بسم الله الرّحمن الرّحيم

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

عنوان پایان نامه ارشد

تاثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر خصوصیات فیزیولوژیک و مرفولوژیک سویا تحت شرایط کم آبیاری

دانشجو

یوسف محمّدی

اساتید راهنما

دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

دکتر حسن مکاریان

اساتید مشاور

دکتر احمد غلامی

دکتر عزت الله اسفندیاری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور۱۳۹۱

تقدیم به

پدر و مادرم

تشکر و قدردانی

با حمد و سپاس بدرگاه ایزدمنان و خاندان ائمه معصومین (ع)

اکنون که مرحله دیگری از دوران تحصیل خود را به پایان رسانده ام وظیفه خود می دانم از کلیه اساتید و کارکنان بزرگوار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود بویژه استاد عزیزم جناب آقای دکتر مهدی برادران فیروزآبادی که طی دوران تحصیل، بنده حقیر را تحمّل فرموده و با راهنمایی های عالمانه و همکاری های بی دریغ خود موجبات موفقیتم را فراهم نموده تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از زحمات استاد معزّز جناب آقای دکتر حسن مکاریان که همواره موجب دلگرمی و امیدواری بنده بوده اند و مشاوران محترم جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر عزّت الله اسفندیاری، داوران محترم جناب آقای دکتر حمیدرضا اصغری و جناب آقای دکتر منوچهر قلی پور و نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر محمّدرضا عامریان سپاسگذاری می نمایم.

خدایا چنان کن سرانجام کار تو خوشنود باشی و ما رستگار

یوسف محمّدی

شهریور ۱۳۹۱

تعهد نامه

اینجانب **یوسف محمّدی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **زراعت** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **تاثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر خصوصیات فیزیولوژیک و مرفولوژیک سویا تحت شرایط کم آبیاری** تحت راهنمائی **جناب آقای 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.

*** متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد .**

چکیده

از بین عوامل محدود کننده رشد گیاهان، تنش خشکی مهمترین عامل غیر زنده است که تولید محصولات کشاورزی را محدود می سازد. امروزه کاربرد محلول های سازگار در کنترل تنش های محیطی از جمله تنش خشکی مورد توجه قرار گرفته است. از بین این مواد اسید آسکوربیک دارای خاصیت آنتی اکسیدانی ویژه ای می باشد. برای بررسی تاثیر اسید آسکوربیک بر خصوصیات گیاه سویا در شرایط تنش، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۳سطح آبیاری (۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز یک بار) به عنوان فاکتور اصلی و ۶ سطح اسید آسکوربیک (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی مولار) به عنوان فاکتور فرعی در قالب طرح آزمایشی اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار سازماندهی شدند. تنش کم آبی موجب کاهش وزن خشک ساقه و برگ، وزن خشک کل، عملکرد، تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف شد که البته این کاهش در تنش ۲۰ روز آبیاری تاثیر معنی داری نسبت به سایر سطوح آبیاری داشت. اثر تنش کم آبی بر ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی دار نگردید. تنش کم آبی به ویژه تنش شدید موجب افزایش درصد پروتئین دانه و همچنین درصد خسارت وارده به غشای پلاسمایی و کاهش قطر ساقه، مقدار نسبی آب برگ، درصد پایداری غشای پلاسمایی، عملکرد پروتئین دانه، درصد و عملکرد روغن دانه و کلروفیل برگ شد. محلول پاشی با اسید آسکوربیک به ویژه غلظت ۲۵ میلی مولار افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک برگ، ساقه و کل گیاه، کلروفیل، درصد و عملکرد روغن و پروتئین دانه، عملکرد و اجزای عملکرد، مقدار نسبی آب برگ ، پایداری غشای پلاسمایی و کاهش خسارت غشا را به دنبال داشت. تنش شدید آبیاری بر شاخص نسبت وزن برگ اثر افزایشی و در سایر شاخص های رشد اندازه گیری شده اثر کاهشی داشت. در اکثر صفات مورد بررسی ترکیب تیماری ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک و عدم تنش آبیاری بیشترین اثر مثبت را از خود نشان داد.

کلمات کلیدی: اسید آسکوربیک، تنش کم آبی، سویا

مقالات مستخرج از پایان نامه

۱- تاثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر برخی صفات سویا تحت شرایط کم آبیاری- دومین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران- دانشگاه یزد- ۹-۸ اردیبهشت ۱۳۹۰.

۲- تاثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر شاخص های رشد سویا در شرایط کم آبیاری- دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران- دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج- ۱۶-۱۴ شهریور ۱۳۹۱.

فهرست مطلب ها

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
فصل دوم : بررسی منابع	۵
۲-۱- سویا	۶
۲-۱-۱- تاریخچه	۶
۲-۱-۲- اهمّیت و مصارف	۷
۲-۱-۳- گیاهشناسی	۸
۲-۱-۴- مراحل رشد و نمو	۹
۲-۱-۵- سازگاری	۱۰
۲-۱-۶- آبیاری	۱۳
۲-۱-۷- ترکیب دانه	۱۴
۲-۱-۷-۱- میزان و کیفیت روغن دانه	۱۵
۲-۱-۷-۲- کنجاله و پروتئین سویا	۱۶
۲-۱-۷-۳- هیدرات های کربن، ویتامین ها و مواد معدنی	۱۷
۲-۲- اهمّیت آب در گیاه	۱۷
۲-۳- تنش خشکی	۱۸
۲-۳-۱- تعریف تنش خشکی	۱۸
۲-۳-۲- تاثیر تنش خشکی بر رشد رویشی سویا	۲۰
۲-۳-۳- تاثیر تنش خشکی بر رشد زایشی و عملکرد سویا	۲۳
۲-۴- اسید آسکوربیک	۲۶
۲-۴-۱- تاثیر اسید آسکوربیک بر تنش های غیر زنده	۲۷
فصل سوم : مواد و روش ها	۳۳
۳-۱- زمان ومشخصات محل اجرای آزمایش	۳۴
۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش	۳۶
۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی	۳۷
۳-۴- عملیات اجرایی	۳۷
۳-۴-۱- آماده سازی زمین	۳۷
۳-۴-۲- کاشت	۳۸
۳-۴-۳- داشت	۳۸
۳-۴-۴- اعمال تیمارها	۳۸
۳-۴-۵- برداشت	۴۰

۳-۵- نمونه برداری جهت صفات مرفولوژیک ۴۰
۳-۶- صفات زراعی و مرفولوژیک ۴۰
۳-۶-۱- وزن خشک برگ و ساقه ۴۰
۳-۶-۲- وزن خشک کل ۴۰
۳-۶-۳- ارتفاع ساقه ۴۱
۳-۶-۴- قطر ساقه ۴۱
۳-۶-۵- سطح برگ ۴۱
۳-۷- عملکرد و اجزای عملکرد ۴۱
۳-۸- صفات فیزیولوژیک ۴۱
۳-۸-۱- کلروفیل ۴۱
۳-۸-۲- مقدار نسبی آب برگ ۴۲
۳-۸-۳- پایداری و خسارت غشای برگ ۴۲
۳-۸-۴- سنجش درصد و عملکرد روغن ۴۴
۳-۸-۵- سنجش درصد و عملکرد پروتئین ۴۴
۳-۹- محاسبه برخی از پارامترهای رشد ۴۶
۳-۱۰- تجزیه و تحلیل داده ها ۴۷

فصل چهارم : نتایج و بحث ۴۸
۴-۱- صفات مرفولوژیک ۴۹
۴-۱-۱- ارتفاع بوته ۴۹
۴-۱-۲- قطر ساقه ۵۰
۴-۱-۳- وزن خشک برگ ۵۲
۴-۱-۴- وزن خشک ساقه ۵۵
۴-۱-۵- وزن خشک کل ۵۸
۴-۲- عملکرد و اجزای عملکرد ۵۹
۴-۲-۱- تعداد غلاف در بوته ۵۹
۴-۲-۲- تعداد دانه در غلاف ۶۱
۴-۲-۳- وزن هزار دانه ۶۲
۴-۲-۴- عملکرد ۶۳
۴-۳- صفات فیزیولوژیک ۶۵
۴-۳-۱- کلروفیل ۶۵
۴-۳-۱-۱- کلروفیل برگ های بالای کانوپی ۶۵
۴-۳-۱-۲- کلروفیل برگ های میانی کانوپی ۶۶
۴-۳-۱-۳- کلروفیل برگ های پایین کانوپی ۶۸
۴-۳-۱-۴- کلروفیل کل برگ ها ۶۹
۴-۳-۲- درصد و عملکرد روغن دانه ۷۱

۴-۳-۳- درصد و عملکرد پروتئین دانه ۷۲
۴-۳-۴- مقدار نسبی آب برگ ۷۵
۴-۳-۵- پایداری غشای پلاسمایی ۷۶
۴-۳-۶- خسارت غشای پلاسمایی ۷۷
۴-۴- شاخص های رشد ۷۹
۴-۴-۱- شاخص سطح برگ ۷۹
۴-۴-۲- نسبت سطح برگ ۸۱
۴-۴-۳- نسبت وزن برگ ۸۲
۴-۴-۴- سطح ویژه برگ ۸۳
۴-۴-۵- سرعت رشد محصول ۸۵
۴-۴-۶- سرعت رشد نسبی ۸۷
۴-۴-۷- سرعت جذب خالص ۸۸
۴-۵- نتیجه گیری ۹۱
۴-۶- پیشنهادها ۹۲

فهرست شکل ها

شکل **صفحه**

شکل ۲-۱- مسیر سنتز و تخریب اسید آسکوربیک (باراتا سورس و همکاران،۲۰۰۴) ۲۸
شکل ۲-۲- ساختار مولکولی اسید آسکوربیک ۲۹
شکل ۳-۱ میانگین حداقل رطوبت نسبی ۳۴
شکل ۳-۲ میانگین حداکثر رطوبت نسبی ۳۴
شکل ۳-۳ میانگین ساعات آفتابی ۳۵
شکل ۳-۴میانگین حداقل دما ۳۵
شکل ۳-۵ میانگین حداکثر دما ۳۵
شکل ۳-۶ میزان بارندگی ۳۵
شکل ۳-۷- نقشه کاشت طرح آزمایشی مورد استفاده ۳۷
شکل ۴- ۱- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۵۰ روز پس از کاشت ۵۰
شکل ۴- ۲- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۵۰ روز پس از کاشت ۵۱
شکل ۴- ۳- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۵۰ روز پس از کاشت ۵۱
شکل ۴- ۴- روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی ۵۳
شکل ۴- ۵- روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۵۳
شکل ۴- ۶- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۰۵ روز پس از کاشت ۵۳
شکل ۴- ۷- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۳۵ روز پس از کاشت ۵۴
شکل ۴- ۸- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۰۵ روز پس از کاشت ۵۴
شکل ۴- ۹- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۳۵ روز پس از کاشت ۵۴
شکل ۴- ۱۰- روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی ۵۶
شکل ۴- ۱۱- روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۵۶
شکل ۴- ۱۲- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۰۵ روز پس از کاشت ۵۶
شکل ۴- ۱۳- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۳۵ روز پس از کاشت ۵۷
شکل ۴- ۱۴- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۰۵ روز پس از کاشت ۵۷
شکل ۴- ۱۵- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۳۵ ۵۷

روز پس از کاشت
شکل ۴- ۱۶- روند تغییرات وزن خشک کل تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی ۵۸
شکل ۴- ۱۷- روند تغییرات وزن خشک کل تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۵۹
شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک ۶۰
شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک ۶۱
شکل ۴- ۲۰- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۶۳
شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۶۴
شکل ۴- ۲۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۶۴
شکل ۴- ۲۳- روند تغییرات کلروفیل برگهای بالایی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی ۶۶
شکل ۴- ۲۴- روند تغییرات کلروفیل برگهای بالایی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۶۶
شکل ۴-۲۵ - روند تغییرات کلروفیل برگهای میانی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی ۶۷
شکل ۴- ۲۶- روند تغییرات کلروفیل برگهای میانی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۶۷
شکل ۴- ۲۷- روند تغییرات کلروفیل برگهای پایینی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی ۶۸
شکل ۴- ۲۸- روند تغییرات کلروفیل برگهای پایینی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۶۹
شکل ۴- ۲۹- روند تغییرات کلروفیل کل برگهای کانوپی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی ۷۰
شکل ۴- ۳۰- روند تغییرات کلروفیل کل برگهای کانوپی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۷۰
شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک ۷۴
شکل ۴-۳۲- مقایسه میانگین مقدار نسبی آب برگ تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک ۷۶
شکل ۴-۳۳- مقایسه میانگین درصد پایداری غشا تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک ۷۷
شکل ۴-۳۴- مقایسه میانگین درصد خسارت غشا تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک ۷۸
شکل ۴- ۳۵- روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی ۸۰
شکل ۴- ۳۶- روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۸۰
شکل ۴- ۳۷- روند تغییرات نسبت سطح برگ تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی ۸۱
شکل ۴- ۳۸- روند تغییرات نسبت سطح برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۸۲
شکل ۴- ۳۹- روند تغییرات نسبت وزن برگ تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی ۸۳
شکل ۴- ۴۰- روند تغییرات نسبت وزن برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۸۳
شکل ۴- ۴۱- روند تغییرات سطح ویژه برگ تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی ۸۴
شکل ۴- ۴۲- روند تغییرات سطح ویژه برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۸۵
شکل ۴- ۴۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی ۸۶
شکل ۴- ۴۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۸۷
شکل ۴- ۴۵- روند تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی ۸۸
شکل ۴- ۴۶- روند تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۸۸

شکل ۴- ۴۷- روند تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی ۹۰
شکل ۴- ۴۸- روند تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک ۹۰

فهرست جدول ها

جدول	صفحه
۲-۱- مراحل رشد و نمو سویا	۱۱
۲-۲- ترکیب تقریبی دانه سویا	۱۴
۲-۳- ترکیب اسیدهای چرب روغن سویا	۱۵
۲-۴- ترکیب اسید آمینه های ضروری موجود در پروتئین سویا	۱۶
۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش	۳۶
۳-۲- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش	۳۹
۴-۱- مقایسه میانگین درصد و عملکرد روغن و پروتئین بذر تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش کم آبی و محلول پاشی اسید آسکوربیک	۷۲
پیوست ۱- میانگین مربعات ارتفاع بوته تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۴
پیوست ۲- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۴
پیوست ۳- میانگین مربعات قطر ساقه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۵
پیوست ۴- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۵
پیوست ۵- میانگین مربعات وزن خشک برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۶
پیوست ۶- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۶
پیوست ۷- میانگین مربعات وزن خشک ساقه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۷
پیوست ۸- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۷
پیوست ۹- میانگین مربعات وزن خشک کل تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۸
پیوست ۱۰- میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۸
پیوست ۱۱- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۹
پیوست ۱۲- میانگین مربعات کلروفیل برگ های بالایی کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۹۹
پیوست ۱۳- مقایسه میانگین برگ های بالایی کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف	۱۰۰
پیوست ۱۴- میانگین مربعات کلروفیل برگ های میانی کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت	۱۰۰

محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

پیوست ۱۵- مقایسه میانگین برگ های میانی کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۱

پیوست ۱۶- میانگین مربعات کلروفیل برگ های پایین کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۱

پیوست ۱۷- مقایسه میانگین برگ های پایین کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۲

پیوست ۱۸- میانگین مربعات کلروفیل کل برگ های کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۲

پیوست ۱۹- مقایسه میانگین برگ های کل کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۳

پیوست ۲۰- میانگین مربعات درصد و عملکرد روغن و پروتئین دانه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۳

پیوست ۲۱- میانگین مربعات مقدار نسبی آب برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۴

پیوست ۲۲- میانگین مربعات خسارت و پایداری غشای پلاسمایی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۴

پیوست ۲۳- مقایسه میانگین خسارت و پایداری غشای پلاسمایی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۵

پیوست ۲۴- میانگین مربعات شاخص سطح برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۵

پیوست ۲۵- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۶

پیوست ۲۶- میانگین مربعات نسبت سطح برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۶

پیوست ۲۷- مقایسه میانگین نسبت سطح برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۷

پیوست ۲۸- میانگین مربعات نسبت وزن برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۷

پیوست ۲۹- مقایسه میانگین نسبت وزن برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۸

پیوست ۳۰- میانگین مربعات سطح ویژه برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۸

پیوست ۳۱- مقایسه میانگین سطح ویژه برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۹

پیوست ۳۲- میانگین مربعات سرعت رشد محصول تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۰۹

پیوست ۳۳- مقایسه میانگین سرعت رشد محصول تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۱۰
پیوست ۳۴- میانگین مربعات سرعت رشد نسبی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۱۰
پیوست ۳۵- مقایسه میانگین سرعت رشد نسبی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۱۱
پیوست ۳۶- میانگین مربعات سرعت جذب خالص تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۱۱
پیوست ۳۷- مقایسه میانگین سرعت جذب خالص تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف ۱۱۲

فصل اول

مقدمه

افزایش سریع جمعیت به ویژه در روزگار کنونی توام با پیشرفت علوم و فنون و پیشرفت های قابل توجه در زمینه استفاده هرچه بیشتر و بهتر از تمامی منابع از قبیل آب، خاک، گیاه و نیروی انسانی، هرچند به حجم تولید و تنوع فرآورده های غذایی برای انسان و حیوان و مرغوبیت آن در سطح جهانی انجامید، و موجب پیدایش و عرضه انواع فرآورده های غذایی گردید. با این حال هر روز نیاز به تولید بیشتر غذا احساس می گردد (کریمی، ۱۳۸۴).

در حال حاضر یکی از چالش های موجود در جهان امروز، کمبود مواد مورد نیاز حاصل از گیاهان است و تامین این کمبود دغدغه بسیاری از کشورها به ویژه از دیدگاه امنیت غذایی است (پیمنتل و پیمنتل، ۲۰۰۶). درکشور ما بیش از ۷۰ میلیون نفر زندگی می کنند که برای تولید محصولات مورد نیاز این جمعیت در بخش کشاورزی یکی از عوامل مهم محدود کننده توسعه و تولید کشاورزی، شرایط محیطی حاکم است که به نوعی با ایجاد تنش های محیطی، رشد و نمو گیاهان را محدود نموده است (توکلی و همکاران، ۱۳۸۸).

تنش عبارت است از قرار گرفتن گیاه تحت تاثیر شدتی از یک عامل محیطی که موجب افت ظاهری، بازده و یا ارزش آن می شود (مک کریس و همکاران،۲۰۰۰). امروزه محصولات کشاورزی در حدود ۹۰ درصد اراضی جهان به نوعی در شرایط تنش کم تا زیاد تولید می شود و شواهد موجود دلالت بر تشدید این تنش ها در آینده دارد (آی.آر.آی.ام.او، ۲۰۰۶ الف و ب، اشرف و فولاد، ۲۰۰۷).

گیاهان همواره در طول زندگیشان در معرض تنش های مختلفی قرار می گیرند که اثرات مهمی را بر رشد و تولید محصول می گذارد. این تنش ها شامل تنش های زنده (پاتوژن ها، رقابت با دیگر ارگانیسم ها) و غیر زنده (خشکی، شوری، دمای بالا، سرما، آلودگی های محیطی و غیره) می باشند. در میان تنش های غیر زنده روی کره زمین تنش خشکی بالاترین درصد (۲۶ درصد) را در بین سایر تنش ها تشکیل می دهد (رامپینو و همکاران، ۲۰۰۶).

زمانی که از دست دادن آب به صورت تعرق بر میزان آب جذب شده از خاک پیشی می گیرد (بیمارو سنکار و همکاران، ۲۰۰۷)، یا وقتی جذب آب به وسیله ریشه مشکل می شود، تنش آب رخ می دهد، که این دو شرایط اغلب در محیط های خشک و نیمه خشک رخ می دهند (مانیوانان و همکاران، ۲۰۰۷). آب فراوان ترین ترکیب کره زمین به حساب می آید و در تمام واکنش های شیمیایی اهمیتی حیاتی دارد، ولی کمبود آن مهمترین عامل محدود کننده عملکرد محصولات کشاورزی در سراسر جهان به شمار می رود (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴).

تنش رطوبتی از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مرفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه های مختلف رشد گیاه تاثیر می گذارد. شدت خسارت به محصول بسته به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است (دنمید و شاو، ۱۹۶۰). سیدیک و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که تنش خشکی به عنوان مهمترین فاکتور کنترل کننده عملکرد محصولات، تقریبا روی کلیه فرآیندهای گیاه موثر است. تنش خشکی در مقایسه با سایر تنش های محیطی به طور ناگهانی اتفاق نمی افتد و گسترش آن تدریجی است، به طوری که معمولا در انتهای دوره رشد گیاه بروز خشکی شدت می یابد (جاوید و همکاران، ۱۳۸۹). تنش کم آبی موجب تخریب رنگدانه های فتوسنتزی، کاهش مقدار کلروفیل برگ و تخریب تشکیلات فتوسنتزی می گردد (کایرناک و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محیطی است که بر جوانه زنی و استقرار گیاهچه تاثیر می گذارد (فالری، ۱۹۹۴). در سطح گیاه کامل اثرات تنش خشکی به صورت کاهش فتوسنتز، کاهش رشد و در نهایت کاهش عملکرد گیاه ظهور پیدا می کند (فویار و همکاران، ۱۹۵۲). کاهش فتوسنتز گیاه در شرایط تنش خشکی ناشی از عوامل روزنه ای و غیر روزنه ای است (لاولور، ۲۰۰۲). تنش خشکی موجب بسته شدن روزنه ها وکاهش ورود CO_2 به برگ و در نهایت کاهش میزان فتوسنتز می شود. محدودیت های روزنه ای به عنوان عامل اصلی کاهش فتوسنتز شناخته می شوند (کرنیک،۲۰۰۰).

تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه سبب کاهش تجمع ماده خشک در دانه می گردد و این تاثیر در نتیجه کوتاه شدن دوره رشد موثر دانه صورت می گیرد (نسمیت و رایتچای، ۱۹۹۲). یکی از اثرات رایج تنش کم آبی، و دیگر تنش ها خسارت اکسیداتیو به سلول ها می باشد (اسمیرونف، ۱۹۹۸).

سلول های گیاهی از مکانیسم های مختلفی برای جلوگیری یا تخفیف خسارت اکسیداتیو ایجاد شده به واسطه گونه های فعال اکسیژن استفاده می کنند. این عمل ممکن است از طریق یک سیستم غیر آنزیمی آنتی اکسیدانی ایجاد شده شامل متابولیت های آسکوربات و گلوتاتیون و موارد دیگر مانند توکوفرول ها (ویتامینE)، کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها و یا سیستم آنزیمی آنتی اکسیدانی شامل سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و پلی فنول اکسیداز (آگارال و پاندی، ۲۰۰۴) انجام شود.

با توجه به کاهش بارندگی های سالیانه و رو به اتمام بودن منابع آبی زیرزمینی و نیاز مبرم گیاهان به آب و اثرات زیانبار ناشی از خشکی و خشکسالی پژوهشگران درصدد هستند که با کاربرد خارجی یکسری ترکیبات این اثرات زیانبار را به حداقل برسانند (یزدانپناه و همکاران، ۱۳۸۸). در این تحقیق به بررسی نقش احتمالی محلول پاشی اسید آسکوربیک به عنوان یکی از این ترکیبات آنتی اکسیدانی در کاهش اثرات مخرب تنش کم آبیاری در گیاه سویا پرداخته شده است.

اهداف این پژوهش شامل موارد زیر می باشد:

۱- بررسی تأثیرآسکوربیک اسید برخصوصیات فیزیولوژیک و مرفولوژیک سویا در هر دو شرایط تنش کم آبی و عدم تنش.

۲- مقایسه تأثیر محلول پاشی آسکوربیک اسید در غلظت های مختلف بر پارامترهای کمی و کیفی سویا درشرایط تنش کم آبی و عدم تنش.

۳- بررسی کلی تأثیر تنش کم آبی بر رشد و عملکرد سویا رقم DPX .

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- سویا

۲-۱-۱- تاریخچه

لوبیا روغنی (Soybean) که در ایران آن را با نام سویا یا سوژا نیز می شناسند، از دانه های روغنی است که از قدیم الایام و حداقل از حدود ۲۸۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در چین کاشته می شد و در آنجا از گیاهان مقدس به شمار می رفت. احتمال می رود که لوبیا روغنی از اهلی سازی *Glycin ussuriensis* (G.soja Sieb and Zucc) حاصل شده باشد که در آسیای شرقی رشد می کند. لوبیا روغنی در قرن هیجدهم به اروپا و در اوایل قرن نوزدهم به آمریکا برده شد. امروزه ایالات متحده آمریکا بزرگترین اصلاح کننده و تولید کننده لوبیا روغنی در جهان به شمار می رود. سایر کشورهای مهم تولید کننده لوبیا روغنی در جهان برزیل، آرژانتین و چین می باشند. بر اساس گزارش فائو، مقدار تولید لوبیا روغنی در جهان در سال ۲۰۰۰ حدود ۱۶۱ میلیون تن با میانگین عملکرد ۲۱۷۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (خواجه پور،۱۳۸۶).

لوبیا روغنی در دهه دوم قرن اخیر به ایران آورده شد، ولی بررسی های انجام شده روی این گیاه موفقیت آمیز نبود. در سال ۱۳۴۱ گروه صنعتی بهشهر مقداری بذر لوبیا روغنی وارد کرد و به توسعه کشت آن در شمال کشور پرداخت. با اینکه لوبیا روغنی از لحاظ تولید پروتئین و روغن بسیار با ارزش است و تنوع زیادی از نظر ارقام و طیف وسیعی از لحاظ سازگاری اقلیمی- خاکی دارد، ولی به دلیل سطح زیر کشت آن در ایران، پائینی کیفیت بذر تولیدی و حساسیت شدید فرآیند استقرار گیاه به کیفیت بستر و شوری خاک توسعه زیادی نیافته است (خواجه پور، ۱۳۸۶). استان های تولید کننده سویا شامل اردبیل، خوزستان، گلستان، لرستان و مازندران می باشند. میزان تولید سویا در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در حدود ۱۶۳ هزار تن گزارش شده است (آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی).

۲-۱-۲- اهمّیت و مصارف

مسئله اقتصاد صنعت سویا بسیار پیچیده است. ولی اصولا سه بازار عمده برای دانه، روغن و کنجاله موجود است. روغن سویا یکی از اجزای اصلی بازار روغن خوراکی است و برای خوراک انسان به شکل های مختلفی به خصوص مارگارین و روغن جامد تبدیل می‌گردد که از این نظر قابل رقابت با سایر روغن های نباتی است. کنجاله سویا به عنوان یک منبع پروتئین جهت اختلاط با سایر خوراک های دام و طیور به شدت مورد تقاضا است. کنجاله حدود ۷۹ درصد کل دانه سویا را تشکیل می‌دهد که مقدار پروتئین آن حدود ۵۰ درصد می باشد. کنجاله سویا به عنوان یک منبع پروتئینی مانند کنجاله پنبه دانه، آشغال گوشت، پودر ماهی و گلوتن حدود ۱۰ درصد نیاز حیوان به پروتئین را تأمین می کند. روغن سویا پس از تصفیه در تولید فرآورده های گوناگون برای تغذیه انسان مصرف می شود. مصارف اصلی در فرم روغن مایع برای آشپزی، سالاد، مارگارین و روغن جامد می باشد (لطیفی، ۱۳۷۲).

سویا قرن هاست که در کشور چین به عنوان یک ماده غذایی با ارزش برای انسان ودام و برای استخراج روغن کشت می شود. فرآورده های دیگری که از سویا به دست می آیند شامل آشامیدنی هایی نظیر شیر کامل یا مخلوط آن با شیر و یا مواد افزودنی به شیر جهت تغلیظ آن، جوانه های پخته شده سویا، فرآورده های تخمیر شده نظیر سس سویا، فرآورده های منعقد شده نظیر پنیر توفو، دانه های برشته و یا سرخ شده سویا، غذاهایی نظیر بیسکویت و کیک و شکلات سویا می شوند (احمدی، ۱۳۷۸).

شیر سویا با توجه به اینکه از نظر تغذیه می تواند جانشین شیر گاو شود به عنوان یک غذای مناسب برای تغذیه نوزادان محسوب می شود. لیسیتین که یک فسفاتید است توسط حلال از روغن خام سویا استخراج می شود و در تولید مواد تثبیت کننده و مرطوب کننده مصرف می شود. سویا قادر

به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن هوا می باشد. این عمل توسط همزیستی ریشه های گیاه با باکتری ریزوبیوم انجام می شود که از دیدگاه حاصلخیزی خاک بسیار مهم می باشد (لطیفی، ۱۳۷۲).

۲-۱-۳- گیاه شناسی

لوبیا روغنی یا سویا با نام علمی *Glycine max* گیاهی دیپلوئید (۲n=۴۰) و یکساله از تیره باقلا (*Fabaceae*) است که به صورت بوته ای استوار و پربرگ است و میانگین ارتفاع بوته ۶۰ تا ۱۳۵ سانتی متر است. طول دوره رشد بستگی به رقم، طول روز و تاریخ کاشت دارد ولی به طور متوسط در فاصله ۹۰ تا۱۲۰ روز دوره رشد کامل می شود. دارای ریشه ای نسبتا مستقیم با توسعه جانبی زیاد است که در خاک های نفوذپذیر، مرطوب و گرم تا عمق ۱/۵ متری نفوذ می کند. روی ریشه های گیاه گره های تثبیت کننده نیتروژن حاوی باکتری های ریزوبیوم ژاپونیکوم (*Rhizobium japonicum*) مشاهده می شوند. سویا تولید یک ساقه اصلی می کند که از گره های پایین آن تعدادی ساقه های جانبی مستقیم انشعاب می یابد. ورس کمتر اتفاق می افتد، مگر در تراکم بالا، آبیاری زیاد و فراوانی نیتروژن خاک که ساقه نازک تولید می شود (خواجه پور، ۱۳۸۶).

اولین جفت برگی که که در گیاهچه و در گره بالای لپه ها به ظهور می رسد تک برگچه ای است و با آرایش متقابل قرار گرفته اند. برگ های بعدی سه برگچه ای هستند که دمبرگ بلندی دارند و به طور متناوب روی ساقه قرار می گیرند. گیاه دارای کرک های ریزی است. برگ ها با رسیدن محصول ریزش پیدا می کنند یعنی بوته رسیده برگ ندارد. گل ها به رنگ سفید و بنفش با گل آذین خوشه ای است که در زاویه داخلی برگ ظاهر می شوند. سویا گیاهی خود گشن است که میزان دگر گشنی به فعالیت حشرات بستگی دارد. تعداد نیام در بوته به رقابت قسمت های رویشی با زایشی، تراکم بوته و ظرفیت تولیدی محیط بستگی دارد. نیام های رسیده به رنگ های زرد، خاکستری، قهوه ای و یا سیاه است و در هر نیام ۲ تا ۵ دانه مشاهده می شود به طوری که میانگین تعداد دانه در نیام به ندرت از ۲/۷ بیشتر می شود (خواجه پور، ۱۳۸۶).

دانه ها گرد تا لوبیایی شکل و به رنگ های سبز کم رنگ، زرد تا قهوه ای تیره و یا زرد با لکه های قهوه ای تا سیاه می باشند. ارقام سویا از لحاظ مصرف در سه گروه علوفه ای، روغنی و حبوبات (مصرف به صورت دانه) قرار می گیرند. ارقام روغنی به رنگ زرد، ارقام علوفه ای به رنگ قهوه ای و ارقام خوراکی به رنگ زرد کاهی یا سبز زیتونی می باشند. وزن هزار دانه ۶۰ تا ۲۰۰ گرم با میانگین حدود ۱۵۰ گرم است. روغن و پروتئین در لپه ها ذخیره شده اند (خواجه پور، ۱۳۸۶).

۲-۱-۴- مراحل رشد و نمو

دوران رشد سویا را از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک بر اساس پیدایش اندام یا فرآیندهای خاص تقسیم بندی نموده اند. استفاده از طبقه بندی ارائه شده توسط فهر و کاونیس که برای ارقام رشد محدود می باشد، بسیار معمول است (خواجه پور، ۱۳۸۶).

در طبقه بندی فهر و کاونیس (۱۹۷۷) مراحل رشد و نمو سویا به دو دوره رویشی و زایشی تقسیم شده است که تعیین مراحل رشد رویشی و زایشی نیازمند تشخیص گره ها می باشد (جدول ۲-۱). گره قسمتی از ساقه است که برگ ها روی آن رشد می کنند. برگ ها و گره ها به صورت یک زائده کوچک مشخص می شوند (فهر و کاونیس، ۱۹۷۷).

رشد رویشی از ابتدای جوانه زدن تا ظهور گل ها و رشد زایشی از ابتدای ظهور گل ها شروع و تا رسیدن دانه ها ادامه خواهد داشت. ریشه چه حدود ۱ تا ۲ روز بعد از کشت از شکاف ایجاد شده در پوسته بذر نزدیک میکروپیل از بذر خارج می شود و به طرف پایین رشد می کند (ویلیامز، ۱۹۵۰).

پس از آن که ریشه اصلی به طول ۲ تا ۳ سانتی متر رشد کرد، ریشه های جانبی ظاهر می شوند و گیاه جوان در خاک محکم می شود. محور هیپوکوتیل پوسته بذر را شکافته و به محض خروج از خاک راست می شود. تشکیل کلروفیل در لپه ها بعد از خروج آنها از خاک به سرعت آغاز می شود و گیاهچه انرژی ذخیره شده در لپه ها را با فتوسنتز جایگزین می کند. رشد و نمو قسمت های هوایی

گیاه با خروج محور لپه ها از خاک شروع می شود و با تکامل دانه پایان می یابد. افزایش وزن خشک ابتدا به آهستگی صورت می گیرد و سپس با گذشت زمان ادامه می یابد. رشد رویشی تقریبا کاملا با تکامل دانه متوقف می گردد (لطیفی، ۱۳۷۲).

مراحل نمو سویا به خصوص ارقام رشد نا محدود و در شرایط فراوانی رطوبت و پائینی دمای هوا ممکن است با یکدیگر تداخل پیدا کنند. مثلا شروع نیام بندی قبل از مرحله گل دهی کامل باشد و یا شروع دانه بندی قبل از نیام کامل باشد. در چنین شرایطی معیار مناسب برای تصمیم گیری های زراعی ممکن است زمان شروع هر مرحله از نمو باشد (خواجه پور، ۱۳۸۶).

۲-۱-۵- سازگاری

فعالیت های به نژادی روی سویا منجر به تولید ارقام بسیار متفاوتی از نظر طول دوره رشد گردیده است و طیف سازگاری اقلیمی این گیاه را افزایش داده است. در حال حاضر سویا از عرض جغرافیایی ۴۰ درجه جنوبی تا بیش از ۵۰ درجه شمالی و از ارتفاع صفر تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا (بسته به عرض جغرافیایی) کاشته می شود. سویا گیاهی روز کوتاه است که بیش از هر گیاه زراعی دیگر نسبت به طول روز حساسیت نشان می دهد ولی عکس العمل ارقام بسیار متفاوت می باشد. سویا گیاهی گرما دوست است و در همان مناطقی که ذرت کشت می شود، قابل کشت است. به گرما و نور فراوان احتیاج دارد و به سایه اندازی علف های هرز حساسیت دارد (خواجه پور، ۱۳۸۶).

سویا سرمای خفیف را در مرحله گیاهچه بهتر از ذرت تحمل می کند. حداقل دما برای رشد سویا ۱۰ درجه سانتی گراد است و دمای کشنده ۲- درجه سانتی گراد می باشد. دماهای حداکثر بالاتر از ۳۵ درجه سانتی گراد برای رشد سویا نامطلوب به شمار می روند. به طور کلی، دماهای بالا سبب تسریع نمو، کاهش رشد رویشی، نقصان عملکردهای دانه و روغن و افت کیفیت روغن می‌گردند. رشد مطلوب سویا هنگامی به دست می آید که میانگین شبانه روزی دما بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی گراد باشد (خواجه پور، ۱۳۸۶).

جدول ۲-۱- مراحل رشد و نمو سویا بر اساس تقسیم بندی فهر و کاونیس (۱۹۷۷)

مراحل رشد	عنوان مرحله	توصیف
رویشی(V)		
V_e	**سبز شدن**	لپه ها در سطح خاک ظاهر می شوند.
Vc	**لپه ای**	برگ ساده گره به اندازه کافی باز شده است.
V_1	**اولین گره**	برگ های ساده گره به اندازه کافی بازشده اند، زیرا لبه های برگ به هم متصل نیستند.
V_2	**دومین گره**	برگ های سه برگچه ای در بالای گره برگ های ساده به اندازه کافی توسعه یافته اند.
V_3	**سومین گره**	سه گره در ساقه اصلی با برگ های کاملا توسعه یافته وجود دارد، شمارش از گره برگ های ساده آغاز می شود.
V_n	**گره n ام**	تعداد n گره با برگ های توسعه یافته روی ساقه اصلی وجود دارد. n می تواند هر شماره ای را شامل گردد در صورتی که از مرحله اولین گره شمارش شده باشد.
زایشی(R)		
R_1	**شروع گلدهی**	حداقل یک گل باز شده در یکی از گره های ساقه اصلی دیده می شود.
R_2	**پایان گلدهی**	گل باز شده در یکی از دو گره انتهایی ساقه اصلی با برگ توسعه یافته کامل دیده می شود.
R_3	**شروع نیام دهی**	نیامی با طول ۵ میلی متر در یکی از ۴گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می شود.
R_4	**پایان نیام دهی**	نیامی در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می شود.
R_5	**شروع تشکیل دانه**	بذری با طول ۳ میلی متر در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می شود.
R_6	**پرشدن کامل نیام ها**	نیام حاوی یک بذر سبز است که حفره نیام را پر کرده و در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می شود.
R_7	**شروع رسیدگی**	یک نیام دارای رنگ رسیدگی در ساقه اصلی دیده می شود.
R_8	**رسیدگی کامل**	۹۵ درصد از نیام ها رسیده اند.

مقاومت سویا به خشکی کمی از آفتابگردان کمتر است و همانند ذرت در گروه گیاهان حساس به خشکی قرار می گیرد. ظاهرا ارقام پر کرک به خشکی مقاوم ترند. حداکثر عملکرد سویا زمانی به دست می آید که رطوبت خاک طی تمامی فصل رشد از ۵۰ درصد حد ظرفیت مزرعه پائین تر نرود. نیاز سویا به رطوبت خاک از شروع گلدهی تا شروع رسیدگی زیاد است. مقدار آب مورد نیاز برای رشد سویا را بین ۴۵۰۰ تا ۸۲۵۰ متر مکعب در هکتار تخمین زده اند. کشت دیم سویا در نواحی ساحل خزر با حدود ۱۰۰۰ میلی متر باران سالیانه یا بیشتر امکان پذیر می باشد. واضح است که کلیه عوامل اقلیمی- خاکی بر این تصمیم گیری موثرند (خواجه پور، ۱۳۸۶).

سویا بر خلاف تصور، مقاومت زیادی به خشکی هوا دارد. واضح است که در مناطق با رطوبت نسبی کمتر از ۳۰ درصد گیاه نباید با کمبود رطوبت در خاک روبرو گردد. مقاومت سویا به باد خوب است. ارقام رشد محدود و نا محدود مورد کاشت در ایران به ندرت دچار خوابیدگی می گردند، مگر اینکه فراوانی رطوبت خاک و تراکم بوته موجب ارتفاع بیش از حد بوته ها گردد (خواجه پور، ۱۳۸۶).

سویا به سله و تراکم خاک بسیار حساس است. به همین جهت گیاه مناسبی برای خاک های سنگین نیست. بهترین رشد آن در بافت های متوسط مانند لوم، لوم شنی ریز، لوم سیلتی و سیلتی با زه کش خوب به دست می آید. مقاومت سویا به کمبود اکسیژن در خاک متوسط به شمار می رود با این حال به آب ایستادگی حساس است. وقوع چند روز آب ایستادگی طی دوران رشد رویشی می تواند موجب نقصان عملکرد دانه به میزان حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد گردد. مرطوب ماندن لایه سطحی خاک موجب توسعه بیماری های پوسیدگی طوقه و ریشه مانند بوته میری می شود (خواجه پور، ۱۳۸۶).

اسیدیته حدود خنثی تا کمی اسیدی برای سویا مناسب می باشد. در خاک های با اسیدیته کمتر از ۵/۵ لازم است با مصرف ترکیبات کلسیم و منیزیم به ۶ رسانده شود. سویا در گروه گیاهان حساس

به شوری قرار دارد. سویا به فراونی عنصر بر در خاک بسیار حساس است و عملکرد آن حتی با مقادیر حدود ۱ میلی گرم در کیلوگرم خاک کاهش می یابد (خواجه پور، ۱۳۸۶).

۲-۱-۶- آبیاری

سویا طی دوران جوانه زنی و سبز شدن به کمبود و نیز فراوانی رطوبت خاک حساس است. حساسیت سویا به تنش رطوبتی از شروع گلدهی تا تکمیل دانه بندی نیز زیاد است. وقوع تنش کمبود رطوبت در این مراحل از رشد سبب حساسیت گیاه به خوابیدگی ساقه و کاهش عملکرد دانه می شود. از سوی دیگر، فراوانی رطوبت خاک طی دوران رشد رویشی تا تکمیل نیام بندی سبب تحریک رشد رویشی، افزایش ارتفاع بوته، حساسیت گیاه به خوابیدگی ساقه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می شود. خیس ماندن لایه سطحی خاک سبب توسعه بیماری های طوقه ای و آسیب شدید به سویا به خصوص در هوای گرم می گردد. در اکثر شرایط به خصوص در صورت پائینی کیفیت بستر بذر و وجود مشکلاتی در سبز شدن محصول بهتر است آبیاری قبل از کاشت به عمل آید و کاشت به صورت نم کاری و پس از پیدایش امکان ورود به زمین انجام گیرد. در غیر این صورت کاشت به صورت خشکه کاری (آبیاری پس از کاشت) مناسب خواهد بود (خواجه پور، ۱۳۸۶).

بسته به تیپ رشدی رقم و شرایط اقلیمی، در فاصله زمانی بین تکمیل دانه بندی تا ظهور علائم رسیدگی فیزیولوژیک در ۵۰ درصد نیام ها ممکن است به یک تا سه دفعه آبیاری نیاز باشد. بنابراین لازم است بعد از تکمیل دانه بندی به تدریج به فاصله بین آبیاری ها افزود. چنانچه اقتصاد آب آبیاری اهمیت زیادی نداشته و فقط حصول حداکثر عملکرد دانه مورد نظر باشد، می توان کلیه آبیاری های بعد از استقرار را بر اساس حدود ۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده از خاک (پتانسیل آب در خاک حدود ۰/۵- اتمسفر) انجام داد. هرچه پتانسیل تبخیر و تعرق محیط بالاتر باشد، دقت بیشتری در تامین آب مورد نیاز محصول ضرورت دارد (خواجه پور، ۱۳۸۶).

سویا می تواند به وسیله تولید گل بیشتر در اواخر دوره گلدهی جبران خسارت کمبود آب را در اوایل گلدهی که نتیجه آن ریزش گل و غلاف بوده است، جبران نماید. که البته باید رطوبت کافی در اواخر دوره گلدهی در دسترس گیاه باشد (پندلتون و هارت ویگ، ۱۹۷۳). کمبود آب در مرحله تشکیل دانه از وزن دانه می کاهد (داسک و همکاران، ۱۹۷۱).

