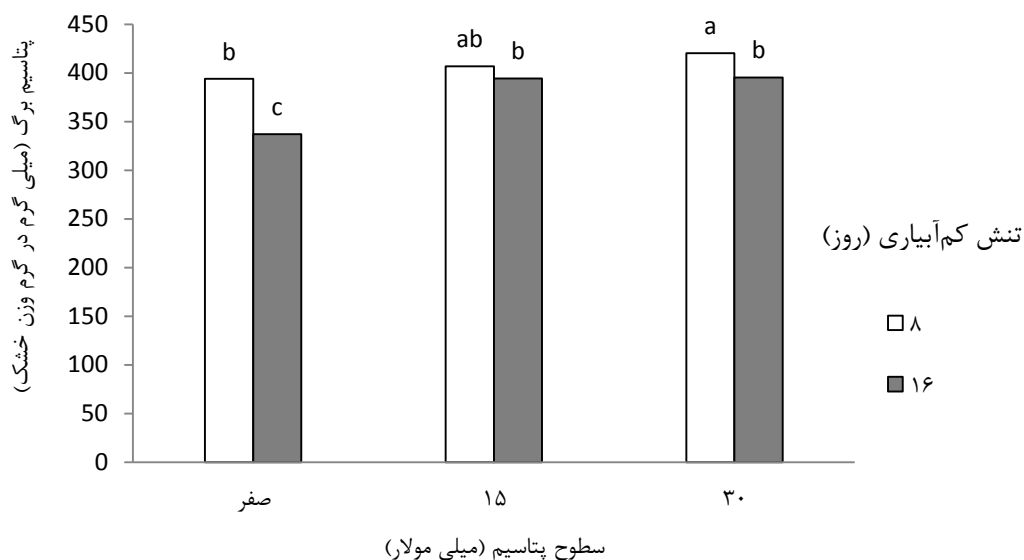
۴-۶- صفات کیفی

۴-۶-۱- پتاسیم برگ

پتاسیم برگ تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری (در سطح احتمال ۵ درصد)، محلول‌پاشی پتاسیم و اثر متقابل تنش و محلول‌پاشی پتاسیم (در سطح احتمال ۱ درصد) قرار گرفت (جدول پیوست ۱۵).

بررسی شکل ۴-۲۸ نشان می‌دهد تنش کم‌آبیاری پتاسیم برگ را کاهش داد. در شرایط تنش کاربرد هر دو سطح ۱۵ و ۳۰ میلی‌مولار پتاسیم به یک اندازه سبب افزایش پتاسیم برگ شدند. محلول‌پاشی این ماده با غلظت ۱۵ میلی‌مولار در شرایط عدم تنش نتوانست تأثیر مثبتی بر پتاسیم برگ داشته باشد ولی زمانی که از سطح سوم (۳۰ میلی‌مولار) پتاسیم استفاده شد، این صفت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و پتاسیم برگ را به بالاترین مقدار یعنی ۴۲۰/۴ میلی‌گرم در گرم وزن خشک رساند.

روز و همکاران (۲۰۰۸) اعلام داشتند که در طی دوره رشد رویشی دو رقم کلزا، مقدار جذب پتاسیم در شرایط تنش ۵ برابر کمتر از شرایط عدم تنش بود. عمر (۲۰۰۶) اعلام کرد که با کاربرد مقادیر بالای پتاسیم جذب آن به‌وسیله برگ‌ها تحت هر دو شرایط عدم تنش و تنش افزایش یافت. آفریدی و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که با افزایش مصرف پتاسیم در شرایط تنش غلظت پتاسیم در برگ افزایش یافت.

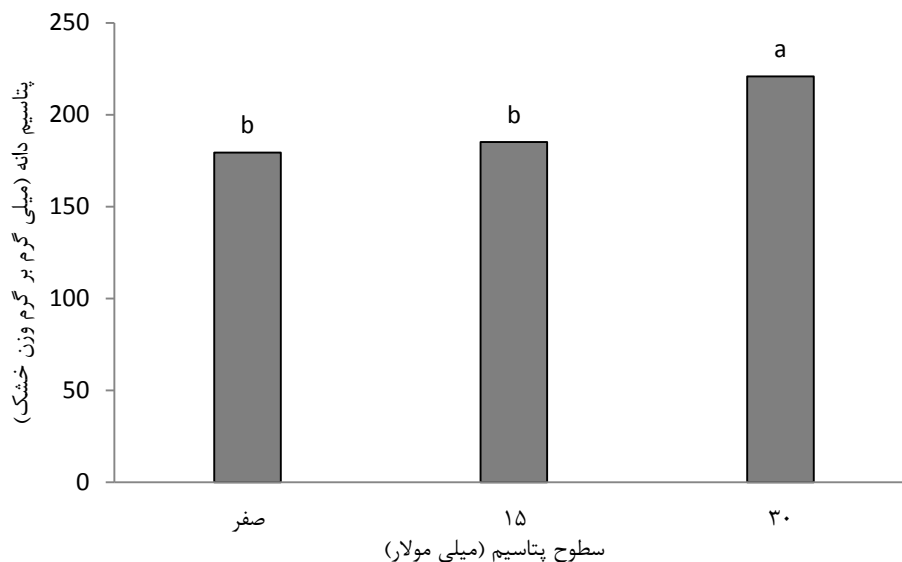


شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین پتاسیم برگ تحت تأثیر ترکیبات تیماری تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

۴-۶-۲- پتاسیم دانه

نتایج تجزیه واریانس پتاسیم دانه در جدول پیوست ۱۵ نشان می‌دهد که مقدار پتاسیم دانه فقط از محلول پاشی پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر پذیرفت. همان‌طور که در شکل ۴-۲۹ مشاهده می‌گردد کاربرد ۳۰ میلی‌مولار پتاسیم دانه سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم دانه نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی پتاسیم) گردید. به طوری که میزان پتاسیم دانه به دست آمده در این غلظت از پتاسیم ۲۲۰/۹ میلی گرم در گرم وزن خشک بود که معادل ۲۳ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود.

محمد و نسیم (۲۰۰۶) گزارش کردند که با افزایش کاربرد پتاسیم، جذب پتاسیم و فسفر بهبود می‌یابد و سبب افزایش میزان پتاسیم دانه می‌شود. در تحقیقی که توسط آرسته و جهانبین (۱۳۸۹) انجام شد گزارش شد که کاربرد کود پتاسیم روی گیاه برنج سبب افزایش میزان پتاسیم دانه شد.



شکل ۴-۲۹- مقایسه میانگین میزان پتاسیم دانه تحت تأثیر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف پتاسیم

۴-۶-۳- درصد روغن دانه

از بین منابع تغییر اثر محلول پاشی پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل تنش در محلول پاشی پتاسیم در سطح احتمال ۵ درصد بر درصد روغن دانه معنی دار شد (جدول پیوست ۱۷). محلول پاشی با غلظت ۱۵ میلی مولار پتاسیم نتوانست درصد روغن دانه را نسبت به شاهد افزایش دهد. ولی کاربرد بالاترین سطح پتاسیم (۳۰ میلی مولار) موجب افزایش معنی دار ۲/۶۷ درصدی روغن دانه نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی پتاسیم) گردید (جدول پیوست ۱۸).

با توجه به شکل ۴-۳۰ می توان چنین نتیجه گرفت که تنش کم آبیاری درصد روغن دانه را نسبت به عدم تنش کاهش داد ولی محلول پاشی پتاسیم توانست این صفت را بهبود بخشد به طوری که درصد روغن دانه در شرایط تنش از ۴۳/۶۷ درصد در سطح صفر پتاسیم به ۴۵/۱۱ درصد در سطح ۱۵

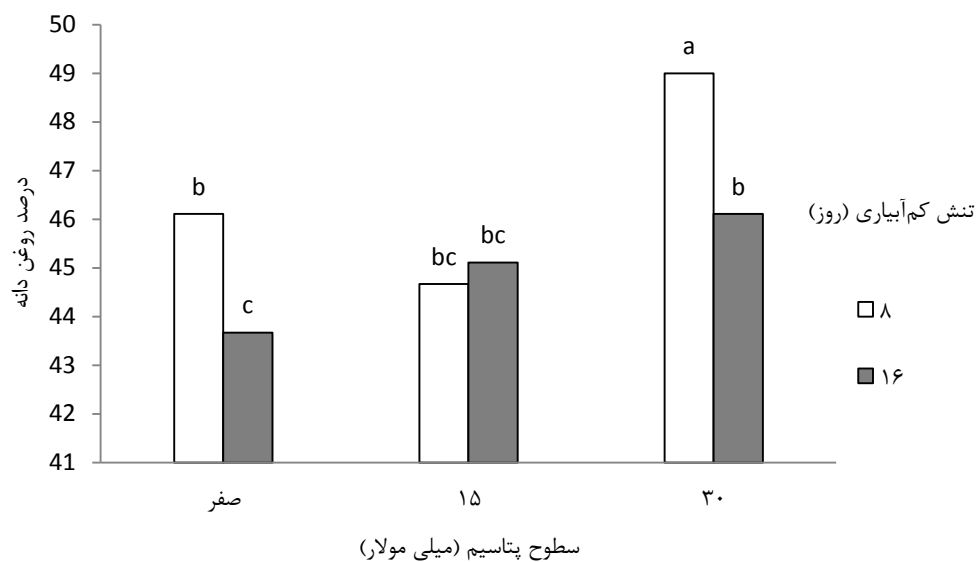
میلی‌مولار و سپس ۴۶/۱۱ درصد در سطح ۳۰ میلی‌مولار پتاسیم رسید که با شاهد در یک گروه آماری قرار داشتند.

در شرایط عدم تنش کاربرد سطح دوم پتاسیم (۱۵ میلی‌مولار) مقداری درصد روغن دانه را کاهش داد. ولی کاربرد سطح سوم پتاسیم (۳۰ میلی‌مولار) این صفت را به‌طور معنی‌دار و قابل توجهی افزایش داد به‌طوری که بالاترین درصد روغن دانه با میانگین ۴۹ درصد از همین تیمار به‌دست آمد.

گزارش شده است که در اثر اعمال تنش کم‌آبی کاهش محسوسی در درصد روغن دانه‌ی کلزا مشاهده شده است (دانشمند و همکاران، ۱۳۸۸). دانشیان و جنوبی (۱۳۸۱) گزارش نمودند که بر اثر تنش خشکی عملکرد دانه در سویا کاهش یافت. آن‌ها همچنین دریافتند که مقدار روغن دانه با تشدید تنش افزایش یافت ولی در نهایت به علت کاهش عملکرد، تنش تأثیر منفی در عملکرد روغن داشت.

رضوانی‌مقدم (۱۳۸۴) اظهار داشت که عملکرد روغن در کنجد یک صفت ژنتیکی است ولی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. تنش کم‌آبی، همانند دمای بالا در هنگام رسیدگی، درصد روغن را کاهش می‌دهد در حالی که درصد پروتئین را افزایش می‌دهد (کافی و همکاران، ۲۰۰۰). علت افزایش پروتئین دانه در شرایط تنش خشکی تسریع در رسیدگی گیاه ذکر می‌گردد، چرا که درصد روغن کاهش یافته و درصد پروتئین افزایش می‌یابد (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹).

فناپی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند در شرایط تنش با کاربرد پتاسیم درصد روغن دانه کلزا نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. در همین راستا آفریدی و همکاران (۲۰۰۲) افزایش درصد روغن دانه در گیاه کلزا را با کاربرد پتاسیم اعلام کردند.



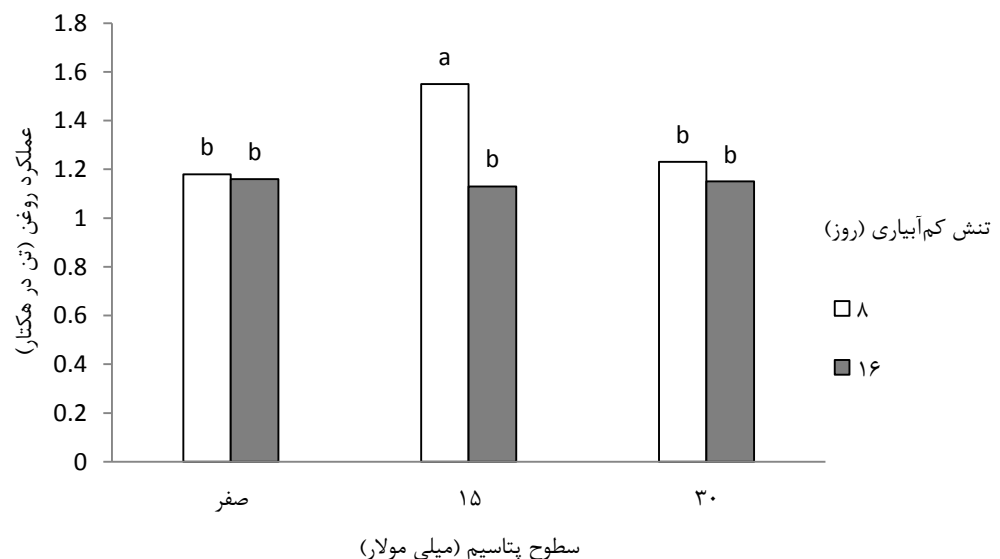
شکل ۴-۳۰- مقایسه میانگین درصد روغن دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی پتاسیم

۴-۶-۴- عملکرد روغن

عملکرد روغن تحت تأثیر اثر اصلی محلول پاشی پتاسیم و اثر متقابل تنش کم آبیاری و پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول پیوست ۱۷). کاربرد ۱۵ میلی مولار پتاسیم سبب افزایش معنی دار عملکرد روغن شد. این تیمار به طور متوسط عملکرد روغن را $12/68$ درصد بهبود بخشید (جدول پیوست ۱۸).

در شکل ۴-۳۲ ملاحظه می‌گردد که استفاده از پتاسیم با غلظت ۱۵ میلی‌مولار در شرایط عدم تنش سبب افزایش معنی‌دار عملکرد روغن گیاه گردید. کاربرد هر دو غلظت این ماده در دور آبیاری ۱۶ روز (تنش) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد روغن نداشت.

زمان خان و همکاران (۲۰۰۴) و آفریدی و همکاران (۲۰۰۲) افزایش عملکرد روغن را با افزایش مصرف پتاسیم گزارش کردند. از وظایف پتاسیم، تسریع در انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی از منابع به مخازن و اندام‌های در حال رشد می‌باشد (مارش‌نر، ۱۹۹۵). دانشمند و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که همبستگی مثبت و قوی بین عملکرد دانه با عملکرد روغن وجود دارد و افزایش تنش باعث کاهش آن دو می‌گردد.



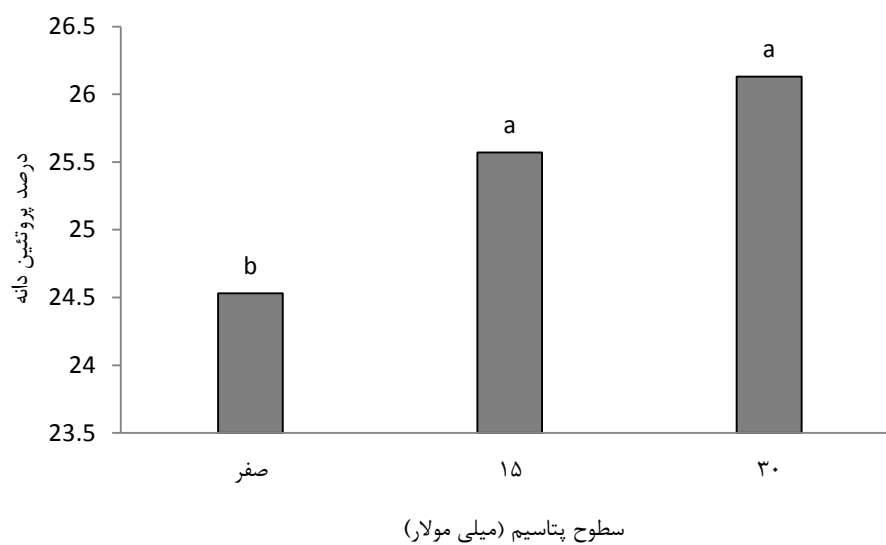
شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تأثیر ترکیبات تیماری تنش کم آبیاری و محلول‌پاشی پتاسیم

۴-۶-۵- درصد پروتئین

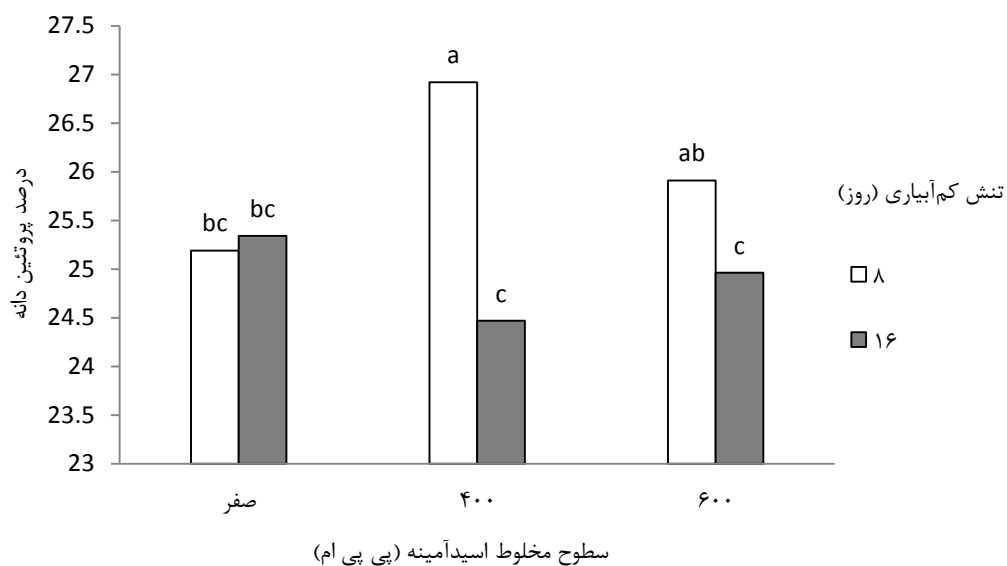
درصد پروتئین دانه تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری ($p < 0/05$)، محلول‌پاشی پتاسیم ($P < 0/01$) و اثر متقابل تنش در محلول‌پاشی اسیدآمینه ($P < 0/01$) قرار گرفت (جدول پیوست ۱۷). دانه گیاهانی که با هر دو غلظت پتاسیم محلول‌پاشی شدند از پروتئین بالاتری برخوردار بودند. کاربرد ۳۰ میلی‌مولار این ماده سبب افزایش معنی‌دار ۱/۶ درصدی پروتئین دانه نسبت به شاهد و افزایش ۰/۵۶ درصدی نسبت به سطح دوم این ماده گردید (شکل ۴-۳۲). دلیری و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش کردند که کاربرد پتاسیم سبب افزایش معنی‌دار درصد پروتئین دانه در کلزا شد.