۲-۱-۷- ترکیب دانه

دانه سویا از دو قسمت اصلی پوسته بذر و لپه ها تشکیل می شود. دانه سویا شامل ۸ درصد پوست، ۹۰ درصد لپه و ۲ درصد هیپوکوتیل است. حدود ۶۰ درصد دانه از روغن و پروتئین و ۳۰ درصد آن از کربوهیدرات تشکیل می گردد. مواد کانی موجود در دانه سویا حدود ۵ درصد است. دامنه میزان روغن دانه سویا بین ۲۳-۱۴ درصد و دامنه میزان پروتئین آن بین ۵۲-۳۲ درصد متغیّر و مبتنی بر اثرات محیطی و ژنوتیپ گیاه است. اهمیت اقتصادی پروتئین سویا بیشتر از روغن آن است، زیرا بخش عمده دانه سویا را پروتئین تشکیل می دهد. ترکیب تقریبی دانه سویا در جدول ۲-۲ ارائه شده است (احمدی، ۱۳۷۸).

جدول ۲-۲- ترکیب تقریبی دانه سویا (احمدی، ۱۳۷۸)

ترکیب (درصد)	دانه کامل	کوتیلدون	پوست
پروتئین خام	۴۲-۳۹	۴۳-۴۲	۹
روغن خام	۲۲-۱۸	۲۴-۲۰	۱
هیدرات های کربن	۳۷-۳۱	۲۷-۲۳	۸۶
خاکستر	۵-۴/۹	۴/۵-۴/۲	۴/۵

۲-۱-۷-۱- میزان و کیفیت روغن دانه

میانگین میزان روغن سویا به طور طبیعی زیر ۲۰ درصد است. میزان روغن متاثر از دماست. دماهای بالا موجب افزایش میزان روغن از ۱۹ درصد در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد به ۲۳ درصد در دمای ۲۹ درجه سانتی گراد می شود. روغن در حدود ۸۸ درصد چربی خنثی، ۱۰ درصد فسفولیپید و ۲ درصد گلیکولیپید دارد. روغن سویا با استفاده از پرس یا استخراج توسط حلال ها به دست می آید.

روغن خام مرغوب کهربایی رنگ است و تحت شرایط قلیایی در هنگام تصفیه به رنگ زرد روشن در می آید. یکی از فرآورده های فرعی حاصل از فرآوری روغن سویا، لیستین است که در بسیاری از تولیدات به عنوان امولسیون کننده کاربرد دارد. ترکیب اسیدهای چرب روغن سویا در جدول ۲-۳ ارائه شده است (احمدی، ۱۳۷۸).

جدول ۲-۳- ترکیب اسیدهای چرب روغن سویا (احمدی، ۱۳۷۸)

اسید چرب	مقدار (درصد)
پالمیتیک	۷-۱۲
استئاریک	۲-۵/۵
اولئیک	۱۹-۳۰
لینولئیک	۴۸-۵۸
لینولنیک	۵-۸/۸

۲-۱-۷-۲- کنجاله و پروتئین سویا

کنجاله سویا عمده ترین کنجاله ای است که از دانه های روغنی به دست می آید. کنجاله سویا یک مکمل پروتئین عالی برای گاوهای شیری و گوساله است. فرآورده های پروتئینی سویا که خوب عمل آوری شده باشند جایگزین مناسبی برای گوشت و پروتئین ماهی هستند. با افزودن پروتئین سویا به غذاهای مبتنی بر غلات می توان برای بهبود تغذیه افراد اقدام نمود. دانه سویا مقدار نسبتا زیادی لیزین دارد و بنابراین می توان از آن می توان مکمل غذاهای مبتنی بر غلات استفاده کرد. مقدار اسید آمینه های متیونین و سیستئین در سویا ناچیز است (احمدی، ۱۳۷۸). ترکیب اسیدآمینه های ضروری پروتئین سویا در جدول ۲-۴ ذکر گردیده است.

جدول ۲-۴- ترکیب اسید آمینه های ضروری موجود در پروتئین سویا (احمدی، ۱۳۷۸).

اسید آمینه	مقدار (گرم در ۱۶ گرم)
لیزین	۶/۴
متیونین	۱/۱
سیستئین	۱/۴
تریپتوفان	۱/۴
ترئونین	۳/۹
ایزولویسین	۴/۶
لویسین	۷/۸
فنیل آلانین	۵
والین	۴/۶
آرژینین	۷/۳
هیستیدین	۲/۶
تیروزین	۳/۸
سرین	۵/۵
اسیدگلوتامیک	۱۱/۸
گلیسین	۴/۳
پرولین	۵/۵

۲-۱-۷-۳- هیدرات های کربن، ویتامین ها و مواد معدنی

مقدار کل هیدرات های کربن دانه سویا در حدود ۳۰-۱۸ درصد متغیر است. هیدرات های کربن دانه سویا ۱۳/۲ درصد قند قابل حصول و ۱۷/۶ درصد قند غیر قابل حصول دارند. آرد بدون چربی عمدتا دارای ۸-۷ درصد ساکارز، ۶-۵ درصد استاچیوز و حدود یک درصد رافینوز است، که دو ماده قندی آخر نفخ آور می باشند (احمدی، ۱۳۷۸).

۲-۲- اهمّیت آب در گیاه

محتوی آب گیاه بین ۷۰ تا ۹۰ درصد می باشد که بسته به سن گیاه، گونه گیاه، بافت مورد نظر و محیط، متفاوت است. آب برای بسیاری از فعالیت های گیاهی لازم است:

۱- حلال است و محیطی مناسب برای واکنش های شیمیایی فراهم می نماید.

۲- محیطی مناسب برای انتقال مواد آلی و معدنی می باشد.

۳- موجب تورم سلول های گیاهی می شود.

۴- موجب آبگیری و خنثی سازی بار الکتریکی روی مولکول های کلوئیدی می شود. در مورد آنزیم ها، آبگیری موجب حفظ ساختمان آنزیم و تسهیل فعالیت های کاتالیزوری آن می گردد.

۵- از طریق تعرق موجب خنک شدن گیاه می گردد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴).

به دلیل تقاضای شدید و همچنین به علت اهمیت آب، گیاه به یک منبع مستمر آب برای رشد و نمو خود نیاز دارد، در اثر محدودیت آب رشد و عملکرد کاهش می یابد. مقدار کاهش عملکرد متاثر از ژنوتیپ، شدت کمبود آب و مرحله نمو گیاه می باشد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴).

۲-۳- تنش خشکی

۲-۳-۱- تعریف تنش خشکی

تنش عبارت است از قرار گرفتن گیاه تحت تاثیر شدتی از یک عامل محیطی که موجب افت ظاهری، بازده و یا ارزش آن می شود (مک کریس و همکاران،۲۰۰۰). تنش های محیطی مهمترین عوامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. چنانچه تنش های محیطی حادث نمی شدند، عملکردهای واقعی باید برابر با عملکردهای پتانسیل گیاهان می بود؛ در حالی که در بسیاری از گیاهان زراعی متوسط عملکرد گیاهان کمتر از ۲۰-۱۰ درصد پتانسیل عملکرد آنان است (کافی و دامغانی، ۱۳۷۹).

در نقاط خاصی از کره زمین به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، عوامل تنش زا در تولید محصولات کشاورزی تاثیر منفی بیشتری دارند و کشاورزی در آن مناطق با تحمل هزینه بیشتر و بازده کمتر صورت می گیرد. ایران یکی از این کشورهاست که در اکثر نقاط آن تنش های مهم غیر زنده نظیر خشکی، شوری، دما، باد و تنش های زنده شامل قارچ ها، باکتری ها، ویرس ها و حشرات موجب کاهش عملکرد، از بین رفتن حاصلخیزی خاک و در مواردی عدم امکان تداوم کشاورزی گردیده است (کافی و دامغانی، ۱۳۷۹).

خشکی در اثر وجود یک یا چند عامل آب و هوایی به وجود می آید که موجب کمبود آب در داخل گیاه می شود. شرایط محیطی خاک یا هوا یا هر دو که مانع دستیابی گیاه به آب کافی جهت انجام اعمال حیاتی می شود و تکرار آن موجب از دست رفتن آب بافت گیاه می شود، خشکی نامیده می شود (لویت،۱۹۸۰). بلوم (۱۹۹۶) اظهار داشته است که خشکی یک تنش چند بعدی است که گیاهان را در سطوح مختلف سازمانی تحت تاثیر قرار می دهد.

واژه خشکی بیانگر یک رویداد اقلیمی و محیطی و نشانگر دوره بدون بارندگی است که طی آن مقدار رطوبت خاک تا حدی کاهش می یابد (اسکوئی و همکاران، ۱۳۸۹). کرامر (۱۹۸۳) نیز بیان می دارد که خشکی عبارت است از فقدان یا کمبود نزولات در محیط گیاه که بر اثر آن گیاه آسیب می بیند. میزان خسارت وارده تابع نوع گیاه، ظرفیت نگه داری آب در خاک و شرایط جوی موثر بر تبخیر و تعرق می باشد.

خشکی هنگامی ایجاد می شود که مجموعه ای از عوامل فیزیکی و محیطی، فراهمی آب در محیط ریشه یا ساختار گیاه را کاهش دهند و در نتیجه میزان محصول را کاهش می دهند. این کاهش ممکن است حاصل تاخیر یا عدم استقرار بوته ها، ضعیف ماندن یا از بین رفتن بوته های استقرار یافته، مستعد شدن گیاه نسبت به حمله بیماری ها و آفات و تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سوخت و ساز گیاهان باشد (امام و نیک نژاد، ۱۳۸۳).

از دیدگاه فیزیولوژی خشکی چیزی فراتر از فقدان بارندگی است و حداقل حاصل تلاقی ۷ تنش محیطی (کاهش رطوبت قابل دسترس در خاک، تبخیر زیاد، افزایش دمای اندام های گیاهی، تابش خورشیدی زیاد، افزایش سختی خاک، غیر قابل دسترس شدن مواد غذایی در افق های بالایی خاک و تجمع نمک) می باشد (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۷۹).

تنش خشکی رشد گیاه زراعی (گاربریلا و فویر، ۲۰۰۲ و امام، ۱۳۷۴)، فتوسنتز برگ (امام و نیک نژاد، ۱۳۸۳ و لگ و همکاران، ۱۹۷۹)، تنفس و پیری برگ (امام و ثقه الاسلامی، ۱۳۸۴) را نیز تحت تاثیر قرار می دهد. هرچند تنش خشکی بر رشد و نمو گیاهان زراعی در هر مرحله ای از زندگی گیاه تاثیر گذار است، لیکن مقدار و شدت خسارت، ظرفیت جبران خسارت و اثر آن بر محصول نهایی وابسته به مرحله نموی است که گیاه تحت تنش قرار گرفته است (امام، ۱۳۷۴). مقاومت به خشکی واژه ای عمومی است که در برگیرنده دامنه ای از مکانیزم های مختلف می باشد که گیاهان زراعی

توسط آنها در مناطق خشک قادر به تحمل شرایط خشکی می شوند (کوچکی و خواجه حسینی، ۱۳۸۷).

در این زمینه از پنج اصطلاح برای بررسی مقاومت به خشکی استفاده می شود:

۱- مقاومت به خشکی: توانایی گیاه برای زنده ماندن، رشد و عملکرد رضایت بخش، هنگامی که در معرض دوره هایی از تنش خشکی قرار گیرد.

۲- فرار از خشکی: توانایی گیاه در کامل کردن چرخه زندگی خود پیش از اینکه با شرایط کمبود رطوبتی شدید روبرو گردد.

۳- اجتناب از خشکی (تحمل خشکی با پتانسیل آب بافتی بالا): توانایی گیاه برای تحمل دوره های کمبود بارندگی، در حالی که پتانسیل آب بافتی بالایی را در خود حفظ می کند.

۴- تحمل خشکی (تحمل خشکی با پتانسیل آب بافتی پایین): توانایی گیاه برای مقاومت در مقابل کمبود آب که بر مبنای مقدار و دوام پتانسیل آبی پایین در گیاه اندازه گیری می شود.

۵- التیام (بهبود پس از خشکی): توانایی گیاه برای از سر گرفتن رشد و تولید، پس از برطرف شدن تنش خشکی، با حداقل کاهش غیر قابل جبران در عملکرد می باشد (کوچکی و خواجه حسینی، ۱۳۸۷).

۲-۳-۲- تاثیر تنش خشکی بر رشد رویشی سویا

کمبود رطوبت یکی از عوامل مهم محدودکننده رشد سویا به شمار می رود، چنانچه فراهمی آب برای ریشه با مشکل مواجه شود و یا سرعت تعرق بسیار بالا باشد، گیاه تنش خشکی را تجربه خواهد کرد (اوبر و شارپ، ۲۰۰۳). سویا جهت جوانه زدن، به ۵۰ درصد وزن خود آب نیاز دارد و رطوبت

اضافی برای بالا آمدن از سطح خاک، مورد نیاز می باشد (جان، ۲۰۰۱). تنش رطوبت در سویا از زمان استقرار گیاه تا گلدهی اهمّیت زیادی ندارد (جان، ۲۰۰۱).

نهال های در حال خروج از خاک در مقابل خشکی خاک به دلیل برقراری تعادل اسمزی در محور زیر لپه مقداری مقاومت نشان خواهند داد. این تعادل و تنظیم فشار اسمزی محور زیر لپه بستگی به انتقال محلول های تولیدی لپه ها به سلول های در حال رشد محور زیر لپه دارد که در نتیجه سبب حفظ فشار ثابت در داخل سلول در مواقع کمبود آب در سلول ها می شود. رشد آهسته ولی مداوم در اندام های بی آب تا حدود ۹- بار مشاهده شده است (مایر و بایر، ۱۹۷۲).

کمبود رطوبت در مرحله رشد رویشی سویا موجب کاهش میزان رشد و نمو گیاه می شود. بایر در سال ۱۹۷۰ متوجه شد که کمبود آب در حد ۴- بار رشد برگ را به ۲۵ درصد حداکثر رشد کاهش داد. فتوسنتز در مقایسه با رشد برگ حساسیت کمتری به کمبود آب نشان داد. قریشی و همکاران (۱۹۷۱) گزارش کردند که به طور کلی چنانچه کمبود آب موجب کاهش میزان فتوسنتز شود میزان تثبیت نیتروژن ریشه را نیز کاهش می دهد. عوارض کمبود آب در زمان رشد رویشی به صورت کاهش رشد برگ ها، لاغری ساقه و کوتاهی ارتفاع بوته ظاهر می شود. (لطیفی، ۱۳۷۲).

سویا دارای ریشه ای حجیم است. توان ارثی سویا در تولید ریشه مانند لوبیا چشم بلبلی و سورگوم دانه ای است (هندرسون و میلر، ۱۹۷۳). جذب آب توسط ریشه از عمق ۱۵۰تا۱۸۰ سانتی متر در خاک هایی که مانعی در مسیر نفوذ ریشه وجود ندارد، گزارش شده است. بنابر این آبیاری سویا در ابتدای فصل در صورت وجود رطوبت کافی در خاک در زمان کاشت و عدم وجود مانع در مسیر رشد ریشه چندان موجب ازدیاد محصول نخواهد شد (لطیفی، ۱۳۷۲).

مشاهده شده است که تنش آب بر رشد طولی و وزن خشک ریشه به اندازه رشد طولی ساقه و وزن خشک تاج گیاه و سطح برگ اثر نداشت. در اثر تنش، عملکرد قسمت های رویشی گیاه بیشتر از

عملکرد دانه کاهش یافت (میاکی و همکاران، ۱۹۷۶). بنجامین و نیلسن (۲۰۰۶) نیز بیان داشتند که کمبود آب تاثیر معنی داری بر توزیع ریشه سویا نداشت.

به گزارش دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) تنش کم آبی تاثیر معنی داری بر تعداد گره، ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد غلاف در متر مربع، تعداد دانه در متر مربع و عملکرد دانه داشت. اثر کمبود آب بر رشد رویشی گیاه به شدت تنش و مرحله رشد گیاه بستگی دارد. تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک اندام های هوایی، تعداد برگ در گیاه و شاخص سطح برگ می گردد. این حوادث روی فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل فتوسنتز، انتقال، جذب و تنفس اثر می گذارد و رشد را کاهش می دهد (کموداینی و همکاران، ۲۰۰۲).

کاهش تثبیت نیتروژن در پاسخ به تنش کم آبی در پژوهش های متعددی گزارش شده است. خشکی از طریق افزایش مقاومت گره ها در برابر گازها موجب ایجاد شرایط غیر هوازی می شود و القاء پیری را در گره ها تسریع و موجب غیر فعال شدن آنزیم نیتروژناز می شود (گالوس و آیگور، ۲۰۰۵).

نتایج حاصل از اجرای آزمایش رزمی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری طول دوره رشد و ارتفاع بوته کاهش یافت. ایزانلو (۲۰۰۶) مشاهده کرد که تنش رطوبتی در هر مرحله از نمو گیاه می تواند عملکرد بذر سویا را کاهش دهد. مطالعه جنوبی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که تعداد گره ساقه و ارتفاع گیاه تحت تاثیر تنش کم آبی کاهش یافت.

پژوهش هایی که در زمینه سویا صورت گرفته است نشان می دهد که تحت شرایط خشکی نیترات به مقدار زیاد در ریشه ها تجمع می یابد (هیساو، ۱۹۷۳). تخریب پروتئین ها و انباشت برخی آمینواسیدهای آزاد در جهت حفظ و تنظیم پروتئین در شرایط تنش خشکی نیز مشاهده شده است (هیساو، ۱۹۷۳ و موران و همکاران، ۱۹۹۴). مطالعات متعددی نیز در مورد تاثیر کاهش پتانسیل آبی خاک روی پروتئین و رنگیزه های موجود در کلروپلاست صورت گرفته است. به عنوان مثال تنش آبی سبب هیدرولیز پروتئین های تیلاکوئیدی شده است (کورنوی و همکاران، ۱۹۸۸ و سینری و همکاران،

۱۹۹۳). تجزیه پروتئین های کلروپلاستی منبع با ارزشی برای اشکال قابل تحرک نیتروژن به محض ورود به شرایط تنش است (مارتین و تورس، ۱۹۹۲).

۲-۳-۳- تاثیر تنش خشکی بر رشد زایشی و عملکرد سویا

تنش خشکی طی رشد و نمو زایشی (پیش از رسیدگی فیزیولوژیک) عملکرد و اجزای عملکرد دانه را کاهش می دهد که بستگی به شدت و زمانی دارد که تنش صورت گرفته است (ویرا و هکاران، ۱۹۹۲). کمبود آب در بسیاری از مراحل نموی سویا عملکرد را کاهش می دهد ولی اثرات منفی تنش در گلدهی و تشکیل بذر و پرشدن دانه بسیار مهم می باشد (سایونیت و کرامر، ۱۹۷۷). وقوع تنش خشکی در مراحل اولیه نمو زایشی ممکن است سبب افزایش ریزش گل و غلاف شود (کارت و همکاران، ۱۹۸۳). میزان محصول سویا شدیدا تحت تاثیر کمبود رطوبت در زمان پر شدن غلاف (تشکیل دانه) است (دوسک و همکاران، ۱۹۷۱ و داس و همکاران، ۱۹۷۴).

اثر آبیاری در مرحله آغاز گلدهی در ازدیاد محصول مشابه اثر آبیاری در طول فصل است (ماستون، ۱۹۶۴ و اسپونر، ۱۹۶۱). در صورت عدم بارندگی نیاز حتمی به آبیاری خواهد بود (داس و همکاران، ۱۹۷۴). کمبود آب در تمام طول فصل رشد سویا موجب کاهش عملکرد می شود ولی کمبود آب در زمان تشکیل دانه حداکثر کاهش در میزان محصول را سبب خواهد شد (لطیفی، ۱۳۷۲).

کمبود آب در زمان گلدهی سویا موجب افزایش گل های عقیم و کپسول های جوان می شود (لطیفی،۱۳۷۲). داسک و همکاران (۱۹۷۱) مشاهده نمودند که کمبود رطوبت از زمان گلدهی تا تشکیل غلاف با وجود آبیاری در زمان تشکیل دانه میزان عملکرد گیاه را در اثر کاهش تعداد غلاف در هر بوته کاهش داد. تعداد بذر در هر غلاف و وزن بذر در اثر کمبود آب در دوره مذکور تغییری نکرد. کمبود آب به مدت کوتاه در اوایل گلدهی معمولا سبب اندکی کاهش در تعداد غلاف در بوته می شود زیرا گلدهی سویا طی یک دوره طولانی انجام می شود. لذا سویا می تواند به وسیله تولید گل بیشتر

در اواخر دوره گلدهی، خسارت کمبود آب را در اوایل گلدهی که ریزش گل و غلاف بوده است، جبران نماید که البته باید رطوبت کافی در اواخر دوره گلدهی در دسترس گیاه باشد (پندلتون و هارت ویگ، ۱۹۷۳). کمبود آب در مرحله تشکیل دانه از وزن دانه می کاهد (داسک و همکاران، ۱۹۷۱ و ویت، ۱۹۵۴). کاهش در وزن دانه به دلیل کمبود آب در دوره تشکیل دانه ممکن است در اثر ریزش برگ و یا کوتاه شدن دوره تشکیل دانه باشد (لطیفی، ۱۳۷۲). همچنین کاهش تثبیت نیتروژن در پاسخ به خشکی موجب کاهش عملکرد دانه و پروتئین سویا می شود. البته در بین ارقام موجود حساسیت تثبیت نیتروژن به تنش متفاوت می باشد (کینگ و پورسل، ۲۰۰۱).

مرحله پرشدن نیام ها در سویا یک مرحله بحرانی است و نسبت به سایر مراحل رشد گیاه از حساسیت بیشتری به تنش خشکی برخوردار است، کمبود آب مورد نیاز گیاه در مرحله تشکیل نیام سبب ریزش تعداد زیادی از نیام ها می گردد (کمودایینی و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج حاصل از اجرای آزمایش رزمی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه کاهش یافت. خشوعی و همکاران (۱۳۸۹) نیز اظهار داشتند که عملکرد دانه، تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در گیاه تحت تاثیر تنش خشکی کاهش یافتند. پژوهش جنوبی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و درصد روغن دانه تحت تاثیر تنش کم آبی کاهش یافت. محسن بیگی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر تنش خشکی بر سویا مشاهده نمودند که با افزایش تنش خشکی میزان عملکرد دانه و پروتئین دانه کاهش معنی دار ولی روغن دانه افزایش معنی داری را نشان داد.

ایزانلو و همکاران (۱۳۸۱)، به منظور تعیین مناسب ترین شاخص های تحمل به خشکی، طی تحقیقی روی ارقام تجارتی سویا، دریافتند که به طور کلی اکثر صفات مورد بررسی نسبت به تنش خشکی عکس العمل منفی نشان می دهند که در این میان عملکرد دانه نسبت به دیگر صفات آسیب

بیشتری می بیند. دانشیان و همکاران (۱۳۸۱) گزارش نمودند که بر اثر تنش خشکی عملکرد دانه سویا کاهش یافت که ناشی از کاهش تعداد دانه در گیاه و وزن هزار دانه بود. آنها همچنین دریافتند که مقدار روغن دانه با تشدید تنش افزایش و مقدار پروتئین دانه کاهش یافت، اما در نهایت تنش تاثیر منفی در عملکرد روغن و پروتئین دانه داشت.

از طرف دیگر، تنش خشکی یکی از عوامل موثر بر تثبیت نیتروژن گیاه است که به طور غیر مستقیم از طریق تاثیر بر مقدار کربوهیدرات تولید شده در گیاه و انتقال آن به ریشه، بر تثبیت نیتروژن تاثیر می گذارد و در نتیجه کمبود نیتروژن در گیاه صفات مختلف از جمله عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می دهد (راواری و هوم، ۲۰۰۳).

تنش خشکی موجب کاهش وزن دانه می گردد که به دلیل تأثیر بر فتوسنتز جاری گیاه و مقدار مواد انتقال یافته به دانه است (ادوردو و همکاران، ۱۹۹۳). یکی از اجزای عملکرد حساس به تنش خشکی، تعداد غلاف در بوته است. باتوجه به حساسیت ارقام سویا و نژاد باکتری *Bradyrhizobium* به تنش خشکی، تعداد گل های ریزش یافته و غلا ف های تولید شده متفاوت است و عملکرد دانه به شدت کاهش می یابد. همچنین عملکرد دانه همبستگی نزدیکی با شدت تنش خشکی دارد (مک کلوم و همکاران، ۲۰۰۰). مرحله R_1 مانند جوانه زنی جزء مراحل بحرانی رشد در سویا می باشد و بروز خشکی در این مرحله می تواند کاهش شدیدی را در عمکرد بالقوه سبب شود (پالمر و همکاران، ۱۹۹۵). البته مؤمن و همکاران (۱۹۷۹) گزارش کردند که گیاهانی که در مرحله R_1 در معرض تنش قرار گرفتند، پس از تنش به طور کامل بهبود یافتند.

سمی سیکلاس و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که تنش خشکی اعمال شده در مرحله R_2 موجب کاهش تعداد دانه در مراحل بعدی رشد و نمو زایشی می شود به علاوه اعمال تنش در R_2 وزن خشک بوته را نسبت به شاهد کاهش داد. این دوره یک مرحله بحرانی نسبت به تنش خشکی در ارقام محدود و نامحدود محسوب می شود (کادهم و همکاران، ۱۹۸۵). وقوع خشکی طی رشد زایشی، به

ویژه در مرحله غلاف دهی کامل، معمولا کاهش های شدیدی را در عملکرد دانه به وجود می آورد (سایونیت و کرامر، ۱۹۷۷). مکل و همکاران (۱۹۸۴) بیان کردند که تنش شدید در مرحله R_5 وزن بوته و عملکرد را به ترتیب به میزان ۲۰ تا ۵۰ درصد و ۴۶ تا ۵۰ درصد کاهش داد. طبق بررسی دیلاچ (۱۹۸۰) نتیجه تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه، تولید بذور چروکیده است.

۲-۴- اسید آسکوربیک

اسید آسکوربیک (AsA) یک ترکیب آنتی اکسیدانی قوی با وزن مولکولی کم و محلول در آب است که می تواند نقش عمده ای را در خنثی کردن فعالیت رادیکال های آزاد و غیر سمی کردن پراکسید هیدروژن داشته باشد (اسمیرونف، ۲۰۰۵).

اسید آسکوربیک با فرمول شیمیایی ($C_6H_8O_6$) به صورت پودر یا کریستالی بی رنگ، سفید، کمی مایل به زرد کمرنگ و بدون بو، دارای نقطه ذوب ۱۹۰ تا ۱۹۲ درجه سانتی گراد و دانسیته ۱/۶۵ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد. مسیر سنتز و تخریب اسید آسکوربیک در شکل ۲-۱ نشان داده شده است. این ماده یک احیا کننده قوی است و با اکسید کننده ها واکنش دارد. ساختار مولکولی اسید آسکوربیک نیز در شکل ۲-۲ ارائه شده است. تنش کم آبی واکنش های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی زیادی را در گیاهان القا می کند (پاتانگوال و میدور، ۱۹۹۹). یکی از اثرات رایج تنش کم آبی و دیگر تنش ها خسارت اکسیداتیو به سلول ها می باشد (اسمیرونف، ۱۹۹۸). ایجاد انواع اکسیژن فعال در شرایط تنش (ROS) منجر به پراکسیداسیون لیپیدها (چن و همکاران، ۲۰۰۰) ، تغییر در سنتز پروتئین و تجزیه آنها (جیانگ و هانگ، ۲۰۰۲) و خسارات اسید نوکلئیک (هیگر و همکاران، ۱۹۹۶) می شود.

در شرایط خشکی و دیگر تنش های محیطی رادیکال های آنیونی سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال های هیدروکسیل ایجاد می شوند (زوو، ۲۰۰۰). سلول های گیاهی از مکانیسم های مختلفی برای جلوگیری یا تخفیف خسارت اکسیداتیو ایجاد شده به واسطه ROS استفاده می کنند. این عمل

ممکن است از طریق یک سیستم غیر آنزیمی آنتی اکسیدانی ایجاد شده شامل متابولیت های آسکوربات وگلوتاتیون و موارد دیگر مانند توکوفرول ها (ویتامینE)، کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها و یا سیستم آنزیمی آنتی اکسیدانی شامل سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و پلی فنول اکسیداز (آگارال و پاندی، ۲۰۰۴) انجام شود.

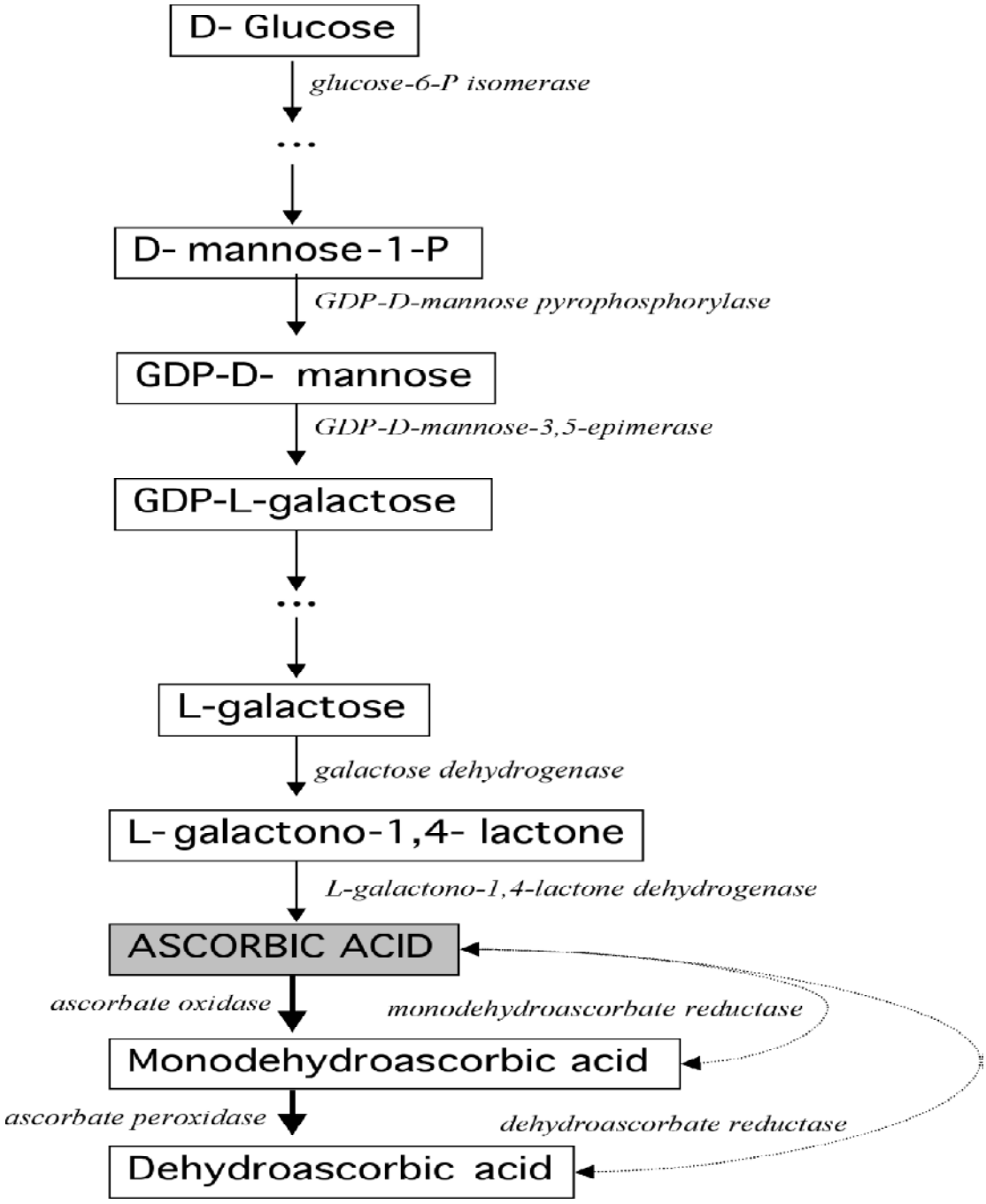
غلظت بالای آسکوربات در کلروپلاست بیانگر نقش مهم آن در فتوسنتز می باشد. وجود آسکوربات بـه اندازه گلوتاتیون و چندین آنتی اکسیدان آنزیمی دیگر برای غیر فعال کردن سـوپر اکسـیدهای تولیـد شده به وسیله واکنش های مهلر و تنفس نوری مفید است (ناکتور و فویار، ۱۹۹۸). اعتقاد بر این است که آسکوربات دفع مسمویت رادیکال آزاد اکسـیژن و رادیکـال هـای هیدروکسـیل را انجـام مـی‌دهـد (آسادا، ۱۹۹۹، چن و گالی، ۲۰۰۴). اسمیرونف (۲۰۰۰) معتقد است که اسیدآسکوربیک به عنوان یک مولکول کوچک ولی با توان فیزیولوژیک زیاد می تواند فرآیندهای ماده سازی و به ویژه ساخت قنـدها را در جهتی القا کند که در نهایت رشد تامین گردد. نواب پور و همکاران (۲۰۰۷) نیز بر این عقیده اند که حضور عوامل جارو کننده رادیکالی مانند اسیدآسکوربیک سبب می شود تا ژن هـای ویـژه ای القـا شوند و مواد دگرآسیبی همانند ترکیبات فنلی و سایرین کمتر ساخته شوند.

۲-۴-۱- تاثیر اسید آسکوربیک بر تنش های غیر زنده

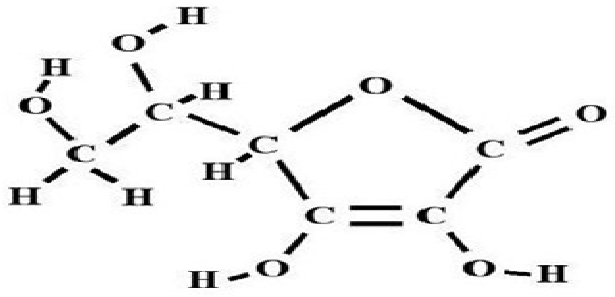
در پژوهش انجام شده توسط دولت آبادیان و همکاران (۲۰۰۹) تیمار اسید آسکوربیک در شرایط تنش از کاهش محتوای پروتئین و کلروفیل در گیاه ذرت جلوگیری کرد و موجب افزایش پرولین و مالون دی آلدهید گردید و از این طریق اثر مخرب تنش را کاهش داد. همچنین گزارش شده است که کاربرد خارجی آسکوربات می تواند مقاومت در برابر تنش شوری و تنش های اکسیداتیو را افزایش دهد و سبب بقای بهتر گیاهچه های گوجه فرنگی شود (شالاتا و نیومن، ۲۰۰۱).

یزدان پناه و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان دادند که ترکیب توام اسید آسکوربیک و اسید سالسیلیک می تواند اثرات ناشی از تنش خشکی را برطرف کنند و موجب افزایش مقدار پـروتئین، پـرولین و قنـد در

گیاه مرزه گردد. گزارش شده است که اسید سالسیلیک و اسید آسکوربیک بر تشکیل پروتئین های دفاعی، انواع پروتئین کینازها و روبیسکو اثر می گذارد. غلامی پور فرد و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که اسید آسکوربیک با غلظت ۰/۵ میلی مولار می تواند در جهت کاهش صدمات ناشی از تنش خشکی (کم آبی) در گیاه گوجه فرنگی موثر واقع شود.



شکل ۲-۱- مسیر سنتز و تخریب اسید آسکوربیک (باراتا سورس و همکاران، ۲۰۰۴)



شکل ۲-۲- ساختار مولکولی اسید آسکوربیک

دولت آبادیان و همکاران (۲۰۰۹) نتیجه گرفتند که کاربرد آسکوربیک اسید اثرات مضر واکنش های اکسیداتیو را کاهش می دهد و مقاومت گیاهان را به تنش کم آبی بهبود می بخشد.

سعدی زاده و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که ترکیب اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک می تواند تحمل به تنش کم آبی را در گیاه *Echium amoenom* افزایش دهد. سعیدی سار و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی اثر اسید آسکوربیک به عنوان یک آنتی اکسیدان بسیار قوی در گیاه سویا از نظر مقابله با تنش اکسیداتیو ناشی از نیکل دریافتند که اسید آسکوربیک از یک طرف با توقف نیکل در ریشه ها و از طرف دیگر با افزایش همه جانبه فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان شامل آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز در ریشه ها و برگها تا حد زیادی آسیب های اکسیداتیو ناشی از نیکل را کاهش می دهد. همچنین مقدار کلروفیل در تیمارهای کاربرد اسید آسکوربیک به همراه یون نیکل مشابه مقدار کلروفیل گیاهان شاهد بود. تعدیل فعالیت آنزیم لیپوکسی ژناز و کاهش مالون دی آلدئید نیز بیانگر نقش حفاظتی اسید آسکوربیک بر غشاهای سلولی می باشد.

یانیس و همکاران (۲۰۱۰) اثرات کاربرد برون زای اسید آسکوربیک بر گیاهچه های باقلا تحت شرایط شوری را بررسی نمودند. آنها نتیجه گرفتند که مقادیر درونی اسید آسکوربیک، گلوتاتیون و سایر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در اثر خیساندن بذور باقلا در اسید آسکوربیک افزایش می یابد. خیساندن بذور گندم در اسید آسکوربیک اثرات مطلوبی روی رشد و تعرق این گیاه نشان داد و اثرات سوء شوری را بی اثر و خنثی کرد (الحکیمی و حمدا، ۲۰۰۱).

قربانلی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر تنش شوری و اسید آسکوربیک دریافتند که گیاهانی که در معرض همزمان کلرید سدیم و اسید آسکوربیک قرار داشتند، در مقایسه با گیاهانی که تنها در معرض شوری بودند، در غلظت های یکسان کلرید سدیم، پارامترهای رشد، مقدار رنگیزه های فتوسنتزی و مقدار قندهای محلول و پروتئین بیشتری را نشان دادند. همچنین نتایج نشان دادند که محلول پاشی اسید آسکوربیک (به عنوان یک آنتی اکسیدان) سبب افزایش بردباری به تنش شوری و کاهش اثرهای مضر کلرید سدیم در گیاه سیاه دانه گردید.

تنش شوری سبب کاهش میزان پروتئین در گیاهان می شود (آندره دیاس و همکاران، ۲۰۰۴، سورباهی و همکاران، ۲۰۰۸ و خسروی نژاد و همکاران، ۲۰۰۹). این کاهش می تواند به علّت کاهش سنتز پروتئین یا به دلیل افزایش هیدرولیز آن باشد (پاراشر، ۱۹۸۷). گزارش هایی مبنی بر افزایش مقدار پروتئین در گیاهانی که تحت محلول پاشی اسید آسکوربیک در شرایط تنش شوری واقع شده بودند، وجود دارد که از آن جمله می توان به گزارش هایی روی سویا (شتیاوی، ۲۰۰۷)، کلزا (دولت آبادیان و همکاران، ۲۰۰۸) و نخود (بلتاگی، ۲۰۰۸) اشاره کرد.

افزایش قندهای محلول در شرایط تنش با تاثیر بر پتانسیل اسمزی در حفظ سلامت و عملکرد غشاهای سلولی که در شرایط تنش دچار آسیب می شوند، نقش دارد (کائور و همکاران، ۲۰۰۰). افزایش بیشتر قندهای محلول در گیاهانی که تحت محلول پاشی اسید آسکوربیک و تنش شوری واقع شده بودند، نسبت به گیاهانی که تنها در معرض تنش شوری قرار داشتند در گیاهانی چون *Khaya sensgalinsis* (عبدالعزیز و همکاران، ۲۰۰۶) و سویا (شتیاوی، ۲۰۰۷) گزارش شده است.

اسید آسکوربیک نقش تعیین کننده ای در جاروب کردن رادیکال های آزاد اکسیژن تولید شده در فتوسنتز و همچنین در پراکندگی فوتون های مازاد بازی می کند (نایوگی، ۱۹۹۹). پاریدا و داس (۲۰۰۵) بیان کردند که محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدهای گیاهان تحت شرایط شوری کاهش پیدا می کند. در واقع تنش شوری منجر به افزایش رادیکال های آزاد اکسیژن در کلروپلاست ها می شود و

در نتیجه غشای کلروپلاستی آسیب می بیند و قابلیت حیاتی خود را از دست می دهد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۳). از سوی دیگر کاهش در محتوای کلروفیل ممکن است که در اثر افزایش فعالیت آنزم کلروفیلاز و یا اثر مستقیم سمیت یونی ناشی از غلظت بالای سدیم نیز به وجود آید (خان و همکاران، ۲۰۰۶). محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدها در گیاهانی که تحت تنش شوری و محلول پاشی اسید آسکوربیک قرار داشتند، افزایش پیدا کرد (شتیاوی، ۲۰۰۷ در گیاه سویا، عبدالعزیز و همکاران، ۲۰۰۶ در گیاه *Khaya sensgalinsis*، بلتاگی، ۲۰۰۸ در گیاه نخود و عبدالحمید و همکاران، ۲۰۱۰ در گیاه سویا).

همچنین اسید آسکوربیک اثر جبران کننده قابل ملاحظه ای بر افزایش پارامترهای رشد گیاهانی داشته است که در معرض تنش شوری واقع شدند (القرینی، ۲۰۰۷ در نخود و باقلا، عبدالعزیز و همکاران، ۲۰۰۶ در *Khaya sensgalinsis* و بلتاگی، ۲۰۰۸ در نخود).

قربانلی و همکاران (۱۳۸۹) اثر خشکی (یک دوم و یک چهارم ظرفیت مزرعه) و اسید آسکوربیک را روی کلزا بررسی کردند و مشاهده کردند حضور اسید آسکوربیک سبب تخفیف اثرات منفی تنش خشکی نظیر وزن تر و خشک ریشه و اندام های هوایی، سرعت رشد نسبی، سطح ویژه برگ، محتوای آب در واحد سطح برگ، سرعت رشد نسبی برگ کلزا گردید. همچنین اندازه گیری فعالیت های آنزیمی در بذرهای رویش یافته سویا تحت اثر عصاره گیاهان کلزا قرار گرفته در تیمار آبیاری یک چهارم ظرفیت مزرعه و اسید آسکوربیک نشان دهند، افزایش معنی دار در میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز و پراکسیداز گیاهان سویا بود.

همبستگی بالایی بین نشت یونی از سلول ها و سطح تحمل گیاهان به تنش شوری گزارش شده است (کاریما و سالاما، ۲۰۰۹). همزمان با افزایش غلظت نمک نشت یونی از سلول های برگی افزایش می یابد (تایواری و همکاران، ۲۰۱۰ و کایا و همکاران، ۲۰۰۳). نشت یونی بیشتر در گیاهان تحت تنش شوری عموما به تجمع مولکول های پراکسید هیدروژن و یا پراکسیده شدن چربی های غشا باز

می گردد (ناکتور و فویار، ۱۹۹۸). کاریما و سالاما (۲۰۰۹) در گیاه پیاز و امام و هلال (۲۰۰۸) در گیاه کتان گزارش کردند که اسید آسکوربیک می تواند با افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاه به نحو موثری رادیکال های آزاد و مولکول های پراکسید هیدروژن را خنثی کند و پایداری بیشتر غشای پلاسمایی را خصوصا در در سطح بالای تنش شوری به وجود آورد.

پرولین به عنوان یک ماده محافظت کننده غیر سمی در شرایط شوری و سایر تنش های محیطی مطرح است (کایلل و همکاران، ۱۹۹۲). از سوی دیگر پرولین تجمع یافته در گیاهان موجب افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و خنثی سازی رادیکال های آزاد هیدروکسیل می گردد (اسمیرونف و کومیس، ۱۹۸۹). امام و هلال (۲۰۰۸) گزارش کردند که اعمال سطوح متفاوت از اسید آسکوربیک سبب افزایش غلظت اسید آمینه پرولین در کتان گردید.