محلول‌پاشی با مخلوط اسیدآمینه در شرایط تنش شدید (۱۶ روز) نه تنها اثر مثبتی برصفت درصد پروتئین نداشت بلکه حتی آن را به‌طور جزئی و غیرمعنی‌دار کاهش داد. ولی در شرایط عدم‌تنش (۸ روز) محلول‌پاشی با این ماده این صفت را بهبود بخشید. به‌طوری که بیشترین میزان پروتئین با میانگین ۲۶/۹۲ درصد مربوط به ترکیب تیماری عدم‌تنش و کاربرد ۴۰۰ پی‌پی‌ام مخلوط اسیدآمینه بود که نسبت به شاهد ۱/۷۳ درصد بیشتر بود (شکل ۴-۳۳).

در آزمایشی که توسط انتظاری و همکاران (۱۳۸۷) انجام شد، گزارش گردید که محلول‌پاشی اسیدآمینه با بالاترین غلظت سبب افزایش میزان پروتئین نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی اسیدآمینه) در گندم شد. افزایش درصد پروتئین دانه در جهت کمک به تنظیم و تعادل اسمزی سلول در شرایط تنش رطوبتی روی می‌دهد (پورموسوی و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل ۴-۳۲- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه تحت تأثیر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف پتاسیم



شکل ۴-۳۳- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه تحت تأثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و محلول پاشی

مخلوط اسیدآمیننه

۷-۴- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این تحقیق به طور خلاصه شامل موارد زیر است:

۱- تنش کم آبیاری سبب کاهش سطح برگ، وزن خشک طبق، ارتفاع بوته، محتوای نسبی آب برگ، عملکرد دانه، کلروفیل (عدد اسپد)، کلروفیل a و b، کلروفیل کل، پتاسیم برگ و روغن گردید.

۲- تنش کم آبیاری سبب افزایش معنی دار تعداد دانه پوک در طبق شد.

۳- کاربرد مخلوط اسید آمینه صفاتی از قبیل وزن خشک ساقه و طبق، تعداد دانه در طبق، نسبت مغز به پوست دانه، وزن هزار دانه، کلروفیل b، کاروتنوئید، کلروفیل کل و پروتئین دانه را افزایش داد.

۴- پتاسیم سبب افزایش ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، محتوای نسبی آب برگ، نسبت مغز به پوست دانه، عملکرد دانه، کلروفیل (عدد اسپد)، کاروتنوئید، کلروفیل کل، پتاسیم برگ، درصد و عملکرد روغن گردید.

۵- محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم توانست تا حد زیادی اثرات مضر تنش کم آبیاری را بهبود دهد و در نهایت در محدوده پژوهش انجام شده ترکیب تیماری ۴۰۰ پی پی ام مخلوط اسید آمینه به همراه ۱۵ میلی مولار پتاسیم را می توان به عنوان بهترین ترکیب تیماری معرفی کرد.

۴-۷- پیشنهادات

موارد زیر برای حصول نتایج تکمیلی پیشنهاد می‌شود:

۱- این احتمال وجود دارد که پاسخ سایر گیاهان به محلول‌پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم متفاوت باشد، توصیه می‌گردد این آزمایش روی سایر گیاهان نیز انجام شود.

۲- دامنه وسیع‌تری از غلظت‌های مخلوط اسید آمینه و پتاسیم مورد بررسی قرار گیرد.

۳- پیشنهاد می‌شود تأثیر مخلوط اسید آمینه و پتاسیم در مهار سایر تنش‌های زیستی و غیر زیستی تهدید کننده رشد و تولید آفتاب‌گردان مطالعه گردد.

۴- عکس‌العمل ارقام دیگر آفتاب‌گردان نسبت به محلول‌پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم مورد آزمون قرار گیرد.

۵- تأثیر گذاری محلول‌پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم در زمان‌های مختلف از رشد رویشی و زایشی ممکن است متفاوت باشد لذا توصیه می‌شود که تأثیر این دو ماده مورد مطالعه در این پژوهش (مخلوط اسید آمینه و پتاسیم) در مراحل مختلف رشد آفتاب‌گردان مورد بررسی قرار گیرد.

پیوست‌ها

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک طبق تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک طبق
تکرار	۲	۰/۰۹۴	۱۵۳/۳۲۰	۵۶۸/۵۷	۱۷۱/۶۴۷
تنش	۱	۱۱/۲۹۸ *	۸۷۳/۱۲۷	۵۱۴/۱۵۴ °	۱۴۱۶/۱۶ °
خطا	۲	۰/۱۱۸	۲۴۲/۸۶۵	۲۷۰/۶۲۳	۶۰۹/۷۰۷
اسید آمینه	۲	۰/۱۰۹	۳۱۷/۷۷۹ *	۱۶۴/۴۶۸	۱۶۷۶/۱۷۵ **
اسید آمینه * تنش	۲	۰/۶۶۱	۱۹۵/۴۱۶	۹۴۱/۷۰۸ °	۱۲۹۸/۰۲۹ **
پتاسیم	۲	۰/۵۷۲	۹۷۰/۳۵۶ **	۳۳۷۵/۵۰۱ **	۴۴۳۶/۵۹۶ **
پتاسیم * تنش	۲	۰/۱۲۸	۱۷۹/۲۱۹	۶۵۳/۰۸۲	۳۵۷/۷۱۸
اسید آمینه * پتاسیم	۴	۰/۵۰۱	۴۶۰/۰۴۵ **	۱۷۶۹/۳۵۵ **	۲۴۵۵/۱۶۸ **
اسید آمینه * پتاسیم * تنش	۴	۰/۴۶۹	۱۷۴/۵۵۸	۱۴۲/۶۵۱	۲۰۳۸/۴۳۹ °
خطا	۳۲	۰/۲۲۷	۷۱/۱۸۹	۲۰۷/۰۱۰۰	۱۹۹/۸۲۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۷۷	۱۶/۳۴	۱۵/۵۵	۷/۶۵۶

***، * به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۲- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک طبق تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

تیمار	شاخص سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک طبق
	گرم در متر مربع	گرم در متر مربع	گرم در متر مربع	گرم در متر مربع
تنش کم آبیاری				
۸ روز	۳/۱۴ a	۵۵/۶۳	۱۰۲/۲۷ a	۲۰۰/۸۰ a
۱۶ روز	۲/۲۲ b	۴۷/۵۹	۸۲/۷۶ b	۱۶۸/۴۲ b
LSD 5%	۰/۱۷۲	۹/۰۴	۱۷/۵۱	۲۸/۳۸
مخلوط اسید آمینه (بی پی ام)				
صفر	۲/۶۸	۴۸/۱۶ b	۸۹/۱۲	۱۷۷/۹۷ b
۴۰۰	۲/۷۶	۵۶/۲۹ a	۹۳/۵۲	۱۹۵/۶۸ a
۶۰۰	۲/۶۰	۵۰/۳۷ b	۹۴/۹۱	۱۸۰/۱۸ b
پتاسیم (میلی مولار)				
صفر	۲/۶۴	۴۳/۳۸ b	۸۰/۸۸ b	۱۷۰/۵۲ c
۱۵	۲/۸۷	۵۷/۴۹ a	۱۰۷/۶۰ a	۲۰۱/۵۳ a
۳۰	۲/۵۲	۵۳/۹۶ a	۸۹/۰۶ b	۱۸۱/۷۹ b
LSD 5%	۰/۳۲۳	۵/۷۲۹	۹/۷۶۹	۹/۵۹۸

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید

آمینه و پتاسیم

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	قطر طبق
تکرار	۲	۵۳۴/۵۹۶	۴/۰۲۴	۱۲/۶۹۱
تنش	۱	۷۷۶/۷۹۹	۱۶/۷۵۶	۳۳/۵۲۸
خطا	۲	۷۷۵/۲۶۸	۲/۶۰۰	۳/۳۳۶
اسید آمینه	۲	۴۷/۳۲۴	۰/۷۷۵	۰/۵۹۷
اسید آمینه * تنش	۲	۲۷/۰۷۴	۰/۰۷۸	۱/۳۱۰
پتاسیم	۲	۲۴۱/۸۷۶*	۰/۷۳۸	۷/۵۰۸ **
پتاسیم * تنش	۲	۲۹۲/۸۶۲*	۱/۶۹۱	۲/۴۷۸
اسید آمینه * پتاسیم	۴	۳۸۷/۲۳۱**	۱/۸۲۱	۴/۸۶۴**
اسید آمینه * پتاسیم * تنش	۴	۱۱۰/۷۷۰	۲/۷۳۶	۱/۳۰۸
خطا	۳۲	۷۲/۲۳۰	۱/۷۴۳	۱/۰۶۰
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۳۲	۹/۱۸	۷/۰۴