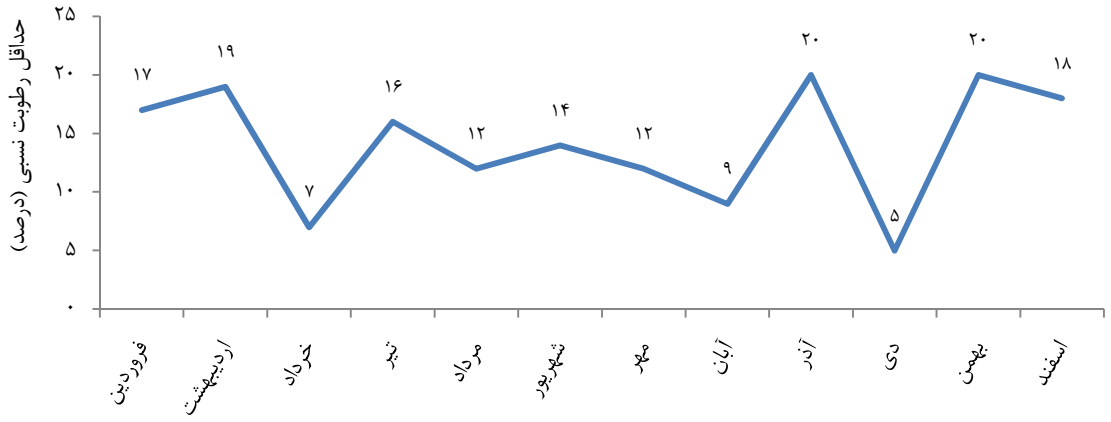
نتایج حاصل از مطالعه سلاح ورزی و همکاران (۱۳۹۰) روی گیاه مرزنجوش نشان داد که تنش شوری سبب کاهش مقدار رنگدانه های گیاهی و یا افزایش شدید نشت الکترولیتی می شود. بنابراین سایر تغییرات متابولیکی گیاه نظیر افزایش کربوهیدرات های کل، ترکیبات فنولیک، اسید آمینه پرولین و حتی ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاه به عنوان پاسخی موقتی تحت شرایط تنش شوری مطرح می باشند. به گونه ای که با افزایش بیشتر غلظت های نمک، گیاه توانایی اعمال این تغییرات و در نتیجه تنظیم اسمزی خود را از دست می دهد. اما کاربرد برون زای اسید آسکوربیک می تواند حتی در سطوح شوری بالا نیز با حفظ مکانیسم های مذکور، به بقای بیشتر گیاه منجر گردد.

فصل سوم

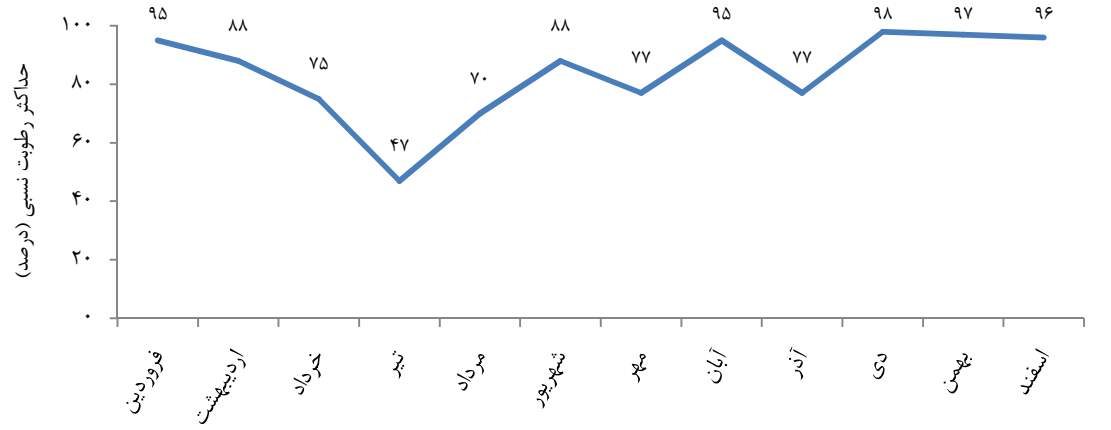
مواد و روش ها

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

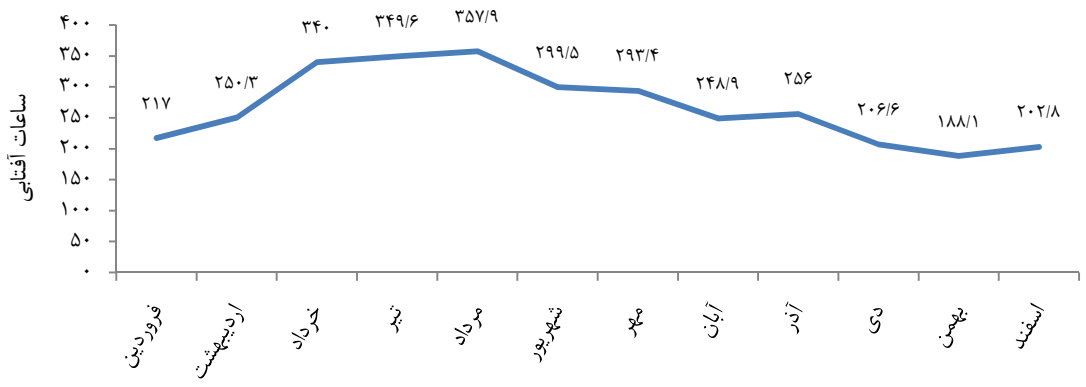
آزمایش در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام (کیلومتر ۸ جاده شاهرود- آزادشهر) اجرا شد. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه ۹۶ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶ متر است. منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. بارندگی ها عمدتا در فصل پاییز و زمستان رخ می دهد. آمار هواشناسی سال ۸۹ بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی شاهرود در اشکال ۳-۱ تا ۳-۶ ارائه شده است.



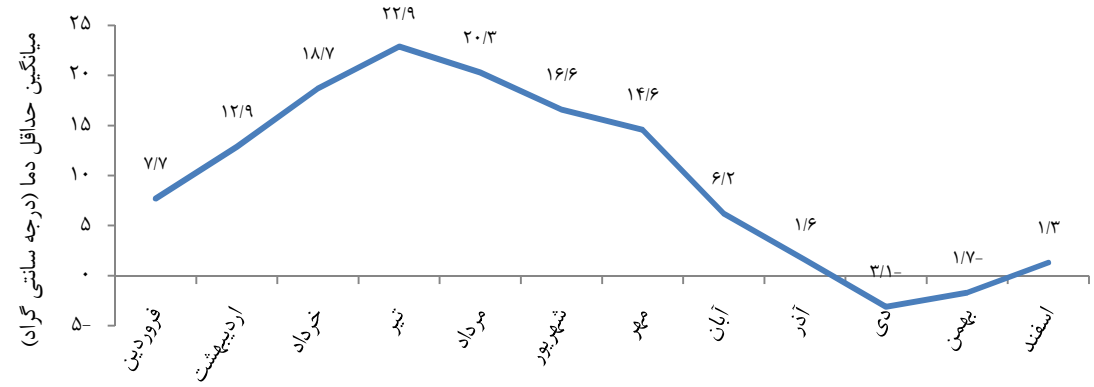
شکل ۳-۱- میانگین حداقل رطوبت نسبی در منطقه شاهرود در ماههای مختلف سال ۱۳۸۹



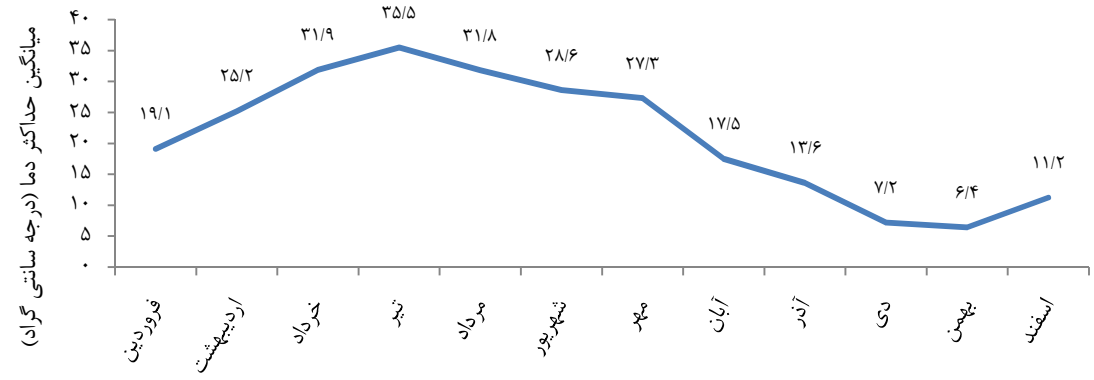
شکل ۳-۲- میانگین حداکثر رطوبت نسبی در منطقه شاهرود در ماههای مختلف سال ۱۳۸۹



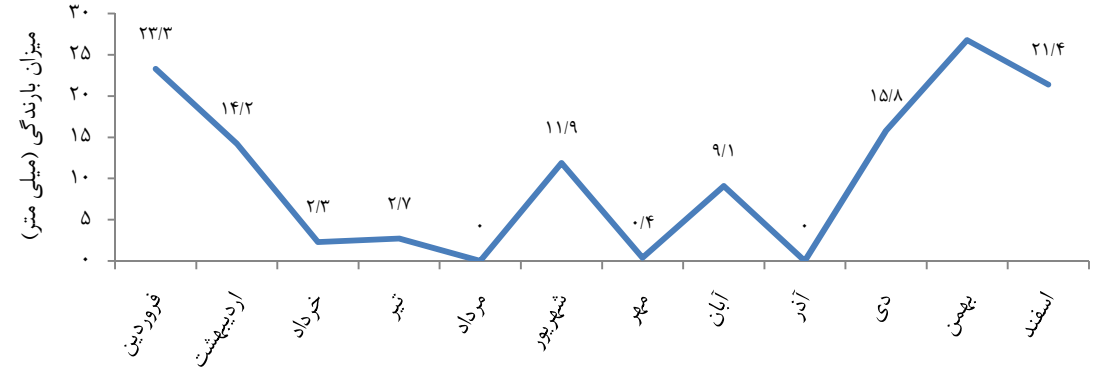
شکل ۳-۳- میانگین ساعات آفتابی در منطقه شاهرود در ماههای مختلف سال ۱۳۸۹



شکل ۳-۴- میانگین حداقل دما در منطقه شاهرود در ماههای مختلف سال ۱۳۸۹



شکل ۳-۵- میانگین حداکثر دما در منطقه شاهرود در ماههای مختلف سال ۱۳۸۹



شکل ۳-۶- میزان بارندگی در منطقه شاهرود در ماههای مختلف سال ۱۳۸۹

۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری در جدول ۱-۳ نشان داده شده است.

جدول۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پارامترهای اندازه گیری شده	مقدار	واحد
درصد اشباع	۲۹/۷	درصد
هدایت الکتریکی ($EC*10^3$)	۱/۲	دسی زیمنس بر متر
اسیدیته گل اشباع	۷	-
مواد خنثی شونده	۱۷/۲۵	درصد
کربن آلی	۰/۵	درصد
ازت کل	۰/۰۴	درصد
فسفر قابل جذب	۱۴/۴	پی پی ام
پتاسیم قابل جذب	۲۱۰	پی پی ام
رس	۱۹	درصد
لای	۴۲	درصد
شن	۳۹	درصد
رطوبت	۱/۵	درصد
مجموع کاتیون ها	۸۰/۴	میلی اکی والان بر لیتر
Na^+	۲۱/۴	میلی اکی والان بر لیتر
Mg^{2+}	۲۵/۸	میلی اکی والان بر لیتر
Ca^{2+}	۳۳/۲	میلی اکی والان بر لیتر
مجموع آنیون ها	۷۹/۲	میلی اکی والان بر لیتر
SO_4^{2-}	۲۷/۸	میلی اکی والان بر لیتر
Cl^-	۴۶/۷	میلی اکی والان بر لیتر
HCO_3^-	۴/۷	میلی اکی والان بر لیتر
CO_3^{2-}	۰/۰	میلی اکی والان بر لیتر

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی ۳ سطح تنش کم آبیاری، شامل ۱۰ روز یک بار به عنوان عدم تنش (a_1)، ۱۵ روز یک بار به عنوان تنش ملایم (a_2) و ۲۰ روز یک بار به عنوان تنش شدید (a_3) و فاکتور فرعی نیز ۶ غلظت اسید آسکوربیک، شامل غلظت صفر(b_1)، ۵ (b_2)، ۱۰ (b_3)، ۱۵ (b_4)، ۲۰ (b_5) و ۲۵ (b_6) میلی مولار بودند (جدول ۳-۲). تعداد تیمارها در مجموع ۱۸ و تعداد کل کرت های آزمایشی ۵۴ کرت بود. نقشه کاشت (شکل۳-۷) با استفاده از نرم افزار SAS تصادفی و ترسیم گردید.

تکرار ۳	a_3 b_1	a_3 b_4	a_3 b_6	a_3 b_5	a_3 b_3	a_3 b_2	a_1 b_6	a_1 b_1	a_1 b_2	a_1 b_4	a_1 b_5	a_1 b_3	a_2 b_2	a_2 b_3	a_2 b_5	a_2 b_1	a_2 b_4	a_2 b_6
تکرار ۱	a_2 b_5	a_2 b_6	a_2 b_1	a_2 b_2	a_2 b_4	a_2 b_3	a_3 b_4	a_3 b_5	a_3 b_3	a_3 b_2	a_3 b_1	a_3 b_6	a_1 b_5	a_1 b_6	a_1 b_4	a_1 b_1	a_1 b_3	a_1 b_2
تکرار ۲	a_1 b_1	a_1 b_3	a_1 b_4	a_1 b_5	a_1 b_6	a_1 b_2	a_2 b_3	a_2 b_1	a_2 b_6	a_2 b_5	a_2 b_2	a_2 b_4	a_3 b_4	a_3 b_5	a_3 b_2	a_3 b_3	a_3 b_6	a_3 b_1

LP

شکل ۳-۷- نقشه کاشت طرح آزمایشی مورد استفاده

۳-۴- عملیات اجرایی

۳-۴-۱- آماده سازی زمین

زمین در سال قبل به صورت آیش و سال قبل از آن زیر کشت گندم بود. ۱۲ روز قبل از کاشت در تاریخ ۲۵ اردیبهشت ۱۳۸۹ اقدام به آماده سازی زمین با استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک گردید. سپس ابعاد کرت ها تعیین شد. هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۴ متر و فاصله بین

خطوط ۶۰ سانتی متر بود. ۲ خط کناری به عنوان حاشیه و ۲ خط وسط جهت تعیین پارامترهای آزمایش در نظر گرفته شد. بین کرت های اصلی نیز ۲ خط نکاشت قرار داده شد.

۳-۴-۲- کاشت

عملیات کاشت در تاریخ ۵ خرداد ۱۳۸۹ با دست و در عمق ۵ سانتی متری انجام شد. فاصله دو بوته روی ردیف ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. بذر های سویا رقم (DPX) چند دقیقه قبل از کاشت به باکتری همزیست با سویا[1] آغشته شدند.

۳-۴-۳- داشت

آبیاری به صورت جوی و پشته ای انجام شد. از هنگام کاشت تا استقرار کامل بوته ها آبیاری به صورت هفتگی انجام شد. مقادیر آب مصرفی بر اساس مدت زمان ورود آب برای تمام تیمارها یکسان بود. طی دوران داشت، وجین کامل علف های هرز به طور مرتب و هفتگی توسط دست انجام شد.

۳-۴-۴- اعمال تیمارها

پس از استقرار کامل بوته ها اقدام به اعمال تیمارهای تنش کم آبیاری گردید. برای اعمال تیمارهای عدم تنش، تنش ملایم و تنش شدید دور آبیاری به ترتیب ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز یک بار در نظر گرفته شد. تیمار اسید آسکوربیک در تاریخ های ۲۸ تیر و ۱۳ مرداد ماه به ترتیب ۵۴ و ۷۰ روز پس از کاشت با غلظت های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی مولار تهیه و به همراه تیمار بدون اسید آسکوربیک (آب خالص) در زمان های ذکر شده روی گیاه محلول پاشی گردید. استفاده از آب خالص به عنوان یکی از سطوح محلول پاشی به منظور حذف اثر آب در کاهش تنش وارده به گیاه در محاسبات و مشخص شدن اثر واقعی اسید آسکوربیک به تنهایی در شرایط تنش انجام گرفت. محلول پاشی ها در ابتدای صبح و در هوای صاف و نسیم ملایم اعمال شد به نحوی که برگ های سویا کاملا خیس شدند.

1- *Bradyrhizobium japonicum*

جدول ۳-۲- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش

محلول پاشی با آب در شرایط عدم تنش	a_1b_1
محلول پاشی با غلظت ۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط عدم تنش	a_1b_2
محلول پاشی با غلظت۱۰ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط عدم تنش	a_1b_3
محلول پاشی با غلظت ۱۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط عدم تنش	a_1b_4
محلول پاشی با غلظت ۲۰ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط عدم تنش	a_1b_5
محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط عدم تنش	a_1b_6
محلول پاشی با آب در شرایط تنش ملایم	a_2b_1
محلول پاشی با غلظت ۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش ملایم	a_2b_2
محلول پاشی با غلظت۱۰ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش ملایم	a_2b_3
محلول پاشی با غلظت ۱۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش ملایم	a_2b_4
محلول پاشی با غلظت ۲۰ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش ملایم	a_2b_5
محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش ملایم	a_2b_6
محلول پاشی با آب در شرایط تنش شدید	a_3b_1
محلول پاشی با غلظت ۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش شدید	a_3b_2
محلول پاشی با غلظت۱۰ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش شدید	a_3b_3
محلول پاشی با غلظت ۱۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش شدید	a_3b_4
محلول پاشی با غلظت ۲۰ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش شدید	a_3b_5
محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش شدید	a_3b_6

۳-۴-۵- برداشت

رسیدگی تیمارهای تنش متفاوت بود، لذا عمل برداشت در دو زمان متفاوت صورت گرفت. تیمارهای عدم تنش و تنش ملایم در تاریخ ۸ آبان و تیمار تنش شدید با ۲۱ روز تاخیر در تاریخ ۲۹ آبان ۱۳۸۹ برداشت گردید.

۳-۵- نمونه برداری جهت اندازه گیری صفات مرفولوژیک

نمونه برداری از ۷۵ روز پس از کاشت شروع شد و با فواصل ۱۵ روزه انجام گردید. از هر کرت ۵ بوته پس از در نظر گرفتن حاشیه به عنوان نماینده آن کرت برداشت گردید. صفاتی از قبیل سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، ارتفاع ساقه، قطر ساقه اندازه گیری شدند. سپس از داده های به دست آمده میانگین گیری شده و عدد آن ثبت شد.

۳-۶- صفات زراعی و مرفولوژیک

۳-۶-۱- وزن خشک برگ و ساقه

نمونه های برداشت شده پس از جدا کردن برگ ها از ساقه به آزمایشگاه منتقل و به صورت مجزا در پاکت قرار داده شدند و توسط دستگاه آون در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. پس از این مدت نمونه ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ وزن شدند. مقادیر به دست آمده بر حسب گرم در متر مربع محاسبه گردید.

۳-۶-۲- وزن خشک کل

این صفت از مجموع وزن خشک برگ، ساقه و در صورت وجود غلاف هر نمونه بر حسب گرم در متر مربع به دست آمد.

۳-۶-۳- ارتفاع ساقه

ارتفاع ۵ بوته بر حسب سانتی متر اندازه گیری و پس از میانگین گیری ثبت گردید.

۳-۶-۴- قطر ساقه

قطر ساقه تمام بوته های برداشت شده توسط دستگاه کولیس با دقت ۰/۰۱ بر حسب میلی متر اندازه گیری شد.

۳-۶-۵- سطح برگ

سطح برگ نمونه ها پس از جداسازی توسط کاغذ شطرنجی تعیین شد. سپس بر حسب متر مربع سطح برگ در متر مربع سطح زمین محاسبه گردید.

۳-۷- عملکرد و اجزای عملکرد

از هر کرت تعداد ۱۶ بوته با در نظر گرفتن حاشیه برای تعیین عملکرد برداشت گردید. مساحت اشغال شده توسط این بوته ها محاسبه و عملکرد نهایی بر حسب متر مربع محاسبه شد. اجزای عملکرد در گیاه سویا شامل تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه می باشد که مورد اندازه گیری قرار گرفت.

۳-۸- صفات فیزیولوژیک

۳-۸-۱- کلروفیل

اندازه گیری کلروفیل برگ از ۷۵ روز پس از کاشت با فاصله های زمانی ۷ روزه آغاز و تا ۱۰۹ روز پس از کاشت ادامه یافت. از هر کرت تعداد ۳ بوته به عنوان معیار انتخاب و علامت گذاری گردیدند. در هر اندازه گیری تعداد ۹ برگ (۳ برگ بالا، ۳ برگ میانی و ۳ برگ پایین) از هر بوته

انتخاب شد و کلروفیل آن توسط دستگاه SPAD 502 تعیین و میانگین آنها محاسبه شد. میانگین کلروفیل ۳ بوته در هر کرت شامل ۳ عدد (برگ های بالا، برگ های میانی و برگ های پایین) بر حسب واحد SPAD (هیسکوکس و ایسرالیستام، ۱۹۷۸) برای محاسبات ثبت گردید.

۳-۸-۲- مقدار نسبی آب برگ[1]

مقدار نسبی آب برگ ۱۴۰ روز پس از کاشت (مقارن با مرحله R_5) بر حسب درصد اندازه گیری شد. برای این منظور از هر ترکیب تیماری ۲ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته سه برگ هم سن قطع گردید. هریک از ۲ بوته انتخاب شده به عنوان یک واحد نمونه گیری در نظر گرفته شد و هرکدام در یک پوشش پلاستیکی داخل فلاسک یخ به آزمایشگاه منتقل و با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ وزن شدند (وزن تر) و سپس به مدت ۲۴ ساعت (حبیبی، ۱۳۷۲) در آب مقطر و در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شدند (کرامر، ۱۹۸۳). سپس آب روی آنها با کاغذ صافی خشک شد و مجددا وزن شدند (وزن اشباع). پس از آن به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند و سپس وزن شدند (وزن خشک). محاسبه مقدار نسبی آب برگ با استفاده از رابطه ۳-۱ صورت گرفت (توحیدلو، ۱۳۷۸).

مقدار نسبی آب برگ = {(وزن تر) – (وزن اشباع) / (وزن خشک – وزن تر)} × ۱۰۰ (رابطه ۳-۱)

۳-۸-۳- پایداری و خسارت غشای پلاسمایی

اندازه گیری شاخص پایداری وخسارت غشای پلاسمایی ۱۳۵ روز پس از کاشت (مقارن با مرحله R_5) با استفاده از روش سایرام و اسویراستاوا (۲۰۰۱) و ریزا و همکاران (۱۹۹۴) انجام شد. بدین منظور از هر ترکیب تیماری تعداد ۹ برگ انتخاب و قطع گردید و در یک پوشش پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شدند.

1- Relative water content

سپس از هر تیمار ۳ نمونه ۰/۱ گرمی دیسک برگی توسط پانچ برای تعیین هدایت الکتریکی برگ در دمای ۱۰۰ و ۴۰ درجه سانتی گراد و دمای معمولی آزمایشگاه تهیه شدند.

برای اندازه گیری هدایت الکتریکی نمونه ها در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد، لوله های آزمایش حاوی ۰/۱ گرم نمونه های دیسک برگی و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد در دستگاه اتوکلاو قرار داده شدند. پس از اتمام این زمان، نمونه ها از اتوکلاو خارج و هدایت الکتریکی آنها اندازه گیری شد.

به منظور اندازه گیری هدایت الکتریکی دمای ۴۰ درجه سانتی گراد، ابتدا آب مقطر لازم برای لوله های آزمایش در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. به مقدار ۱۰ میلی لیتر از آب ۴۰ درجه سانتی گراد در لوله های آزمایش حاوی ۰/۱ گرم دیسک برگی ریخته شد. سپس لوله های آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. بعد از این مدت هدایت الکتریکی محلول ها اندازه گیری شد.

اندازه گیری هدایت الکتریکی در دمای معمولی آزمایشگاه نیز با ریختن ۰/۱ گرم دیسک برگی و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر در لوله های آزمایش صورت گرفت. بلافاصله پس از آماده شدن لوله های آزمایش هدایت الکتریکی نمونه ها ارزیابی شد. دومین اندازه گیری هدایت الکتریکی نمونه ها ۱۰ ساعت پس از اولین اندازه گیری انجام شد. اندازه گیری ها با فاصله ۱۰ ساعت از یکدیگر تا زمانی که ۲ عدد هدایت الکتریکی نمونه ها ثابت شد، ادامه یافت.

در تمام اندازه گیری های هدایت الکتریکی در دماهای ۱۰۰، ۴۰ و دمای معمولی هدایت الکتریکی آب مقطر نیز اندازه گیری گردید. از رابطه های ۳-۲ و ۳-۳ برای محاسبه پایداری غشا و خسارت غشا استفاده شد.

شاخص پایداری غشای پلاسمایی = $(1 - C_1 / C_2) \times 100$ (رابطه ۳-۲)

خسارت غشای پلاسمایی = $(C_3 - C_W) / (C_2 - C_W)$ (رابطه ۳-۳)

که C_1 هدایت الکتریکی در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد و C_2 هدایت الکتریکی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد، C_3 هدایت الکتریکی در دمای معمولی و C_W هدایت الکتریکی آب مقطر بودند.

۳-۸-۴- سنجش درصد و عملکرد روغن

روغن موجود در دانه با استفاده از دستگاه سوکسله تمام اتوماتیک Soxtherm 2000 automatic Gerhardt تعیین گردید. برای این منظور بالن را خوب شسته و داخل آن ۲ عدد سنگ جوش ریخته شد. بالن و سنگ جوش ها در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱/۵ ساعت قرار داده شد. سپس آنها را از آون خارج کرده، داخل دسیکاتور تمیز و خشک، سرد شدند. مقدار یک گرم نمونه آسیاب شده و همگن در یک کاغذ صافی مناسب پیچیده شد و در کارتوش مخصوص دستگاه قرار داده شد. کارتوش درون بالن در نگهدارنده فلزی قرار داده شد. مقدار ۱۴۰ میلی لیتر حلال آلی (اتر) به بالن اضافه شد و تا تکمیل فرآیند آزمایش صبر شد. در انتهای کار، بالن بدون نمونه و نگهدارنده به آون ۱۰۵ درجه سانتی گراد منتقل گردید و به مدت یک ساعت حرارت داده شدند. سپس بالن به دسیکاتور منتقل شد و پس از سرد شدن توزین گردید. برای محاسبه درصد روغن موجود در نمونه ها از رابطه ۳-۴ استفاده شد.

درصد روغن موجود در نمونه = (وزن ثانویه بالن – وزن اولیه بالن / وزن نمونه) × ۱۰۰ (رابطه ۳-۴)

برای محاسبه عملکرد روغن دانه از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه استفاده گردید.

۳-۸-۵- سنجش درصد و عملکرد پروتئین

مقدار نیتروژن موجود در دانه پس از برداشت به روش کجلدال[1] تعیین گردید. برای مرحله هضم کجلدال از اجاق هضم کننده از شرکت Gerhardt و برای مرحله تقطیر از دستگاه Vapodest 30 از همان شرکت استفاده شد. مرحله تیتراسیون نیز به صورت دستی انجام گرفت.

1- Kjeldahl

برای انجام عمل هضم مقدار ۰/۵ گرم از نمونه دانه پودر شده درون تیوپ های دستگاه ریخته شد و مقدار ۸ گرم کاتالیزور شامل ۹۶ گرم سولفات سدیم یا پتاسیم و ۴ گرم سولفات مس به هر تیوپ اضافه گردید. سپس به هر تیوپ ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد افزوده شد و تیوپ ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. اسکروبر متصل به دستگاه هضم روشن شد تا گازهای سمی وارد آن شده و خنثی شود. ابتدا دمای دستگاه روی ۲۵۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد و پس از رسیدن به دمای به ۲۵۰ درجه عمل هضم به مدت ۳۰ دقیقه در این دما انجام شد و بعد از آن دما به ۳۸۰ درجه سانتی گراد رسانده شد. از زمانی که دما روی ۳۸۰ درجه سانتی گراد ثابت شد، به مدت یک ساعت و نیم دیگر هضم ادامه داشت.

پایان عمل هضم پس از این مدت و با تبدیل محلول سیاه رنگ درون تیوپ ها به محلولی نسبتا زلال به رنگ سبز بسیار کمرنگ مشخص می شد. بعد از اتمام کار و انجام عمل تقطیر بایستی نمونه ها سرد شوند. در کنار نمونه های مورد آزمایش، دو تیوپ شاهد نیز که حاوی ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک و ۸ گرم کاتالیزور بود، در دستگاه قرار داده شد. در مرحله بعد نمونه های حاصل از مرحله هضم پروتئین در دستگاه تقطیر قرار گرفتند.

در ارلن جمع آوری کننده گازها ۶۰ میلی لیتر اسید بوریک ۲ درصد به همراه ۳ تا ۵ قطره معرف که از ترکیب ۱۰۰ میلی لیتر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی لیتر الکل) و ۷۰ میلی لیتر متیل قرمز (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی لیتر الکل) تشکیل شده بود، ریخته شد. طی مرحله تقطیر نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک (NH_3) متصاعد شده و رنگ محلول حاوی نمونه به قهوه ای سوخته تبدیل می گردد. گاز آمونیاک حاصل به ارلن حاوی محلول دریافت کننده منتقل شده و به همراه اسید بوریک، بورات آمونیوم را تشکیل می دهد که معرف های موجود در محلول دریافت کننده آن را به صورت رنگ سبز نمایان می سازند.

عمل تیتراسیون به صورت دستی صورت گرفت. طی این عمل بورات آمونیوم حاصل در محلول دریافت کننده توسط مقدار کافی از محلول تیتریزول اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیتر شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس اسید کلریدریک مصرف شده در تیتراسیون دستی مشخص گردید. از رابطه ۳-۵ به منظور تبدیل مقدار اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرف شده در تیتراسیون به نیتروژن نمونه استفاده گردید.

درصد نیتروژن نمونه = (A × ۰/۱۴) / وزن نمونه (گرم) (رابطه ۳-۵)

در این رابطه A از تفاضل مقدار اسید مصرفی برای نمونه از مقدار اسید مصرفی برای شاهد به دست آمد. بر ای تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از رابطه ۳-۵ استفاده گردید.

درصد پروتئین نمونه = درصد نیتروژن × ضریب تبدیل پروتئین (رابطه ۳-۶)

ضریب تبدیل پروتئین ۶/۲۵ در نظر گرفته شد. برای تعیین عملکرد پروتئین از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین استفاده شد.

۳-۹- محاسبه برخی از پارامترهای رشد

پارامترهای زیر با استفاده از روابط موجود محاسبه گردیدند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴):

۱- شاخص سطح برگ[1] (LAI):

$$LAI= (LA) * (1/GA)$$ (رابطه ۳-۷)

۲- نسبت سطح برگ[2] (LAR):

$$LAR = (LA_2 / W_2 + LA_1 / W_1)\ 2$$ (رابطه ۳-۸)

1- Leaf area index

2- Leaf area ratio

۳- نسبت وزن برگ[3] (LWR):

$$LWR= (LW_2 / W_2 + LW_1 / W_1) / 2$$ (رابطه ۳-۹)

۴- سطح ویژه برگ[4] (SLA):

$$SLA= (LA_2 / LW_2 + LA_1 / LW_1) / 2$$ (رابطه ۳-۱۰)

۵- سرعت رشد محصول[5](CGR):

$$CGR=(W_2 – W_1) / G_A (T_2 – T_1)$$ (رابطه ۳-۱۱)

۶- سرعت رشد نسبی[6] (RGR):

$$RGR= (\ln W_2 – \ln W_1) / (T_2 – T_1)$$ (رابطه ۳-۱۲)

۷- سرعت جذب خالص[7] (NAR):

$$NAR= (W_2 – W_1) / (T_2 – T_1) * (\ln LA_2 – \ln LA_1) / (LA_2 – LA_1)$$ (رابطه ۳-۱۳)

در روابط فوق منظور از LA مساحت یک طرف برگ، GA مساحت زمین، W وزن خشک کل، LW وزن خشک برگ و T زمان نمونه گیری می باشد.

۳-۱۰- تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTATC و رسم نمودارها توسط نرم افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

3- Leaf weight ratio

4- Specific leaf area

5- Crop growth rate

6- Relative growth rate

7- Net assimilation rate

فصل چهارم

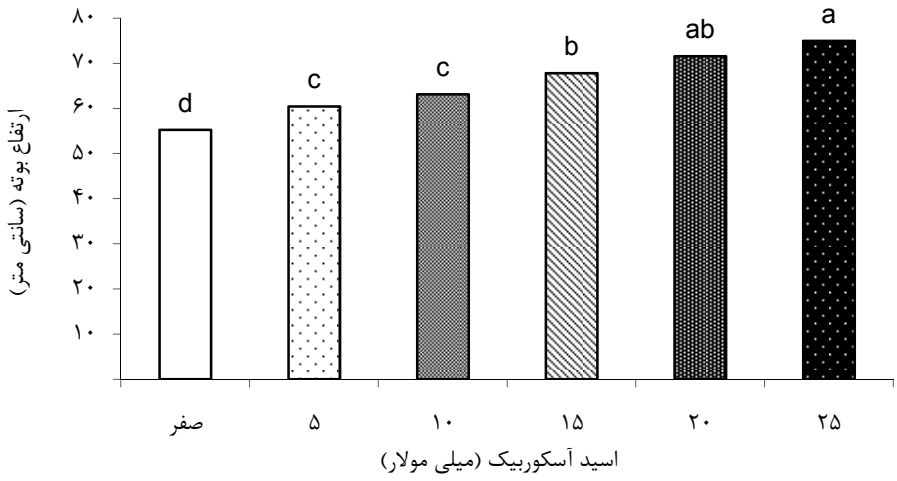
نتایج و بحث

۴-۱- صفات مرفولوژیک

۴-۱-۱- ارتفاع بوته

تاثیر تنش کم آبی بر ارتفاع بوته معنی دار نشد (جدول پیوست ۱). علی رغم غیر معنی دار بودن، ارتفاع ساقه در شرایط تنش کمتر از عدم تنش بود. بیشترین ارتفاع ساقه در آخرین نمونه برداری مربوط به تیمارهای عدم تنش با ارتفاع ۸۱/۳۹ سانتی متر و کمترین آن مربوط به تیمارهای تنش شدید با ارتفاع حدود ۵۳/۱۵ سانتی متر بود که اختلاف ارتفاعی در حدود ۲۸ سانتی متری را نشان می دهد (جدول پیوست ۲). سایر محققین نیز کاهش ارتفاع بوته سویا تحت تنش کم آبی را گزارش کردند (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۸، کارگر و همکاران، ۱۳۸۳ و دسکلاکس و رومت، ۱۹۹۶).

تاثیر غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک بر ارتفاع گیاه معنی دار بود (جدول پیوست ۱). گیاهانی که غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک را دریافت کرده بودند از ارتفاع بیشتری برخوردار بودند که البته با غلظت ۲۰ میلی مولار اسید آسکوربیک اختلاف معنی داری نداشتند (شکل ۴-۱). در آخرین نمونه برداری اختلاف ارتفاع اندازه گیری شده بین تیمار عدم محلول پاشی با محلول پاشی ۲۵ میلی مولار حدود ۲۰ سانتی متر بود. هیچ کدام از اثرات متقابل در این آزمایش بر ارتفاع بوته معنی دار نگردید. مطالعه غلامی پور فرد و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان داد ارتفاع بوته های گوجه فرنگی تحت تنش خشکی در بوته های تیمارشده با اسید آسکوربیک به طور معنی داری بیشتر بوده است. افزایش رشد گیاهان تحت تنش با کاربرد اسید آسکوربیک در مطالعه سایر محققین نیز گزارش شده است (عبدالحمید و همکاران، ۲۰۱۰ در گیاه سویا، شالاتا و نیومن، ۲۰۰۱ در گوجه فرنگی، الحکیمی و حمدا، ۲۰۰۱ و الحکیمی، ۲۰۰۱ در گیاه گندم). اسید آسکوربیک با افزایش میزان قند در گیاهان تحت تنش از کاهش فتوسنتز جلوگیری نموده و سبب افزایش ارتفاع بوته ها خواهد شد (غلامی پور فرد و همکاران، ۱۳۸۸).



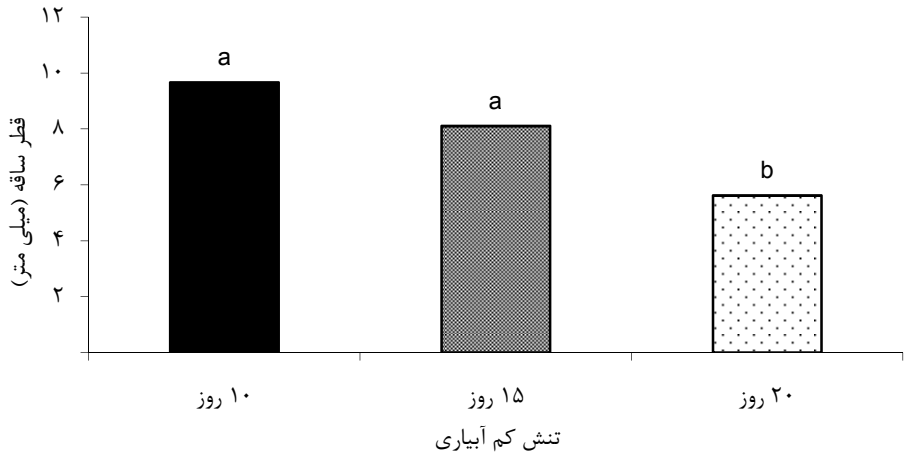
شکل ۴-۱- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۵۰ روز پس از کاشت

۴-۱-۲- قطر ساقه

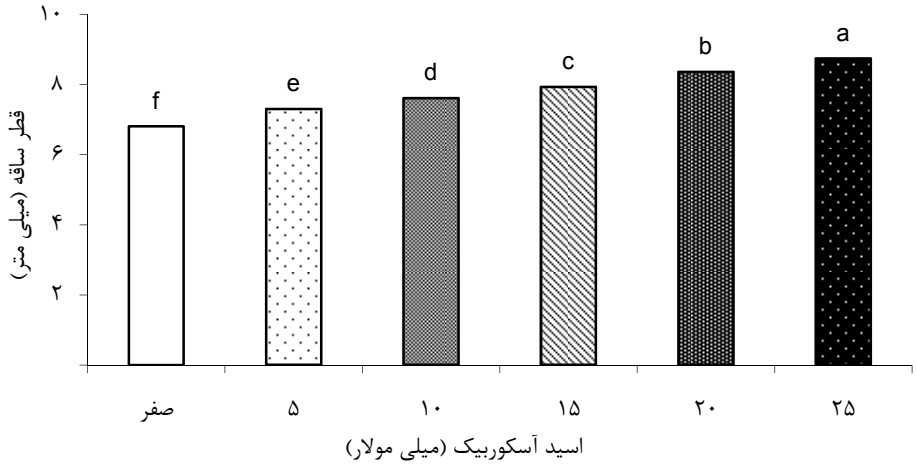
تاثیر تنش کم آبیاری بر قطر ساقه معنی دار گردید. در حالی که اثر متقابل غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک با تنش کم آبی معنی دار نشد (جدول پیوست ۳). با نزدیک شدن به پایان فصل رشد میزان اختلاف بین تیمارهای تنش و عدم تنش بیشتر بود (جدول پیوست ۴). به نحوی که در ۱۵۰ روز پس از کاشت تفاوت بین سطح عدم تنش آبیاری با تنش شدید حدود ۴ میلی متر اندازه گیری شد. قطر اندازه گیری شده در ۱۵۰ روز پس از کاشت در آبیاری ۱۵ روز یک بار حدود ۸/۱ میلی متر بود که اختلاف معنی داری با تنش شدید با قطر حدود ۵/۶ میلی متر داشت. البته این سطح از دور آبیاری با عدم تنش آبیاری اختلاف معنی داری نداشتند (شکل ۴-۲ و جدول پیوست ۴).

اثر کاربرد اسید آسکوربیک نیز بر این صفت معنی دار شد (جدول پیوست ۳). افزایش غلظت اسید آسکوربیک از ۵ تا ۲۵ میلی مولار سبب افزایش معنی دار قطر ساقه گردید. در همه نمونه برداری ها بیشترین قطر ساقه از محلول پاشی ۲۵ میلی مولار به دست آمد (شکل ۴-۳). کمترین قطر ساقه اندازه گیری شده نیز مربوط به تیمارهای عدم کاربرد اسید آسکوربیک بود. بیشترین اختلاف قطر ساقه بین غلظت صفر و ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در ۱۵۰ روز پس از کاشت در حدود ۱/۹

میلی متر مشاهده گردید (جدول پیوست ۴). افزایش قطر بوته با کاربرد اسید آسکوربیک در گیاه گوجه فرنگی تحت تنش خشکی در مطالعه غلامی پور فرد و همکاران (۱۳۸۸) نیز مشاهده شد. که ناشی از خاصیت آنتی اکسیدانی اسید آسکوربیک در تخفیف اثرات تنش و افزایش میزان فتوسنتز در گیاهان می باشد.



شکل ۴-۲- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۵۰ روز پس از کاشت

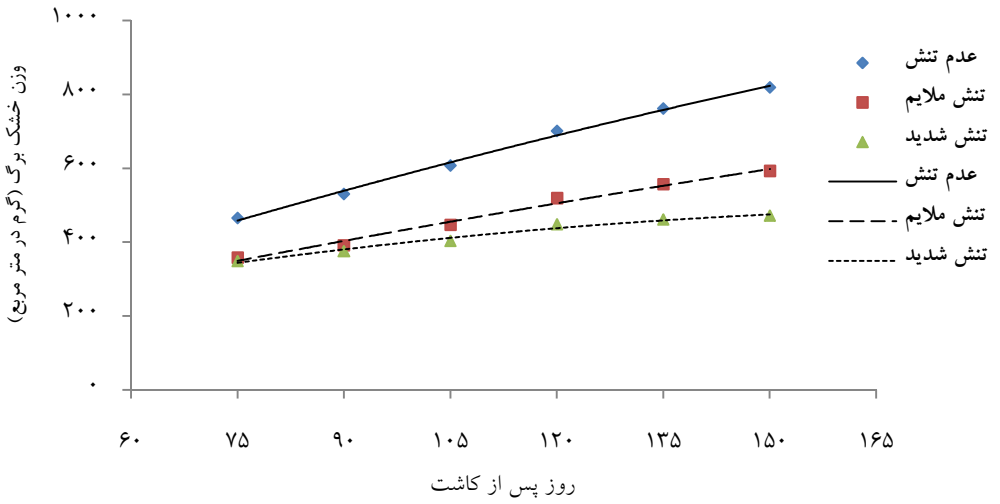


شکل ۴-۳- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۵۰ روز پس از کاشت

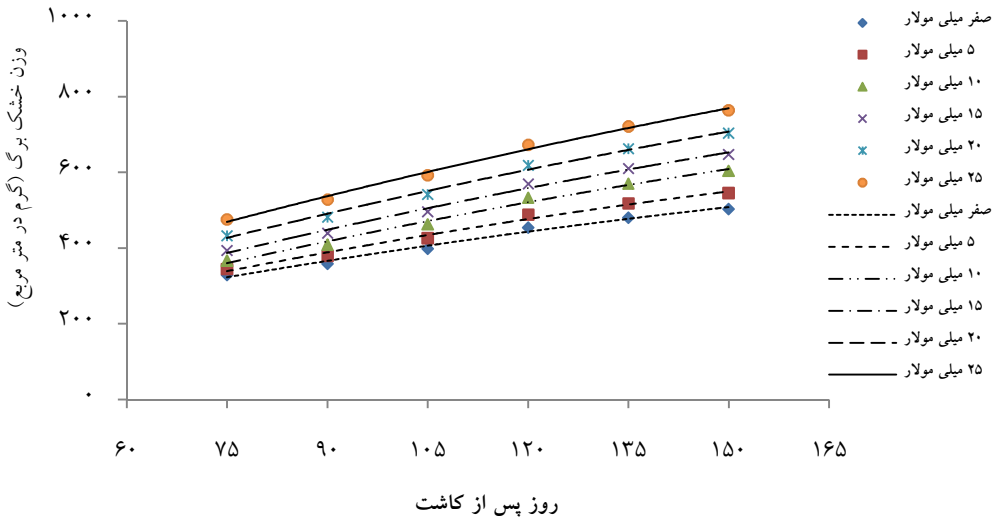
۴-۱-۳- وزن خشک برگ

اثر تنش بر وزن خشک برگ به جز در نمونه برداری ۷۵ روز پس از کاشت در سایر نمونه برداری ها معنی دار شد (جدول پیوست ۵). تنش کم آبی سبب کاهش تجمع ماده خشک در برگ گیاه گردید (شکل ۴-۴). بیشترین وزن خشک برگ مربوط به تیمار عدم تنش و کمترین آن در تیمار تنش شدید مشاهده شد. روند افزایش وزن خشک برگ در تیمارهای عدم تنش با وزن حدود ۸۱۸ گرم در متر مربع در آخرین نمونه برداری از شیب بالاتری نسبت به تیمارهای تنش ملایم و شدید به ترتیب با وزن حدود ۵۹۰ و ۴۷۰ گرم در متر مربع برخوردار بود. در تمام نمونه برداری ها به جز در ۱۵۰ روز پس از کاشت اختلاف معنی داری بین تیمارهای تنش ملایم و شدید وجود نداشت (جدول پیوست ۶).