**، * به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید

آمینه و پتاسیم

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	قطر ساقه (میلی متر)	قطر طبق (سانتی متر)
تنش کم آبیاری			
۸ روز	۱۱۹/۹۳۶	۱۴/۹۳۵	۱۴/۳۲۹
۱۶ روز	۱۱۲/۳۵۰	۱۳/۸۲۱	۱۲/۰۰۵
LSD 5%	۷/۷۸۶	۱/۳۱۴	۱/۳۲۴
مخلوط اسید آمینه (پی پی ام)			
صفر	۱۱۴/۳۶۸	۱۴/۳۱۷	۱۴/۰۵۹
۴۰۰	۱۱۶/۵۱۴	۱۴/۶۰۹	۱۲/۵۶۷
۶۰۰	۱۱۷/۵۴۶	۱۴/۲۰۸	۱۲/۸۷۶
پتاسیم (میلی مولار)			
صفر	۱۱۳/۲۷۴ b	۱۴/۱۴۸	۱۴/۲۲۱ b
۱۵	۱۱۴/۸۸۱ b	۱۴/۴۵۶	۱۴/۲۷۱ b
۳۰	۱۲۰/۲۷۳ a	۱۴/۵۳۱	۱۵/۳۶۴ a
LSD 5%	۵/۷۷۱	۰/۸۹۶	۰/۹۰۳

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۵- میانگین مربعات تعداد دانه پوک در طبق و نسبت مغز به پوست تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه پوک در طبق	نسبت مغز به پوست
تکرار	۲	۷/۷۲۲	۰/۲۲۳
تنش	۱	۳۸۹/۳۵۲*	۲/۲۰۸
خطا	۲	۴/۵۷۴	۰/۱۳۲
اسید آمینه	۲	۱۱/۱۶۷	۰/۶۲۷**
اسید آمینه * تنش	۲	۳۳/۵۷۴**	۰/۰۱۰
پتاسیم	۲	۲۰/۶۶۷*	۰/۱۹۶*
پتاسیم * تنش	۲	۱۴/۲۹۶	۰/۰۵۷
اسید آمینه * پتاسیم	۴	۸/۱۶۷	۰/۰۳۴
اسید آمینه * پتاسیم * تنش	۴	۹/۳۵۲	۰/۱۳۱
خطا	۳۲	۵/۱۹۰	۰/۰۵۸
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۳۰	۵/۵۷

*, ** به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۶- مقایسه میانگین تعداد دانه پوک در طبق و نسبت مغز به پوست تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

تیمار	تعداد دانه پوک در طبق	نسبت مغز به پوست
تنش کم آبیاری		
۸ روز	۲۱/۸۱۵ b	۴/۵۳۶
۱۶ روز	۲۷/۱۸۵ a	۴/۱۳۱
LSD 5%	۵/۱۷	۰/۵۰۵
مخلوط اسید آمینه (پی پی ام)		
صفر	۲۵/۱۱۱	۴/۱۱۹ b
۴۰۰	۲۴/۷۷۸	۴/۴۲۳ a
۶۰۰	۲۳/۶۱۱	۴/۴۵۸ a
پتاسیم (میلی مولار)		
صفر	۲۵/۷۲۲ a	۴/۲۱۵ b
۱۵	۲۳/۷۲۲ b	۴/۳۷۲ ab
۳۰	۲۴/۰۵۶ b	۴/۴۱۳ a
LSD 5%	۱/۵۴۷	۰/۱۶۳

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۷- میانگین مربعات وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

منابع تغییرات	درجه ی آزادی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در طبق	عملکرد دانه
تکرار	۲	۶۸/۳۸۹	۷۳۹۳۶/۶۸۵	۲۵۶۸۹۶/۲۹۶
تنش	۱	۳۱۸۹/۳۵۲*	۳۹۶۱۲۲/۶۸۵	۴۴۰۸۹۷۹/۶۳۰*
خطا	۲	۸۸/۹۰۷	۴۵۶۶۳/۰۱۹	۶۴۹۸۵/۱۸۵
اسید آمینه	۲	۳۴۶/۱۶۷**	۴۰۶۷۹/۱۳۰*	۲۲۶۲۴/۰۷۴
اسید آمینه * تنش	۲	۳۸۹/۱۳۰**	۱۷۸۵۷/۴۶۳	۱۰۳۸۴۶/۲۹۶
پتاسیم	۲	۱۱۴/۰۰۰	۵۷۲۰۲/۴۶۳*	۱۳۳۸۵/۱۸۵
پتاسیم * تنش	۲	۸۵/۴۰۷	۱۶۱۸۴/۱۳۰	۱۹۴۷۱۸/۵۱۹**
اسید آمینه * پتاسیم	۴	۳۶/۶۶۷	۱۱۴۱۸/۹۶۳	۷۵۹۲۱/۲۹۶
اسید آمینه* پتاسیم* تنش	۴	۶۴/۶۸۵	۸۷۰۷/۴۰۷	۵۸۶۶۰/۱۸۵
خطا	۳۲	۳۶/۶۹۰	۱۱۶۷۶/۶۴۴	۳۲۶۸۰/۳۲۴
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۵۸	۱۲/۱۸	۶/۸۵

**، * به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۸- مقایسه میانگین وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

تیمار	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در طبق	عملکرد دانه (تن در هکتار)
تنش کم آبیاری			
۸ روز	۸۷/۶۳۰ a	۹۷۲/۷۴۱	۲۹۲۳/۳۳۳ a
۱۶ روز	۷۲/۲۵۹ b	۸۰۱/۴۴۴	۲۳۵۱/۸۵۲ b
LSD 5%	۱۴/۳۷۱	۱۷۲/۲۹۷	۵۷۰/۴۸۱
مخلوط اسید آمینه (بی بی ام)			
صفر	۷۶/۰۰۰ b	۸۳۴/۱۶۷ b	۲۶۲۶/۶۶۷
۴۰۰	۷۹/۱۶۷ b	۸۹۰/۰۰۰ ab	۲۶۰۸/۸۸۹
۶۰۰	۸۴/۶۶۷ a	۹۳۳/۱۱۱ a	۲۶۷۷/۲۲۲
پتاسیم (میلی مولار)			
صفر	۷۷/۲۷۸	۸۲۲/۰۰۰ b	۲۶۳۹/۴۴۴
۱۵	۸۰/۲۷۸	۹۱۹/۲۷۸ a	۲۶۶۳/۸۸۹
۳۰	۸۲/۲۷۸	۹۲۰/۰۰۰ a	۲۶۰۹/۴۴۴
LSD 5%	۴/۱۱۳	۷۳/۳۷	۳۸۸/۲

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۹- میانگین مربعات محتوای نسبی آب برگ و کلروفیل (عدد اسپد) تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

منابع تغییر	درجه آزادی	محتوای نسبی آب برگ	کلروفیل (عدد اسپد)
تکرار	۲	۰/۰۷۰	۲۶/۷۰۹
تنش	۱	۳۱۲۴/۳۹۳ *	۲۵۶/۱۰۷ **
خطا	۲	۳۲/۱۲۲	۰/۰۴۴
اسید آمینه	۲	۸۵/۴۹۸	۲/۲۱۴
اسید آمینه * تنش	۲	۹۹/۰۹۲	۷/۳۸۹
پتاسیم	۲	۴۲۸/۵۴۵ **	۴/۰۸۶
پتاسیم * تنش	۲	۳۸۱/۵۴۲ **	۷۵/۴۷۶ **
اسید آمینه * پتاسیم	۴	۷۳/۱۲۰	۴۵/۷۸۴ **
اسید آمینه * پتاسیم * تنش	۴	۴۱/۹۳۰	۶/۷۳۳
خطا	۳۲	۵۴/۹۴۳	۸/۰۹۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۸۲	۶/۸۳

**, * به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۰- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب برگ و کلروفیل (عدد اسپد) تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

تیمار	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	کلروفیل (عدد اسپد)
تنش کم آبیاری		
۸ روز	۵۴/۴۶۱ a	۴۳/۷۹۶ a
۱۶ روز	۳۹/۲۴۸ b	۳۹/۴۴۱ b
LSD 5%	۱۵/۱۱۳	۴/۳۵۵
مخلوط اسید آمینه (پی پی ام)		
صفر	۴۴/۶۱۵	۴۱/۷۴۴
۴۰۰	۴۶/۹۸۱	۴۱/۸۸۹
۶۰۰	۴۸/۹۶۹	۴۱/۲۲۲
پتاسیم (میلی مولار)		
صفر	۴۱/۳۶۱ c	۴۰/۱۳۹
۱۵	۴۸/۵۱۸ b	۴۰/۷۶۱
۳۰	۵۰/۶۸۵ a	۴۳/۹۵۶
LSD 5%	۰/۰۲۳	۲/۵۵۷

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۱۱- میانگین مربعات کلروفیل a و کلروفیل b تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و

پتاسیم		درجه آزادی	منابع تغییر
کلروفیل b	کلروفیل a		
۰/۲۱۷	۱/۹۷۲	۲	تکرار
۱۰/۵۹۱	۲۸/۰۰۸**	۱	تنش
۰/۶۵۹	۰/۴۶۳	۲	خطا
۰/۳۹۰	۶/۳۷۰**	۲	اسید آمینه
۰/۶۰۶*	۰/۲۲۸	۲	اسید آمینه * تنش
۰/۸۴۹**	۱۶/۹۱۷**	۲	پتاسیم
۰/۰۷۰	۰/۶۴۲	۲	پتاسیم * تنش
۰/۳۵۶	۱/۸۴۰**	۴	اسید آمینه * پتاسیم
۰/۲۴۲	۰/۰۶۸	۴	اسید آمینه * پتاسیم * تنش
۰/۱۵۷	۰/۴۱۲	۳۲	خطا
۲۵/۱۴	۱۰/۸۶		ضریب تغییرات (درصد)

***، * به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۲- مقایسه میانگین کلروفیل a و کلروفیل b تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و

پتاسیم		تیماز
کلروفیل b	کلروفیل a	
میلی گرم در گرم وزن تر		
تنش کم آبیاری		
۲/۰۱۷	۶/۶۳۶ a	۸ روز
۱/۱۳۱	۵/۱۹۶ b	۱۶ روز
۰/۹۸۶	۱/۳۳	LSD 5%
مخلوط اسید آمینه (بی بی ام)		
۱/۴۰۵	۵/۲۴۷ b	صفر
۱/۶۵۱	۶/۳۸۷ a	۴۰۰
۱/۶۶۷	۶/۱۱۳ a	۶۰۰
پتاسیم (میلی مولار)		
۱/۳۸۸ b	۵/۱۱۴ c	صفر
۱/۵۲۲ b	۵/۶۳۹ b	۱۵
۱/۸۱۳ a	۶/۹۹۳ a	۳۰
۰/۲۶۹	۰/۴۳۵	LSD 5%

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۱۳- میانگین مربعات کاروتنوئید و مجموع کلروفیل تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

منابع تغییر	درجه آزادی	کاروتنوئید	مجموع کلروفیل
تکرار	۲	۰/۰۴۶	۳/۶۷۰
تنش	۱	۰/۲۷۲*	۷۲/۱۱۸*
خطا	۲	۰/۰۰۸	۲/۱۱۵
اسید آمینه	۲	۰/۰۷۹**	۱۰/۰۰۷**
اسید آمینه * تنش	۲	۰/۰۶۳*	۱/۱۴۹
پتاسیم	۲	۰/۴۰۷**	۲۵/۰۹۱**
پتاسیم * تنش	۲	۰/۰۴۸*	۰/۴۶۳۷
اسید آمینه * پتاسیم	۴	۰/۰۴۴*	۳/۶۳۴**
اسید آمینه * پتاسیم * تنش	۴	۰/۰۰۸	۰/۲۰۰
خطا	۳۲	۰/۰۱۲	۰/۵۲۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۶۶	۹/۶۵

*, ** به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۴- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

تیمار	کاروتنوئید (میلی گرم در گرم وزن تر)
تنش کم آبیاری	
۸ روز	۰/۶۹۶ a
۱۶ روز	۰/۵۴۰ b
LSD 5%	۰/۱۳۶
مخلوط اسید آمینه (پی پی ام)	
صفر	۰/۵۵۰ b
۴۰۰	۰/۶۵۰ a
۶۰۰	۰/۶۷۶ a
پتاسیم (میلی مولار)	
صفر	۰/۴۸۱ c
۱۵	۰/۶۱۳ b
۳۰	۰/۷۸۱ a
LSD 5%	۰/۰۷۴

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۱۵- میانگین مربعات پتاسیم برگ و پتاسیم دانه تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

پتاسیم دانه	پتاسیم برگ	درجه آزادی	منابع تغییر
۸۲۱/۲۴۱	۱۹۲۲/۷۹۶	۲	تکرار
۴۹۶۸/۹۶۳	۱۳۳۴۸/۱۶۷ *	۱	تنش
۵۴۷/۶۸۵	۴۴۸/۳۸۹	۲	خطا
۶۰/۲۴۱	۱۷۷/۳۵۲	۲	اسید آمینه
۶۷۹/۲۴۱	۱۰۵/۰۵۶	۲	اسید آمینه * تنش
۹۰۹۵/۱۳۰ **	۹۲۲۹/۲۴۱ *	۲	پتاسیم
۷۴۹/۱۳۰	۲۳۳۰/۷۲۲ **	۲	پتاسیم * تنش
۱۴۴۸/۲۶۹	۱۴۰/۰۴۶	۴	اسید آمینه * پتاسیم
۱۸۵۶/۱۵۷	۲۹۸/۳۶۱	۴	اسید آمینه * پتاسیم * تنش
۱۰۹۲/۹۰۰	۳۹۴/۷۸۰	۳۲	خطا
۱۶/۹۴	۵/۰۸		ضریب تغییرات (درصد)

** ، * به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۶- مقایسه میانگین پتاسیم برگ و پتاسیم دانه تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

پتاسیم دانه	پتاسیم برگ	تیمار
میلی گرم بر گرم وزن تر		
تنش کم آبیاری		
۲۰۴/۷۴۱	۴۰۶/۹۶۳ a	۸ روز
۱۸۵/۵۵۶	۳۷۵/۵۱۹ b	۱۶ روز
۱۸/۱۸۵	۳۰/۴۴۴	LSD 5%
مخلوط اسید آمینه (پی پی ام)		
۱۹۶/۴۴۴	۳۹۴/۱۱۱	صفر
۱۹۳/۰۵۶	۳۹۱/۷۲۲	۴۰۰
۱۹۵/۹۴۴	۳۸۷/۸۸۹	۶۰۰
پتاسیم (میلی مولار)		
۱۷۹/۳۸۹ b	۳۶۵/۴۴۴ b	صفر
۱۸۵/۱۶۷ b	۴۰۰/۴۴۴ a	۱۵
۲۲۰/۸۸۹ a	۴۰۷/۸۳۲ a	۳۰
۲۲/۴۵	۱۳/۴۹	LSD 5%

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۱۷- میانگین مربعات درصد روغن، عملکرد روغن و درصد پروتئین تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی با مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

درصد پروتئین	عملکرد روغن	درصد روغن	درجه آزادی	منابع تغییر
۰/۳۰۸	۰/۰۲۱	۸/۲۲۲	۲	تکرار
۱۹/۳۵۶ *	۰/۴۰۴	۳۵/۸۵۲	۱	تنش
۰/۴۳۵	۰/۰۲۵	۳/۱۸۵	۲	خطا
۰/۱۰۹	۰/۰۰۶	۶/۵۰۰	۲	اسید آمینه
۷/۶۱۸ **	۰/۰۰۱	۶/۴۶۳	۲	اسید آمینه * تنش
۱۱/۸۵۰ **	۰/۱۴۸ **	۴۲/۶۶۷ **	۲	پتاسیم
۱/۵۵۱	۰/۲۰۱ **	۱۴/۷۴۱ *	۲	پتاسیم * تنش
۱/۰۵۲	۰/۰۰۵	۸/۰۸۳	۴	اسید آمینه * پتاسیم
۰/۶۳۷	۰/۰۰۲	۱۱/۱۰۲	۴	اسید آمینه * پتاسیم * تنش
۱/۳۱۵	۰/۰۱۷	۴/۱۶۲	۳۲	خطا
۴/۵۱	۱۰/۵۰	۴/۴۶		ضریب تغییرات (درصد)

**, * به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۸- مقایسه میانگین درصد روغن، عملکرد روغن و درصد پروتئین تحت تأثیر تنش کم آبیاری و محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم

تیمار	روغن (درصد)	عملکرد روغن (تن در هکتار)	پروتئین (درصد)
تنش کم آبیاری			
۸ روز	۴۶/۵۹۳	۱/۳۲۵	۲۶/۰۰۸
۱۶ روز	۴۴/۹۶۳	۱/۱۵۱	۲۴/۸۱۱
LSD 5%	۱/۹۳	۰/۳۷۴	۱/۶۱۷
مخلوط اسید آمینه (پی پی ام)			
صفر	۴۶/۴۴۴	۱/۲۴۸	۲۵/۲۶۴
۴۰۰	۴۵/۲۷۸	۱/۲۱۸	۲۵/۶۹۶
۶۰۰	۴۵/۶۱۱	۱/۲۴۹	۲۵/۲۶۸
پتاسیم (میلی مولار)			
صفر	۴۴/۸۸۹ b	۱/۱۷۷ b	۲۴/۵۳۰ b
۱۵	۴۴/۸۸۹ b	۱/۳۴۳ a	۲۵/۵۶۹ a
۳۰	۴۷/۵۵۶ a	۱/۱۹۶ b	۲۶/۱۲۹ a
LSD 5%	۱/۳۸۵	۰/۰۸۸	۰/۷۷۸

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

منابع

آرسته، ن. و جهانبین، ش. ۱۳۸۹. اثر تنش رطوبتی، محلول پاشی سولفات روی و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم برنج در یاسوج. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار. ۱۴ شهریور. صفحه ۱۲۴-۱۳۹.

آلیاری، ه.، شکاری، ف. و شکاری، ف. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز. ۱۸۲ صفحه.