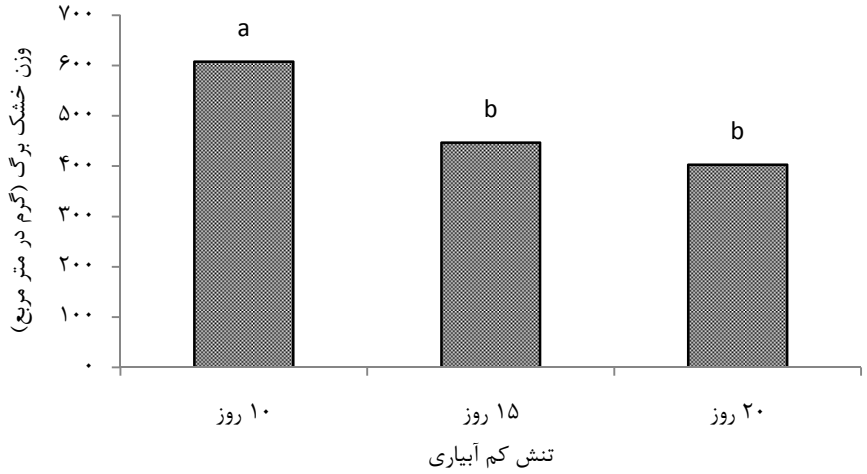
به عنوان مثال و برای توضیح بیشتر دو نمونه برداری ۱۰۵ و ۱۳۵ روز پس از کاشت انتخاب گردید. در این نمونه برداری ها مشاهده شد که در گیاهانی که هر ۲۰ روز یک بار آبیاری شدند، تنش کم آبی میزان تجمع وزن خشک برگ را نسبت به گیاهان آبیاری شده در دوره های ۱۰ روزه به طور معنی داری کاهش داد. به نحوی که درصد کاهش در ۱۰۵ و ۱۳۵ روز پس از کاشت به ترتیب ۳۳ و ۳۹ درصد در تیمار تنش شدید نسبت به عدم تنش اندازه گیری شد (شکل ۴-۶ و ۴-۷). افزایش غلظت محلول پاشی با اسید آسکوربیک بر روند افزایش وزن خشک برگ تاثیر معنی داری داشت (جدول پیوست ۵ و شکل ۴-۵). بیشترین وزن خشک برگ از محلول پاشی ۲۵ میلی مولار به دست آمد. به طوری که اختلاف بین این سطح از غلظت اسید آسکوربیک با عدم محلول پاشی در ۱۵۰ روز پس از کاشت حدود ۲۶۰ گرم در متر مربع اندازه گیری شد. به عنوان نمونه در ۱۰۵ و ۱۳۵ روز پس از کاشت محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک نسبت به عدم محلول پاشی به ترتیب حدود ۱۹۴ و ۲۴۰ گرم، افزایش ۵۰ درصدی وزن خشک برگ را در پی داشت (شکل ۴-۸ و ۴-۹). گزارش شده است که اسید آسکوربیک تقسیم سلولی در گیاهان تحت تنش را افزایش می دهد و از این طریق موجب افزایش وزن خشک برگ می شود (غلامی پور فرد و همکاران، ۱۳۸۸).



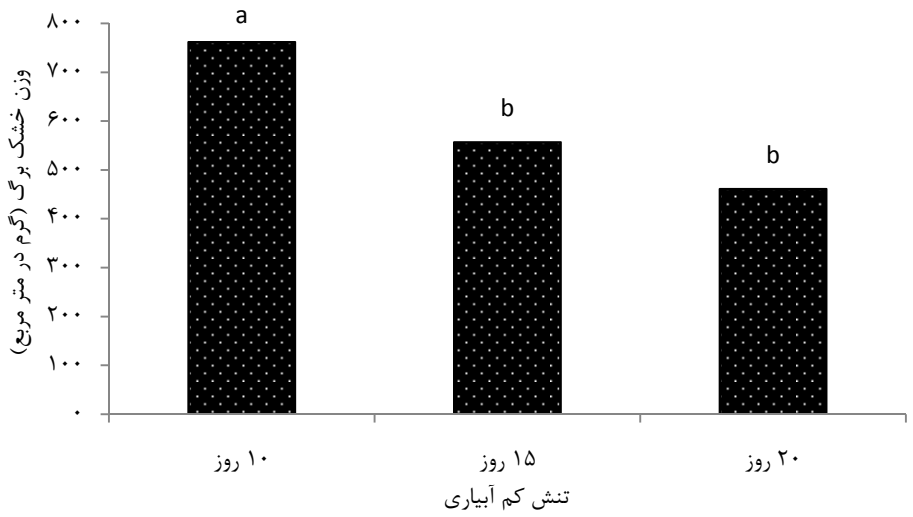
شکل ۴-۴- روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی



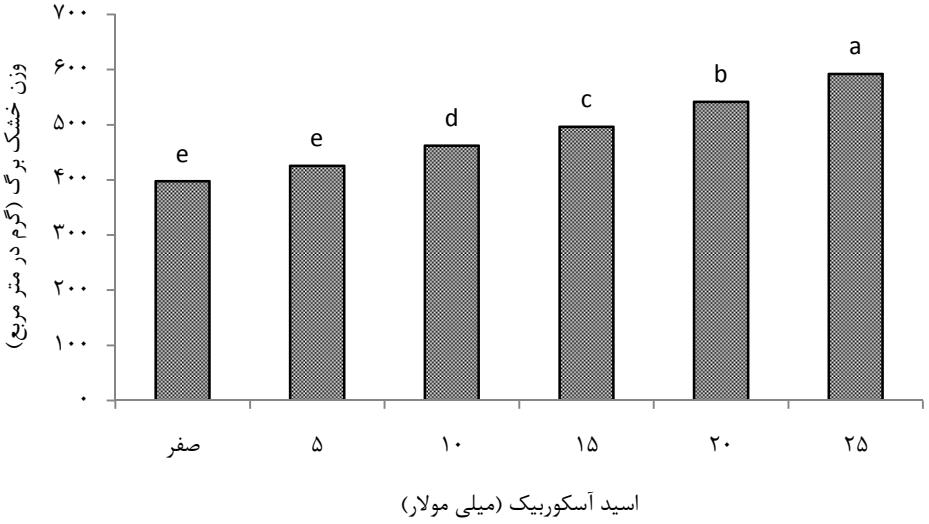
شکل ۴-۵- روند تغییرات وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک



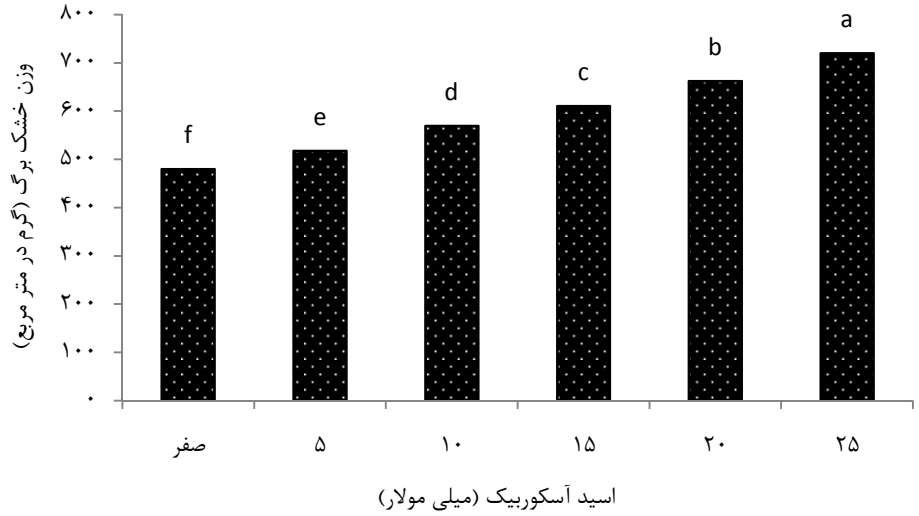
شکل ۴-۶- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۰۵ روز پس از کاشت



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۳۵ روز پس از کاشت



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۰۵ روز پس از کاشت



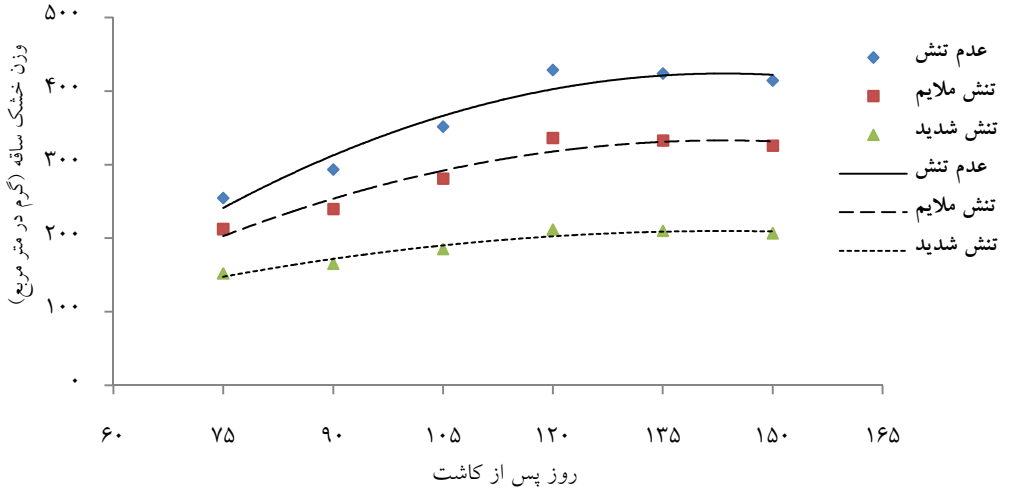
شکل ۴-۹- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۳۵ روز پس از کاشت

۴-۱-۴- وزن خشک ساقه

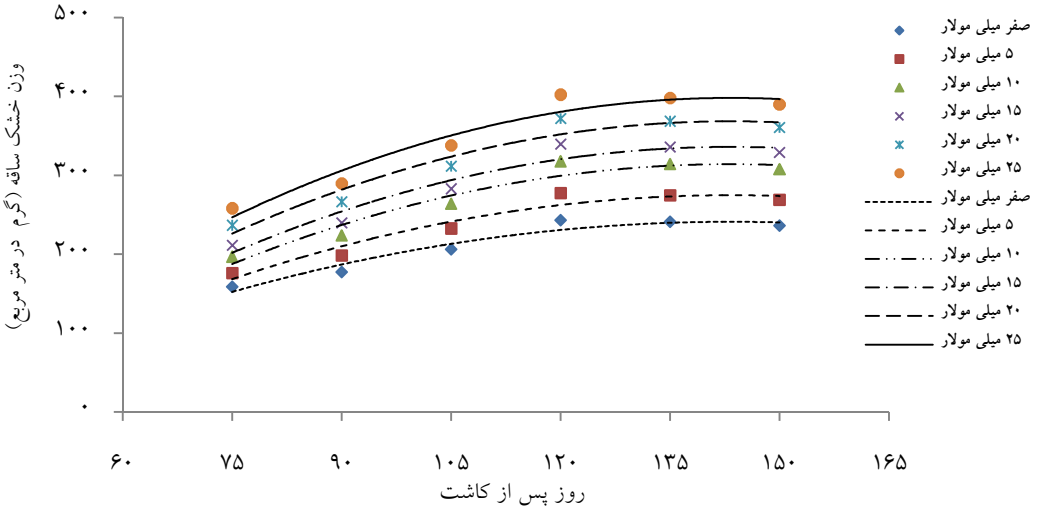
تاثیر تنش کم آبی بر وزن خشک ساقه نیز همانند وزن خشک برگ به جز در ۷۵ روز پس از کاشت معنی دار شد (جدول پیوست ۷). بیشترین تجمع وزن خشک ساقه در تیمارهای عدم تنش و کمترین آن از تیمارهای تنش شدید به دست آمد (شکل ۴-۱۰). افزایش وزن خشک ساقه در تیمارهای عدم تنش نسبت به سطوح تنش ملایم و شدید از مقادیر بالاتری برخوردار بود. به طوری که اختلاف وزن خشک ساقه بین تیمارهای تنش شدید و عدم تنش در حدود ۱۶۶ و ۲۱۳ گرم در متر مربع به ترتیب در ۱۰۵ و ۱۳۵ روز پس از کاشت اندازه گیری شد (شکل ۴-۱۲ و ۴-۱۳). در طول مدت نمونه برداری به جز در ۷۵ روز پس از کاشت بین تیمارهای عدم تنش آبیاری و تنش ملایم اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

در همه نمونه برداری ها اثر محلول پاشی با اسید آسکوربیک بر وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. با نزدیک شدن به پایان فصل رشد و با افزایش غلظت اسید آسکوربیک به ازای هر ۵ میلی مولار این اثر بیشتر نمایان شد (شکل ۴-۱۱). گیاهان محلول پاشی شده با ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در تمام اندازه گیری ها بیشترین وزن خشک ساقه را دارا بودند. به طوری که در زمان های ۱۰۵ و ۱۳۵ روز پس از کاشت محلول پاشی اسید آسکوربیک حدود ۶۵ درصد وزن خشک ساقه را نسبت به عدم محلول پاشی افزایش داد (شکل ۴-۱۴ و ۴-۱۵). البته میزان وزن خشک ساقه در این غلظت از محلول پاشی اسید آسکوربیک با غلظت ۲۰ میلی مولار در ۷۵ روز پس از کاشت اختلاف معنی داری نداشت (جدول پیوست ۸). محققین دیگر نیز مشاهده کردند که کاربرد اسید آسکوربیک به تنهایی و همچنین کاربرد توام اسید آسکوربیک و باکتری آزوسپریلیوم به طور معنی داری وزن خشک ساقه سویا تحت تنش شوری را افزایش داد. البته ترکیب باکتری و اسید آسکوربیک با میانگین حدود ۱۱/۳ گرم دارای اثر بیشتری بود (عبدالحمید و همکاران، ۲۰۱۰). اسید آسکوربیک می تواند موجب فرآیند ماده سازی و به ویژه ساخت قندها شود و در نهایت افزایش رشد را در پی

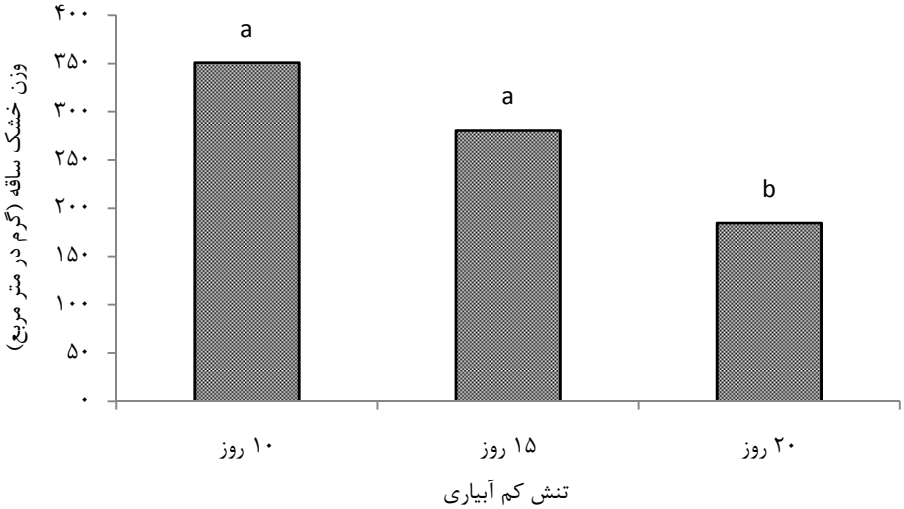
خواهد داشت (اسمیرونف، ۲۰۰۰). اثرات متقابل هیچ کدام از ترکیبات تیماری معنی دار نگردید (جدول پیوست ۷).



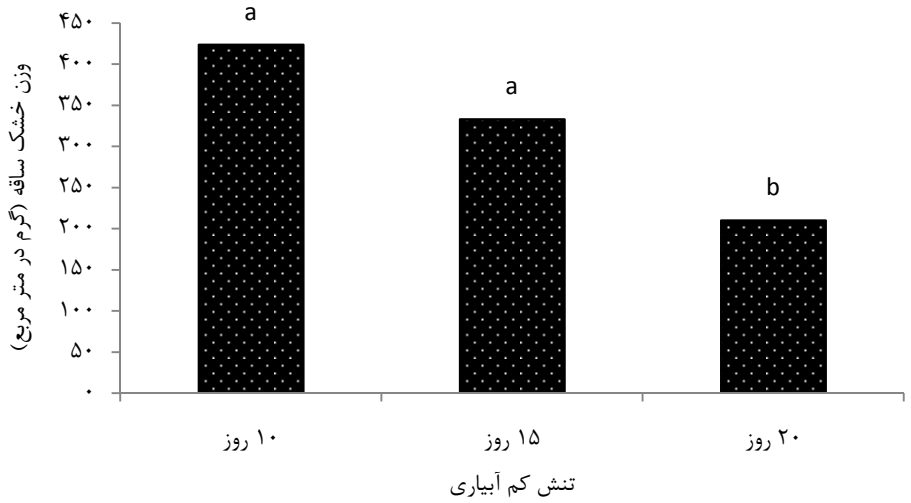
شکل ۴-۱۰- روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی



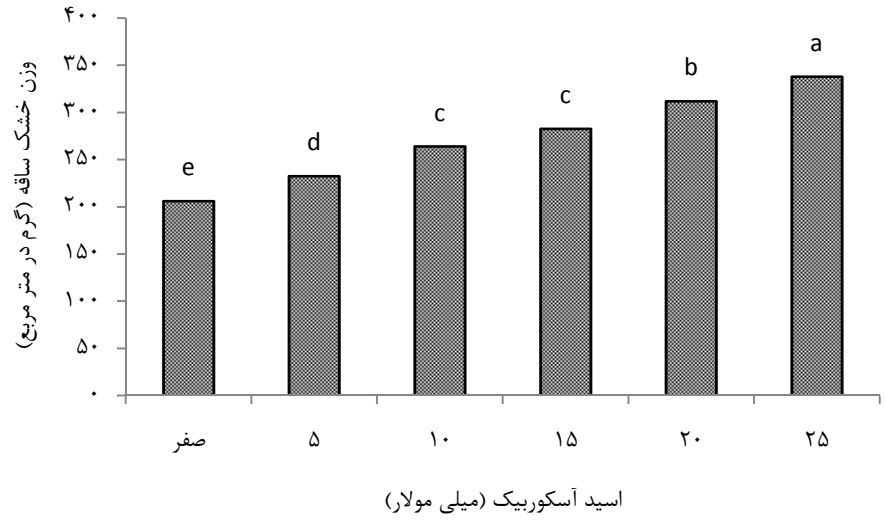
شکل ۴-۱۱- روند تغییرات وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک



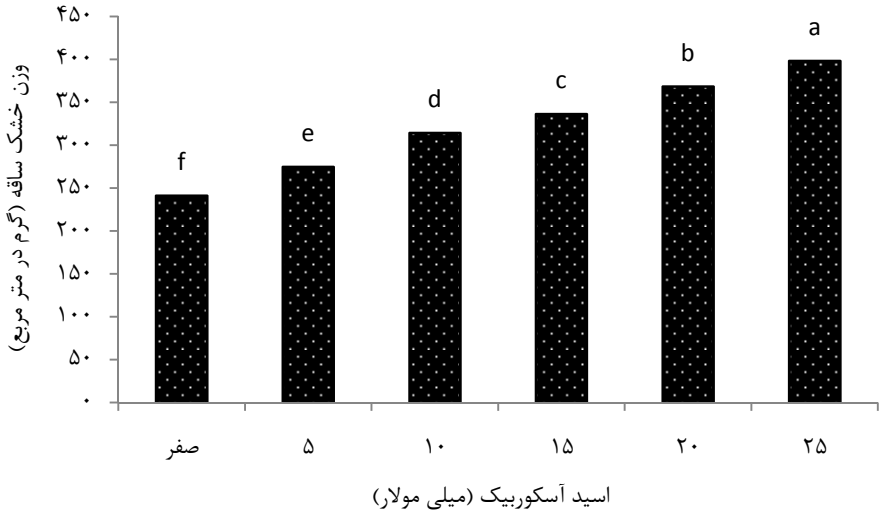
شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۰۵ روز پس از کاشت



شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری در ۱۳۵ روز پس از کاشت



شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۰۵ روز پس از کاشت

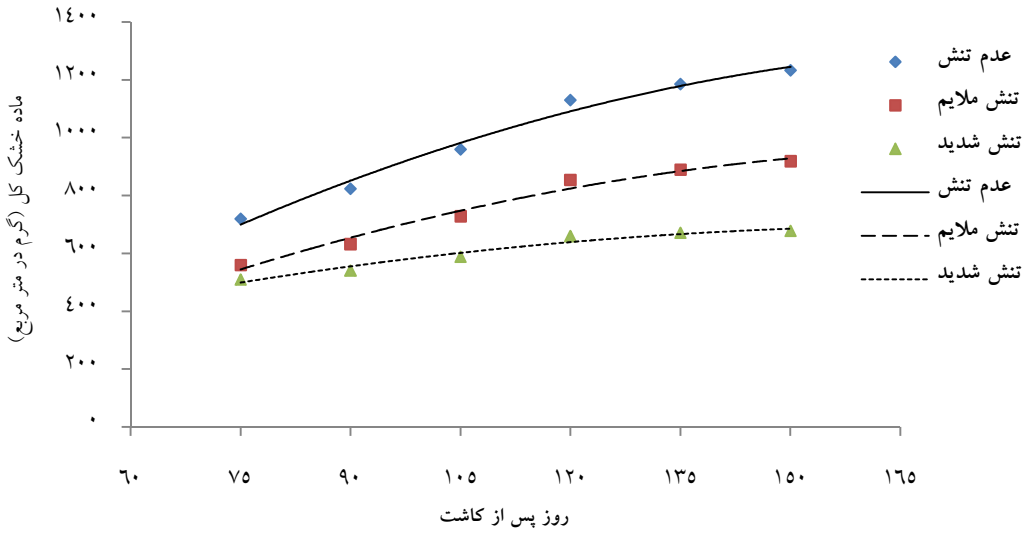


شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک در ۱۳۵ روز پس از کاشت

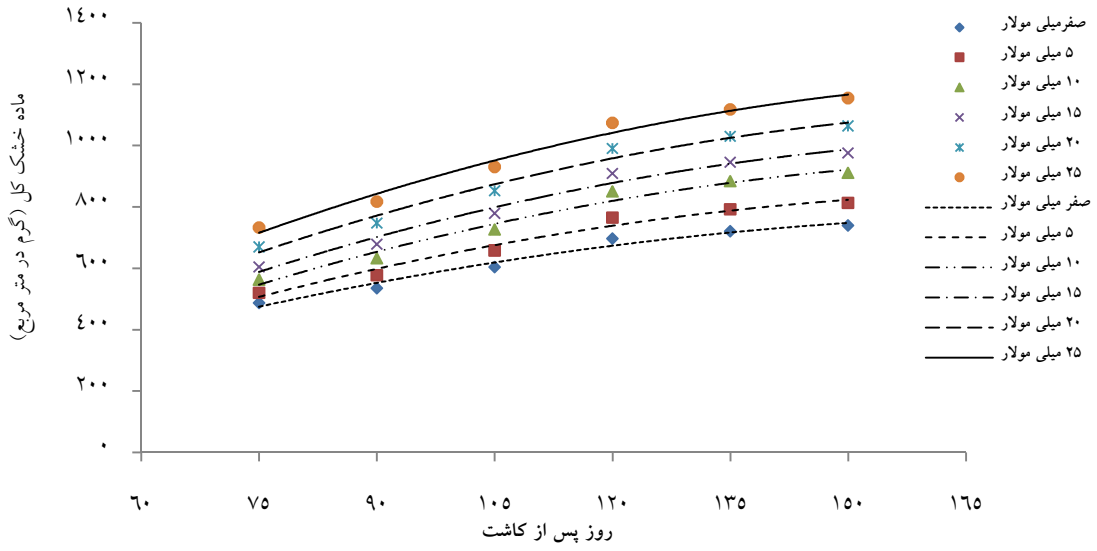
۴-۱-۵- وزن خشک کل

وزن خشک کل از مجموع وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه به دست آمد. هیچ یک از اثرات متقابل بر وزن خشک کل معنی دار نگردید (جدول پیوست ۹). اثر تنش کم آبی روی این صفت در تمام نمونه برداری ها معنی دار شد. تنش موجب کاهش وزن خشک کل گردید. ماده خشک کل گیاه در فاصله بین ۷۵ تا ۱۵۰ روز پس از کاشت روند افزایشی داشت که البته شیب این افزایش در شرایط عدم تنش بیشتر بود. ماده خشک تولیدی در گیاه در شرایط تنش شدید به طور قابل توجهی پایین تر از دو سطح دیگر آبیاری بود و از ۷۵ تا ۱۵۰ روز پس از کاشت تنها حدود ۱۷۰ گرم در متر مربع به وزن خشک گیاه در این تیمار اضافه شد در حالی که در این فاصله زمانی ماده خشک کل گیاهان در تیمار عدم تنش حدود ۵۰۰ گرم در متر مربع افزایش نشان داد (شکل ۴-۱۶).

اثر اسید آسکوربیک در تمام نمونه برداری ها بر این صفت معنی دار شد و با افزایش غلظت اسید آسکوربیک تجمع وزن خشک کل در گیاه نیز بیشتر شد. برتری در غلظت های بالای اسید آسکوربیک از نظر تجمع ماده خشک در کل فصل رشد وجود داشت به طوری که که بیشترین وزن خشک کل از محلول پاشی ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک به دست آمد (شکل ۴-۱۷).



شکل ۴-۱۶- روند تغییرات وزن خشک کل تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی



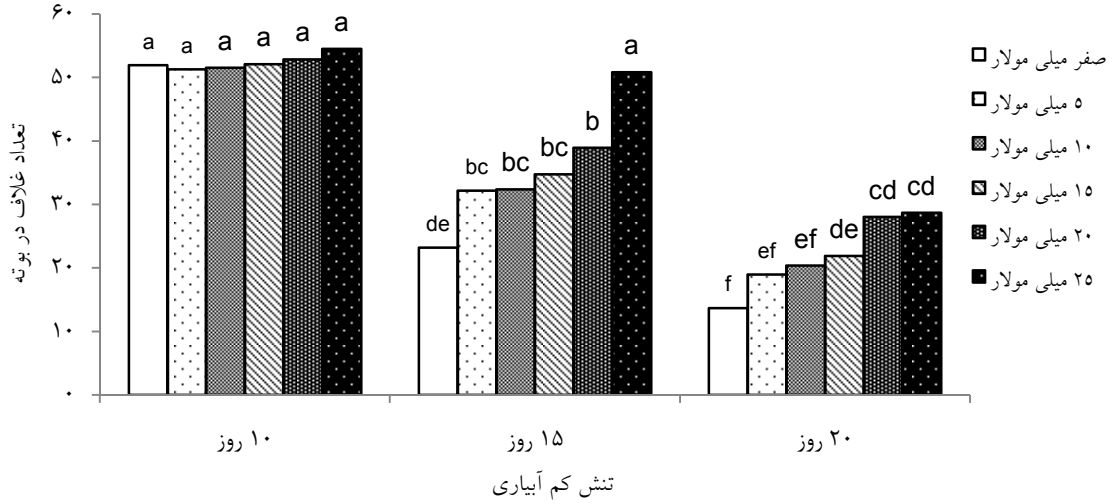
شکل ۴-۱۷- روند تغییرات وزن خشک کل تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۲- عملکرد و اجزای عملکرد

۴-۲-۱- تعداد غلاف در بوته

تاثیر تنش کم آبی و اسید آسکوربیک بر تعداد غلاف معنی دار گردید. اثر متقابل ترکیب تیماری تنش و محلول پاشی اسید آسکوربیک نیز بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۱۰). صفت تعداد غلاف در بوته به شدت تحت تاثیر تنش کم آبی و شدیدتر شدن آن کاهش یافت. به طوری که از حدود ۵۲ غلاف در شرایط عدم تنش به حدود ۳۵ و ۲۲ غلاف به ترتیب در شرایط تنش ملایم و تنش شدید رسید (شکل ۴-۱۸ و جدول پیوست ۱۱). محلول پاشی با سطوح مختلف اسید آسکوربیک در شرایط عدم تنش (۱۰ روز آبیاری) تاثیر معنی داری بر تعداد غلاف در بوته نداشت. در حالی که در دو سطح دیگر آبیاری یعنی ۱۵ و ۲۰ روز یک بار که معادل با تنش ملایم و تنش شدید بود، افزایش غلظت اسید آسکوربیک به طور قابل توجهی این صفت را بهبود بخشید. در گیاهانی که هر ۱۵ روز یک بار آبیاری می شدند، محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک تاثیر تنش بر گیاه را به حدی تخفیف داد که تعداد غلاف تولید شده در بوته این گیاهان اختلاف معنی داری با شرایط عدم تنش نداشت. تعداد غلاف در غلظت ذکر شده در شرایط

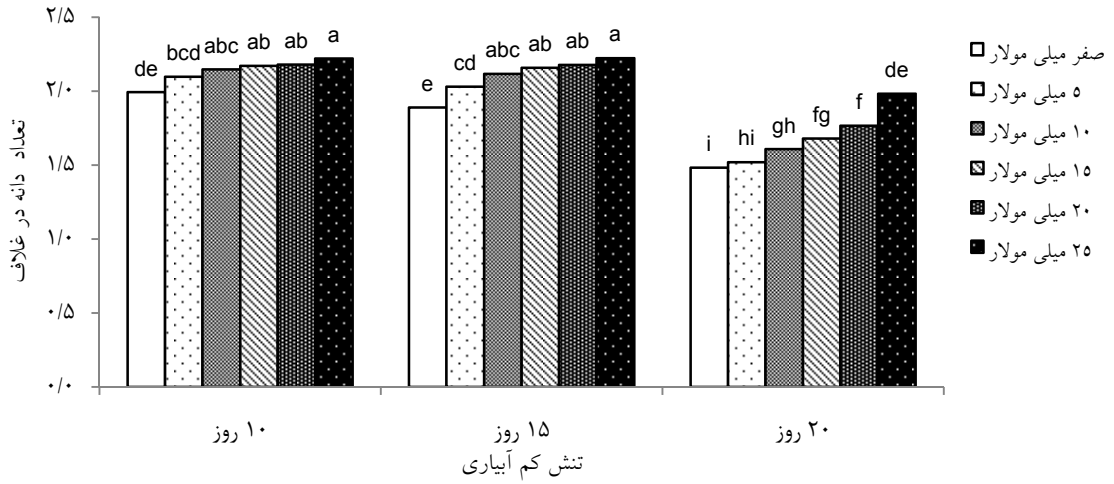
تنش ملایم نسبت به عدم محلول پاشی در همین شرایط ۱۲۰ درصد بیشتر بود. بوته هایی که در شرایط تنش شدید قرار داشتند و اسید آسکوربیک دریافت نکردند به طور متوسط ۱۳ غلاف در بوته تولید نمودند که این مقدار در اثر محلول پاشی با غلظت های ۲۰ و ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در شرایط تنش شدید تقریبا به یک اندازه و حدود ۱۱۰ درصد افزایش یافت. به حدی که حتی تعداد غلاف تولید شده در این ترکیبات تیماری بیشتر از ترکیب تیماری تنش ملایم × عدم محلول پاشی بود (شکل ۴-۱۸). کارگر و همکاران (۱۳۸۳) نیز کاهش تعداد غلاف در بوته های سویا تحت تاثیر تنش خشکی را گزارش کردند. افزایش تعداد غلاف در بوته سویا تحت تنش شوری با کاربرد اسید آسکوربیک به تنهایی و همچنین کاربرد توام اسید آسکوربیک و باکتری آزوسپریلیوم در مطالعه عبدالحمید و همکاران (۲۰۱۰) نیز مشاهده گردید.



شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک

۴-۲-۲- تعداد دانه در غلاف

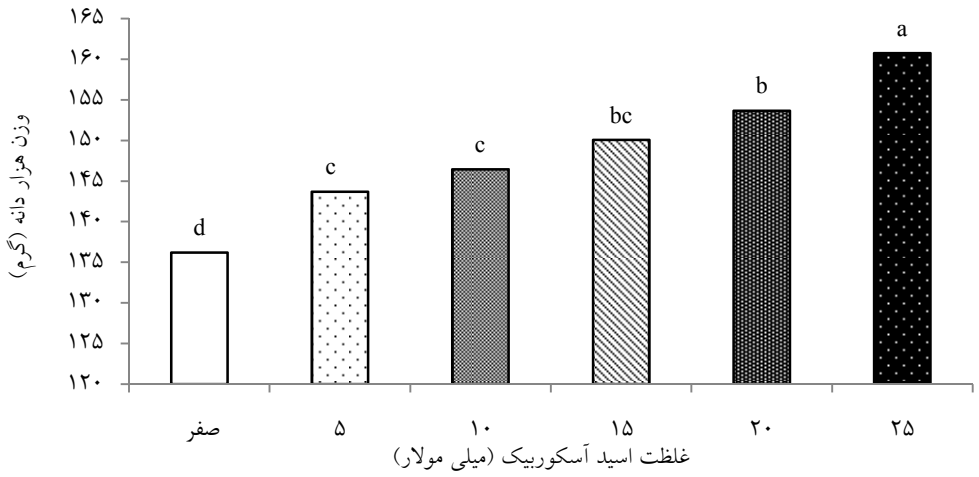
تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ۱ درصد از تنش کم آبی و محلول پاشی اسید آسکوربیک تاثیر پذیرفت. اثر متقابل تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک نیز بر تعداد دانه در غلاف ($P < ۰/۰۵$) معنی دار گردید (جدول پیوست ۱۰). بر خلاف تعداد غلاف در بوته، صفت تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر تنش ملایم قرار نگرفت ولی تحت تاثیر تنش شدید به طور معنی داری کاهش یافت (شکل ۴-۱۹ و جدول پیوست ۱۱). بیشترین تعداد دانه در غلاف از ترکیب تیماری عدم تنش و ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک و همچنین تنش ملایم و ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک به دست آمد که این سطح از غلظت اسید آسکوربیک با کاربرد ۲۰، ۱۵ و ۱۰ میلی مولار اسید آسکوربیک و دو تنش فوق از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشتند. البته به طور کلی با افزایش غلظت اسید آسکوربیک تعداد دانه در غلاف افزایش پیدا کرد. کمترین تعداد دانه در غلاف مربوط به ترکیب تیماری تنش شدید آبیاری و عدم محلول پاشی با اسید آسکوربیک با تعداد حدود ۱/۴ دانه در غلاف اندازه گیری شد. افزایش تنش کم آبی از ۱۰ روز یک بار (عدم تنش) تا آبیاری ۲۰ روز یک بار کاهش تعداد دانه در غلاف را در پی داشت به نحوی که میزان آن از ۲/۱ به ۱/۶ کاهش پیدا کرد (جدول پیوست ۱۱).



شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک

۴-۲-۳- وزن هزار دانه

اثر تنش کم آبیاری و اثر متقابل آن با اسید آسکوربیک بر وزن هزار دانه معنی دار نشد (جدول پیوست ۱۰). با این وجود در جدول پیوست ۱۱ مشاهده می گردد که اعمال تنش کم آبی مقدار این صفت را از حدود ۱۵۶/۴ گرم در آبیاری ۱۰ روز یک بار به حدود ۱۴۰/۴ گرم در آبیاری ۲۰ روز یک بار کاهش داد. تاثیر غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۱۰). با افزایش غلظت اسید آسکوربیک وزن هزار دانه نیز افزایش یافت به طوری که بیشترین وزن هزار دانه با میانگین حدود ۱۶۰/۷۴ گرم از محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک و کمترین مقدار آن از عدم محلول پاشی اسید آسکوربیک در حدود ۱۳۶/۱۷ گرم حاصل شد (شکل ۴-۲۰). به این ترتیب محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک موجب افزایش ۱۸ درصدی در وزن هزار دانه نسبت به شرایط عدم محلول پاشی گردید. غلظت های ۵، ۱۰ و ۱۵ و همچنین ۱۵ و ۲۰ میلی مولار از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. افزایش وزن یکصد دانه با کاربرد اسید آسکوربیک در مطالعه عبدالحمید و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه سویا تحت تنش شوری نیز مشاهده شده است. محمد علی پور و باقری (۱۳۸۹) در مطالعه خود بالاترین وزن صد دانه بوته های سویا را مربوط به سطح شوری صفر دسی زیمنس بر متر و همچنین غلظت های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک مشاهده نمودند که این سطوح تفاوت معنی داری با هم نداشتند.



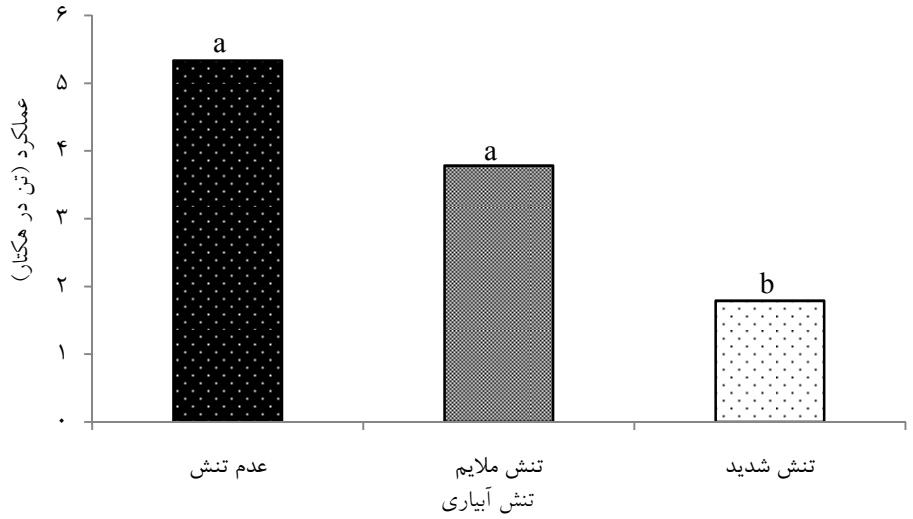
شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۲-۴- عملکرد

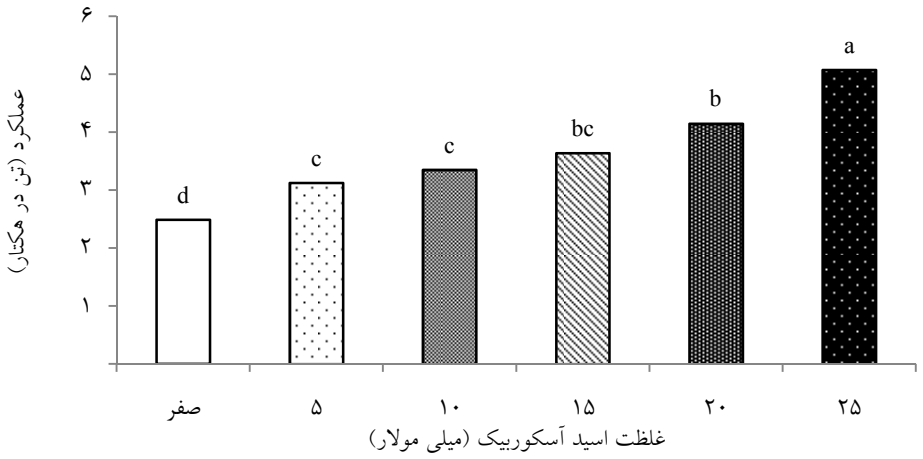
اثر متقابل تنش × اسید اسکوربیک بر عملکرد سویا معنی دار نشد. در حالی که اثر اصلی تنش کم آبی ($P < ۰/۰۵$) و اسید آسکوربیک ($P < ۰/۰۱$) بر این صفت معنی دار بود (جدول پیوست ۱۰). بیشترین عملکرد معادل ۵/۳ تن در هکتار در تیمار آبیاری ۱۰ روز یک بار اندازه گیری گردید. تنش ملایم و شدید موجب کاهش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۱/۵ و ۳/۵ تن در هکتار گردیدند. البته تنها کاهش مشاهده شده در تنش شدید از لحاظ آماری معنی دار بود (شکل ۴-۲۱). کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ناشی از تنش کم آبی در مطالعات محققین دیگر نیز گزارش شده است (قاجار سپانلو و بهمنیار، ۱۳۸۸، محسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۹ و دانشیان و همکاران ۱۳۸۸).

با افزایش غلظت اسید آسکوربیک عملکرد دانه به طور معنی داری بهبود یافت، به طوری که بالاترین عملکرد از گیاهان محلول پاشی شده با غلظت ۲۵ میلی مولار در حدود ۵ تن در هکتار به دست آمد که نسبت به کمترین میزان آن در تیمار عدم محلول پاشی (۲/۴ تن در هکتار) بیش از ۱۰۸ درصد افزایش داشت (شکل ۴-۲۲). البته بین غلظت های ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی مولار و همچنین ۱۵ و ۲۰ میلی مولار اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴-۲۲). عبدالحمید و همکاران، ۲۰۱۰ در گیاه سویا، رأفت و همکاران، ۲۰۱۱ و فارگهال و همکاران، ۲۰۰۸ در گیاه گندم نیز افزایش عملکرد از

طریق کاربرد خارجی اسید آسکوربیک در گیاهان تحت تنش را مشاهده نمودند. اسید آسکوربیک به علت دارا بودن خواص آنتی اکسیدانی با جلوگیری از کاهش میزان کلروفیل موجب تولید بیشتر مواد فتوسنتزی شده و عملکرد گیاه را در شرایط تنش افزایش داده است.



شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

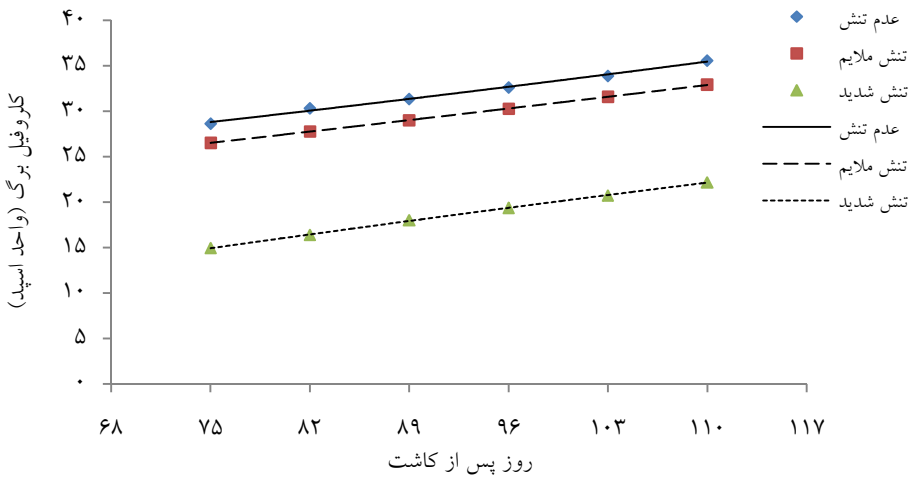
۴-۳- صفات فیزیولوژیک

۴-۳-۱- کلروفیل

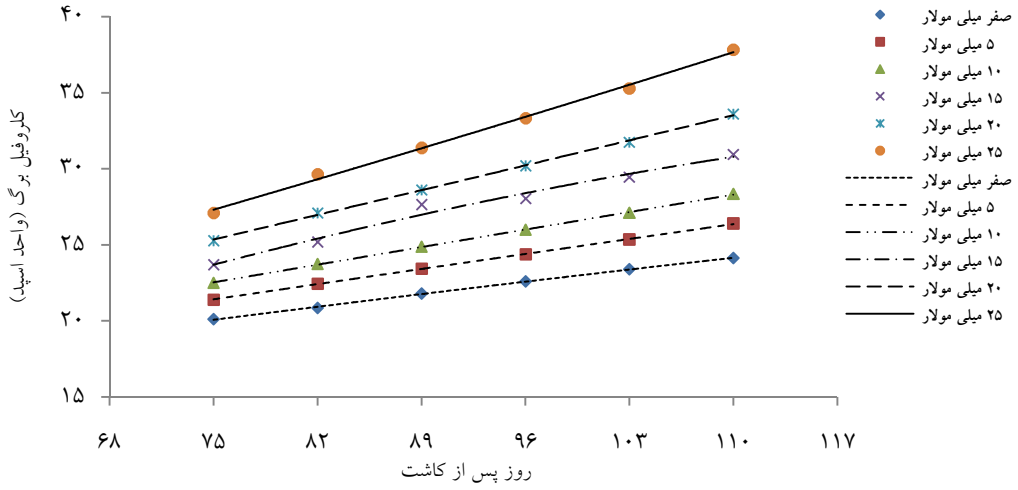
۴-۳-۱-۱- کلروفیل برگ های بالای کانوپی

اثر تنش بر میزان کلروفیل برگ های بالایی کانوپی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۱۲). هنگامی که فاصله آبیاری ۵ روز افزایش یافت، میزان کلروفیل برگ های بالایی کاهش یافت ولی این کاهش از لحاظ آماری معنی دار نبود. با بیشتر شدن فاصله آبیاری و رسیدن آن به ۲۰ روز یک بار کاهش معنی داری در این صفت مشاهده گردید. این وضعیت در کل بازه زمانی مطالعه کلروفیل (۷۵ تا ۱۱۰ روز پس از کاشت) وجود داشت (شکل ۴-۲۳ و جدول پیوست ۱۳). پیش ماده سنتز کلروفیل اسید گلوتامیک می باشد. این ماده به عنوان پیش ماده سنتز پرولین نیز نقش ایفا می کند. در شرایط تنش به ویژه تنش های شدید تولید ترکیباتی از قبیل پرولین برای کاهش اثرات ناشی از تنش افزایش می یابد. لذا ترجیح گیاه در این شرایط تولید پرولین است که به ضرر تولید کلروفیل تمام خواهد شد. از این رو میزان کلروفیل در شرایط تنش کاهش می یابد (برادران فیروز آبادی، ۱۳۸۱).

اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک بر کلروفیل برگ های بالایی معنی دار شد (جدول پیوست ۱۲). با افزایش غلظت اسید آسکوربیک میزان کلروفیل برگ افزایش یافت، درآخرین اندازه گیری بالاترین میزان کلروفیل برگ مربوط به گیاهان محلول پاشی شده با غلظت ۲۵ میلی مولار در حدود ۳۸ (واحد اسپد) و کمترین آن مربوط به عدم محلول پاشی در حدود ۲۴ (واحد اسپد) بود (شکل ۴-۲۴ و جدول پیوست ۱۳). این نتیجه بیانگر کاهش تنش وارد شده به گیاه در اثر محلول پاشی با اسید آسکوربیک و افزایش غلظت آن می باشد. شایان ذکر است با توجه به اینکه برگ های بالایی گیاه دریافت کننده نور بیشتری در سطح کانوپی هستند، نقش مهمتری نیز در فتوسنتز گیاه ایفا می کنند. بالا بودن کلروفیل این برگ ها می تواند در افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه موثر باشد.



شکل ۴-۲۳- روند تغییرات کلروفیل برگهای بالایی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی

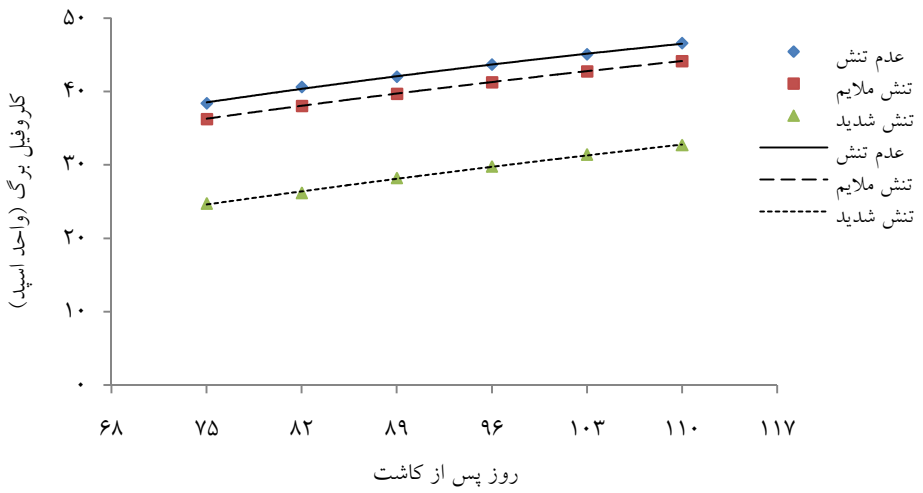


شکل ۴-۲۴- روند تغییرات کلروفیل برگهای بالایی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

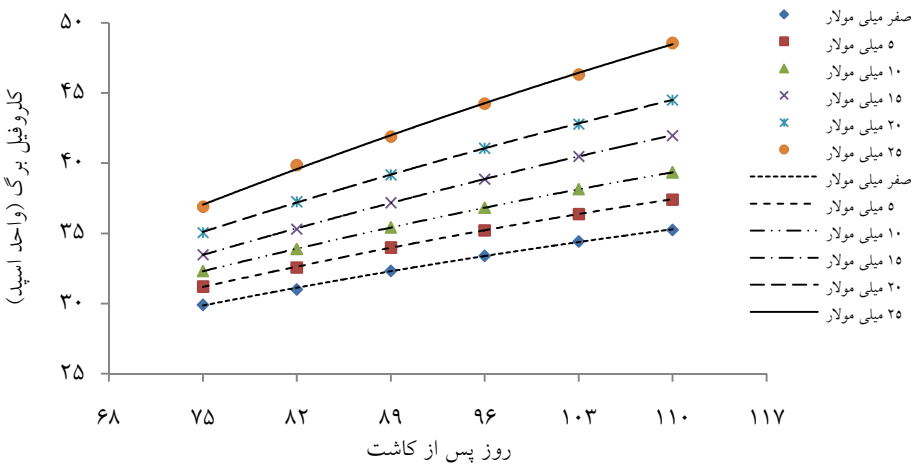
۴-۳-۱-۲- کلروفیل برگ های میانی کانوپی

تاثیر تنش کم آبی در تمام اندازه‌گیری ها بر کلروفیل برگ های میانی معنی دار گردید (جدول پیوست ۱۴). در بازه زمانی اندازه‌گیری میزان کلروفیل روند افزایشی داشت (شکل ۴-۲۵). تنش کم آبی و افزایش شدت تنش کاهش کلروفیل برگ را در پی داشت به نحوی که کمترین مقدار کلروفیل برگ از تیمارهای تنش شدید به دست آمد (شکل ۴-۲۵ و جدول پیوست ۱۵). کلروفیل اندازه گیری شده در این سطح از تنش به طور میانگین حدود ۴۸ درصد کمتر از تیمارهای ۱۰ روز یک بار آبیاری بود (شکل۴-۲۵). اثر متقابل محلول پاشی اسید آسکوربیک و تنش کم آبیاری معنی دار نشد. ولی اثر

غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک بر کلروفیل برگ های میانی در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۱۴). در هر ۶ اندازه گیری انجام شده به ازای هر ۵ میلی مولار افزایش در غلظت اسید آسکوربیک محلول پاشی شده، افزایش معنی داری در میزان کلروفیل برگ های میانی اتفاق افتاد. به طور مشخص در آخرین اندازه گیری انجام شده در ۱۱۰ روز پس از کاشت، بیشترین میزان کلروفیل از تیمارهای ۲۵ میلی مولار با میانگین حدود ۴۸/۵ (واحد اسپد) و کمترین آن از عدم محلول پاشی اسید آسکوربیک با میانگین حدود ۳۵/۲ (واحد اسپد) به دست آمد (شکل۴-۲۶ و جدول پیوست ۱۵).



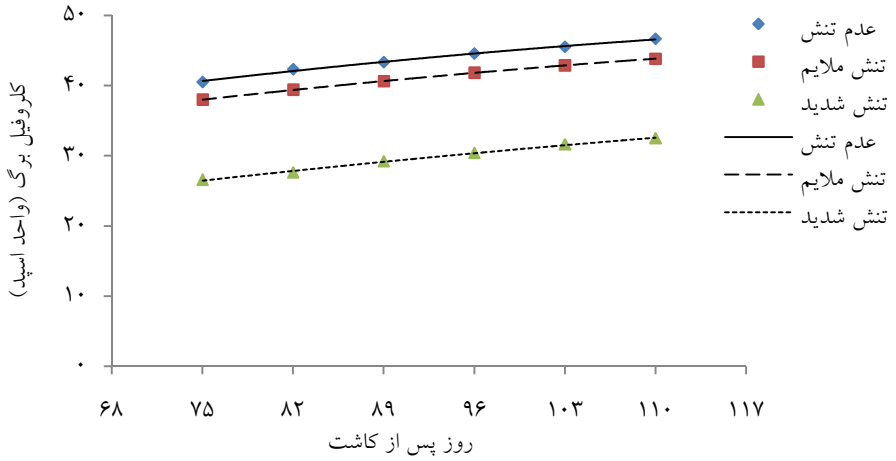
شکل ۴-۲۵- روند تغییرات کلروفیل برگهای میانی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی



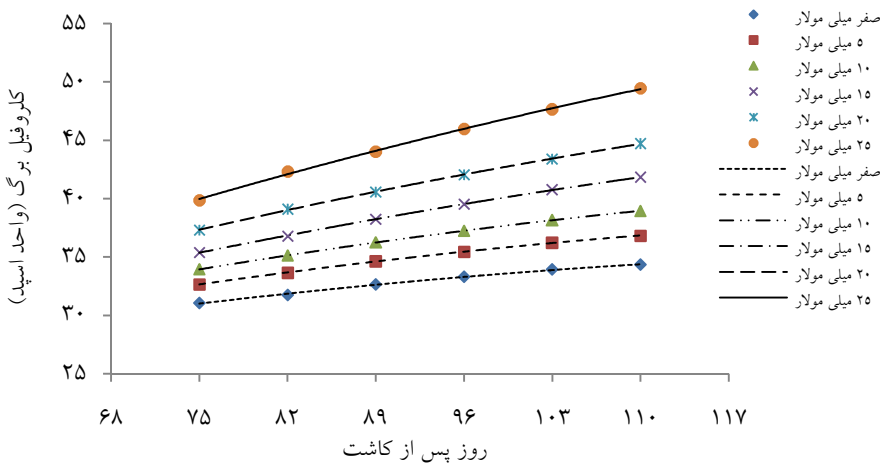
شکل ۴-۲۶- روند تغییرات کلروفیل برگهای میانی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۳-۱-۳- کلروفیل برگ های پایین کانوپی

برگ های پایینی کانوپی رفتاری مشابه با برگ های بالایی و میانی کانوپی نشان دادند به طوری که در این اشکوب نیز در مقایسه بین تیمارهای آبیاری بیشترین میزان کلروفیل برگ مربوط به تیمار عدم تنش و کمترین آن مربوط به فاصله آبیاری ۲۰ روز یک بار بود که البته گیاهان ۱۰ روز یک بار آبیاری شده با تیمارهای تنش ملایم اختلاف معنی داری نداشتند (شکل ۴-۲۷ و جدول پیوست۱۷). همچنین غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک بر کلروفیل برگ های پایینی تاثیر معنی داری داشت (جدول پیوست ۱۶) که با افزایش غلظت محلول پاشی میزان کلروفیل برگ افزایش یافت. در همه اندازه‌گیری ها کمترین کلروفیل اندازه‌گیری شده مربوط به تیمارهای بدون محلول پاشی اسید آسکوربیک با میانگین حدود ۳۲ (واحد اسپد) و بیشترین آن مربوط به غلظت ۲۵ میلی مولار با میانگین حدود ۴۴ (واحد اسپد) بین ۶ اندازه گیری بود (شکل ۴-۲۸ و جدول پیوست ۱۷).



شکل ۴-۲۷- روند تغییرات کلروفیل برگهای پایینی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی

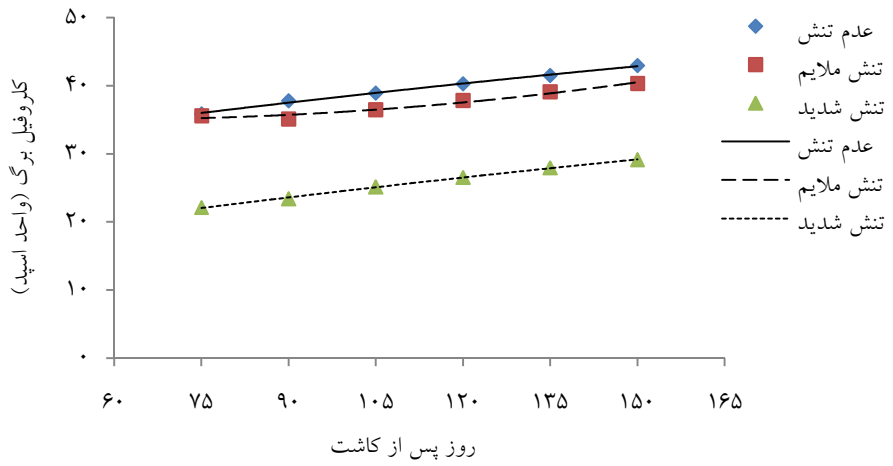


شکل ۴-۲۸- روند تغییرات کلروفیل برگهای پایینی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

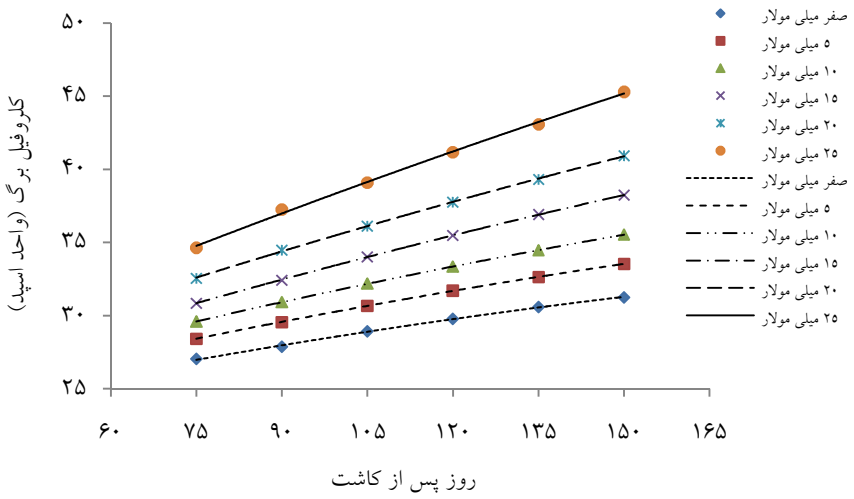
۴-۳-۱-۴- کلروفیل کل برگ ها

کلروفیل کل از میانگین کلروفیل برگ های بالا، میانی و پایین کانوپی به دست آمد. نتایجی مشابه با کلروفیل برگ های بالایی، میانی و پایینی از لحاظ تاثیر گذاری تنش کم آبی و اسید آسکوربیک بر کلروفیل کل مشاهده شد که در شکل های ۴-۲۹ و ۴-۳۰ و جداول پیوست ۱۸ و ۱۹ قابل ملاحظه است. پور موسوی و همکاران (۱۳۸۶) و شش بهره و موحدی دهنوی (۱۳۹۰) در مطالعات خود روی گیاه سویا کاهش کلروفیل برگ را در اثر تنش خشکی گزارش نمودند. سلاح ورزی و همکاران (۱۳۹۰) طی مطالعه ای روی گیاه مرزنجوش در شرایط تنش شوری مشاهده کردند که با کاربرد اسید آسکوربیک میزان کلروفیل کل به میزان ۶۵ درصد در مقایسه با شاهد افزایش می یابد. همچنین عبدالحمید و همکاران (۲۰۱۰) نیز مشاهده نمودند که کاربرد توام اسید آسکوربیک و باکتری آزوسپریلیوم در گیاه سویا تحت تنش شوری ۰/۲۱ میلی گرم به ازای هر گرم وزن بوته میزان کلروفیل کل را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. افزایش میزان کلروفیل گیاهان تحت تنش با کاربرد اسید آسکوربیک در مطالعه سایر محققین نیز گزارش شده است (عبدالواحد و همکاران، ۲۰۰۶، هانا و همکاران، ۲۰۰۱ و الگاباس، ۲۰۰۶). اسید آسکوربیک میزان قند را در گیاهان به شرایط نرمال باز می

گرداند و سبب تنظیم اسمزی می شود و بدین ترتیب از کاهش میزان کلروفیل جلوگیری می کند (غلامی پور فرد و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل ۴-۲۹- روند تغییرات کلروفیل کل برگهای کانوپی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبی



شکل ۴-۳۰- روند تغییرات کلروفیل کل برگهای کانوپی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۳-۲- درصد و عملکرد روغن دانه

اثر تنش کم آبی و اثر متقابل آن با اسید آسکوربیک بر درصد روغن دانه معنی دار نشد (جدول پیوست ۲۰). ولی با افزایش شدت تنش از درصد روغن دانه کاسته شد، به طوری که کمترین درصد روغن دانه از تیمار تنش شدید به میزان حدود ۱۴ درصد به دست آمد (جدول ۴-۱). تاثیر غلظت محلول پاشی با اسید آسکوربیک بر درصد روغن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول پیوست ۲۰). با افزایش غلظت اسید آسکوربیک درصد روغن دانه افزایش یافت (جدول ۴-۱). بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار محلول پاشی شده با غلظت ۲۵ میلی مولار با میانگین ۱۷/۰۴ بود که ۳/۹ درصد بیشتر از تیمار عدم محلول پاشی با اسید آسکوربیک بود. کاهش درصد روغن دانه سویا در اثر تنش کم آبی در مطالعه دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش شد. در مقابل افزایش درصد روغن در شرایط تنش در مطالعه کارگر و همکاران (۱۳۸۳) مشاهده شد که بر خلاف نتایج به دست آمده از این تحقیق می باشد.

عملکرد روغن دانه از حاصلضرب عملکرد در درصد روغن دانه به دست آمد. اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک در سطح احتمال ۱ درصد و تنش کم آبی در سطح ۵ درصد بر عملکرد روغن دانه معنی دار بود. تنش کم آبی موجب کاهش عملکرد روغن دانه گردید. کمترین عملکرد روغن دانه از تیمارهای تنش شدید و بیشترین مقدار آن از عدم تنش آبیاری به دست آمد. البته این کاهش عملکرد فقط در تیمار تنش شدید معنی دار شد. اختلاف عملکرد روغن در تیمار ۱۰ روز آبیاری با تیمار ۲۰ روز یک بار حدود ۶۸/۷ درصد بود.

به دلیل تاثیر مثبت اسید آسکوربیک بر درصد روغن و عملکرد دانه، افزایش غلظت محلول پاشی با اسید آسکوربیک موجب افزایش عملکرد روغن دانه شد که بیشترین مقدار آن مربوط به گیاهان محلول پاشی شده با غلظت ۲۵ میلی مولار با میانگین حدود ۸۶ گرم در متر مربع که حدود ۱۶۰ درصد بیشتر از کمترین مقدار ثبت شده (با میانگین ۳۳ گرم در متر مربع) در تیمار عدم محلول پاشی

بود. افزایش درصد روغن دانه گیاهان تحت تنش با کاربرد اسید آسکوربیک در مطالعات عبدالحمید و همکاران، ۲۰۱۰ در گیاه سویا و ساکر و آرافا، ۲۰۰۹ در کلزا نیز گزارش شده است.

جدول ۴-۱- مقایسه میانگین درصد و عملکرد روغن و پروتئین بذر تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش کم آبی و محلول پاشی اسید آسکوربیک

تیمار	درصد روغن دانه	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در متر مربع)	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم در متر مربع)
تنش کم آبیاری				
۱۰ روز	۱۵/۵۲۰	۰/۰۸۳ a	۳۳/۴۷۱ a	۰/۱۵۶ a
۱۵ روز	۱۵/۰۷۳	۰/۰۵۷ a	۳۱/۴۲۸ b	۰/۱۱۹ ab
۲۰ روز	۱۴/۰۴۵	۰/۰۲۶ b	۲۹/۰۸۵ c	۰/۰۶۱ b
LSD5%		۰/۰۲۹	۱/۵۵۱	۰/۰۶۵
اسید آسکوربیک (میلی مولار)				
صفر	۱۳/۱۶۷ e	۰/۰۳۳ e	۲۸/۵۶۴ e	۰/۰۶۷ e
۵	۱۴/۰۱۰ d	۰/۰۴۴ d	۲۹/۹۵۰ d	۰/۰۹۰ d
۱۰	۱۴/۴۱۰ cd	۰/۰۴۹ cd	۳۱/۲۲۷ c	۰/۱۰۲ cd
۱۵	۱۴/۹۴۲ bc	۰/۰۵۵ c	۳۱/۹۷۳ bc	۰/۱۱۳ c
۲۰	۱۵/۷۰۴ b	۰/۰۶۵ b	۳۲/۶۹۶ ab	۰/۱۳۳ b
۲۵	۱۷/۰۴۲ a	۰/۰۸۶ a	۳۳/۵۶۰ a	۰/۱۶۸ a
LSD5%	۰/۸۰۵	۰/۰۰۸	۰/۹۲۱	۰/۰۱۹

۴-۳-۳- درصد و عملکرد پروتئین دانه

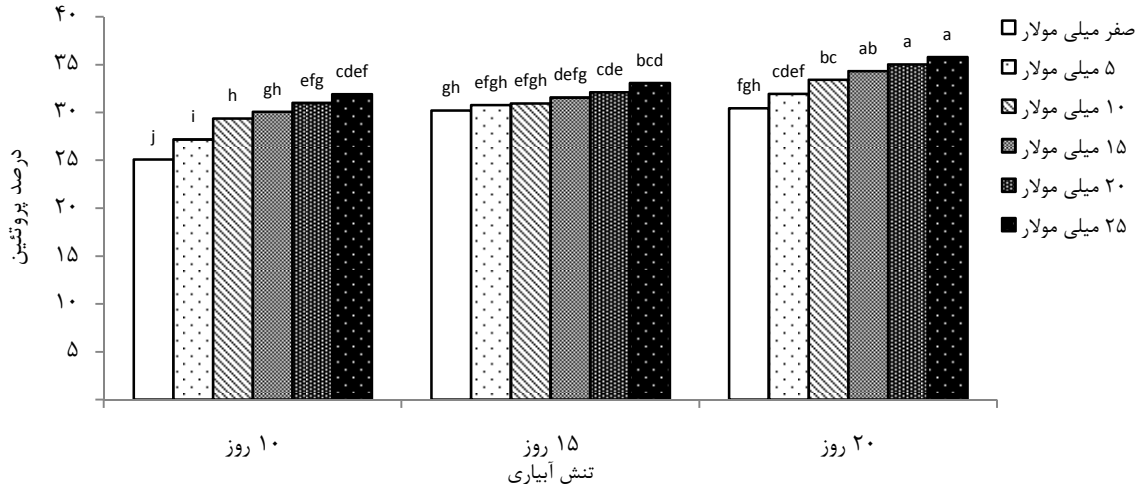
اثر متقابل تنش کم آبی و غظت محلول پاشی اسید آسکوربیک بر درصد پروتئین دانه در سطح ۵ درصد، تاثیر تنش کم آبی در سطح ۱ درصد و همچنین اثر غلظت های مختلف اسید آسکوربیک در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۲۰). تنش کم آبی سبب افزایش میزان پروتئین دانه گردید (جدول ۴-۱ و شکل ۴-۳۱). این در حالی است که درصد روغن در این شرایط کاهش یافته بود. از بین ترکیبات تیماری مورد مطالعه بیشترین درصد پروتئین دانه مربوط به ترکیب تیماری تنش شدید و محلول پاشی ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک بود که البته اختلاف معنی داری با این سطح از تنش و غلظت های ۲۰ و ۱۵ میلی مولار نداشت. کمترین درصد پروتئین دانه نیز از ترکیب تیماری

عدم تنش و غلظت صفر از محلول پاشی اسید آسکوربیک به دست آمد (شکل۴-۳۱). فاصله بین بیشترین و کمترین درصد پروتئین ثبت شده حدود ۱۰ درصد بود. در شکل ۴-۳۱ مشاهده می گردد که در هر سه سطح آبیاری افزایش در غلظت اسید آسکوربیک موجب بهبود درصد پروتئین دانه گردید. به طوری که در سه سطح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز یک بار آبیاری، محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار نسبت به عدم محلول پاشی به ترتیب موجب ارتقاء ۶/۸، ۲/۸ و ۵/۳ درصدی در پروتئین دانه گردید. کارگر و همکاران (۱۳۸۳) نیز افزایش درصد پروتئین دانه را در گیاهان تحت تنش خشکی گزارش نمودند. بر خلاف این نتایج در مطالعه محسن بیگی و همکاران (۱۳۸۹) کاهش درصد پروتئین دانه در بوته های سویا تحت تنش خشکی مشاهده شد. عبدالحمید و همکاران (۲۰۱۰) با کاربرد اسید آسکوربیک (۲۰۰ ppm) و باکتری آزوسپریلیوم بیشترین درصد پروتئین دانه سویا تحت تنش شوری را با میانگین ۳۴/۱۹ درصد اندازه گیری نمودند. نتایج تحقیق یزدانپناه و همکاران (۱۳۸۸) نیز در گیاه مرزه تحت تنش خشکی نشان داد که ترکیب توام اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک سبب افزایش پروتئین گیاه می شود. گزارش های مشابهی مبنی بر افزایش مقدار پروتئین در گیاهانی که تحت محلول پاشی اسید آسکوربیک در شرایط تنش شوری واقع شده بودند نیز وجود دارد (قربانلی و همکاران، ۱۳۸۹ در گیاه سیاه دانه، شتیاوی، ۲۰۰۷ در گیاه سویا، دولت آبادیان و همکاران، ۲۰۰۸ در گیاه کلزا و بلتاگی، ۲۰۰۸ در گیاه نخود). یکی از دلایل کاهش محتوای پروتئین در گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار دارند، تولید رادیکال های آزاد اکسیژن می باشد (یزدانپناه و همکاران، ۱۳۸۸). اسید آسکوربیک از آنتی اکسیدان های بسیار قوی می باشد که با احیای رادیکال های آزاد موجب بازدارندگی آن ها می شود (فچ کریستوفرز و همکاران، ۲۰۰۳) و به عنوان یک آنتی اکسیدان مهم گیاهی می تواند با انواع مختلف اکسیژن های فعال ترکیب شده و از آسیب های ناشی از افزایش آن ها بکاهد (اسمیرونف و ویلرز، ۲۰۰۰).

عملکرد پروتئین از حاصلضرب عملکرد در درصد پروتئین به دست آمد. بر خلاف درصد پروتئین دانه اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی معنی دار نشد. ولی تاثیر تنش کم آبی در سطح ۵ درصد و غلظت

محلول پاشی اسید آسکوربیک در سطح ۱ درصد بر عملکرد پروتئین معنی دار گردید (جدول پیوست ۲۰). افزایش شدت تنش موجب کاهش عملکرد پروتئین دانه از حدود ۱۵۶ در تیمار عدم تنش آبیاری به حدود ۶۱ گرم در متر مربع در آبیاری ۲۰ روز یک بار شد. اختلاف کاهش عملکرد پروتئین در تیمار عدم تنش و تنش ملایم معنی دار نبود. این نتیجه در حالی رقم خورد که تنش کم آبی سبب افزایش درصد پروتئین دانه شده بود ولی ظاهرا کاهش عملکرد ناشی از تنش به حدی بوده است که بر افزایش درصد پروتئین در این شرایط غلبه کرده و در مجموع سبب کاهش عملکرد پروتئین در واحد سطح گردید.

همانند نتایجی که برای درصد پروتئین و نیز عملکرد دانه به دست آمد، محلول پاشی با اسید آسکوربیک سبب افزایش عملکرد پروتئین دانه شد. محلول پاشی با غلظت ۵ میلی مولار اسید آسکوربیک عملکرد پروتئین دانه را ۳۴/۳ درصد افزایش داد. در حالی که ۵ برابر شدن غلظت محلول پاشی (۲۵ میلی مولار) موجب افزایش ۱۵۰/۷ درصدی در این صفت شد (جدول ۴-۱).

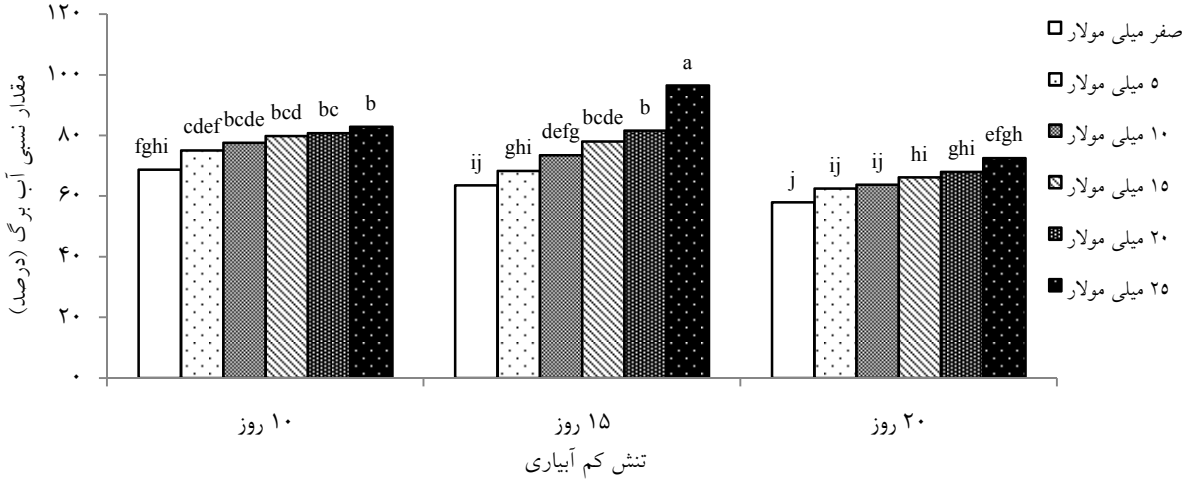


شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک

۴-۳-۴- مقدار نسبی آب برگ (RWC)

اثر کلیه منابع تغییر شامل تنش کم آبی ($P < ۰/۰۵$)، اسید آسکوربیک ($P < ۰/۰۱$) و اثر متقابل آنها ($P < ۰/۰۱$) بر مقدار نسبی آب برگ معنی دار شد (جدول پیوست ۲۱). مقدار نسبی آب برگ در زمان اندازه گیری این پارامتر در تیمارهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز آبیاری به طور متوسط ۷۷/۴۵، ۷۶/۸۹ و ۶۵/۱۵ درصد به دست آمد. همان طور که در مورد کلیه صفات اندازه گیری شده مشاهده گردید، محلول پاشی با اسید آسکوربیک و افزایش غلظت آن توانست تنش وارد شده به گیاه را در هر دو تیمار تنش ملایم و شدید تخفیف دهد. این مورد در نتایج به دست آمده از صفت مقدار نسبی آب برگ کاملا مشهود است. حتی در شرایط عدم تنش محلول پاشی با اسید آسکوربیک وضعیت آب در گیاه را بهبود بخشید. در بین ترکیبات تیماری مورد مطالعه بیشترین مقدار نسبی آب برگ با میانگین ۹۶/۴۳ درصد از ترکیب تیماری تنش ملایم و غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک به دست آمد. کمترین آن نیز با میانگین ۵۷/۹۴ درصد مربوط به ترکیب تیماری تنش شدید و عدم محلول پاشی اسید آسکوربیک بود (شکل۴-۳۲).

در مطالعه سایر محققین نیز گزارش شده است که تنش خشکی موجب کاهش مقدار نسبی آب برگ می شود (سادات اسیلان و حاجیلویی، ۱۳۸۹، کاندو و پائول، ۱۹۹۷ و سانچز و همکاران، ۱۹۹۸). کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش خشکی، دارای همبستگی مثبت و بالایی با محتوای رطوبتی خاک می باشد (نوتیال و همکاران، ۲۰۰۲). از عوامل دخیل در کاهش RWC ،تقلیل رشد و فعالیت ریشه و افزایش میزان تبخیر و تعرق جامعه گیاهی شناخته شده اند (تارومینگ کنگ و کوتو، ۲۰۰۳)، که در نهایت موجب کاهش فتوسنتز و عملکرد گیاه می گردد (لک و همکاران، ۲۰۰۷). افزایش مقدار نسبی آب برگ در گیاهان تحت تنش با کاربرد خارجی اسید آسکوربیک در مطالعه اکمکسی و کارامان (۲۰۱۲)، القرینی (۲۰۰۷)، آدار و همکاران (۲۰۰۸) و آزوز (۲۰۰۴) نیز گزارش شده است.



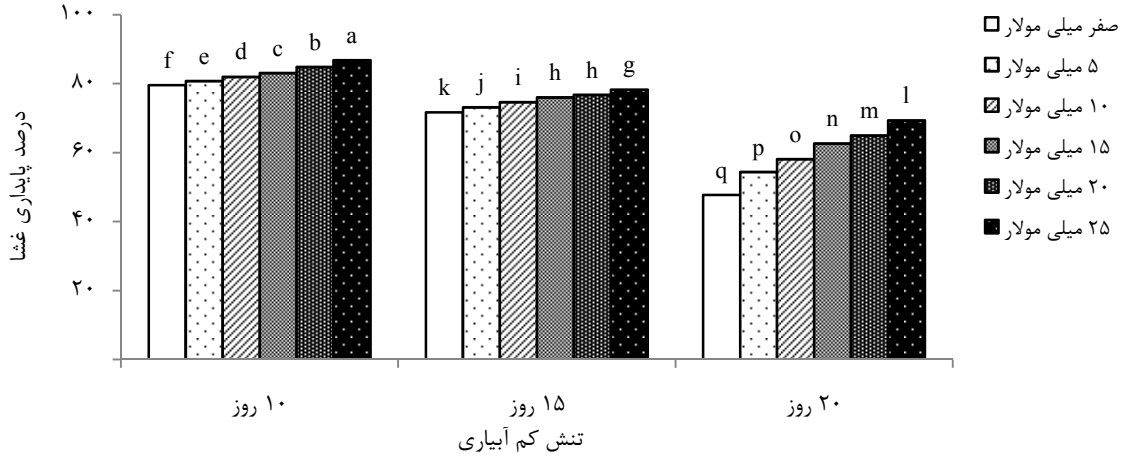
شکل ۴-۳۲- مقایسه میانگین مقدار نسبی آب برگ تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک

۴-۳-۵- پایداری غشای پلاسمایی

اثر کلیه منابع تغییر بر پایداری غشای پلاسمایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید (جدول پیوست ۲۲). به ازای هر ۵ روز افزایش در فاصله آبیاری در تنش ملایم و تنش شدید به ترتیب ۷/۷ و ۲۳/۳ درصد از پایداری غشای پلاسمایی کاسته شد (جدول پیوست ۲۳). ولی محلول پاشی با اسید آسکوربیک و افزایش غلظت آن در هر یک از سطوح آبیاری پایداری غشا را بهبود بخشید. در مجموع بالاترین پایداری غشا از ترکیب تیماری عدم تنش آبیاری و محلول پاشی با ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک با میانگین حدود ۸۶ درصد و کمترین آن از ترکیب تیماری تنش شدید و عدم محلول پاشی اسید آسکوربیک به میزان ۴۷ درصد به دست آمد (شکل ۴-۳۳). مواجه شدن گیاه با تنش خشکی موجب افزایش میزان نسخه برداری از ژن های اکسید کننده و چربی های دیواره سلولی می شود، که در نهایت این امر سبب تخریب دیواره سلولی خواهد شد (مکارون و همکاران، ۱۹۹۵). هینگ و همکاران (۲۰۰۴) در گیاه لوبیا و سانوکا و همکاران (۲۰۰۴) در علف نیزار تحت تنش خشکی نیز نتیجه مشابهی را گزارش کردند. در برخی پژوهش های انجام شده نتایج متفاوتی

بیان شده است به طوری که کاهش میزان پایداری غشا در این مطالعه با نتایج پور موسوی و همکاران (۱۳۸۶) در گیاه سویا و بلوم و ابرکن (۱۹۸۱) در گیاه گندم تحت تنش خشکی مطابقت ندارد.

در هر یک از سطوح آبیاری ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز یک بار، محلول پاشی با غلظت ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک در مقایسه با عدم محلول پاشی این ماده به ترتیب موجب بهبود ۷/۲، ۶/۵ و ۲۱/۶ درصدی در پایداری غشای پلاسمایی گردید (شکل ۴-۳۳). نتایج تحقیق سلاح ورزی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان داد که کاربرد ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید آسکوربیک ضمن محافظت از غشای پلاسمایی گیاه مرزنجوش از تاثیر منفی شوری، نشت الکترولیتی را در غلظت ۱۵۰ میلی مولار نمک ۵۲ درصد کاهش داد.



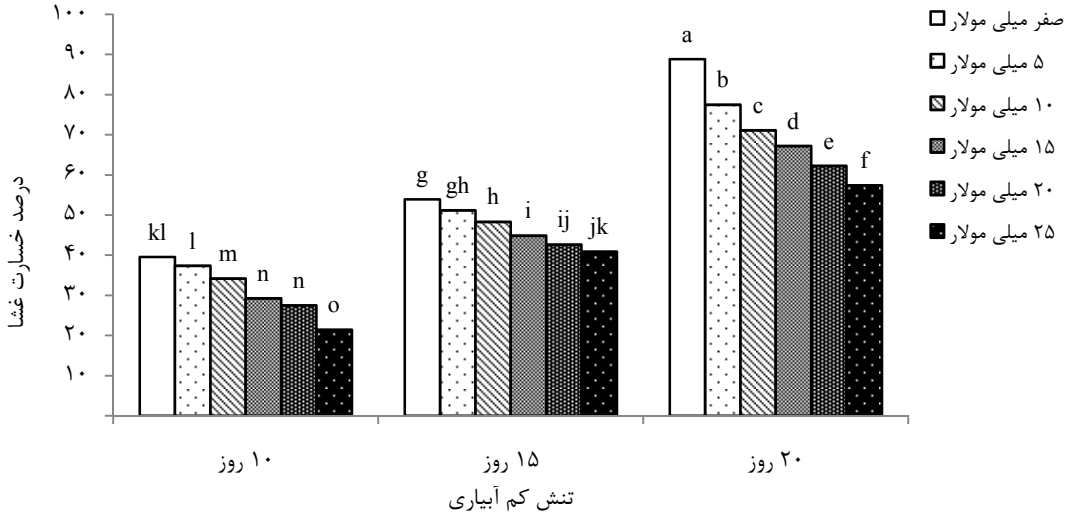
شکل ۴-۳۳- مقایسه میانگین درصد پایداری غشا تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک

۴-۳-۶- خسارت غشای پلاسمایی

تاثیر تنش کم آبیاری، غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در سطح احتمال ۱ درصد و همچنین اثر متقابل تنش و اسید آسکوربیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۲۲). کمترین خسارت غشا مربوط به ترکیب تیماری عدم تنش آبیاری و محلول پاشی ۲۵ میلی مولار

اسید آسکوربیک با میانگین حدود ۲۱ درصد و بیشترین آن مربوط به ترکیب تیماری تنش شدید و عدم محلول پاشی با اسید آسکوربیک با میانیگن حدود ۸۸ درصد بود (شکل ۴-۳۴).

تنش کم آبیاری موجب افزایش خسارت غشای سلولی شد به طوری که بیشترین خسارت به غشا متعلق به ترکیبات تیماری ۲۰ روز یک بار آبیاری بود که اختلاف درصد خسارت به غشای پلاسمایی در ترکیبات تیماری این سطح از تنش با تنش های ملایم و عدم تنش به ترتیب حدود ۲۳ و ۳۹ درصد اندازه گیری شد (جدول پیوست ۲۳). افزایش غلظت اسید آسکوربیک نیز سبب کاهش خسارت به غشا گردید که کمترین خسارت وارده به غشا مربوط به بوته های محلول پاشی شده با غلظت ۲۵ میلی مولار و بیشترین مقدار آن مربوط به غلظت صفر اسید آسکوربیک در سطوح مختلف آبیاری بود (شکل ۴-۳۴). اسید آسکوربیک با کاهش صدمات ناشی از رادیکال های اکسیژن و برگرداندن میزان قند گیاه به شرایط نرمال سبب تنظیم اسمزی شده و از آسیب غشاهای سلولی جلوگیری می کند (غلامی پور فرد و همکاران، ۱۳۸۸).