اشرفی، س.، حسنی، ع. و رسولی صدقیانی، م.ح. ۱۳۹۱. واکنش‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی شاه‌اسپرم در پاسخ به محلول پاشی برگی اسید آمینه. همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار. ۲-۵ شهریور. تبریز. صفحه ۱۴-۲۲.

امام، ی. و زواری، م. ۱۳۸۴. تحمل به خشکی در درجات بالا (ژنتیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی تجزیه بیولوژیکی). مرکز علمی نشر تهران. ۱۲۰ صفحه.

انتظاری، س.، خلعتبری، م.، نصری، م. و محمدآبادی، ا.ذ. ۱۳۸۷. تأثیر محلول پاشی پتاسیم بر کم-آبیاری زراعت گندم در دشت ورامین. مجله علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. ۴(۲): ۶۴-۷۵.

انصار، ز. ۱۳۹۱. تأثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و متانول بر خصوصیات کیفی و کمی کنگد در شرایط تنش کم‌آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شاهرود. ۱۲۸ صفحه.

بهدائی، م.ع. و راشد، م.ح. ۱۳۷۷. بررسی اثر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنگد. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۲(۲): ۶۳-۷۵.

بیک نژاد، ص. ۱۳۸۶. بررسی مصرف مقادیر مختلف پتاسیم و منیزیم بر صفات زراعی ژنوتیپ‌های سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد. ۷۸ صفحه.

پوراسماعیل، پ.د.، حبیبی، م. و مشهدی، ا. ۱۳۸۵. بررسی استفاده از پلیمر سوپر جاذب آب در افزایش عملکرد و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

پورموسوی، م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا. و بصیرانی، ن. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشای سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴: ۱-۹.

توکلی زینلی، ا. ۱۳۸۲. مطالعه قطع آبیاری در طول مراحل رشد بر عملکرد دانه و روغن و اجزای آن در گلرنگ. کارشناسی ارشد. پایان نامه، دانشگاه تهران. ۱۱۸ صفحه.

جهاد اکبر، م.ر.، عقدایی، م. و ابراهیمیان، ح.ر. ۱۳۸۰. بررسی اثر تأخیر در آبیاری پس از سبز شدن محصول در زراعت چغندر قند. مجله چغندر قند. ۱۷ (۲): ۱۰۹ - ۹۹.

حسن‌زاده، س.، امیری، م.ا.، نایینی، م.ر. و دلجو، ح. ۱۳۹۰. اثر محلول پاشی کود آلی اسیدهای آمینه بر برخی صفات فیزیولوژیکی و کیفی رقم نادری تحت تنش خشکی. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار. ۳ شهریور. کرج. صفحه ۳۷-۴۴.

حمیدی، ح. و صفرنژاد، ا. ۱۳۸۲. ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی یونجه بازسازی خود در برابر تنش اسمزی. پژوهش و سازندگی. ۵۸: ۸۴-۸۹.

حیدری، م. و اصغری‌پور، م.ر. ۱۳۹۰. اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای تحت تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰ (۲): ۳۷۴-۳۸۱.

خلدبرین، ب. و اسلام‌زاده، ط. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). جلد اول. انتشارات دانشگاه شیراز. صفحه ۴۱-۴۷.

خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۹. گیاهان صنعتی. چاپ چهارم. انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.

خیبری، م.، دانشیان، ج.، طاعی، آ.، اسدی رحمانی، ه. و سیف زاده، س. ۱۳۹۱. تأثیر محلول پاشی اسیدآمینه و تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد بر اجزای عملکرد دانه و درصد روغن آفتابگردان تحت تنش کم‌آبی در منطقه زنجان. دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۶ شهریور. کرج صفحه ۱۰۶-۱۱۰.

دانشمند، ع.، شیرانی‌راد، ا.ح.، نور محمدی، ق.، زارعی، ق. و دانشیان، ج. ۱۳۸۸. بررسی روغن دانه و پروتئین دانه دو رقم کلزا و ارتباط آن با عملکرد روغن دانه و عملکرد پروتئین دانه. مجله‌ی دانش کشاورزی ایران. ۵ (۳): ۳۱۴-۲۹۵.

دانشیان، ج. و جنوبی، پ. ۱۳۸۱. بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف کلیسم در خصوصیات سویا. علوم کشاورزی (دانشگاه آزاد اسلامی). ۸ (۱): ۱۰۸-۹۵.

داوودی فرد، م.، حبیبی، د.، پاکنژاد، ف.، فاضلی، ف. و فرهانی پاد، پ. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و محلول پاشی اسیدهای آمینه و اسید سیلیسیک بر روی فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان تحت شرایط تنش خشکی در گیاه گندم. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۶ (۴): ۱۱-۳۶.

دلیری، م.، مظلوم، پ. و خدابنده، ن. ۱۳۸۹. بررسی اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر درصد روغن و پروتئین دانه در کلزا. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۴ (۶): ۸۵-۹۱.

راهداری، پ.، مظفری، ا. و پناهی، ب. ۱۳۹۱. بررسی اثر محلول پاشی اسیدآمینه‌های آزاد بر برخی ویژگیهای کیفی و کمی پسته. مجله زیست شناسی ایران. ۴ (۲۵): ۶۰۶-۶۱۷.

رضوانی‌مقدم، پ. ۱۳۷۴. بررسی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغن کنجد در تراکم‌های مختلف بوته و فواصل مختلف آبیاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۳ (۱): ۱۰۶-۹۵.

زکی پور، ا.، دانشیان، ج. و ربیعی، م. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی روی و اسید آمینه بر رشد و عملکرد گیاه ترتتیکاله به صورت کشت دوم در اراضی شالیزاری. دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۶ شهریور. کرج. صفحه ۱-۴.

سالاردینی، ع. و مجتهدی، م. ۱۳۶۷. اصول تغذیه گیاه. مرکز نشر دانشگاه تهران. صفحه ۵۴-۶۷.
سرمدنی، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۶۶. جنبه‌های فیزیولوژیک زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

سلطانی، ا. و فرجی، ا. ۱۳۸۴. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۴۶ صفحه.
شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد رازیانه. فصل نامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۷: ۱-۲۶.

عابدی بابا عربی، س.، موحدی دهنوی، م.، یدوی، ع.ر. و ادهمی، ا. ۱۳۹۰. تأثیر محلول پاشی روی و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴(۱): ۷۵-۹۵.

عامری، ع. ا. ۱۳۹۲. اثر دور آبیاری و محلول پاشی ریز مغذی‌ها روی عملکرد بذر و درصد روغن گیاه دارویی کرچک. اولین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار. ۱۸ مهر. دانشکده شهید مفتاح. صفحه ۳۳-۴۲.

عباسی، ف. ۱۳۸۶. اثر متقابل خشکی و شوری بر عوامل رشد دو گونه گیاهی. مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی. ۶۶: ۴۰-۵۸.

عرشی، ی. ۱۳۷۶. علوم و تکنولوژی آفتاب‌گردان (ترجمه). نشر اداره کل پنبه و دانه‌های روغنی ایران. ۴۴۵ صفحه.

عزیزنیا، ش.، زالی، ا.ا.، یزدی صمدی، ب. و احمدی، ا. ۱۳۸۴. بررسی و ارزیابی صفات کمی مرتبط با مقاومت به خشکی در گندم. مجله دانش کشاورزی. دانشگاه اصفهان. ۳۶: ۲۸۱-۲۹۲.

علیمرادی، ا. و دهقان‌شعار، م. ۱۳۷۷. چغندر قند از علم تا عمل (ترجمه). نشر علوم کشاورزی. ۷۳۱ صفحه.

فراست، م.، ساجدی، ن.ع. و میرزاخانی، م. ۱۳۸۹. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات زراعی و عملکرد ارقام گلرنگ. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. تهران. دانشگاه شهید بهشتی. ۲-۴ مرداد. صفحه ۴۱۶۹-۴۱۷۲.

فرخی نیا، م.، رشیدی، م.، پاسبان اسلام، ب. و ساسان دوست، ر. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی صفات رویشی گلرنگ بهاره. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۲(۵): ۱-۱۱.

فناپی، ح.ر.، گلوی، م.، کافی، م. و شیرانی‌راد، ا.م. ۱۳۹۱. اثر متقابل کمبود آب و پتاسیم بر غلظت پتاسیم، کلسیم، منیزیم و روغن دو گونه کلزا و خردل. نشریه دانش آب و خاک. ۲۳(۳): ۲۶۱-۲۷۵.

فوگر، ز.ک. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. اثرات بهینه کود در افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی. چاپ اول. نشر آموزش کشاورزی تهران. صفحه ۳۲۰.

قربانلی، م. و نیاکان، م. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی بر روی میزان قندهای محلول، پروتئین، پرولین، ترکیبات فنلی و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز گیاه سویا رقم گرگان ۳. علوم دانشگاه تربیت معلم. ۵: ۵۳۷-۵۵۰.

قربانی قوژدی، ح. و لادن مقدم، ع. ۱۳۸۴. مقدمه‌ای بر تنش‌های اکسایشی و کرنش‌های گیاهی. انتشارات موسسه نشر داوین. ۱۲۸ صفحه.