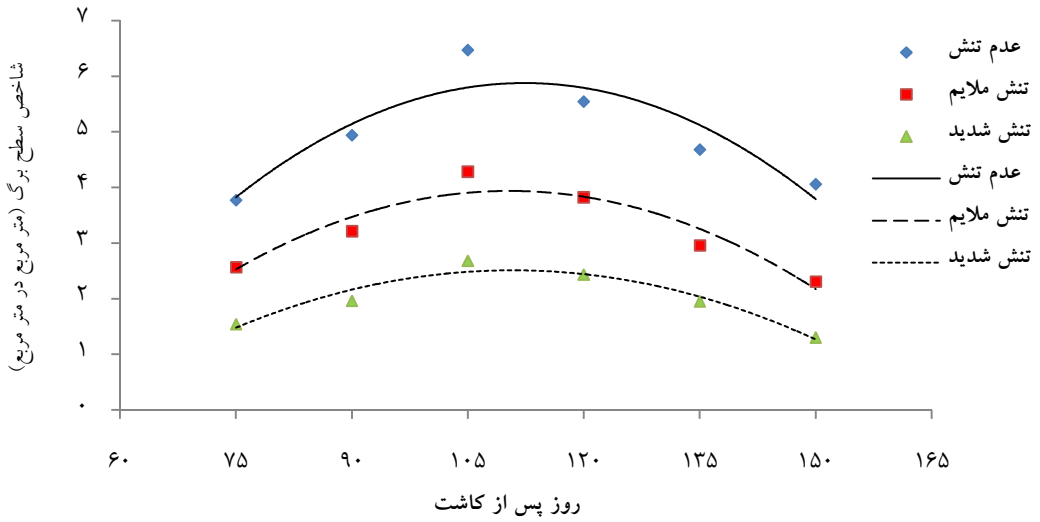
شکل ۴-۳۴- مقایسه میانگین درصد خسارت غشا تحت تاثیر ترکیبات تیماری حاصل از تنش کم آبیاری و غلظت های مختلف اسید آسکوربیک

۴-۴- شاخص های رشد

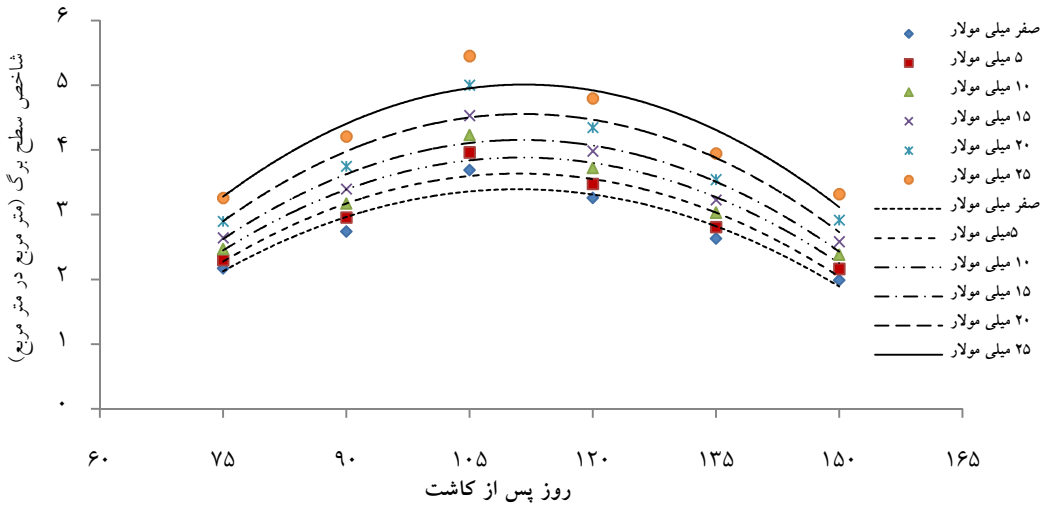
۴-۴-۱- شاخص سطح برگ (LAI)

یکی از روش های تجزیه عوامل موثر در عملکرد و تکامل گیاه، برآورد تجمع مواد فتوسنتزی خالص می باشد که در طول زمان به طور طبیعی جمع شده است. تنها اندازه گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک در فواصل مکرر لازمه تجزیه و تحلیل رشد است. شاخص سطح برگ بیان کننده سطح برگ (فقط یک طرف) به سطح زمین اشغال شده توسط محصول است. شاخص سطح برگ مساوی یک به طور نظری می‌تواند تمام نور برخورد کرده به خودش را دریافت نماید، ولی با توجه به شکل برگ، نازکی (نور عبور کرده)، زاویه و مقدار عمودی بودن برگ ها، به ندرت تمام نور را دریافت می کند. معمولا شاخص سطح برگ مساوی با ۳ تا ۵ جهت تولید حداکثر ماده خشک برای اغلب محصولات کاشته شده لازم است (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴). تاثیر تنش کم آبی، غلظت محلول پاشی با اسید آسکوربیک و همچنین اثر متقابل تنش و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص سطح برگ معنی دار گردید (جدول پیوست ۲۴). بیشترین مقدار شاخص سطح برگ از تیمار ۲۵ میلی مولار و کمترین آن از تیمار عدم محلول پاشی به دست آمد (جدول پیوست ۲۵). میزان سطح برگ در طول زمان روند افزایشی داشته و با نزدیک شدن به پایان فصل رشد از مقدار آن کاسته می شود. بر اساس بهترین خطوطی که از بین نقاط اندازه گیری شده عبور داده شد، بالاترین مقدار شاخص سطح برگ در کلیه تیمارها در حدود ۱۰۵ تا ۱۱۰ روز پس از کاشت مشاهده شد. این صفت به شدت تحت تاثیر تنش کم آبی قرار گرفت به طوری که در ۱۱۰ روز پس از کاشت مقدار این پارامتر با افزایش شدت تنش از حدود ۶ به ۴ در تنش ملایم و سپس به حدود ۲/۵ در تنش شدید رسید. البته با نزدیک شدن به پایان فصل کاهش مشاهده شده در شاخص سطح برگ در تیمار عدم تنش شدیدتر بود (شکل ۴-۳۵). در شکل ۴-۳۶ مشاهده می گردد که در کل فصل رشد (در محدوده نمونه برداری) افزایش غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک موجب بالا رفتن

شاخص سطح برگ گردید. بالاترین شاخص سطح برگ در حدود ۵ از تیمار ۲۵ میلی مولار در ۱۱۰ روز پس از کاشت به دست آمد.



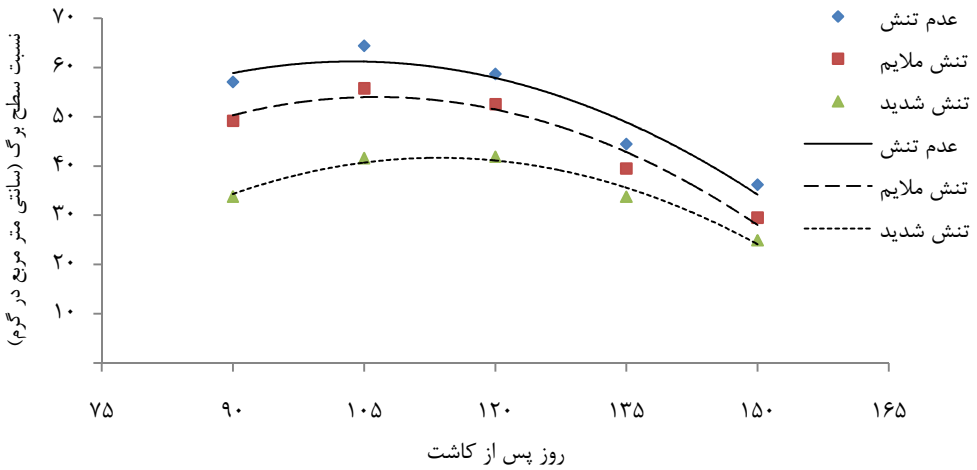
شکل ۴-۳۵- روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی



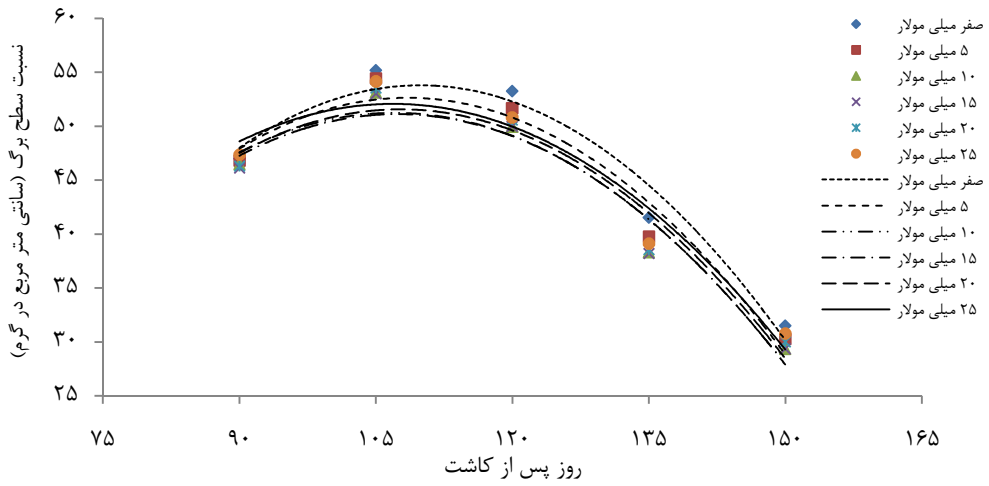
شکل ۴-۳۶- روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۴-۲- نسبت سطح برگ (LAR)

نسبت سطح برگ بیان کننده نسبت بین سطح پهنک یا بافت های فتوسنتزکننده به کل بافت های تنفس کننده یا وزن گیاه است. نسبت سطح برگ نشان دهنده پر برگی یک گیاه می باشد ولی مقادیر میانگین آن دقیق نیستند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴). اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک در سطح احتمال ۱ درصد از ۱۲۰ روز پس از کاشت به بعد و همچنین اثر تنش کم آبی بر نسبت سطح برگ در تمام نمونه برداری ها معنی دار شد (جدول پیوست ۲۶). البته بین تیمارهای عدم تنش کم آبیاری و تیمار تنش ملایم به جز در ۱۵۰ روز پس از کاشت اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (شکل ۴-۳۷ و جدول پیوست ۲۷). در شکل های ۴-۳۷ و ۴-۳۸ ملاحظه می گردد که نسبت سطح برگ از حدود ۱۱۰ روز پس از کاشت از روندی کاهشی برخوردار بود. مقدار این شاخص در شرایط تنش شدید به شدت پایین بود و دارای کمترین تغییرات بود (شکل ۴-۳۷). در مقایسه ای که بین سطوح مختلف محلول پاشی اسید آسکوربیک انجام شد، مشاهده گردید که افزایش غلظت این ماده به واسطه افزایشی که در وزن گیاه ایجاد نمود (شکل ۴-۱۷) موجب کاهش در نسبت سطح برگ گردید. از این رو بیشترین نسبت سطح برگ در کل دوره از گیاهانی به دست آمد که توسط اسید آسکوربیک محلول پاشی نشده بودند (شکل ۴-۳۸).



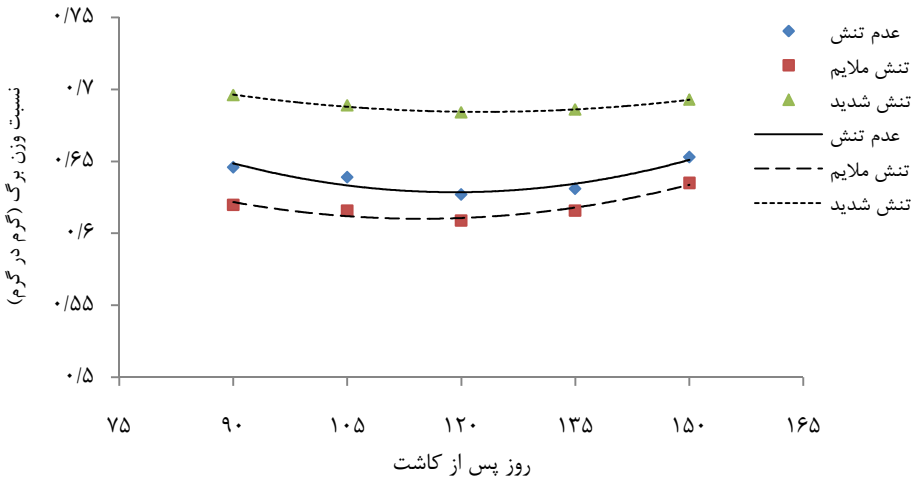
شکل ۴-۳۷- روند تغییرات نسبت سطح برگ تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی



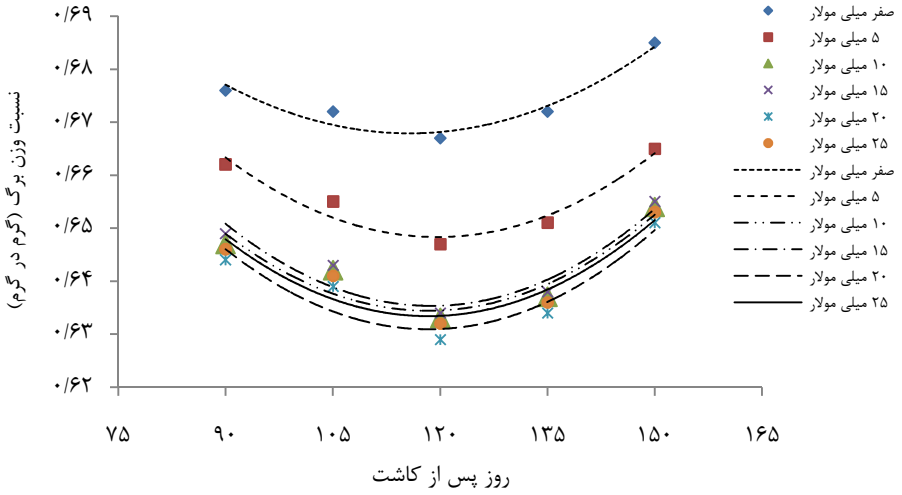
شکل ۴-۳۸- روند تغییرات نسبت سطح برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۴-۳- نسبت وزن برگ (LWR)

نسبت وزن برگ تا حدود ۱۲۰ روز پس از کاشت روند کاهشی و پس از آن روند افزایشی داشت. دلیل این امر توسعه بیشتر برگ ها هم از لحاظ سطح و هم وزن از ۱۲۰ روز پس از کاشت به بعد می باشد (شکل ۴-۴۰ و جدول پیوست ۲۹). اثر محلول پاشی با اسید آسکوربیک بر نسبت وزن برگ به جز در ۹۰ روز پس از کاشت معنی دار شد (جدول پیوست ۲۸). بیشترین نسبت وزن برگ در محدوده اندازه گیری (۷۵ تا ۱۵۰ روز پس از کاشت) مربوط به تیمار عدم کاربرد اسید آسکوربیک بود. غلظت های ۵ تا ۲۵ میلی مولار اسید آسکوربیک سبب کاهش این شاخص گردید که البته اختلاف معنی داری بین آن ها مشاهده نشد. تاثیر تنش کم آبی بر نسبت وزن برگ معنی دار نبود (جدول پیوست ۲۸)، ولی بیشترین میزان نسبت وزن برگ از تیمار آبیاری ۲۰ روز یک بار و کمترین مقدار آن از آبیاری ۱۵ روز یک بار به دست آمد (شکل ۴-۳۹). دلیل آن تاثیر بیشتر تنش کم آبی بر تجمع ماده خشک در برگ در مقایسه با ماده خشک کل گیاه می باشد.



شکل ۴-۳۹- روند تغییرات نسبت وزن برگ تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی



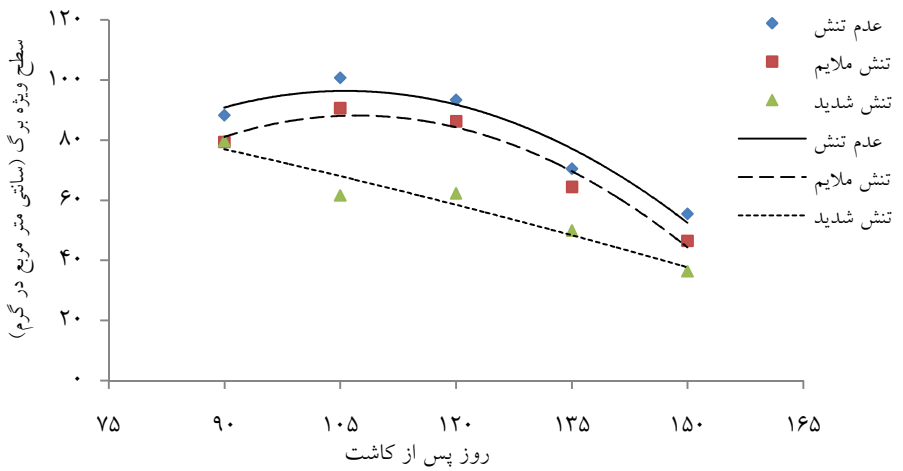
شکل ۴-۴۰- روند تغییرات نسبت وزن برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۴-۴- سطح ویژه برگ (SLA)

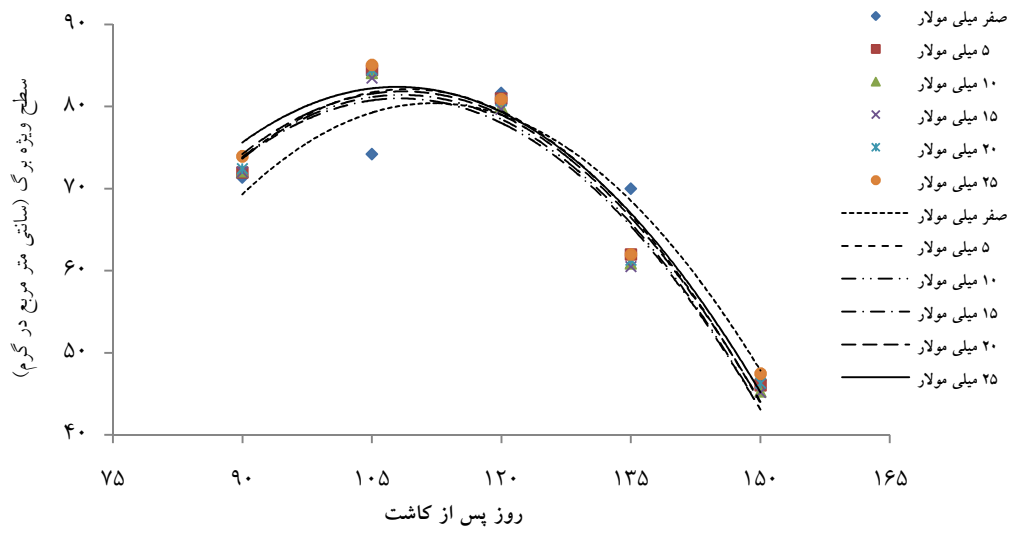
سطح ویژه برگ نشان دهنده ضخامت برگ می باشد. هرچه این شاخص بزرگتر، برگ نازک تر و هرچه کوچکتر، برگ ضخیم تر است. بنابراین برگ ضخیم تر پرت نوری کمتر و توان فتوسنتزی آن بیشتر خواهد بود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴). تاثیر تنش کم آبی بر سطح ویژه برگ و همچنین اثر

متقابل تنش و محلول پاشی با اسید آسکوربیک معنی دار شد (جدول پیوست ۳۰). اعمال تنش کم آبی سبب کاهش سطح ویژه برگ گردید به طوری که کمترین میزان این صفت یعنی ضخیم ترین برگ ها در تیمار تنش شدید مشاهده شد (شکل ۴-۴۱). البته بین سطوح عدم تنش آبیاری و تنش ملایم به جز در ۱۵۰ روز پس از کاشت اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول پیوست ۳۱). افزایش ضخامت برگ در شرایط تنش شدید واکنشی مناسب از سوی گیاه می باشد. چرا که گیاه در این شرایط سعی در کاهش سطح برگ و در مقابل افزایش ضخامت برای جلوگیری از هدر رفت آب گیاه دارد. همان طور که در شکل ۴-۴۱ مشاهده می گردد. در دو سطح عدم تنش و تنش ملایم روند کاهشی سطح ویژه برگ از حدود ۱۱۰ روز پس از کاشت و با شیبی ملایم اتفاق افتاده است در حالی که گیاهان قرار گرفته در شرایط تنش شدید به صورت خطی با شیب بیشتر اقدام به کاهش سطح و افزایش ضخامت برگ های خود کردند.

تاثیر غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک به تنهایی بر این صفت معنی دار نبود (جدول پیوست ۳۰). در شکل ۴-۴۲ نیز دیده می شود که بین عدم محلول پاشی (غلظت صفر میلی مولار) با غلظت های مختلف اسید آسکوربیک اختلاف قابل توجهی وجود نداشت.



شکل ۴-۴۱- روند تغییرات سطح ویژه برگ تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی



شکل ۴-۴۲- روند تغییرات سطح ویژه برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

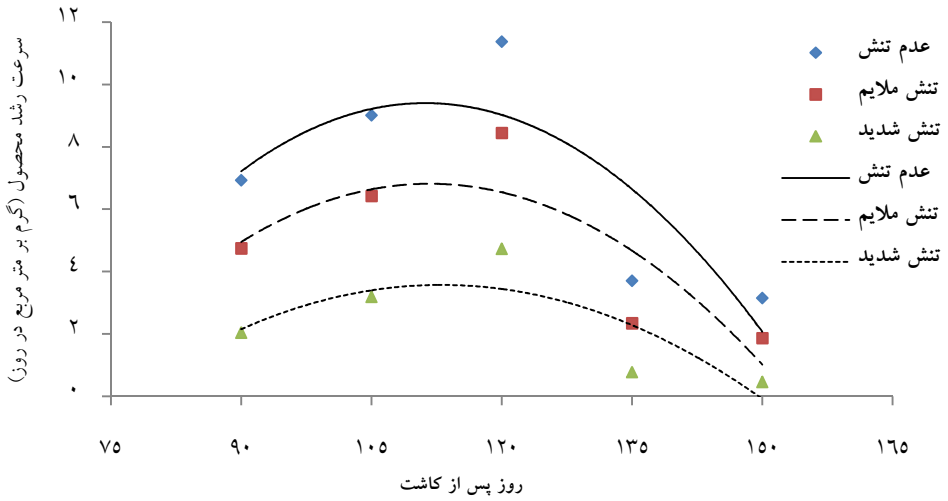
۴-۴-۵- سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول افزایش وزن یک اجتماع گیاهی در واحد سطح در واحد زمان می باشد و به طور وسیعی در تجزیه و تحلیل رشد محصولات به کارگرفته شده است. برای اندازه گیری سرعت رشد محصول در جامعه گیاهی در فواصل زمانی کم نمونه برداری کرده و افزایش ماده خشک در فاصله بین دو نمونه گیری را محاسبه می کنیم. سرعت رشد محصول در هر گونه معمولا به میزان دریافت تشعشع نور خورشید بستگی دارد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴).

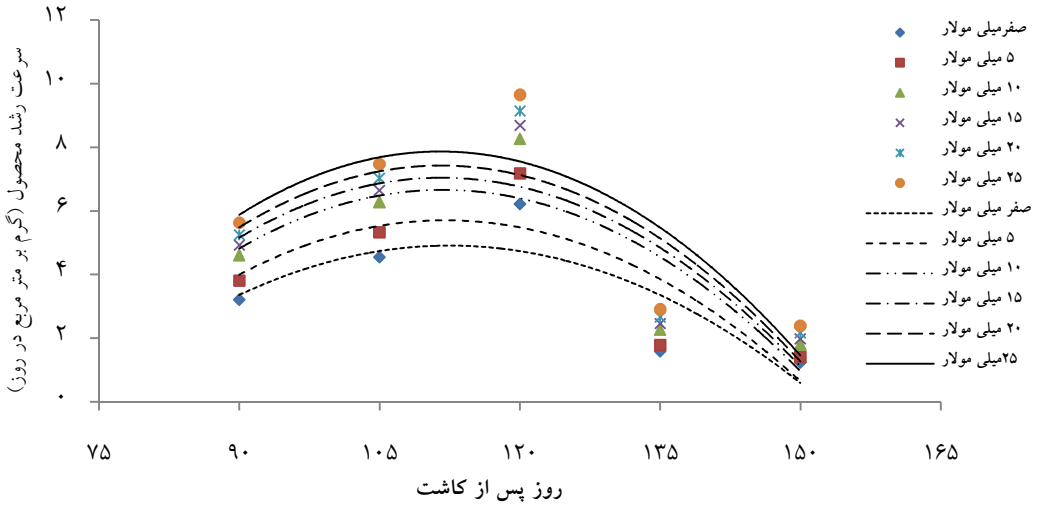
اثر تنش کم آبی و غلظت محلول پاشی با اسید آسکوربیک بر سرعت رشد محصول در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردیدند (جدول پیوست ۳۲). روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر تیمارهای آزمایش در شکل های ۴-۴۳ و ۴-۴۴ آورده شده است. ملاحظه می گردد که با گذشت زمان بر سرعت رشد محصول افزوده شد تا اینکه بر اساس بهترین منحنی های عبور داده شده از بین نقاط اندازه گیری شده، مقدار این پارامتر در ۱۱۰ روز پس از کاشت به اوج خود رسید و سپس تا پایان فصل روند نزولی داشت. انطباق اوج LAI و CGR با هم برای گیاه مفید می باشد چرا که امکان

استفاده بهینه از نور محیط فراهم می شود، که نتیجه آن افزایش فتوسنتز و تجمع ماده خشک در گیاه است. افزایش فتوسنتز در این شرایط در شکل های ۴-۴۷ و ۴-۴۸ قابل مشاهده است. افزایش فاصله آبیاری و اعمال تنش روی گیاه سبب کاهش قابل توجه در سرعت رشد محصول شد. به طوری که مقدار این صفت در ۱۱۰ روز پس از کاشت از حدود ۱۰ گرم بر متر مربع در روز در تیمار عدم تنش به حدود ۷ در تیمار تنش ملایم و ۳/۵ در شرایط تنش شدید رسید (شکل ۴-۴۳). اختلاف بین سطوح تنش در کل فصل رشد معنی دار بود (جدول پیوست ۳۳).

محلول پاشی اسید آسکوربیک و افزایش غلظت آن از طریق تخفیف اثرات تنش سبب افزایش سرعت رشد محصول گردید. بیشترین اختلاف مشاهده شده بین غلظت صفر و ۲۵ میلی مولار در محدوده ۱۱۰ روز پس از کاشت حدود ۴ گرم بر متر مربع در روز بود. این اختلاف با نزدیک شدن به انتهای فصل رشد به مرور کاهش یافت و به حداقل مقدار خود رسید (شکل ۴-۴۴).



شکل ۴-۴۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی

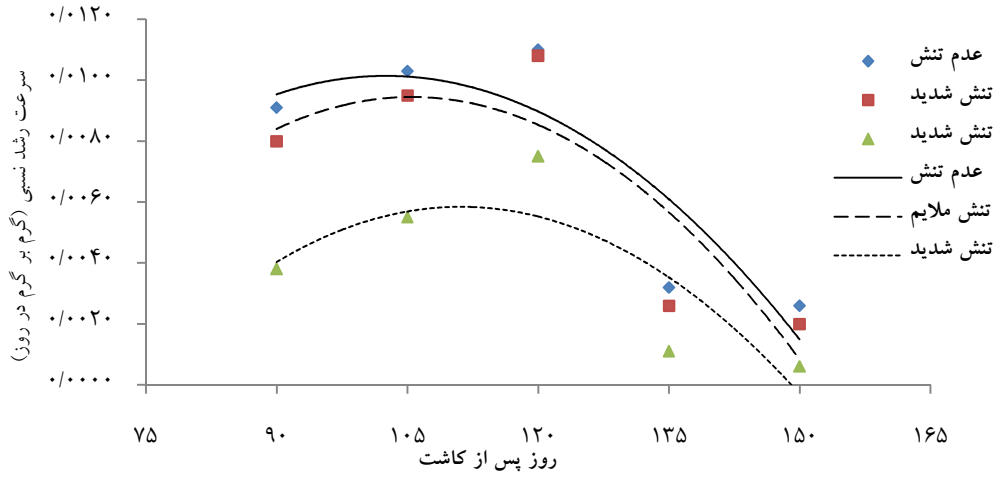


شکل ۴-۴۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

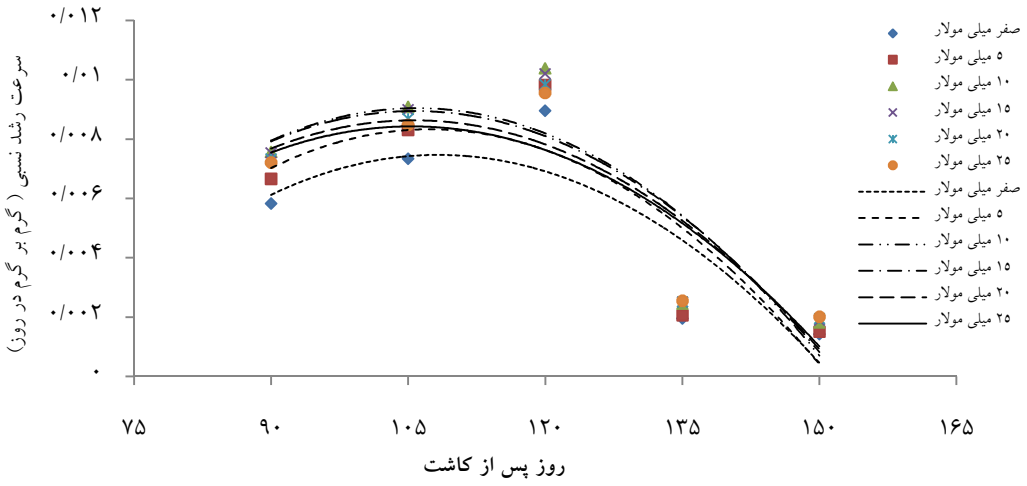
۴-۴-۶- سرعت رشد نسبی (RGR)

سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی معین است. سرعت رشد نسبی گیاهان زراعی درست بعد از جوانه زنی معمولا به کندی آغاز می شود، متعاقب آن منحنی به سرعت بالا می رود، سپس کند می شود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴). اثر کلیه منابع تغییر شامل تنش کم آبی، اسید آسکوربیک و اثر متقابل آنها بر سرعت رشد نسبی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۳۴).

تنش کم آبی موجب کاهش سرعت رشد نسبی شد. کمترین سرعت رشد نسبی مربوط به تیمار تنش شدید و بیشترین آن مربوط به تیمار عدم تنش آبیاری بود. تاثیر تنش ملایم بر سرعت رشد نسبی زیاد نبود. سرعت رشد نسبی تا حدود ۱۰۵ روز پس از کاشت افزایش یافت و پس از آن به شدت کاهش نشان داد (شکل ۴-۴۵). محلول پاشی با اسید آسکوربیک تاثیر کمی بر سرعت رشد نسبی داشت به طوری که بین ۵ تا ۲۵ میلی مولار اختلاف چشمگیری دیده نشد. به ویژه اختلاف بین غلظت های اسید آسکوربیک از حدود ۱۲۰ روز پس از کاشت به بعد ناچیز بود (شکل ۴-۴۶).



شکل ۴-۴۵- روند تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی



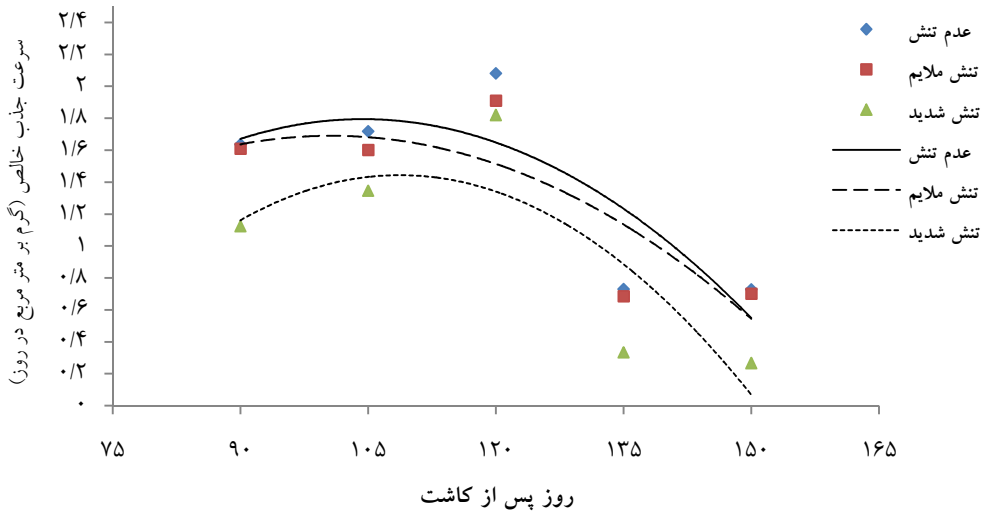
شکل ۴-۴۶- روند تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۴-۷- سرعت جذب خالص (NAR)

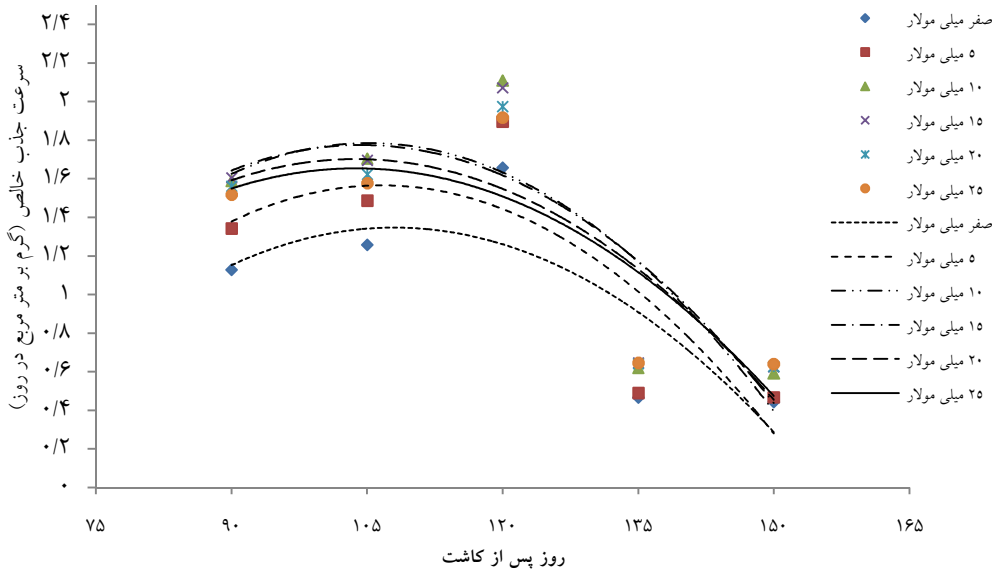
سرعت جذب خالص یا سرعت اسمیلاسیون واحد سطح عبارت است از مقدار مواد ساخته شده خالص (غالبا فتوسنتزی) در واحد سطح برگ در واحد زمان که معمولا به صورت گرم در متر مربع (سطح برگ) در روز بیان می گردد. سرعت جذب خالص معیاری از مدل کارایی فتوسنتزی برگ ها در یک جامعه گیاهی می باشد. سرعت جذب خالص شاخص متوسط سرعت تبادل خالص CO_2 برای هر

واحد سطح برگ گیاه واقع در جامعه گیاهی است. سرعت جذب خالص میزان فتوسنتز انجام شده توسط اندام های غیر از برگ، نظیر دمبرگ ها، ساقه ها، غلاف ها و گل آذین که می توانند سهم قابل ملاحظه ای در عملکرد محصول را داشته باشند را نیز بیان می کند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴). تاثیر تنش کم آبی، غلظت محلول پاشی با اسید آسکوربیک و اثر متقابل آنها نیز در سطح ۱ درصد بر سرعت جذب خالص معنی دار شد (جدول پیوست ۳۶). کمترین میزان این شاخص در تنش کم آبی کاهش سرعت جذب خالص را در پی داشت. بیشترین مقدار این شاخص مربوط به تیمار عدم تنش و کمترین آن مربوط به تیمار تنش شدید بود. در شرایطی که هر ۱۵ روز یک بار آبیاری انجام شد (تنش ملایم)، شدت تنش به حدی نبود که سبب کاهش چشمگیر در فتوسنتز شود. لذا همان طور که در شکل ۴-۴۷ مشاهده می شود تغییرات NAR در محدوده اندازه گیری در تیمار تنش ملایم نزدیک به شرایط عدم تنش بود.

محلول پاشی با اسید اسکوربیک موجب افزایش سرعت جذب خالص شد. سرعت جذب خالص نیز ابتدای فصل رشد روند رو به افزایش داشت و با نزدیک شدن به انتهای فصل رشد از حدود ۱۱۰ روز پس از کاشت رو به کاهش گذاشت. تا حدود ۱۳۵ روز پس از کاشت محلول پاشی با دو غلظت ۱۰ و ۱۵ میلی مولار اسید آسکوربیک سرعت جذب خالص بیشتری را نشان دادند. اوخر فصل رشد مقدار NAR اندازه گیری شده در دو غلظت ۲۰ و ۲۵ میلی مولار کمی بیشتر از دو غلظت مذکور شد (شکل ۴-۴۸ و جدول پیوست ۳۷).



شکل ۴-۴۷- روند تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر سطوح تنش کم آبی



شکل ۴-۴۸- روند تغییرات سرعت جذب خالص تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک

۴-۵- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این مطالعه به اختصار شامل موارد زیر می باشد:

۱- محلول پاشی به ویژه اسید آسکوربیک با غلظت ۲۵ میلی مولار بر افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک برگ، ساقه و کل گیاه، کلروفیل، درصد و عملکرد روغن و پروتئین دانه، مقدار نسبی آب برگ و پایداری غشای برگ موثر بود.

۲- استفاده از غلظت های مختلف اسید آسکوربیک خصوصا ۲۵ میلی مولار سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گردید.

۳- اسید آسکوربیک درصد خسارت غشای برگ ناشی از تنش کم آبی را کاهش داد که بالاترین درصد خسارت از غلظت صفر و کمترین میزان آن از ۲۵ میلی مولار به دست آمد.

۴- تاثیر اسید آسکوربیک بر شاخص های رشد شامل سطح برگ، سرعت رشد محصول، نسبت وزن برگ، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی معنی دار شد. در حالی که بر شاخص های سطح ویژه برگ و همچنین نسبت سطح برگ معنی دار نشد.

۵- تنش کم آبی وزن خشک ساقه و برگ و همچنین وزن خشک کل را کاهش داد که این تاثیر در تنش شدید مشهود تر بود.

۶- تنش کم آبی سبب کاهش عملکرد، تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف شد که البته تنش ۲۰ روز آبیاری تاثیر معنی داری نسبت به سایر سطوح آبیاری داشت.

۷- اثر تنش کم آبی بر ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی دار نگردید.

۸- تنش کم آبی به ویژه تنش شدید قطر ساقه، مقدار نسبی آب برگ، درصد پایداری غشای برگ عملکرد پروتئین دانه، درصد و عملکرد روغن دانه و کلروفیل برگ را کاهش داد.

۹- تنش شدید آبیاری بر شاخص نسبت وزن برگ اثر افزایشی و در سایر شاخص های رشد اندازه گیری شده اثر کاهشی داشت.

۱۰- تنش کم آبی موجب افزایش درصد پروتئین دانه و همچنین درصد خسارت وارده به غشای برگ شد.

۴-۶- پیشنهادها

۱- این تحقیق در یک سال زراعی، روی یک رقم و در یک مکان انجام شد. تکرار این آزمایش در سالها و مکان های متفاوت و همچنین روی ارقام دیگر به منظور مشخص شدن اثرات آنتی اکسیدانی اسید آسکوربیک در شرایط تنش کم آبی نتایج مفیدی را دربر خواهد داشت.

۲- تاثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک در مراحل مختلف رشدی سویا و سایر گیاهان مورد مطالعه قرار گیرد.

۳- در این تحقیق کمبود آب به عنوان یکی از عوامل محدود کننده رشد مطرح گردید، پیشنهاد می-شود تاثیر اسید آسکوربیک به عنوان تخفیف دهنده سایر تنش های زنده و غیر زنده در گیاهان مورد مطالعه و پژوهش قرار گیرد.

۴- پیشنهاد می شود اثر سایر مواد نظیر گلایسین بتائین، اسید سالیسیلیک، متانول و ... از نظر اثرات آنتی اکسیدانی آنها در برابر تنش های محیطی از جمله تنش کم آبی بررسی شود. ممکن است تاثیر کاربرد توام دو یا چند ماده بیشتر از تاثیر هر یک از آنها به تنهایی باشد.

پیوست

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات ارتفاع بوته تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات ارتفاع بوته					
		۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۸۱/۶۷۱	۳۷۰/۰۳۵	۶۸۳/۱۰۹	۱۱۲۳/۹۱۷	۶۵۷/۵۸۰	۸۳۱/۲۱۳
تنش	۲	۱۴۱۴/۵۹۳	۱۷۱۷/۶۸۹	۲۶۶۹/۴۵۲	۳۸۴۷/۹۴۴	۳۰۳۸/۵۰۶	۳۷۵۴/۲۹۹
خطای اول	۴	۳۵۷/۸۹۶	۴۵۵/۱۹۴	۶۹۱/۰۷۴	۹۹۲/۴۸۹	۵۹۵/۸۸۷	۹۲۹/۳۲۵
اسید آسکوربیک	۵	۱۹۰/۷۷۹**	۲۴۹/۲۲۴**	۳۵۳/۶۹۲**	۴۷۸/۴۵۸**	۳۹۰/۹۱۲**	۴۸۳/۵۵۰**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۲/۶۸۶	۳/۳۹۷	۴/۵۴۷	۱۰/۴۹۲	۵/۰۹۷	۵/۶۲۸
خطا	۳۰	۴/۸۹۱	۸/۴۵۱	۵/۵۰۸	۷/۳۵۵	۷/۱۷۰	۱۵/۲۴۵
ضریب تغییرات(درصد)		۴/۸۷۷	۵/۵۵۷	۴/۱۸۱	۴/۵۲۳	۴/۲۴۹	۵/۹۵۹

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

جدول پیوست ۲- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)					
	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰روز	۵۴/۹۰۰	۶۱/۹۴۴	۶۸/۵۴۶	۷۵/۱۵۰	۷۶/۷۴۲	۸۱/۳۹۰
۱۵ روز	۴۳/۷۵۶	۵۲/۵۶۷	۵۵/۶۵۳	۵۸/۷۴۰	۶۱/۳۸۸	۶۲/۰۰۰
۲۰ روز	۳۷/۳۸۶	۴۲/۴۱۲	۴۴/۲۰۴	۴۵/۹۸۰	۵۰/۹۰۹	۵۳/۱۵۰
LSD 5%						
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۳۸/۹۳۲ f	۴۴/۲۹۷ e	۴۷/۱۲۷ e	۴۹/۹۵۶ f	۵۴/۱۷۳ e	۵۵/۲۳۲ d
۵	۴۱/۹۹۹ e	۴۹/۴۳۰ d	۵۲/۲۱۱ d	۵۴/۹۹۰ e	۵۸/۸۵۳ d	۶۰/۴۰۸ c
۱۰	۴۴/۲۲۱ d	۵۱/۰۹۷ cd	۵۴/۳۸۰ d	۵۷/۶۵۸ d	۶۰/۷۲۰ d	۶۳/۱۱۲ c
۱۵	۴۶/۴۶۶ c	۵۳/۷۸۶ cb	۵۷/۷۰۷ c	۶۱/۶۲۴ c	۶۳/۶۷۰ c	۶۷/۸۱۴ b
۲۰	۴۸/۹۳۲ b	۵۵/۸۹۷ b	۶۰/۶۴۰ b	۶۵/۳۷۷ b	۶۸/۲۱۸ b	۷۱/۵۵۶ ab
۲۵	۵۱/۵۳۲ a	۵۹/۳۴۱ a	۶۴/۷۴۳ a	۷۰/۱۳۹ a	۷۲/۴۴۴ a	۷۴/۹۶۳ a
LSD 5%	۲/۱۲۹	۲/۷۹۸	۲/۲۵۹	۲/۶۱۱	۲/۵۷۸	۳/۷۵۹

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات قطر ساقه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات قطر ساقه					
		۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۰/۳۴۳	۰/۳۹۵	۰/۴۵۴	۰/۵۱۳	۰/۵۴۸	۰/۵۷۵
تنش	۲	۲۹/۶۳۵*	۳۹/۴۴۵*	۵۰/۶۳۵*	۶۳/۳۶۷**	۷۰/۳۳۷**	۷۵/۰۱۲**
خطای اول	۴	۳/۳۴۰	۳/۳۲۸	۳/۳۰۹	۳/۲۹۳	۳/۲۸۰	۳/۲۷۵
اسید آسکوربیک	۵	۱/۹۰۸**	۲/۴۷۶**	۳/۱۰۸**	۳/۸۳۰**	۴/۲۲۳**	۴/۴۸۷**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۰۳۴	۰/۰۲۸	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۸
خطا	۳۰	۰/۰۴۷	۰/۰۴۷	۰/۰۴۸	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹
ضریب تغییرات(درصد)		۳/۷۹۴	۳/۲۹۶	۳/۰۵۱	۲/۹۴۱	۲/۸۹۸	۲/۸۶۳

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

جدول پیوست ۴- مقایسه میانگین قطر ساقه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

تیمار	قطر ساقه (میلی متر)					
	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰ روز	۶/۸۲۱ a	۷/۹۱۷ a	۸/۷۱۴ a	۹/۲۳۰ a	۹/۴۹۱ a	۹/۶۶۲ a
۱۵ روز	۶/۰۲۸ a	۶/۹۲۶ a	۷/۵۲۱ a	۷/۸۳۹ a	۷/۹۹۶ a	۸/۱۰۰ a
۲۰ روز	۴/۳۱۱ b	۵/۰۰۶ b	۵/۴۰۲ b	۵/۵۱۶ b	۵/۵۷۴ b	۵/۶۱۴ b
LSD 5%	۱/۶۹۱	۱/۶۸۸	۱/۶۸۳	۱/۶۷۹	۱/۶۷۳	۱/۶۷۵
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۵/۰۵۷ e	۵/۸۷۰ e	۶/۳۸۲ f	۶/۶۱۳ f	۶/۷۳۰ f	۶/۸۰۶ f
۵	۵/۴۲۲ d	۶/۲۶۷ d	۶/۸۱۳ e	۷/۰۷۸ e	۷/۲۱۱ e	۷/۳۰۲ e
۱۰	۵/۲۶۴ cd	۶/۴۹۸ c	۷/۰۷۴ d	۷/۳۶۶ d	۷/۵۱۴ d	۷/۶۱۱ d
۱۵	۵/۷۹۰ c	۶/۷۰۴ c	۷/۳۱۸ c	۷/۶۵۳ c	۷/۸۲۰ c	۷/۹۳۱ c
۲۰	۶/۰۸۸ b	۷/۰۳۷ b	۷/۶۸۴ b	۸/۰۵۳ b	۸/۲۳۸ b	۸/۳۶۱ b
۲۵	۶/۳۳۸ a	۷/۳۲۲ a	۸/۰۰۳ a	۸/۴۰۶ a	۸/۶۱۰ a	۸/۷۴۳ a
LSD 5%	۰/۲۰۹	۰/۲۱۰	۰/۲۱۱	۰/۲۱۳	۰/۲۱۴	۰/۲۱۴

جدول پیوست ۵- میانگین مربعات وزن خشک برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات وزن خشک برگ					
		۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۶۶۴۲۹	۶۷۴۳۷/۰۶۲	۶۸۳۱۶/۰۳۶	۶۹۲۹۳/۲۴۶	۷۰۵۱۴/۶۷۸	۷۱۸۵۰/۵۰۰
تنش	۲	۷۵۸۶۳/۵۶۲	۱۳۱۱۹۱/۹۷۹*	۲۰۸۷۱۵/۳۴۲**	۳۰۷۸۹۸/۸۲۵**	۴۲۴۸۸۳/۰۸۳**	۵۶۰۴۱۵/۰۰۴**
خطای اول	۴	۱۳۷۱۷/۸۷۶	۱۳۷۳۸/۳۳۰	۱۳۷۱۸/۰۱۸	۱۳۶۹۷/۸۰۱	۱۳۵۷۳/۹۲۱	۱۳۹۰۰/۶۵۸
اسید آسکوربیک	۵	۲۸۰۷۵/۰۴۲**	۳۶۹۶۸/۰۱۷**	۴۷۷۷۶/۷۳۰**	۶۰۰۹۷/۸۰۵**	۷۲۵۹۶/۰۶۱**	۸۵۸۸۰/۷۸۰**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۶۷۴/۳۰۲	۶۶۷/۹۵۰	۶۳۲/۳۲۵	۶۰۹/۵۲۷	۶۳۲/۲۷۰	۶۹۴/۴۸۰
خطا	۳۰	۹۰۹/۸۵۶	۸۸۸/۶۰۰	۸۷۹/۳۰۱	۸۷۳/۷۴	۸۶۶/۴۲۲	۸۵۸/۴۸۷
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۷۲۹	۶/۸۹۳	۶/۱۰۲	۵/۳۱۸	۴/۹۶۰	۴/۶۶۹

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

جدول پیوست ۶- مقایسه میانگین وزن خشک برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

تیمار	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع)					
	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰ روز	۴۶۵/۰۰ a	۵۳۰/۵۴ a	۶۰۷/۶۴ a	۷۰۱/۲۴ a	۷۶۱/۸۳ a	۸۱۸/۸۰ a
۱۵ روز	۳۵۷/۵۱ ab	۳۹۱/۸۷ b	۴۴۶/۹۳ b	۵۱۸/۵۸ b	۵۵۷/۲۳ b	۵۹۲/۲۶ b
۲۰ روز	۳۴۸/۱۸ b	۳۷۵/۰۰ b	۴۰۳/۱۳ b	۴۴۷/۷۶ b	۴۶۱/۰۰ b	۴۷۱/۲۰ c
LSD 5%	۱۰۸/۴	۱۰۸/۴۸	۱۰۸/۴	۱۰۸/۳	۵۴/۱۰۸	۱۰۹/۱۲
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۳۲۸/۳۵ e	۳۵۸/۱۰ e	۳۹۷/۵۸ e	۴۵۳/۵۵ f	۴۷۹/۷۶ f	۵۰۲/۸۴ f
۵	۳۴۴/۶۸ de	۳۷۹/۳۲ e	۴۲۵/۵۰ e	۴۸۸/۱۸ e	۵۱۷/۸۶ e	۵۴۴/۵۹ e
۱۰	۳۶۶/۱۸ cd	۴۰۸/۳۷ d	۴۶۲/۱۲ d	۵۳۲/۳۶ d	۵۶۹/۶۱ d	۶۰۳/۲۳ d
۱۵	۳۹۳/۷۵ c	۴۳۹/۲۰ c	۴۹۶/۲۱ c	۵۶۹/۷۱ c	۶۱۰/۲۲ c	۶۴۷/۱۰ c
۲۰	۴۳۲/۷۹ b	۴۸۱/۵۳ b	۵۴۱/۸۲ b	۶۱۸/۶۰ b	۶۶۲/۳۹ b	۷۰۲/۵۵ b
۲۵	۴۷۵/۶۲ a	۵۲۸/۱۲ a	۵۹۲/۱۸ a	۶۷۲/۷۴ a	۷۲۰/۲۹ a	۷۶۴/۲۲ a
LSD 5%	۲۹/۰۴	۲۸/۶۹	۲۸/۵۴	۲۸/۴۶	۲۸/۳۳	۲۸/۲۰

جدول پیوست ۷- میانگین مربعات وزن خشک ساقه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات وزن خشک ساقه					
		۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۴۴۹۹/۴۵۶	۴۷۴۰/۴۵۶	۵۱۷۴/۱۷۰	۸۵۶۶/۴۵۸	۵۸۱۹/۰۲۶	۵۷۲۴/۵۵۸
تنش	۲	۴۷۸۷۸/۳۰۹	۷۴۲۳۷/۵۷۳ *	۱۲۵۳۷۰/۵۴۶ *	۲۱۳۲۶۸/۰۳۸ **	۲۰۷۰۷۹/۹۷۷ **	۱۹۵۰۷۱/۵۳۷ **
خطای اول	۴	۱۰۱۶۸/۰۸۰	۱۰۱۰۱/۹۶۲	۱۰۰۵۱/۵۰۵	۹۹۴۴/۶۷۱	۹۹۴۹/۹۹۸	۹۹۶۷/۰۱۳
اسید آسکوربیک	۵	۱۲۳۴۵//۲۵۴ **	۱۵۸۳۵/۶۵۷ **	۲۱۶۷۳/۲۸۷ **	۳۱۲۵۶/۷۱۵ **	۳۰۶۰۸/۳۵۰ **	۲۹۳۰۳/۱۷۴ **
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۷۳/۱۲۲	۹۲/۹۲۹	۱۵۳/۵۷۰	۲۷۳/۶۵۲	۲۶۴/۴۶۴	۲۴۸/۴۳۲
خطا	۳۰	۵۱۸/۷۹۱	۵۰۷/۲۲۰	۴۹۸/۱۶۰	۴۸۵/۹۲۷	۴۸۶/۴۱۰	۴۸۸/۱۴۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۰۳۸	۹/۶۷۵	۸/۱۸	۶/۷۷۲	۶/۸۴۵	۷/۰۰۱

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

جدول پیوست ۸- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

تیمار	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع)					
	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰ روز	۲۵۴/۷۳ a	۲۹۳/۱۸ a	۳۵۱/۴۱ a	۴۲۸/۵۰ a	۴۲۳/۶۸ a	۴۱۴/۰۸ a
۱۵ روز	۲۱۲/۲۲ b	۲۳۹/۷۹ ab	۲۸۱/۱۶ a	۳۳۶/۳۱ a	۳۳۲/۸۶ a	۳۲۵/۹۷ a
۲۰ روز	۱۵۲/۰۸ b	۱۶۵/۳۱ b	۱۸۵/۱۶ b	۲۱۱/۶۱b	۲۰۹/۹۶ b	۲۰۶/۶۵ b
LSD 5%	۹۳/۳۲	۹۳/۰۱	۹۲/۷۸	۹۲/۲۹	۹۲/۳۱	۹۲/۳۹
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۱۵۸/۹۵ d	۱۷۷/۳۷ d	۲۰۶/۱۱ e	۲۴۳/۳۵ f	۲۴۱/۰۱ f	۲۳۶/۴۳ f
۵	۱۷۶/۱۷ dc	۱۹۸/۷۱ d	۲۳۲/۵۲ d	۲۷۷/۶۰ e	۲۷۴/۷۹ e	۲۶۹/۱۵ e
۱۰	۱۹۶/۷۸ bc	۲۲۳/۶۵ c	۲۶۳/۹۶ c	۳۱۷/۷۰ d	۳۱۴/۳۵ d	۳۰۷/۶۳ d
۱۵	۲۱۱/۵۷ b	۲۴۰/۰۸ c	۲۸۲/۸۳ c	۳۳۹/۸۴ c	۳۳۶/۲۷ c	۳۲۹/۱۵ c
۲۰	۲۳۶/۵۸ a	۲۶۶/۷۲ b	۳۱۱/۹۴ b	۳۷۲/۲۳ b	۳۶۸/۴۶ b	۳۶۰/۹۲ b
۲۵	۲۵۸/۰۰ a	۲۹۰/۰۳ a	۳۳۸/۰۷ a	۴۰۲/۱۳ a	۳۹۸/۱۳ a	۳۹۰/۱۲ a
LSD 5%	۲۱/۹۲	۲۱/۶۸	۲۱/۴۸	۲۱/۲۲	۲۱/۲۳	۲۱/۲۷

جدول پیوست ۹- میانگین مربعات وزن خشک کل تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مر بعات وزن خشک کل				
		۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۱۰۴۷۸۸/۹۷۱	۱۰۶۹۲۲/۳۳۴	۱۰۹۶۴۷/۶۰۸	۱۱۳۰۶۰/۵۷۶	۱۱۴۸۰۳/۶۱۸	۱۱۶۵۱۱/۴۶۴
تنش	۲	۲۱۶۳۷۲/۸۳۰*	۳۷۶۶۹۵/۷۰۱*	۶۳۱۰۵۰/۰۱۶**	۱۰۰۵۰۵۹/۵۰۰**	۱۲۰۰۱۸۰/۰۷۵**	۱۳۹۴۵۳۱/۴۲۰**
خطای اول	۴	۲۶۵۵۲/۲۷۶	۲۶۲۹۱/۸۶۱	۲۵۹۳۹/۸۱۰	۲۵۵۱۱/۳۴۵	۲۵۵۵۰/۵۲۷	۲۵۷۰۱/۹۵۰
اسید آسکوربیک	۵	۷۷۳۳۳/۲۱۸**	۱۰۰۸۳۵/۱۵۹**	۱۳۳۳۹۳/۰۴۵**	۱۷۷۴۵۱/۴۹۲**	۱۹۷۰۱۲/۹۵۶**	۲۱۵۱۵۲/۴۴۰**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۹۱۸/۵۹۳	۸۶۳/۵۸۰	۸۳۳/۳۶۱	۹۰۱/۹۶۷	۸۶۳/۸۷۶	۸۵۰/۷۱۰
خطا	۳۰	۲۰۲۳/۷۱۲	۱۹۶۲/۴۹۸	۱۹۲۲/۸۵۳	۱۸۶۳/۵۸۰	۱۸۵۰/۱۵۶	۱۸۳۸/۱۵۸
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۵۴۰	۶/۶۵۹	۵/۷۶۶	۴/۸۹۸	۴/۶۹۸	۴/۵۴۶

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

جدول پیوست ۱۰- میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد
تکرار	۲	۴۷۹/۴۶	۰/۰۸۶۱	۹۷/۸۹۱	۵/۱۰۵
تنش	۲	۴۱۹۰/۳۰*	۱/۱۸۴۹**	۱۱۴۷/۲۴۶	۵۶/۸۶۴*
خطای اول	۴	۴۴۶/۵۶	۰/۰۱۶۶	۲۵۴/۶۷۶	۴/۲۹۳
اسید آسکوربیک	۵	۲۴۳/۳۷**	۰/۱۳۷۵**	۶۴۵/۰۳۱**	۷/۲۰۲**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۵۵/۲۹*	۰/۰۱۳۶*	۵۹/۹۵۴	۰/۳۸۵
خطا	۳۰	۱۹/۶۷	۰/۰۰۴۹	۵۳/۹۰۹	۰/۳۴۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۱۳	۳/۵۶۰	۴/۹۴۵	۱۶/۱۸۴

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

جدول پیوست ۱۱- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

تیمار	تعداد غلاف در بوته	متوسط تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (تن در هکتار)
تنش کم آبیاری				
۱۰ روز	۵۲/۳۷۶ a	۲/۱۳۴ a	۱۵۶/۴۴۶	۵/۳۱۳۶ a
۱۵ روز	۳۵/۳۷۲ ab	۲/۰۹۸ a	۱۴۸/۴۴۷	۳/۷۸۵۰ a
۲۰ روز	۲۱/۹۳۰ b	۱/۶۷۳ b	۱۴۰/۴۷۹	۱/۷۹۰۶ b
LSD5%	۱۹/۵۵۷	۰/۱۱۹۴		۱/۹۱۷۷
اسید آسکوربیک (میلی مولار)				
صفر	۲۹/۵۹۰ d	۱/۷۸۸ e	۱۳۶/۱۷۱ d	۲/۴۸۴ d
۵	۳۴/۱۴۲ c	۱/۸۸۲ d	۱۴۳/۶۷۷ c	۳/۱۲۵ c
۱۰	۳۴/۷۵۴ c	۱/۹۵۶ c	۱۴۶/۴۴۴ c	۳/۳۵۰ c
۱۵	۳۶/۲۴۷ bc	۲/۰۰۲ bc	۱۵۰/۰۵۶ bc	۳/۶۴۱ bc
۲۰	۳۹/۹۴۱ b	۲/۰۴۱ b	۱۵۳/۶۵۰ b	۴/۱۴۶ b
۲۵	۴۴/۶۸۳ a	۲/۱۴۲ a	۱۶۰/۷۴۴ a	۵/۰۷۵ a
LSD5%	۴/۲۷۰	۰/۰۶۷۵	۷/۰۶۸۷	۰/۵۶۶

جدول پیوست ۱۲- میانگین مربعات کلروفیل برگ های بالایی کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات کلروفیل بالایی کانوپی					
		۷۵	۸۲	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۳۳/۲۸۵	۴۳/۵۹۹	۳۳/۳۶۳	۳۱/۸۲۵	۳۰/۹۰۰	۴۰/۲۴۴
تنش	۲	۲۹۴/۲۹۷*	۹۹۲/۴۹۷*	۹۱۵/۳۶۷*	۹۰۲/۴۰۹*	۸۸۹/۳۳۲*	۹۰۸/۸۳۹۰*
خطای اول	۴	۱۵۳/۶۱۱	۱۴۵/۲۲۳	۱۲۶/۲۴۴	۱۱۳/۵۷۸	۱۰۲/۶۲۱	۱۰۱/۷۷۵
اسید آسکوربیک	۵	۵۹/۲۱۰**	۹۲/۱۴۵**	۱۱۰/۵۹۹**	۱۳۹/۳۵۳**	۱۷۱/۴۵۹**	۲۲۵/۰۸۹**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۲۰۱	۰/۵۶۴	۰/۵۰۷	۰/۶۶۵	۰/۸۵۱	۱/۴۹۱
خطا	۳۰	۰/۳۳۷	۰/۵۷۳	۰/۸۵۱	۱/۳۶۴	۲/۰۶۱	۲/۷۸۸
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۴۹۰	۳/۰۵۰	۳/۵۳۲	۴/۲۶۰	۴/۹۹۸	۵/۵۲۷

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

جدول پیوست ۱۳- مقایسه میانگین برگ های بالایی کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	کلروفیل بالای کانوپی (اسپد)					
تیمار	۷۵	۸۲	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰ روز	۲۸/۶۳۷ a	۳۰/۳۲۷ a	۳۱/۳۴۴ a	۳۲/۶۱۲ a	۳۳/۸۸۲ a	۳۵/۵۷۲ a
۱۵ روز	۲۶/۴۹۹ a	۲۷/۷۸۰ a	۲۹/۰۲۵ a	۳۰/۲۹۹ a	۳۱/۵۷۶ a	۳۲/۹۰۶ a
۲۰ روز	۱۴/۹۴۲ b	۱۶/۳۸۳ b	۱۷/۹۹۷ b	۱۹/۳۵۷ b	۲۰/۷۱۹ b	۲۲/۱۵۳ b
LSD 5%	۱۱/۴۷	۱۱/۱۵۳	۱۰/۳۹۹	۹/۸۶۳	۹/۳۷۵	۹/۳۳۶
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۲۰/۱۰۷ f	۲۰/۸۵۶ f	۲۱/۷۹۲ f	۲۲/۵۹۲ f	۲۳/۳۹۳ f	۲۴/۱۴۰ f
۵	۲۱/۳۹۷ e	۲۲/۴۴۸ e	۲۳/۴۴۲ e	۲۴/۳۹۴ e	۲۵/۳۵۰ e	۲۶/۳۹۸ e
۱۰	۲۲/۵۰۱ d	۲۳/۷۴۰ d	۲۴/۸۷۷ d	۲۵/۹۹۰ d	۲۷/۱۰۳ d	۲۸/۳۳۸ d
۱۵	۲۳/۶۸۳ c	۲۵/۱۷۶ c	۲۷/۶۳۸ c	۲۸/۰۴۸ c	۲۹/۴۶۰ c	۳۰/۹۵۰ c
۲۰	۲۵/۲۶۳ b	۲۷/۱۰۶ b	۲۸/۶۱۷ b	۳۰/۱۸۶ b	۳۱/۷۵۷ b	۳۳/۶۰۱ b
۲۵	۲۷/۱۰۲ a	۲۹/۶۵۱ a	۳۱/۳۶۳ a	۳۳/۳۲۴ a	۳۵/۲۸۷ a	۳۷/۸۳۴ a
LSD 5%	۰/۵۵۹	۰/۷۲۹	۰/۸۸۸	۱/۱۲۴	۱/۳۸۲	۱/۶۰۷

جدول پیوست ۱۴- میانگین مربعات کلروفیل برگ های میانی کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

		میانگین مربعات کلروفیل میانی کانوپی					
منابع تغییر	درجه آزادی	۷۵	۸۲	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۳۳/۳۲۴	۴۳/۶۲۹	۳۳/۳۶۳	۳۳/۹۲۳	۳۰/۹۰۰	۳۴/۰۹۱
تنش	۲	۹۷۳/۹۸۰*	۱۰۶۹/۷۹۶*	۹۸۹/۹۹۱*	۹۹۸/۳۲۰*	۹۶۲/۸۹۰*	۹۹۲/۸۱۶*
خطای اول	۴	۱۵۳/۶۹۷	۱۴۵/۲۷۳	۱۲۶/۲۴۴	۱۱۵/۰۹۰	۱۰۲/۶۲۱	۹۶/۷۳۴
اسید آسکوربیک	۵	۵۹/۲۳۹**	۹۲/۱۸۳**	۱۱۰/۵۹۹**	۱۴۲/۳۱۲**	۱۷۱/۴۵۹**	۲۱۴/۰۳۴**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۲۰۱	۰/۵۶۳	۰/۵۰۷	۰/۷۲۶	۰/۸۵۱	۱/۲۱۴
خطا	۳۰	۰/۳۳۷	۰/۵۷۲	۰/۸۵۱	۱/۳۴۵	۲/۰۶۱	۲/۸۵۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۷۵۲	۲/۱۶۳	۲/۵۱۷	۳/۰۳۱	۳/۶۱۱	۴/۱۰۶

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

جدول پیوست ۱۵- مقایسه میانگین برگ های میانی کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	کلروفیل میانی کانوپی (اسپد)					
تیمار	۷۵	۸۲	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰ روز	۳۸/۴۳۳ a	۴۰/۶۲۵ a	۴۲/۰۴۴ a	۴۳/۶۹۷ a	۴۵/۰۸۲ a	۴۶/۶۲۰ a
۱۵ روز	۳۶/۲۹۴ a	۳۸/۰۸۰ a	۳۹/۷۲۵ a	۴۱/۳۱۱ a	۴۲/۷۷۶ a	۴۴/۱۷۳ a
۲۰ روز	۲۴/۷۴۲ b	۲۶/۱۸۳ b	۲۸/۱۹۷ b	۲۹/۷۷۲ b	۳۱/۴۱۹ b	۳۲/۷۰۹ b
LSD 5%	۱۱/۴۷۴	۱۱/۱۵۵	۱۰/۳۹۹	۹/۹۲۸	۹/۳۷۵	۹/۱۰۲
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۲۹/۹۰۷ f	۳۰/۹۹۰ f	۳۲/۳۲۵ f	۳۳/۳۸۰ f	۳۴/۴۲۶ f	۳۵/۲۴۰ f
۵	۳۱/۱۹۵ e	۳۲/۵۷۷ e	۳۳/۹۷۵ e	۳۵/۲۱۵ e	۳۶/۳۸۳ e	۳۷/۴۰۷ e
۱۰	۳۲/۲۹۶ d	۳۳/۸۷۳ d	۳۵/۴۱۱ d	۳۶/۸۱۵ d	۳۸/۱۳۶ d	۳۹/۳۳۴ d
۱۵	۳۳/۴۸۳ c	۳۵/۳۱۰ c	۳۷/۱۷۲ c	۳۸/۸۶۴ c	۴۰/۴۹۳ c	۴۱/۹۶۷ c
۲۰	۳۵/۰۶۳ b	۳۷/۲۴۰ b	۳۹/۱۵۱ b	۴۱/۰۴۲ b	۴۲/۷۹۱ b	۴۴/۵۰۴ b
۲۵	۳۶/۹۰۲ a	۳۹/۸۷۴ a	۴۱/۸۹۶ a	۴۴/۲۴۲ a	۴۶/۳۲۱ a	۴۸/۵۵۰ a
LSD 5%	۰/۵۵۹	۰/۷۲۸	۰/۸۸۸	۱/۱۱۶	۱/۳۸۲	۱/۶۲۷

جدول پیوست ۱۶- میانگین مربعات کلروفیل برگ های پایین کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

		میانگین مربعات کلروفیل پایین کانوپی					
منابع تغییر	درجه آزادی	۷۵	۸۲	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۴۳/۵۹۹	۵۵/۲۸۷	۴۳/۴۸۳	۴۳/۹۶۱	۴۰/۱۷۵	۴۳/۷۱۱
تنش	۲	۹۹۲/۴۹۷*	۱۰۹۱/۵۷۰*	۱۰۱۰/۱۳۰	۱۰۱۸/۲۹۵*	۹۸۲/۷۳۷*	۱۰۱۲/۹۴۸*
خطای اول	۴	۱۴۵/۲۲۳	۱۳۹/۳۱۰	۱۲۱/۷۱۵	۱۱۲/۵۶۴	۱۰۱/۷۳۲	۹۷/۸۶۹
اسید آسکوربیک	۵	۹۲/۱۴۵**	۱۳۲/۴۶۴**	۱۵۴/۳۵۶**	۱۹۱/۴۲۷**	۲۲۵/۰۲۹**	۲۷۳/۴۶۹**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۵۶۴	۱/۱۸۳	۱/۰۴۸	۱/۳۶۳	۱/۴۹۲	۱/۹۸۹
خطا	۳۰	۰/۵۷۳	۱/۰۳۵	۱/۳۵۷	۱/۹۸۸	۲/۷۹۲	۳/۷۴۴
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۱۶۱	۲/۷۹۲	۳/۰۸۸	۳/۶۲۵	۴/۱۷۶	۴/۷۱۸

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

جدول پیوست ۱۷- مقایسه میانگین برگ های پایین کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	کلروفیل پایین کانوپی (اسپد)					
تیمار	۷۵	۸۲	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰ روز	۴۰/۵۳۷ a	۴۲/۳۱۹ a	۴۳/۳۲۸ a	۴۴/۵۷۱ a	۴۵/۵۴۶ a	۴۶/۶۷۴ a
۱۵ روز	۳۷/۹۹۰ a	۳۹/۴۱۱ a	۴۰/۶۴۶ a	۴۱/۸۲۲ a	۴۲/۸۷۶ a	۴۳/۸۶۴ a
۲۰ روز	۲۶/۵۹۳ b	۲۷/۶۱۴ b	۲۹/۲۲۱ b	۳۰/۳۸۸ b	۳۱/۶۲۳ b	۳۲/۵۰۶ b
LSD 5%	۱۱/۱۵۳	۱۰/۹۲۳	۱۰/۲۱۰	۹/۸۱۹	۹/۳۳۴	۹/۱۵۵
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۳۱/۰۶۶ f	۳۱/۷۳۵ f	۳۲/۶۶۱ f	۳۳/۳۰۷ f	۳۳/۹۴۳ f	۳۴/۳۴۷ f
۵	۳۲/۶۵۸ e	۳۳/۶۲۷ e	۳۴/۶۱۶ e	۳۵/۴۴۶ e	۳۶/۲۰۴ e	۳۶/۸۱۸ e
۱۰	۳۳/۹۵۰ d	۳۵/۱۱۳ d	۳۶/۲۴۲ d	۳۷/۲۳۷ d	۳۸/۱۴۶ d	۳۸/۹۳۶ d
۱۵	۳۵/۳۸۶ c	۳۶/۸۰۰ c	۳۸/۲۵۲ c	۳۹/۵۳۷ c	۴۰/۷۵۳ c	۴۱/۸۲۰ c
۲۰	۳۷/۳۱۶ b	۳۹/۰۸۰ b	۴۰/۵۸۲ b	۴۲/۰۶۲ b	۴۳/۴۰۴ b	۴۴/۷۰۵ b
۲۵	۳۹/۸۶۱ a	۴۲/۳۳۰ a	۴۴/۰۳۴ a	۴۵/۹۷۰ a	۴۷/۶۳۷ a	۴۹/۴۵۷ a
LSD 5%	۰/۷۲۹	۰/۹۷۹	۱/۱۲۱	۱/۳۵۷	۱/۶۰۸	۱/۸۶۲

جدول پیوست ۱۸- میانگین مربعات کلروفیل کل برگ های کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

		میانگین مربعات کلروفیل کل کانوپی					
منابع تغییر	درجه آزادی	۷۵	۸۲	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۳۶/۵۷۲	۴۷/۳۹۹	۳۶/۶۰۰	۳۶/۳۴۸	۳۳/۸۳۶	۳۹/۱۷۵
تنش	۲	۹۸۰/۰۸۸*	۱۰۵۱/۰۳۲*	۹۷۱/۲۹۹*	۹۷۲/۰۹۷*	۹۴۴/۳۷۷*	۹۷۰/۵۰۰*
خطای اول	۴	۱۵۰/۵۱۶	۱۴۲/۹۱۳	۱۲۴/۳۹۴	۱۱۳/۴۹۶	۱۰۲/۱۰۸	۹۸/۵۰۲
اسید آسکوربیک	۵	۶۹/۳۷۰**	۱۰۴/۷۵۲**	۱۲۴/۳۵۵ **	۱۵۶/۷۷۲**	۱۸۸/۵۷۶**	۲۳۶/۸۵۲**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۲۹۲	۰/۷۴۲	۰/۶۶۱	۰/۸۷۸	۱/۰۳۳	۱/۵۴۴
خطا	۳۰	۰/۳۸۹	۰/۷۰۱	۰/۹۹۳	۱/۵۳۹	۲/۲۸۳	۳/۱۰۷
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۰۴۶	۲/۶۱۱	۲/۹۷۵	۳/۵۵۸	۴/۱۷۸	۴/۷۰۵

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

جدول پیوست ۱۹- مقایسه میانگین برگ های کل کانوپی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	کلروفیل کل کانوپی (اسپد)					
تیمار	۷۵	۸۲	۸۹	۹۶	۱۰۳	۱۱۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰ روز	۳۵/۸۶۹ a	۳۷/۷۵۷ a	۳۸/۹۰۵ a	۴۰/۲۹۳ a	۴۱/۵۰۲ a	۴۲/۹۵۶ a
۱۵ روز	۳۵/۵۶۲ a	۳۵/۰۹۱ a	۳۶/۴۶۳ a	۳۷/۸۱۰ a	۳۹/۰۷۴ a	۴۰/۳۱۴ a
۲۰ روز	۲۲/۰۹۲ b	۲۳/۳۹۲ b	۲۵/۱۳۸ b	۲۶/۵۰۶ b	۲۷/۹۲۰ b	۲۹/۱۲۴ b
LSD 5%	۱۱/۳۵۴	۱۱/۰۶۴	۱۰/۳۲۲	۹/۸۵۹	۹/۳۵۱	۹/۱۸۵
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۲۷/۰۲۶ f	۲۷/۸۶۱ f	۲۸/۹۲۵ f	۲۹/۷۶۱ f	۳۰/۵۸۵ f	۳۱/۲۴۳ f
۵	۲۸/۴۱۸ e	۲۹/۵۵۱ e	۳۰/۶۷۷ e	۳۱/۶۸۶ e	۳۲/۶۴۴ e	۳۳/۵۴۱ e
۱۰	۲۹/۵۸۳ d	۳۰/۹۰۸ d	۳۲/۱۷۵ d	۳۳/۳۴۶ d	۳۴/۴۶۱ d	۳۵/۵۳۷ d
۱۵	۳۰/۸۵۰ c	۳۲/۴۲۸ c	۳۴/۰۲۱ c	۳۵/۴۸۲ c	۳۶/۹۰۱ c	۳۸/۲۴۷ c
۲۰	۳۲/۵۴۶ b	۳۴/۴۷۴ b	۳۶/۱۱۴ b	۳۷/۷۶۴ b	۳۹/۳۱۸ b	۴۰/۹۳۷ b
۲۵	۳۴/۶۲۲ a	۳۷/۲۵۴ a	۳۹/۰۹۷ a	۴۱/۱۷۷ a	۴۳/۰۸۲ a	۴۵/۲۸۱ a
LSD 5%	۰/۶۰۱	۰/۸۰۶	۰/۹۵۹	۱/۱۹۴	۱/۴۵۴	۱/۶۹۷

جدول پیوست ۲۰- میانگین مربعات درصد و عملکرد روغن و پروتئین دانه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
تکرار	۲	۰/۵۱۸	۹۱۱/۹۱۵	۲/۹۴۵	۴۹۲۵/۲۵۰
تنش	۲	۱۰/۲۹۷	۱۴۸۱۸/۰۵۶*	۸۶/۷۰۶**	۴۱۲۰۸/۹۷۱*
خطای اول	۴	۱/۹۹۹	۹۹۸/۸۲۰	۲/۸۰۹	۵۰۷۹/۱۸۳
اسید آسکوربیک	۵	۱۶/۶۸۵**	۳۰۹۲/۰۹۳**	۳۰/۲۷۱**	۱۱۱۲۱/۴۸۲**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۱/۱۰۸	۸۴/۲۶۱	۲/۱۰۳*	۲۵۰/۴۹۱
خطا	۳۰	۰/۷۰۰	۸۵/۱۲۹	۰/۹۱۵	۴۲۵/۶۵۷
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۶۲۳	۱۶/۵۱۸	۳/۰۵۴	۱۸/۳۴۱

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

جدول پیوست ۲۱- میانگین مربعات مقدار نسبی آب برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات مقدار نسبی آب برگ
تکرار	۲	۳۶۱/۸۹۱
تنش	۲	۸۶۷/۳۷۸*
خطای اول	۴	۸۷/۴۹۳
اسید آسکوربیک	۵	۴۵۰/۷۰۹**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۵۱/۷۵۴**
خطا	۳۰	۱۵/۳۹۷
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۳۶۲

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

جدول پیوست ۲۲- میانگین مربعات خسارت و پایداری غشای پلاسمایی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات خسارت و پایداری غشای پلاسمایی	
		خسارت غشا	پایداری غشا
تکرار	۲	۵۳/۸۱۲	۱/۴۱۸
تنش	۲	۷۰۱۶/۲۵۹**	۲۵۳۳/۷۹۷**
خطای اول	۴	۷/۵۳۳	۰/۴۷۷
اسید آسکوربیک	۵	۵۲۱/۶۷۲**	۱۶۴/۰۴۶**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۳۶/۷۳۹**	۲۸/۳۲۴**
خطا	۳۰	۳/۱۷۲	۰/۴۶۳
ضریب تغییرات(درصد)		۳/۵۸۱	۰/۹۳۸

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

جدول پیوست ۲۳- مقایسه میانگین خسارت و پایداری غشای پلاسمایی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

تیمار	خسارت غشا (درصد)	پایداری غشا (درصد)
تنش کم آبیاری		
۱۰ روز	۳۱/۵۲۷ c	۸۲/۸۴۸ a
۱۵ روز	۴۶/۹۵۳ b	۷۵/۰۷۲ b
۲۰ روز	۷۰/۷۱۹ a	۵۹/۵۴۵ c
LSD5%	۲/۵۴۰	۰/۶۳۹
اسید آسکوربیک (میلی مولار)		
صفر	۶۰/۷۵۳ a	۷۸/۱۲۶ a
۵	۵۵/۳۲۱ b	۷۵/۵۲۵ b
۱۰	۵۱/۱۸۷ c	۷۳/۹۳۸ c
۱۵	۴۷/۱۱۷ d	۷۱/۵۸۲ d
۲۰	۴۴/۱۲۴ e	۶۹/۴۱۶ e
۲۵	۳۹/۸۹۷ f	۶۶/۳۴۳ f
LSD5%	۱/۷۱۴	۰/۶۵۵

جدول پیوست ۲۴- میانگین مربعات شاخص سطح برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات شاخص سطح برگ					
		۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰روز پس از کاشت
تکرار	۲	۰/۰۶۲	۰/۱۴۹	۰/۲۳۴	۰/۱۴۸	۰/۱۳۳	۰/۱۹۳
تنش	۲	۲۲/۲۷۹**	۴۰/۴۰۹**	۶۵/۰۸۲**	۴۳/۶۸۲**	۳۴/۱۵۰**	۳۴/۹۶۲**
خطای اول	۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۲۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۳۷
اسید آسکوربیک	۵	۱/۴۷۰**	۲/۶۰۴**	۳/۹۳۱**	۲/۹۵۲**	۲/۱۱۰**	۲/۱۹۹**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۱۰۱**	۰/۲۲۷**	۰/۲۷۶**	۰/۱۸۶**	۰/۳۳۷**	۰/۳۶۴**
خطا	۳۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۶۵۵	۲/۳۱۸	۲/۱۴۵	۲/۰۷۸	۲/۳۹۱	۰/۵۵۱

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

جدول پیوست ۲۵- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	شاخص سطح برگ (متر مربع در متر مربع)					
تیمار	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری						
۱۰ روز	۳/۷۷۰ a	۴/۹۴۵ a	۶/۴۷۱ a	۵/۵۴۳ a	۴/۶۸۳ a	۴/۰۶۳ a
۱۵ روز	۲/۵۷۰ b	۳/۲۱۸ b	۴/۲۸۳ b	۳/۸۲۶ b	۲/۹۶۸ b	۲/۳۱۶ b
۲۰ روز	۱/۵۴۷ c	۱/۹۶۰ c	۲/۶۸۳ c	۲/۴۳۳ c	۱/۹۵۹ c	۱/۳۰۸ c
LSD 5%	۰/۱۰۷	۰/۱۲۰	۰/۱۵۴	۰/۱۰۸	۰/۱۱۹	۰/۱۸۰
اسید آسکوربیک (میلی مولار)						
صفر	۲/۱۷۲ f	۲/۷۴۵ f	۳/۶۹۲ f	۳/۲۶۴ f	۲/۶۳۷ f	۱/۹۹۴ f
۵	۲/۳۰۵ e	۲/۹۶۰ e	۳/۹۶۱ e	۳/۴۸۱ e	۲/۸۱۸ e	۲/۱۶۶ e
۱۰	۲/۴۷۷ d	۳/۱۷۸ d	۴/۲۳۰ d	۳/۷۲۱ d	۳/۰۳۴ d	۲/۳۸۱ d
۱۵	۲/۶۴۷ c	۳/۴۰۲ c	۴/۵۳۵ c	۳/۹۸۰ c	۳/۲۳۵ c	۲/۵۸۵ c
۲۰	۲/۹۰۸ b	۳/۷۵۲ b	۵/۰۰۰ b	۴/۳۵۵ b	۳/۵۴۶ b	۲/۹۲۷ b
۲۵	۳/۲۶۳ a	۴/۲۱۰ a	۵/۴۵۸ a	۴/۸۰۶ a	۳/۹۵۰ a	۳/۳۲۱ a
LSD 5%	۰/۰۶۷	۰/۰۷۵	۰/۰۹۲	۰/۰۷۸	۰/۰۷۳	۰/۰۷۸

جدول پیوست ۲۶- میانگین مربعات نسبت سطح برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

		میانگین مربعات نسبت سطح برگ				
منابع تغییر	درجه آزادی	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تکرار	۲	۴۹۰/۲۹۳	۴۹۵/۷۷۲	۳۳۹/۵۴۷	۱۶۳/۳۰۸	۸۴/۱۶۳
تنش	۲	۲۵۲۸/۷۷۳**	۲۳۹۱/۶۸۳**	۱۳۰۸/۷۰۲*	۵۱۸/۳۰۷*	۵۸۲/۲۴۷**
خطای اول	۴	۱۲۳/۵۱۵	۱۲۳/۳۷۵	۸۱/۲۱۲	۳۹/۸۶۱	۲۱/۲۹۹
اسید آسکوربیک	۵	۱/۹۲۴	۶/۲۹۴	۱۴/۱۱۵*	۱۴/۳۰۶**	۶/۳۵۸*
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۱۴/۹۱۹	۲۲/۹۹۹**	۲۲/۵۲۹**	۱۷/۶۸۶**	۲۰/۵۷۵**
خطا	۳۰	۷/۰۴۱	۷/۳۵۶	۵/۰۵۸	۲/۶۷۳	۱/۸۵۸
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۶۸۴	۵/۰۳۱	۴/۴۰۶	۴/۱۶۵	۴/۵۱۲

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

جدول پیوست ۲۷- مقایسه میانگین نسبت سطح برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	نسبت سطح برگ (سانتی متر مربع در گرم)				
تیمار	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری					
۱۰ روز	۵۷/۰۷۲ a	۶۴/۴۰۶ a	۵۸/۷۰ a	۴۴/۴۸۳ a	۳۶/۲۲۲ a
۱۵ روز	۴۹/۲۰۶ a	۵۵/۷۴۴ a	۵۲/۵۸۳ a	۳۹/۵۲۲ ab	۲۹/۴۸۳ b
۲۰ روز	۳۳/۷۷۲ b	۴۱/۵۷۲ b	۴۱/۸۵۶ b	۳۳/۷۶۱ b	۲۴/۹۱۷ c
LSD 5%	۱۰/۲۸۶	۱۰/۲۸	۸/۳۴۰	۵/۸۴۳	۴/۲۷۱
اسید آسکوربیک (میلی مولار)					
صفر	۴۶/۹۷۸	۵۵/۱۷۸	۵۳/۲۴۴ a	۴۱/۵۳۳ a	۳۱/۴۸۸ a
۵	۴۶/۸۰۰	۵۴/۴۴۴	۵۱/۶۸۹ ab	۳۹/۷۸۸ b	۳۰/۲۷۷ abc
۱۰	۴۶/۴۷۸	۵۳/۱۲۲	۴۹/۹۴۴ b	۳۸/۳۱۱ bc	۲۹/۳۳۳ c
۱۵	۴۶/۱۴۴	۵۳/۰۱۱	۴۹/۹۸۹ b	۳۸/۲۱۱ c	۲۹/۳۴۴ c
۲۰	۴۶/۳۱۱	۵۳/۵۵۶	۵۰/۵۷۸ b	۳۸/۵۶۶ bc	۳۰/۰۱۱ bc
۲۵	۴۷/۳۸۹	۵۴/۱۳۳	۵۰/۸۳۳ b	۳۹/۱۲۲ bc	۳۰/۷۸۸ ab
LSD 5%			۲/۱۶۵	۱/۵۷۴	۱/۳۱۲

جدول پیوست ۲۸- میانگین مربعات نسبت وزن برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

		میانگین مربعات نسبت وزن برگ				
منابع تغییر	درجه آزادی	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تکرار	۲	۰/۰۱۷	۰/۰۱۰۸	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۷۱
تنش	۲	۰/۰۲۶۹	۰/۰۲۵۱	۰/۰۲۷۰	۰/۰۲۴۳	۰/۰۱۶۰
خطای اول	۴	۰/۰۲۰۵	۰/۰۱۷۶	۰/۰۱۴۲	۰/۰۱۲۵	۰/۰۱۲۵
اسید آسکوربیک	۵	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۴*	۰/۰۰۱۸**	۰/۰۰۱۹۶**	۰/۰۰۱۵**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۲*	۰/۰۰۱۶**	۰/۰۰۱۷**	۰/۰۰۱۵**
خطا	۳۰	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۱۴۷	۳/۷۵۹	۳/۳۴۸	۳/۰۹۷	۳/۰۱۴

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

جدول پیوست ۲۹- مقایسه میانگین نسبت وزن برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	نسبت وزن برگ (گرم در گرم)				
تیمار	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری					
۱۰ روز	۰/۶۴۶	۰/۶۳۹	۰/۶۲۷	۰/۶۳۱	۰/۶۵۳
۱۵ روز	۰/۶۲۰	۰/۶۱۶	۰/۶۰۹	۰/۶۱۶	۰/۶۳۵
۲۰ روز	۰/۶۹۶	۰/۶۸۹	۰/۶۸۴	۰/۶۸۶	۰/۶۹۳
LSD 5%					
اسید آسکوربیک (میلی مولار)					
صفر	۰/۶۷۶ a	۰/۶۷۲ a	۰/۶۶۷ a	۰/۶۷۲ a	۰/۶۸۵ a
۵	۰/۶۶۲ ab	۰/۶۵۵ ab	۰/۶۴۷ ab	۰/۶۵۱ b	۰/۶۶۵ b
۱۰	۰/۶۴۷ b	۰/۶۴۲ b	۰/۶۳۳ b	۰/۶۳۷ b	۰/۶۵۴ b
۱۵	۰/۶۴۹ b	۰/۶۴۳ b	۰/۶۳۴ b	۰/۶۳۸ b	۰/۶۵۵ b
۲۰	۰/۶۴۴ b	۰/۶۳۹ b	۰/۶۲۹ b	۰/۶۳۴ b	۰/۶۵۱ b
۲۵	۰/۶۴۶ b	۰/۶۴۱ b	۰/۶۳۲ b	۰/۶۳۶ b	۰/۶۵۳ b
LSD 5%	۰/۰۲۶۱	۰/۰۲۳۵	۰/۰۲۰۶	۰/۰۱۹۲	۰/۰۱۹۲

جدول پیوست ۳۰- میانگین مربعات سطح ویژه برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

		میانگین مربعات سطح ویژه برگ				
منابع تغییر	درجه آزادی	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تکرار	۲	۱۷۱۵/۴۹۲	۱۹۱۲/۹۱۳	۱۴۴۹/۸۸۰	۷۱۹/۵۴۲	۳۳۸/۰۷۰
تنش	۲	۷۳۹۱/۰۲۵**	۷۴۴۸/۰۵۲**	۴۷۹۱/۵۹۵*	۲۰۱۸/۲۷۷*	۱۶۵۲/۰۸۳**
خطای اول	۴	۲۷۶/۳۸۱	۳۶۳/۷۴۱	۲۹۹/۸۱۵	۱۵۹/۷۹۳	۷۷/۲۷۳
اسید آسکوربیک	۵	۷/۱۶۷	۲/۵۴۵	۴/۹۵۵	۷/۲۵۳	۶/۵۸۷
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۵۷/۸۲۸*	۷۹/۱۳۶**	۷۶/۰۵۹**	۳۶/۹۷۵**	۳۲/۹۰۶**
خطا	۳۰	۲۵/۰۷۷	۲۵/۵۶۶	۱۷/۵۳۸	۸/۷۱۳	۵/۰۵۸
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۹۱۱	۵/۹۹۸	۵/۱۹۳	۴/۷۹۱	۴/۸۷۴