قهرمانی، ع. ۱۳۸۸. بررسی محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اسید سالیسیک بر رشد و عملکرد آفتابگردان تحت تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.

کافی، م.، برزویی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ح. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. ۵۰۲ صفحه.

کافی، م.، لاهوتی، م.، زند، ب.، شریفی، ح.ر. و گلدانی، م. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهی. جهاد دانشگاهی. ۳۲۰ صفحه.

کافی، م. و مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۸۱. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ.ح. ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه) (چاپ دهم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

کوچکی، ع. و سلطانی، ا. ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. نشر آموزش کشاورزی. ۴۰۰ صفحه.

کوچکی، ع.، حسینی، م. و نصیری‌محلاتی، م. ۱۳۷۶. رابطه آب و خاک در گیاه زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۶۰ صفحه.

گشنیزجانی، ن. و خوشخوی، م. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی آمیخته‌ای از اسیدهای آمینه بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عمر پس از برداشت گل ژربرا. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران. ۱۴-۱۷ شهریور. اصفهان. ۱۴(۱۷): ۸۶۱-۸۵۸.

ملکوتی، ج. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۴۹۴ صفحه.

ناطق، م.، دانشیان، ج.، هادوی، ا.، حبیبی، د. و صبوری، ح. ۱۳۹۱. بررسی اثر سالسیلیک اسید و اسید آمینه بر رشد و عملکرد گیاه دارویی همیشه بهار تحت تنش خشکی. اولین همایش ملی تنش‌های گیاهی (غیر زیستی). ۱۱ آبان ماه. اصفهان. صفحه ۲۷-۳۴.

وزان، س.، رنجی، ز.، تهرانی، م. و ثنایی، م. ۱۳۸۲. اثرات تنش خشکی بر تجمع آبسیزیک اسید و هدایت روزنه چغندر قند. مجله دانش کشاورزی ایران. ۳: ۱۷۶-۱۸۰.

ولدآبادی، س.ع. و علی آبادی فراهانی، ح. ۱۳۸۷. اثر کاربرد پتاسیم بر خواص کمی و توسعه ریشه در ذرت، سورگوم و ارزن در شرایط تنش خشکی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴(۲): ۳۸-۴۸.

یاری، ل.، مدرس ثانوی، س.ع.م. و سروش زاده، ع. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر عناصر منگنز و روی بر مراحل رشد ارقام گلرنگ. همایش ملی گیاهان دانه روغنی. ۱-۲ مهر. دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۱۳۲۱-۱۳۲۷.

یزدانپناه، س.، عباسی، ف. و باقی‌زاده، ا. ۱۳۸۸. اثر تیمار اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک بر روی میزان پرولین، قند و پروتئین در گیاه مرزه تحت تنش خشکی. اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. دانشگاه بیرجند. بهمن ماه. صفحات ۲۲۵-۲۳۶.

Abdel-Mawgoud, A. 2001. Foliar application of amino acids and micronutrients enhance performance of green bean crop under newly reclaimed land conditions. *Aust. J. of Basic and Appl. Sci.* 5(6): 51-55.

Afridi, M.Z., Tariq, M. and Shood, A. 2002. Some aspects of NPK nutrition for improved yield and oil contents of canola. *Asian J. of Plant Sci.* 5: 507-509.

Ahmad Anjum, S., Wang, X.X.Y., Farrukh Saleem, L. and Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *Afric. J. of Agric. Res.* 6(9): 2026-2032.

Altindisli, A., Irget, M.E., Kalkan, H., Kara, S. and Oktay, M. 1998. Effect of foliar applied KNO_3 on yield, quality and leaf nutrients of Carignane and Colombard wine grapes. In: Anac, D. and P. Martin- Preveleds(eds), *Improved Crop Quality by Nutrient Management*. Pp: 103-106.

Alvarez, J.O., Fernandez, G. and Martinex, M. 1997. Genetic analesis of yield and related traits in sunflower in dryland and irrigated. *Environ. and Exp. Bot.* 50: 242-374.

Anjum, S.A., Xie. X., Wang, L., Saleem, M.F., Man, C. and Wang, L. 2011. A review: Morphological, physiological and biochemical responses of plant to drought stress. *Africa. J. Agric.*, 6(9): 2026-2032.

Arena, E., Campisi, S., Fallico, B. and Maccarone, E. 2007. Distribution of fatty acids and phytosterols as a criterion to discriminate geographic origin of pistachio seeds. *Food Chemistry*. 104: 403-408.

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agron. J.* 23: 112-121.

Arora, A., Sairam, R.K. and Srivastava, G.C. 2002. Oxidative stress and antioxidant system in plants. *Ann. Rev. of Current Sci.* 82: 1227-12337.

Asada, K. 1999. The water- water cycle in chloroplast: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photon. *Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 50: 601-639.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2011. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. and Exp. Bot.* 59:206-216.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.* 59: 206-216.

Bartley, E.G. and Scolnik, P.A. 1995. Plant carotenoids: pigments for photoprotection, visual attraction and human health. *The plant cell.* 7: 1027-1038.

Bernal. M., Cases. R., Picorel. R. and Yruela. I. 2007. Foliar and root Cu supply affect differently Fe- and Zn-uptake and photosynthetic activity in soybean plants. *Environ. and Exp. Bot.* 60: 145-150.

Bery, E.A. 2007. Molecular and physiological responses to water deficit stress. Department of Genetic and Cell Biology, University of Chicago. 121-140.

Bibi, A., Sadaqat, H.A., Akram, H.M., Khan T.M and Usman, B.F. 2010. Physiological and agronomic responses of Sudangrass to water stress. *J. Agric. Res.*, 48(3): 369 – 380.

Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagestedt, K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. *Ann. of Bot.* 91: 179-194.

- Blum, A. 2005. Drought resistance, Water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Aust. J. of Agric. Res.* 56: 1159-1168.
- Brian, G. and Peter, J. 2007. Glutamate in plants: metabolism, regulation, and signaling. *Environ. Exp. Bot.* 58:2339-2358.
- Chapman, H.D. and Pratt, P.F. 1982. *Method of plant analysis. I. method of analysis for soils, plants and water.* Chapman publishers, riversid, CA.
- De Datta, S.K. and Mikkelsen, D.S. 1985. Potassium nutrition of rice. In: Munson, R.D., summer, M.E., Bishop, W.D.(eds.) *Potassium in Agriculture.* American society of agronomy, CSSA, Madison, WI, PP. 665-699.
- Dek, H.H. 1986. Effect of water use efficiency of irrigated corn. *J. Agron.* 78: 1035-1040.
- De Pinto, M.C., Tommasi, F. and De Gara. L. 2002. Changes in the antioxidant systems as part of the signaling pathway responsible for the programmed cell death activated by nitric oxide and reactive oxygen species in tobacco Bright Yellow 2 cells. *Plant Physiol.* 130(2): 698-708.
- Efeoglu, B., Ekmekci, Y. and Cicek N. 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. *South Afric J. of Bot.* 75: 34-42.
- Farooq, M., Aziz, T., Basra, S.M., Cheema, M.A. and Rehman, H. 2008. Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. *J. of Agron. and Crop Sci.* 194: 161-168.
- Farooqi, A.A., Bssreeramu, KH. and Sriniva, S. 2004. *Cultivation of spice crops.* Universities Press. Pp: 128-148.
- Faten, S., Abd El-Aal, A.M., Shaheen, A.A. and Asmaa, R.M. 2010. Effect of foliar application of urea and amino acids mixtures as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. *Res. J. of Agric. and Biol. Sci.* 6(5):583-588.
- Gelder, H.V. and Van gelder, H.H.M. 1988. Influence of potassium fertilizer application level on oil production and quality in *Mentha Piperita* L. *Appl. plant sci.* 2(2): 68-71.

- Giardi, M.T. Cona, A. Geiken, D. Kucera, T. Masojidck, J. and Matto, A.K. 1996. Long-term drought stress induced structural and functional reorganization of photosystem II. *Planta*. 199: 118-125.
- Goyne, P.J. and Harmmer, G.L. 1982. Phenology of sunflower cultivars. II. Controlled environment studies of temperature and photoperiod effects. *Aust. J. Agric. Res.* 33: 251-261.
- Hamilton, E. 2001. Mitochondrial adaptation to NaCl. Complex I protective by antioxidants and small heat shock protein whereas complex Ibis protected by proline and betaaine. *Plant physiol.* 126: 1266-1274.
- Heakal, L. and Modaish, K. 1990. Combined effects of leaching fraction, salinity and potassium content of water on growth and water use efficiency of wheat and barely. *Plant and Soil*, 125: 177-184.
- Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Duser, D.A. and Copeland, K.S. 1995. Yield and water use efficiency of corn in response to lepa irrigation. *Transacation of the ASAE*. 38(6): 1737-1747.
- Hut, Y. and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *J. Plant Nutr. Soil.* 168: 541-549.
- Innes, P. and Black, W. 2001. The effect of drought on water use and yield of two sorghum genotypes. *J. Agri. Sci.* 96: 603-610.
- Kamar, M.E. and Omar, A. 1987. Effect of nitrogen levels and spraying wih aminal-forte (amino acids salvation) on yield of cucumber and potatoes. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.* 12(4): 900-907.
- Kidambi, S., Matches, P.A.G., and Bolger, T.P. 1990. Mineral concentration in alfalfa and sainfoinas influenced by soil moisture level. *Agron. J.* 82: 229-239.
- Kowalczyk, K. 2008. Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. *Conf. of biostimulators modern agriculture*. Warsaw, Poland.
- Kramer, P.S. 1983. *Water relation of plants*. Academic Press. PP. 342- 415.
- Kuepper, G. 2003. Foliar fertilization. *ATTRA*. Available online: www.attra.ncat.org.

- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environment stresses. Water, Radiation, salt and other stresses. Academic Press. New York. 2. 607 PP.
- Manivannan, P., Abdul Jaleel, C., Sankar, B., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Lakshmanan, G.M.A. and Panneerselvam, R. 2007. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in (*Heliathus annuus* L.) as induced by drought stress. Colloids and Surfaces, 59:141-149.
- Mano, J. 2002. Early events in environmental stress in plants: induction mechanisms of oxidative stress, In Oxidative Stress in Plant (Inze Dirk and Mark Van Montagu). Pp. 236-237. Taylor and Francis.
- Miller, J.F. and Roath, W.W. 1982. Compensatory response of sunflower to stand reduction applied at different plant growth stage. Agron. J. 74: 119-121.
- Miller, J.F., Zimmerman, D.C. and Vick, B.A. 1987. Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. Crop Sci. 27: 923-926.
- Mohammad, F. and Naseem, U. 2006. Effect of K application on leaf carbonic anhydrase and nitrate reductase activities, photosynthetic characteristics, NPK and NO₃ contents, growth, and yield of mustard. Photosynthetica. 44: 471-473.
- Molodi, Sh. 2005. Water and optimization of fertilizer consumption, scientific, engineering, information and cultural quarterly magazine, 2: 47-48.
- Morgan, J.M. 1984. Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat. Aust. J. of Agric. Res. 34: 607-617.
- Munns, R. and Schachtman, D.P. 1993. Plant responses to salinity significance in relation to time. Inter. Crop Sci. 1: 741-745.
- Nautiyal, P.C., Rachaputi, N.R. and Joshi, Y.C. 2002. Moisture-deficit-induced changes in leaf water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. Field Crop Res. 74: 67-79.
- Oelke, E.A., Oplinger, E.S. and Teynor, T.M. 2004. Safflower. University of Minnesota. 1: 97-109.

- Pagter, M., Bragato, C. and Brix, H. 2005. Tolerance and physiological responses of (*Phragmites australis*) to water deficit. *Aquatic Bot.* 81:285-299.
- Paknejad, F.M., Nasri, H.R., Tohidi, Moghadam, H., Zahedi, M. and Jami Alahmad, H. 2007. Effects of Drought Stress on chlorophyll fluorescence parameters chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. *J. of Biol. Sci.* 7(6): 841-847.
- Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A. 1997. Salicylic acid: Properties, biosynthesis and physiological role. *Plant Physiol.* 23: 85-93.
- Ramberg, H.A., Bradley, J.S.C., Olson, J.S.C., Nishio, J.N., Markwell, J. and Osterman, J.C. 2002. The role of Methanol in promoting plant growth: an update. *Rev. Plant Biochem. Biotechnol.* 1: 113-126.
- Robinson, R.G. and Ford, J.H., Lueschen, D.L., Rabas, L.J., Smith, D.D. and Wiersma, J.V. 1980. Response of sunflower to plant population. *Agron. J.* 72: 869-871.
- Rose, J.A., Rengel, Z. and Bowden, J.W. 2008. Hydraulic life by canola plants aids P and K uptake from dry topsoil. *Aust. J. Agri Res.* 59: 38-45.
- Sakamoto, A. 2002. The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: clues from transgenic plants. *Plant cell. and environ.* 25: 163-171.
- Schwartzkopf, C. 1972. Potassium, Calcium, magnesium-how they relate to plant growth. *USGA Green Section*, Pp: 1-2.
- Shabala, S., Babourina, O. and Newrnan, L. 2000. Ion-specific mechanisms of osmo-regulation in bean mesophyll cells. *J. Exp Bot.* 51: 1243-1253.
- Stamper, F., Hudina, M., Dolenc, K. and Usenik, V. 1998. Influence of foliar fertilization on yield quantity and quality of apple (*Malus domestica borkh.*). In: Anac, D. and P. Martin- Prevel (eds.). *Improved Crop quality by nutrient management*. Pp: 91-94.
- Stijn, S., Jos, V. and Roseline, R. 2007. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling. *FEMS Microbiol Rev.* 1-24.
- Stone, L., Goodrum, R.D.E., Jafar, M.N. and Khan, A.H. 2001. Rooting front and water depletion depth in grain sorghum and sunflower. *Agron. J.* 69: 1105-1110.

- Takebe, M., Yoneyama, T., Inada, H. and Murakami, T. 1995. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. 122: 295.
- Tarumingkeng, R.C. and Coto, Z. 2003. Effects of drought stress on growth and yield of soybean. Kisman, Science Philosophy PPs 702, Term paper, Graduate School, Borgor Agricultural University (Institut Ppertanian Bogor).
- Tejada, M. and Gonzalez, J. L. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. *Abaiological Agric and Horticulture*. 21: 277-291.
- Tony, H.H. and Norio, M. 2012. Glycinebetaine: an effective protectant against abiotic stress in plants. *CE press*. 3: 17-23.
- Turhan, H. and Baser., I. 2004. In vitro and in vivo water stress in sunflower (*Helianthus annus L.*). *Helia*. 27: 227-236.
- Umar, S. 2006. Alleviation adverse effects of water stress on yield of sorghum, mustard and groundnut by potassium application. *Pak. J. of Bot.*, 38: 1373-1380.
- Valadabadi, A., Mazaheri, D., Nor Mohammadi, G. and Hashemi, A. 2000. Effect of drought stress on quality and quantity and growth characteristics of corn-sorghum and millet, *J. Iranian Agron. Sci*. 2(1): 39-47.
- Wall, J. and William, R. 1972. Sorghum production and utilization. The Av Publishing Company. I N C. 35: 785-791.
- Wang, W.X., Vinocur, B. and Altman, A. 2003. A plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*. 218: 1-14.
- Weimberg, R., Lerner, H.R. and Poljakoff-Mayber, A. 1982. A relationship between potassium and proline accumulation in salt-stressed Sorghum bicolor. *Physiologia Plantarum*. 55: 5-10.
- Yamasaki, S. and Dillenburg, L.C. 1999. Measurements of leaf relative mater content in *Araucaria angustifolia*. *Revista Brazilian Fisiologia Vegetal*. 11: 69-75.

Yang, H.M., Zhang, X.Y. and Wang, G.X. 2004. Relationships between stomatal character, photosynthetic character and seed chemical composition in grass pea at different water availabilities. *J. Agric. Sci.* 142: 675-681.

Zaman-Khan, H., Asghar Malik, M., Farrukh, Saleem, M. and Aziz, I. 2004. Effect of different potassium fertilization Levels on growth, seed yield and oil contents of canola (*Brassica napus* L.). *Inter. J. Agric. Biol.* 3: 557-559.

Zarco Tajada, P.J., Miller, J.R., Mohammad, G.H., Noland, T.L. and sampsom, P.H. 2000. Chorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. *Remo. Sens. Environ.* 74: 596-608.

The effect of mixed of amino acids and potassium foliar application on quatitative and qualitative traits of sunflower subjected to water deficit stress

Abstract

Nowadays, the application of antioxidants and plant growth regulators has been discussed for decreasing the negative effect of different stresses. Amino acid and potassium as one of this matter that causes resistance of plant to stress. To investigate this subject an experiment was conducted in 2014 at the University of shahrood. Experimental design was split factorial based on randomized complete block design with three replications. Treatments were 2 levels of water deficit stress (8 days and 16 days) as main plot and three levels of amino acid mixture foliar application (0, 400 and 600 ppm) and three levels of potassium foliar application (0, 15 and 30 mM) as sub plots. In this experiment water deficit stress reduced leaf area, capitol and stem dry weight, leaf relative water content, stem height, seed yield, chlorophyll a and b, total chlorophyll and potassium in leaf. The number of infertile seed increased in stress conditions (16 days). Amino acid foliar application increasea leaf stem and capitol dry weight, kernet to seed coat ratio, 1000 seed weight and number of seeds in capitol. Leaf dry weight, stem height, number of seed in capitol, seed yield, leaf relative water content, chlorophyll and potassium of seed were some of traits that significantly increased by use of potassium. Percent of protein and seed oil increased by use this substance in its high level (30 mM) in order 1.6 percent and 2.67 percent respectively. Potassium decre ased the of number of hollow seeds per capitol. Foliar application of amino acid and potassium mixture could greatly improve the harmpul effect of irrigation stress, and finally in the range of this research can introduced intraction of 400 ppm amino acid mixture with 15 mM potassium as a best combined treatment.

Keywords: yield components, oil and protein, chlorophyll, dry matter



University of Shahrood
Faculty of Agricultural
Department of Agronomy

**The effect of mixed of amino acids and potassium foliar application on
quatitative and qualitative traits of sunflower subjected to water deficit
stress**

Yones sabri

Supervisor:

Dr Mahdi Baradaran Firouzabadi

Advisors:

Dr. mostafa Heidari

Dr. Ahmad Gholami

September 2015