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

جدول پیوست ۳۱- مقایسه میانگین سطح ویژه برگ تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

تیمار	سطح ویژه برگ (سانتی متر مربع در گرم)				
	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری					
۱۰ روز	۸۸/۳۱۱ a	۱۰۰/۷۴۹ a	۹۳/۴۰۳ a	۷۰/۵۳۱ a	۵۵/۴۹۸ a
۱۵ روز	۷۹/۴۲۹ a	۹۰/۵۷۶ a	۸۶/۲۴۱ a	۶۴/۳۷۹ a	۴۶/۵۷۱ b
۲۰ روز	۷۹/۶۲۶ b	۶۱/۵۴۹ b	۶۲/۲۵۲ b	۴۹/۹۰۵ b	۳۶/۳۵۲ c
LSD 5%	۱۵/۳۸۶	۱۷/۶۵۱	۱۶/۰۲۵	۱۱/۶۹۹	۸/۱۳۵
اسید آسکوربیک (میلی مولار)					
صفر	۷۱/۳۴۶	۷۴/۱۸۳	۸۱/۶۵۳	۶۹/۹۸۰	۴۶/۶۴۸
۵	۷۱/۹۹۰	۸۴/۴۵۹	۸۰/۹۸۳	۶۱/۹۸۷	۴۶/۰۱۶
۱۰	۷۲/۰۹۲	۸۴/۰۹۲	۷۹/۸۹۹	۶۰/۸۷۰	۴۵/۲۶۳
۱۵	۷۲/۰۶۳	۸۳/۴۷۷	۷۹/۶۴۸	۶۰/۵۱۸	۴۵/۱۷۰
۲۰	۷۲/۴۵۱	۸۴/۴۴۲	۸۰/۷۰۱	۶۱/۲۷۱	۴۶/۳۲۱
۲۵	۷۳/۹۰۹	۸۵/۰۹۷	۸۰/۹۰۷	۶۲/۰۰۴	۴۷/۴۲۲

جدول پیوست ۳۲- میانگین مربعات سرعت رشد محصول تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات سرعت رشد محصول				
		۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تکرار	۲	۰/۵۸۵	۰/۶۹۵	۱/۰۷۰	۰/۱۷۵	۰/۱۲۲
تنش	۲	۱۰۷/۷۷۳ **	۱۵۳/۲۰۱ **	۱۹۹/۴۳۵ **	۳۹/۱۳۶ **	۳۲/۷۵۰ **
خطای اول	۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
اسید آسکوربیک	۵	۷/۴۹۶ **	۱۰/۸۰۰ **	۱۴/۷۳۲ **	۲/۳۱۷ **	۱/۷۹۴ **
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۰۳۹ *	۰/۲۱۰ **	۰/۲۴۳ **	۰/۰۲۸ **	۰/۰۴۶ **
خطا	۳۰	۰/۰۱۶	۰/۰۲۹	۰/۰۳۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۸۱۳	۲/۷۴۵	۲/۲۶۰	۳/۶۳۹	۳/۹۱۹

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

جدول پیوست ۳۳- مقایسه میانگین سرعت رشد محصول تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز)				
تیمار	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری					
۱۰ روز	۶/۹۳۳ a	۹/۰۲۱ a	۱۱/۳۸۰ a	۳/۷۱۷ a	۳/۱۵۶ a
۱۵ روز	۴/۷۴۵ b	۶/۴۳۴ b	۸/۴۵۳ b	۲/۳۴۷ b	۱/۸۷۵ b
۲۰ روز	۲/۰۴۸ c	۳/۱۹۸ c	۴/۷۳۸ c	۰/۷۷۱ c	۰/۴۶۰ c
LSD 5%	۰/۰۶۳	۰/۱۲۲	۰/۱۱۱	۰/۰۲۵	۰/۰۵۲
اسید آسکوربیک (میلی مولار)					
صفر	۳/۲۱۱ f	۴/۵۴۷ f	۶/۲۱۴ f	۱/۵۹۰ f	۱/۲۳۳ f
۵	۳/۸۱۱ e	۵/۳۳۴ e	۷/۱۸۵ e	۱/۷۹۰ e	۱/۴۰۵ e
۱۰	۴/۶۰۵ d	۶/۲۷۱ d	۸/۲۶۶ d	۲/۲۶۰ d	۱/۷۹۳ d
۱۵	۴/۹۳۲ c	۶/۶۵۰ c	۸/۶۹۸ c	۲/۴۶۲ c	۱/۹۸۳ c
۲۰	۵/۲۵۸ b	۷/۰۳۳ b	۹/۱۴۰ b	۲/۶۶۷ b	۲/۱۷۴ b
۲۵	۵/۶۳۵ a	۷/۴۷۳ a	۹/۶۴۱ a	۲/۹۰۲ a	۲/۳۹۳ a
LSD 5%	۰/۱۲۳	۰/۱۶۴	۰/۱۷۸	۰/۰۷۹	۰/۰۶۹

جدول پیوست ۳۴- میانگین مربعات سرعت رشد نسبی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

		میانگین مربعات سرعت رشد نسبی				
منابع تغییر	درجه آزادی	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تکرار	۲	۰/۰۰۰۰۱۳۴	۰/۰۰۰۰۱۴۵	۰/۰۰۰۰۱۴۰	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۰۳
تنش	۲	۰/۰۰۰۱۴۴۵**	۰/۰۰۰۱۱۹۰**	۰/۰۰۰۰۷۰۶*	۰/۰۰۰۰۲۲۰*	۰/۰۰۰۰۱۹۱**
خطای اول	۴	۰/۰۰۰۰۰۳۹	۰/۰۰۰۰۰۳۹	۰/۰۰۰۰۰۴۰	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۱
اسید آسکوربیک	۵	۰/۰۰۰۰۰۴۰**	۰/۰۰۰۰۰۳۶**	۰/۰۰۰۰۰۲۳**	۰/۰۰۰۰۰۰۶**	۰/۰۰۰۰۰۰۵**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۰۰۰۰۰۱۸*	۰/۰۰۰۰۰۳۰**	۰/۰۰۰۰۰۲۱**	۰/۰۰۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۰۱**
خطا	۳۰	۰/۰۰۰۰۰۰۳۱	۰/۰۰۰۰۰۰۳۴	۰/۰۰۰۰۰۰۳۴	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۹۳۹	۶/۹۰۰	۵/۹۸۹	۷/۱۹۱	۷/۴۸۴

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

جدول پیوست ۳۵- مقایسه میانگین سرعت رشد نسبی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز)				
تیمار	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری					
۱۰ روز	۰/۰۰۹۱ a	۰/۰۱۰۳ a	۰/۰۱۱۰ a	۰/۰۰۳۲ a	۰/۰۰۲۶ a
۱۵ روز	۰/۰۰۸۰ a	۰/۰۰۹۵ a	۰/۰۱۰۸ a	۰/۰۰۲۶ b	۰/۰۰۲۰ b
۲۰ روز	۰/۰۰۳۸ b	۰/۰۰۵۵ b	۰/۰۰۷۵ b	۰/۰۰۱۱ c	۰/۰۰۶ c
LSD 5%	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳
اسید آسکوربیک (میلی مولار)					
صفر	۰/۰۰۵۸ c	۰/۰۰۷۳ d	۰/۰۰۸۹ c	۰/۰۰۱۹ b	۰/۰۰۱۴ c
۵	۰/۰۰۶۶ b	۰/۰۰۸۳ c	۰/۰۰۹۸ ab	۰/۰۰۲۰ b	۰/۰۰۱۵ c
۱۰	۰/۰۰۷۶ a	۰/۰۰۹۱ a	۰/۰۱۰۳ a	۰/۰۰۲۴ a	۰/۰۰۱۸ b
۱۵	۰/۰۰۷۵ a	۰/۰۰۹۰ ab	۰/۰۱۰۲ a	۰/۰۰۲۵ a	۰/۰۰۱۹ ab
۲۰	۰/۰۰۷۳ a	۰/۰۰۸۶ abc	۰/۰۰۹۸ ab	۰/۰۰۲۵ a	۰/۰۰۲۰ a
۲۵	۰/۰۰۷۲ a	۰/۰۰۸۴ bc	۰/۰۰۹۶ b	۰/۰۰۲۵ a	۰/۰۰۲۰ a
LSD 5%	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱

جدول پیوست ۳۶- میانگین مربعات سرعت جذب خالص تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

		میانگین مربعات سرعت جذب خالص				
منابع تغییر	درجه آزادی	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تکرار	۲	۰/۰۳۳۸	۰/۰۱۴۱	۰/۰۱۵۲	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۳۴
تنش	۲	۱/۴۹۷**	۰/۶۵۴۹**	۰/۳۱۷۵**	۰/۸۵۴۱**	۱/۲۱۵۲**
خطای اول	۴	۰/۰۱۹۱	۰/۰۱۴۶	۰/۰۱۲۰	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۲۵
اسید آسکوربیک	۵	۰/۳۱۵۰**	۰/۲۵۲۲**	۰/۲۳۳۵**	۰/۰۶۲۹**	۰/۰۶۹۱**
تنش * اسید آسکوربیک	۱۰	۰/۱۶۶۳**	۰/۱۹۴۲**	۰/۱۶۱۶**	۰/۰۲۳۲**	۰/۰۳۵۲**
خطا	۳۰	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۷۴	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۴
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۵۱۵	۴/۹۹۷	۴/۴۶۷	۵/۹۱۳	۶/۶۵۲

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

جدول پیوست ۳۷- مقایسه میانگین سرعت جذب خالص تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک در نمونه برداری های مختلف

	سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع در روز)				
تیمار	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰ روز پس از کاشت
تنش کم آبیاری					
۱۰ روز	۱/۶۳۶ a	۱/۷۱۹ a	۲/۰۸۱ a	۰/۷۳۱ a	۰/۷۲۸ a
۱۵ روز	۱/۶۱۱ a	۱/۶۰۳ b	۱/۹۱۱ b	۰/۶۸۶ b	۰/۷۰۲ a
۲۰ روز	۱/۱۲۴ b	۱/۳۴۶ c	۱/۸۲۰b	۰/۳۳۳ c	۰/۲۶۶ b
LSD 5%	۰/۱۲۸	۰/۱۱۲	۰/۱۰۱	۰/۰۳۸	۰/۰۴۶
اسید آسکوربیک (میلی مولار)					
صفر	۱/۱۲۸ d	۱/۲۵۶ e	۱/۶۵۶ c	۰/۴۶۵ b	۰/۴۴۲ c
۵	۱/۳۴۱ c	۱/۴۸۵ d	۱/۸۹۶ b	۰/۴۸۸ b	۰/۴۶۷ c
۱۰	۱/۵۸۷ ab	۱/۷۰۳ a	۲/۱۰۸ a	۰/۶۱۸ a	۰/۵۹۱ b
۱۵	۱/۶۰۶ a	۱/۶۹۴ ab	۲/۰۷۲ a	۰/۶۴۴ a	۰/۶۲۵ ab
۲۰	۱/۵۶۰ ab	۱/۶۲۱ bc	۱/۹۷۳b	۰/۶۴۲ a	۰/۶۲۷ a
۲۵	۱/۵۱۸ b	۱/۵۷۷ c	۱/۹۱۷ b	۰/۶۴۴ a	۰/۶۴۰ a
LSD 5%	۰/۰۷۷	۰/۰۷۴	۰/۰۸۳	۰/۰۳۳	۰/۰۳۶

منابع

۱- **احمدی، م. ۱۳۷۸.** کیفیت و کاربرد دانه های روغنی (ترجمه). چاپ اول. دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی (نشر آموزش کشاورزی). ۱۱۳ صفحه.

۲- **اسکوئی، ب.، زارعیان، ع. و خندان، ع. ۱۳۸۹.** اثر تنش خشکی بر برخی از ارقام و لاین های گندم در مرحله رشد رویشی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲ تا ۴ مرداد پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی ایران. صفحات ۳۶۸۰ – ۳۶۷۷.

۳- **امام، ی. و ثقه الاسلامی، م. ۱۳۸۴.** عملکرد گیاهان زراعی، فیزولوژی و فرآیندها. شیراز. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۹۳ صفحه.

۴- **امام، ی. و نیک نژاد، م. ۱۳۸۳.** مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. چاپ دوم. شیراز. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

۵- **امام، ی. ۱۳۷۴.** فیزیولوژی تولید گیاهان زراعی گرمسیری. انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز. ایران. ۳۰۵ صفحه.

۶- **ایزانلو، ع.، حسین زاده، ع. و مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۱.** تعیین بهترین شاخص های مقاومت به خشکی در ارقام تجارتی سویا. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

۷- **برادران فیروزآبادی، م. ۱۳۸۱.** بررسی رابطه صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام چغندر قند با تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

۸- **بی نام. ۱۳۸۹.** امارنامه وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فن آوری. http://www.maj.ir/portal/Home/Default.aspx?CategoryID=20ad5e49-c727-4bc9-9254-de648a5f4d52.

۹- **پورموسوی، س.م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا. و بصیرانی، ن. ۱۳۸۶.** بررسی تاثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشای سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴. شماره ۴. صفحات ۱۳۴ – ۱۲۵.

۱۰- **توحیدلو، ق. ۱۳۷۸.** بررسی کارآیی مصرف آب و برخی پارامترهای زراعی فیزیولوژیکی سه رگه چغندر قند در شرایط مطلوب و تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۱۱- **توکلی، ح.، کاظمی، م.، ناظری، م.، احمدی، م.، بهشتی، ا.، الحسینی، م.، رمضانی مقدم، م. و خاوری، س. ۱۳۸۸.** راهبردهای تولید محصولات زراعی در شرایط تنش های محیطی. اولین همایش ملی تنش های محیطی در علوم کشاورزی. ۸ و ۹ بهمن دانشگاه بیرجند.

۱۲- **جاوید، ف.، صادقی، س.ف.، اصفهانی، م.، محمدیان، ن. و احمدیان، ا. ۱۳۸۹.** اثر مصرف سایکوسل بر عملکرد و صفات گیاهی پنج ژنوتیپ بادام زمینی در شرایط تنش خشکی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲ تا ۴ مرداد پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی ایران. صفحات ۴۶۷۰ – ۴۶۶۸.

۱۳- **جنوبی، پ.، دانشیان، ج. و باهنر، ب. ۱۳۸۹.** تاثیر تنش کم آبی بر برخی صفات رویشی و عملکرد گیاه سویا. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲ تا ۴ مرداد پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی ایران. صفحات ۴۷۸۶ – ۴۷۸۴.

۱۴- **حبیبی، د. ۱۳۷۲.** انتخاب پروژنی های مقاوم به خشکی و شوری چغندر در مرحله جوانه زنی اولیه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۱۵- **خشوعی، س.، ضرغامی، ر.، مشهدی اکبر بوجار، م.، اویسی، م.، مدنی، ا. و طریق الاسلامی، م. ۱۳۸۹.** بررسی تاثیر کم آبی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا در منطقه ورامین. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲ تا ۴ مرداد پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی ایران. صفحات ۴۶۶۷-۴۶۶۴.

۱۶- **خواجه پور، م.ر. ۱۳۸۶.** گیاهان صنعتی (چاپ سوم). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.

۱۷- **دانشیان، ج.، هادی، ح. و جنوبی، پ. ۱۳۸۸.** ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ های سویا در شرایط تنش کم آبی. مجله علوم زراعی ایران: جلد ۱۱، شماره ۴. صفحات ۴۰۹ – ۳۹۳.

۱۸- **دانشیان، ج.، نورمحمدی، ق. و جنوبی، پ. ۱۳۸۱.** بررسی واکنش سویا به تنش خشکی و مقادیر مختلف فسفر. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

۱۹- **رزمی، ن.، خانزاده، ح. و آقایی فرد، خ. ۱۳۸۹.** بررسی تاثیر رژیم های مختلف آبیاری بر صفات رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه ارقام سویا در منطقه مغان. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲ تا ۴ مرداد پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی ایران. صفحات ۳۸۶۳ – ۳۸۶۰.

۲۰- **سادات اسیلان، ک. و حاجیلویی، س. ۱۳۸۹.** بررسی اثر تنش کم آبی بر جنبه های فیزیولوژیک و آناتومیک ارقام یونجه (*Medicago sativa* L). یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲ تا ۴ مرداد پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی ایران. صفحات ۴۹۲۴ – ۴۹۲۱.

۲۱- **سعیدی سار، س.، خاوری نژاد، ر.، فهیمی، ح.، قربانلی، م. و مجد، ا. ۱۳۸۵.** نقش حفاظتی اسید آسکوربیک در مقابل تنش اکسیداتیو ناشی از نیکل در گیاه سویا. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۰. صفحات ۸۰-۸۷ .

۲۲- **سلاح ورزی، ی.، گلدانی، م.، نباتی، ج. و علیرضایی، م. ۱۳۹۰.** تاثیر کاربرد برون زای آسکوربیک اسید بر برخی از تغییرات فیزیوشیمیایی مرزنجوش (*Origanum majorana* L) تحت تنش شوری. مجله علوم باغبانی ایران. دوره ۴۲، شماره۲، صفحات۱۶۷-۱۵۹.

۲۳- **شش بهره مرضیه، م. و موحدی دهنوی، م. ۱۳۹۰.** تاثیر غلظت روی و آهن بذر بر فتوسنتز و فلورسانس کلروفیل سویا تحت شرایط تنش خشکی. دومین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. اردیبهشت ماه دانشگاه یزد. صفحه ۱۳۸.

۲۴- **قاجار سپانلو، م. و بهمنیار، م. ۱۳۸۸.** اثر تنش آبی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، کارایی مصرف آب و شاخص برداشت سه رقم سویا در مازندران. همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی. آبان ماه. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری.

۲۵- **قربانلی، م.، فرزامی سپهر، م. و نوروزی، ف. ۱۳۸۹.** مطالعه اثر خشکی و اسید آسکوربیک بر دو رقم کلزا و پاسخ گیاه سویا به عصاره گیاهان تیمار دیده. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال دوم، شماره سوم (جلد۷). صفحات ۹۱ – ۷۳.

۲۶- **قربانلی، م.، ادیب هاشمی، ن. و پیوندی، م. ۱۳۸۹.** بررسی اثر شوری و اسید آسکوربیک بر برخی پاسخ های فیزولوژیکی در گیاه سیاه دانه (*Nigella sativa* L.). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. شماره سوم (جلد ۲۶). صفحات ۳۸۸-۳۷۰.

۲۷- **غلامی پور فرد، ک.، قاسمی عمران، س.، فتوحی قزوینی، ر.، حمید اوغلی، ی.، جعفریان، ی. و سریری، ی. ۱۳۸۸.** تاثیر محلول پاشی برگی اسید آسکوربیک روی برخی از ویژگی های فیزیولوژیک و مرفولوژیک نشاهای گوجه فرنگی در شرایط تنش خشکی. اولین همایش ملی تنش های محیطی در علوم کشاورزی.دانشگاه بیرجند. بهمن ماه.

۲۸- **کارگر، س.م.ع.، قنادها، م. بزرگی پور، ر.، خواجه احمد عطاری، ا.ع. و بابایی، ح. ۱۳۸۳.** ارزیابی شاخص های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد۳۵. شماره ۱. صفحات ۱۲۹-۱۴۲.

۲۹- **کافی، م. و مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۷۹.** مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

۳۰- **کریمی، ه. ۱۳۸۴.** زراعت و اصلاح گیاهان علوفه ای. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۱۴ صفحه.

۳۱- **کوچکی، ع. و خواجه حسینی، م. ۱۳۸۷.** زراعت نوین. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۵۰ صفحه.

۳۲- **کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۸۴.** فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه) (چاپ یازدهم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

۳۳- **لطیفی، ن. ۱۳۷۲.** زراعت سویا (ترجمه). چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۲ صفحه.

۳۴- **محسن بیگی، ا.، نصرتی، م.، اویسی، م. و طریق الاسلامی، م. ۱۳۸۹.** بررسی اثر تنش خشکی و محلول پاشی کود آهن در مرحله گلدهی بر میزان عملکرد دانه، پروتئین و روغن دانه در گیاه سویا. همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان با منشاء روغنی. خردادماه. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد.

۳۵- **محمد علی پور، ز. و باقری، ع. ۱۳۸۹.** اثر سالیسیلیک اسید (SA) بر تحمل تنش شوری در گیاه سویا (*Glycin Max*). اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم. آبان ماه ۱۳۸۹. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

۳۶- **هاشمی دزفولی، ا.، کوچکی، ع. و بنایان اول. م. ۱۳۷۴.** افزایش عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

۳۷- **یزدانپناه، س.، عباسی، ف. و باقی زاده، ا. ۱۳۸۸.** اثر تیمار سالیسیلیک اسید و اسید آسکوربیک بر روی میزان پرولین، قند و پروتئین در گیاه مرزه تحت تنش خشکی. اولین همایش ملی تنش های محیطی در علوم کشاورزی. دانشگاه بیرجند. بهمن ماه.

38- **Abdelhamid, M., Gaballah, M.S., Rady, M. and Gomaa, A. 2010.** Biofertilizer and ascorbic acid alleviated the detrimental effects of soil salinity on growth and yield of soybean. Proceedings of the Second Science with Africa Conference. PP 73-81.

39- **Abd El-Aziz, N.G., Mazher Azz, A.M. and El-Habba, E., 2006.** Effect of foliar spraying ascorbic acid on growth and chemical constituents of *Khaya senegalensis* growth under salt condition. American-Eurasian J. of Agric. and Environ. Sci. 1(3): 207-214.

40- **Abdel-Wahed, M.S.A., A.A. Amin and S.M. El-.Rashad, 2006.** Physiological effect of some bioregulators on vegetative growth, yield and chemical constituents of yellow maize plants. World J. Agric. Sci., 2(2): 149-155.

41- **Agarwal, S. and Pandey, V. 2004.** Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia* Biol. Plant. 48: 555–560.

42- **Al-Hakimi, A. M. A. 2001.** Alleviation of the adverse effects of NaCl on gas exchange and growth of wheat plants by ascorbic acid, thiamin and sodium salicylate. Pak. J. Biol. Sci., 4(7): 765.

43- **Al-Hakimi, A.M.A. and Hamada, A.M. 2001.** Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. Plant Biology, 44: 253–261.

44- **Alqurainy, F. 2007.** Responses of bean and pea to vitamin C under salinity stress. Res. J. of Agric. and Biolo. Sci. 3(6): 714-722.

45- **Ander Dias, D.A.N., Jose, T.P., Joaquim, E.F., De Lacerda, C.F., Silva, J.V., Alves de Costa, P.H. and Gomes-filho, E. 2004.** Effects of salt stress on plant growth, stomata response and solute accumulation of different maize genotypes. Braz. J. of plant physiol. 16: 31-38.

46- **Asada, K., 1999.** The water–water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen's and dissipation of excess photons. Annu. Rev. Plant Physiol. 50: 601–639.

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

48- **Athar, H., Khan. A. and Ashraf, M. 2008.** Exogenously applied ascorbic acid alleviates salt induced oxidative stress in wheat. Environ. Exp. Bot. 63: 224-231.

49- **Azooz, M.M. 2004.** Proteins, sugars and ion leakage as a selection criterion for the salt tolerance of three sorghum cultivars at seedling stage grown under NaCl and nicotinamide. Int. J. Agric. Biol. 6: 27-35.

50- **Barata-Soares, A.D., Gomez, M.L.P.A., De Mesquita, C.H. and Lajolo, F.M. 2004.** Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. Braz. J. Plant physiol. 16(3): 147-154.

51- **Beemarao Sankar, C.A., Paramasivam Manivannan, J., Kishorekumar, A. Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2007.** Drought-induced biochemical modifications and proline metabolism in *Abelmoschus esculentus* L. Moench. Acta Bot. Croat. 66: 43-56.

52- **Beltagi, M.S. 2008.** Exogenous ascorbic acid (vitamin C) induced anabolic changes for salt tolerance in chick pea (*Cicer arietinum* L.) plants. Afric. J. of Plant Sci. 2(10): 118-123.

53- **Benjamin, J.G. and Nielsen, D.C. 2006**. Water deficit effects on root distribution of soybean field pea and chickpea. Field Crops Res. 97: 248–253

54- **Blum, A. 1996.** Crop responses to drought and the inter pretation of adaptation. Plant growth regulation. 20: 135-148.

55- **Blum, B. and Ebercon, A. 1981.** Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance vin wheat. J. Crop. Sci., 21: 43-47.

56- **Boyer, J. S. 1970.** Differing sensitivity of photosynthesis to low water potentials in corn and soybean. Plant physiol. 46: 233-235.

57- **Cayley, S., Lewis, B.A. and Record, M.T. 1992.** Origins of the osmoprotective properties of betaine and proline in Esherichia coli K-12. J. of Bacteriology, 174: 1586-1595.

58- **Chen, Z. and Gallie, D.R. 2004.** The ascorbic acid redox state controls guard cell signaling and stomatal movement. Plant Cell. 16: 1143–1162.

59- **Chen, W. P., Li, P.H. and Chen, T.H.H. 2000.** Glycinebetaine increases chilling tolerance and reduces chilling induced lipid peroxidation in *Zea mays* L. Plant Cell Environ. 23: 609–618.

60- **Cornic G. 2000.** Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture – not by affecting ATP synthesis. Trends in Plant Sci. 5: 187–188.

61- **Cornoy, J.P., Vigron, J.M., Smillie, R.M. and Barlow, E.W.R. 1988.** Influence of drought acclimation and Co2 enrichment on osmotic adjustment and chlorophyll a fluorescence of sunflower during drought. Plant Physiol. 86: 1108-1115.

62- **Delouche, J.C. 1980.** Environmental effects on seed development and seed pulaity. Hort. Sci. 15:775-780.

63- **Denmead, O.T. and Show, R.H. 1960.** The effect of soil moisture at different stages of growth on the development and yield of corn. Agron. J. 52:272-274.

64- **Desclaux, D. and Roumet, P. 1996.** Impact of drought stress on the phenology of two soybean (*Glycine max* L.) cultivars. Field Crop Res. 46: 61-70.

65- **Dolatabadian, A., Modarres Sanavy, S.A.M. and Sharifi, M. 2009.** Alleviation of water deficit stress effects by foliar application of ascorbic acid on *Zea mays* L. J. of Agron. and Crop Sci. 195:347-355.

66- **Dolatabadian, A., Sanavy, S.A.M.M. and Chashmi, N.A. 2008.** The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and proline accumulation of Canola (*Brassica napus* L.) under conditions of salt stress. J. of Agron. and Crop Sci. 194(3): 206-213.

67- **Doss. B.D., Pearson, R.W. and Rogers, H.T. 1974.** Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. Agron. J. 66: 297-299.

68- **Dusek, D.A., Musick, J.T. and Porter, K.B. 1971.** Irrigation of soybeans in the Texas High Plains. Tex., Agric. Exp. Stn. MP 973: 1-9.

69- **Eduerdo, E., Esculante, J. and Wilcox, R.W. 1993.** Variation in seed protein among nodes of normal and high protein soybean genotypes. Agron. J. 75: 590-595.

70- **Ekmekci, B.A. and Karaman, M. 2012.** Exogenous ascorbic acid increases resistance to salt of (*Silybum marianum* L.). African J. of Biotec., Vol. 11(42): 9932-9940.

71- **Emam, M.M. and Helal, N.M. 2008.** Vitamins Minimize the Salt-Induced Oxidative Stress Hazards. Aust. J. of Basic and Appli. Sci. 2: 1110-1119.

72- **El-Gabas, N.M.M., 2006.** Physiological studies on the effect of ascorbic acid and micronutrients on sunflower plants grown under salinity stress. B.Sc. (Botany). Fac. Sci., Al-Azhar Univ.

73- **Falleri, E. 1994.** Effect of water stress on germination in six provenances of *pinus pinaster* ait. Seed Sci. and technol. 22:591-599.

74- **Farghal A. Zeid, Osama M. El Shihy, Abd El Rahman M. Ghallab and Fatma El Zahraa A. Ibrahim. 2008.** Effect of exogenous ascorbic acid on wheat tolerance to salinity stress conditions. Arab J. Biotech., Vol. 12, No.PP 149-174.

75- **Fecht Christoffers, M.M., Maier, P. and Horst, W.J. 2003.** Apoplastic peroxidases and ascorbate are involved in manganese toxicity and tolerance of *Vigna unguiculata*. J. Plant Physiol .117: 237-244.

76- **Feher, W.R. and Caviness, C.E. 1977.** Stage of soybean development. Lowa state. Uni. Press. PP: 80.

77- **Foyer, C.H., Descourvieres, P. and Kunert, K.J. 1994.** Protection against oxygen radicals: an important defense mechanism studied in transgenic plants. Plant Cell Environ. 17: 507–523.

78- **Galves Lher, M. and Igor, A. 2005.** Evidence for carbon flux short age and strong carbon\nitrogen interaction in nodules at early stage of water stress. J. Exp. Bot. 65:2551-2561.

79- **Garberiela, M. and Foyer, C.H. 2002.** Common components, network and pathway of cross tolerance to stress. The central role of redox and abscisic acid-mediated controls. Plant physiol. 129:460-468.

80- **Ghorayshy, S.R., Monroe, R. and Pendleton, J.W. 1971.** The thirsty soybean. Agric. Exp. Stn. Res. 12: 5-6.

81- **Hagar, H., Ueda, N. and Shal, S.V. 1996.** Role of reactive oxygen metabolites in DNA damage and cell death in chemical hypoxic injury LLC-PK1 Cells. A. J. Physiol. 271: 209–215.

82- **Hanna, F.R., F.A. Abdo and N.A. Anton, 2001.** Response of wheat plant to foliar application with ascorbic acid, copper and boron. J. Agric. Sci., Mansoura Univ., 26(10): 5971-5983.

83- **Henderson, D.W. and Miller, R.J. 1973.** Irrigation. In: B.H. Beard and P.F. Knowles (eds.), Soybean research in California. Agric. Exp. Stn., Bull. 862: 34-40.

84- **Hieng, B., Ugrinovi, K., Utar-Vozli, J. and Kidri, M. 2004.** Different classes of proteases are involved in the response to drought of *Phaseolus vulgarise* L. cultivars differencing in sensitivity. J. Plant Physiol. 161: 519-530.

85- **Hiscox, J.D. and Israelstom, G.F. 1978.** A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. 57: 1332-1334.

86- **Hissao, T. 1973.** Plant responses to water stress. Annu. Rev. plant physiol. 24: 519-570.

87- **IRIMO, 2006 a**. Country Climate Analysis in year 2005, Islamic Republic of Iran Meteorological Organization, Tehran.

88- **IRIMO, 2006 b**. Country Climate Analysis in spring 2006, Islamic Republic of Iran Meteorological Organization, Tehran.

89- **Izanloo, A. 2006.** Study on commercial cultivars reaction in water stress condition in finally stage of reproductive growth, M.Sc. thesis Agriculture Faculty of Tehran University. PP. 144.

90- **John, M.G. 2001.** Drought stress in soybeans. http://www.uwex.edu/ces/cty/ mauitowoc/Ag papers/Drought stress soybean.pdf.

91- **Jiang, Y. and Huang, B. 2002.** Protein alterations in tall fescue in response to drought stress and abscisic acid. Crop Sci. 24: 202-207.

92- **Kadhem, F.A., Specth, J.E. and Williams, J.H. 1985.** Soybean irrigation serially timed during stages R1 to R6. I. Agronomic responses. Agron. J. 77:299.

93- **Karima, H. and Salama, A. 2009.** Amelioration of NaCl-induced alterations on the plasma membrane of *Allium cepa* L. by Ascorbic Acid. Aust. J. of Basic and Applied Sci. 3: 990-994.

94- **Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N., 2000.** Effect of GA3, kinetin and indole acetic water stress. Plant Growth Regulation, 30: 61-70.

95- **Kaya, C., Higgs, D., Ince, F., Amador, B.M., Cakir, A. and Sakar, E. 2003.** Ameliorative effects of potassium phosphate on salt stressed pepper and cucumber. J. of Plant Nutri. 26: 807–820.

96- **Khan, M.A., Ahmad, M.Z. and Hameed, A. 2006.** Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. J. of Arid Environ. 67: 535–540.

97- **Khosravinejad, F., Heydari, R. and Farboodnia, T. 2009.** Effect of salinity on organic solutes contents in barley. Pak. J. of Biol. Sci. 12(12): 158-162.

98- **Kirnak, H., Kaya, C., TAS, I. and Higgs, D. 2001.** The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in egg plants. Plant Physiology. 27:34-46.

99- **King, C.A and Purcell, L.C. 2001.** Soybean nodule size and relationship to nitrogen fixation response to water deficit. Crop Sci. VOL. 41: 1099-1107.

100- **Korte, L.L., Specht, J.E., Williams, J.H. and Sorenson, R.C. 1983.** Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. II. Yield component responses. Crop Sci. 23: 528-533.

101- **Kramer, P.S. 1983.** Water relations of plants. Academic Press. PP. 342-415.

102- **Kumudini, S., Hume, D.I. and Chu, G. 2002.** Genetic improvement in short-season soybean (nitrogen accumulation remobilization and partitioning). Crop Sci. 42: 141-145.

103- **Kundu, P.B. and Paul, N. K. 1997.** Effects of water stress on chlorophyll, proline and sugar accumulation in rape (*Brassica campestris* L.). Bangladesh J. of Bot. 26(1): 83-85.

104- **Lack, Sh., Naderi, A., Siadat, S.A., Ayeneband, A. and Nour–Mohammadi, G. 2007.** Effect of water deficiency stress on yield and nitrogen efficiency of grain corn hybrid SC. 704 at different nitrogen rates and plant population. J. Agric. Science Natural Resources. 14(2): 63-76.

105- **Lawlor, D.W. 2002.** Limitation to photosynthesis in water stressed leaves: Stomata vs. metabolism and the role of ATP. Ann. Bot. 89:871-885.

106- **Legg. B.J., Day, W.D., Lawlor, W. and Pakinson, K. J. 1979.** The effects of drought on barley growth: Models and measurements showing the relative importance of leaf area and photosynthetic rate. J. of Agric. Sci. 92: 703-716.

107- **Levitt, J. 1980.** Response of plants to environmental stresses. II. Water radiation, salt and other stress. Acad. Press. New York. PP. 187-211.

108- **Macarrone, M., Veldink, G.A., Agro, A.F. and Vliegenthart, J.F. 1995.** Modulation of soybean lipoxygenase expression and membrane oxidation by water deficit. FEBS Letters, 371(3): 223-226.

109- **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 (*Helianthus annus* L.) as induced by drought stress. Colloids and Surfaces. 59: 141-149.

110- **Martin, B. and Torres, A.R. 1992.** Effects of water deficits stress on photosyntesiss, its components and component limitations and on water use efficiency in wheat. Plant Physiol. 100: 733-739.

111- **Maston, A.L. 1964.** Some factors affecting the yield response of soybeans to irrigation. Agron. J. 56: 552-555.

112- **Mayaki, W.C., Tear, I.D. and Stone, L.R. 1976.** Top and root growth of irrigated soybeans. Crop Sci. 16(1): 4-92.

113- **McCallum, M.H., Peoples, M.B. and Connor, D.J. 2000.** Contribution of nitrogen by field pea (*Pisum sativum* L.) in a continuous cropping sequence compared with lucerne (*Medicago sativa* L.). Based Pasture Ley in the Victorian Wimmera. Aust. J. Agric. Res. 51: 13-22.

114- **MC. Kerise, B.D., Murnagham, J., Jones, K.S. and Bowley, S.R. 2000.** Iron-superoxide dismutase expression in transgenic Alfalfa increase winter survival without a Detectable Increase in photosynthetic oxidative stress tolerance. Plant physiol. 22: 1427-1838.

115- **Meckel, L., Egli, D.B., Phillips, R.E., Radcliffe, D. and Leggett, J.E. 1984.** Effect of moisture stress on seed growth in soybeans. Agron. J. 76:647-650.

116- **Meyer, R.F. and Boyer, J.S. 1972.** Sensitivity of cell division and cell elongation to low water potentials in soybean hypocotyls. Planta 108: 77-87.

117- **Momen, N.N., Carlson, R.E., Shaw, R.H. and Arjmand, O. 1979.** Moisture stress effects on the yield components of two soybean cultivars. Agron. J. 71: 86-90.

118- **Moran, J.F., Becana, M., Ormeatxe, I.I., Frechilla, S., Klucasc, R.V.L. and Tejo, D.A, 1994.** Drought induces oxidative stress in pea plants. Planta. 194: 346-352.

119- **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.

120- **Navabpour, S., Bagherieh – Najjar, M.B. and Soltanloo, H. 2007.** Identification of novel genes expressed in Brassica napus during leaf scenescence and it respinse to oxidative stress. Inter. J. L Plant produc. 1: 35-44.

121- **Nesmith, D.S. and Ritchie, J.T. 1992.** Short and long term response of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agron. J. 84: 106-113.

122- **Niyogi, K.K. 1999.** Photoprotection revisited: genetic and molecular approaches. Ann. Rev. of Plant Physiol. and Plant Mol. Biol. 50: 333-359.

123- **Noctor, G. and Foyer, C.H. 1998.** Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. Annu. Rev. Plant Physiol. 49: 249–279.

124- **Ober, E.S. and Sharp, R.E. 2003.** Electrophysiological responses of maize roots to low water potentials: relationship to growth and ABA accumulation. J. Exp. Botany. 54(383): 813-824.

125- **Palmer, J., Dunphy, E.J. and Reese, P. 1995.** Managing drought-stressed soybeans in the southeast. http://www.Ces. Ncsu. Edu/drought/dro-24. Html.

126- **Parasher, A. 1987.** Effect of different levels of soil salinity on the chemical composition of wheat. Plant Physiol. and biochemi. India, 14(2): 153-158.

127- **Parida, A. and Das, A.B. 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.

128- **Pattangual, W. and Madore, M. 1999.** Water deficit effects on raffinose family oligosaccharide metabolism in coleus. Plant Physiol. 121: 998–993.

129- **Pendelton, J.W. and Hartwig, E.E. 1973.** soybeans: Improvement, Production, and Uses. In: B.E. Caldwell et al. (eds.), PP. 221-237. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.

130- **Pimentol, D. and Pimentol, M. 2006**. Global environmental resources versus world population. Ecol. Economics. 9:195-198.

131- **Raafat, N. Zaki and Tarwat, E.E. Radwan. 2011.** Improving wheat grain yield and its quality under salinity conditions at a newly reclaimed soil by using different organic sources as soil or foliar applications. J. Appi. Sci Res. 7(1): 42-55.

132- **Rampino, P., Pataleo, S., Gerardi, C., Mita, G. and Perrotta, C. 2006.** Drought stress response in wheat: Physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. J. Plant Cell and Environ. 29: 2143-2152.

133- **Ravari, Z. and Hum, D.J. 2003.** Performance of a superior *Bradyrhizombium Japonicum* and selected Sinorhizobium Ferdii strain with soybean cultivar. Agron.J. 84: 1051-1056.

134- **Sadizadeh, M., AbbasiT F., Baghizadeh, A. and Yazdanpanah, A. 2009.** The effect of salicylic acid and ascorbic acid on some of resistance mechanism to drought stress in *Echium amoenum*. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci., 6(3):262-267.

135- **Sairam, R.K. and Srivastava, G.C. 2001.** Water stress tolerance of wheat *Triticum aestivum L.*: Variation in hydrogen proxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. J. Agron. Crop Sci. 186: 63–70.

136- **Sakr, M.T. and Arafa, A.A. 2009.** Effect of some antioxidants on canola plants grown under soil salt stress condition. Pak. J. Biol. Sci. 12(7): 582-588.

137- **Saneoka, H., Moghaieb, R.E.A., Premachandra, G.S. and Fujita, K. 2004.** Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. Environ. and Exp. Bot. 52: 131–138.

138- **Rizza, F., Cristina, C., Antonio, M.S. and Lugi, C. 1994.** Studies for Assessing the influence of hardening on cold tolerance of Barley genotypes. Euphytica, 75: 131-138.

139- **Sánchez, F.J., Manzanares, M., de Andrés, E.F., Tenorio J.L. and Ayerbe, L. 1998.** Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crop Res. 59: 225–235.

140- **Sheteawi, S.A. 2007.** Improving growth and yield of salt-stressed soybean by exogenous application of jasmonic acid and ascobin. Inter. J. of Agric. and Biol. 9(3): 473-478.

141- **Shalata, A. and Neumann, P.M. 2001.** Exogenous ascorbic acid (vitamin C) increases resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. J. Exp. Bot. 364: 2207–2211.

142- **Siddique, M.R.B., Hamid, A. and Islam, M.S. 1999.** Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas exchangeof wheat. Bot. Bull. Acad . 40:141-145.

143- **Sionit, N. and Kramer, P. J. 1977.** Effect of water stress during different, stages of growth of soybean. Agron. J. 69:274-278.

144- **Smiciklas. K.D., Mullen, R.E. Carlspn, and Knapp, A.D. 1992.** Soybean seed quality effect response to drought stress and pod position. Agron. J. 84(2): 166-170.

145- **Smirnoff, N. and Cumbes, Q.J. 1989.** Hydroxyl radical scavenging of compatible solutues. Phytochemistry, 28: 1057-1060.

146**- Smirnoff, N., 1998.** Plant resistance to environmental stress, Curr. Opin. Biotech. 9: 214–219.

147- **Smirnoff, N. and Wheeler, G.L., 2000**. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. CRC Critical Review in Plant Scie. 19: 267-290.

148- **Smirnoff, N. 2000.** Ascorbic acid. Metabolism and functions of a multi-facetted molecule. Current opinion plant Biol. 3: 229-235.

149- **Smirnoff, N. 2005.** Ascorbate, tocopherol and carotenoids:metabolism, pathway engineering and functions. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK. pp. 53–86.

150- **Spooner, A.E. 1961.** Effects of irrigation timing and length of flooding periods on soybean yields. Arkansas Agric. Exp. Stn., Bull. 644: 1-27.

151**- Surbahi, G.K., Reddy, A.M., Kumari, G.J. and Sdhakar, C.H. 2008.** Modulations in key enzymes of nitrogen metabolism in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) with differential sensitivity to salt stress. Environ. and Exp. Bot. 64: 171-179.

152- **Synerri, C.L., Pizino, C. and Navari-Lzzo, F. 1993.** Chemical changes and O_2 Production in thylakoid membranes under water stress. Plant Physiol. 87: 211-216.

153- **Tarumingkeng, R.C., and Coto, Z. 2003.** Effects of drought stress on growth and yield of soybean. Kisman, Science Philosopy PPs 702, Term paper, Graduate School, Borgor Agricultural University (Institut Ppertanian Bogor).

154- **Tiwari, J.K., Munshi, A.D., Kumar, R., Pandey, R.N., Arora, A., Bhat, J.S. and Sureja, A.K. 2010.** Effect of salt stress on cucumber: Na^+K^+ ratio, osmolyte concentration, phenols and chlorophyll content. Acta Physiology Plant, 32: 103–114.

155- **Viera, R.D., Tekrony, D.M. and Egli, D.B. 1992.** Effect of drought and defoliation stress in the field on Soybean seed germination and vigor. Crop Sci. 32 (2): 471-475.

156- **Whitt, D.M. 1954.** Soybean irrigation studies in Missouri. Soybean Dig. 19: 10-11.

157- **Williams, L.F. 1950**. Soybean and soybean products. In: K.L. Markley (ed.). PP. 111-134. (Interscience), Wiley, New York.

158- **Younis, M.E., Hasaneen, M.N.A. and Kazamel, A.M.S. 2010.** Exogenously applied ascorbic acid ameliorates detrimental effects of NaCl and mannitol stress in Vicia faba seedlings. Protoplasma, 239: 39–48.

159- **Zhang, S., Weng, J., Pan, J., Tu, T., Yao, S. and Xu, C. 2003.** Study on the photogeneration of superoxide radicals in Photosystem II with EPR spin trapping techniques. Photosynthesis Res. 75: 41–48.

160- **Zhu, J.K. 2000.** Genetic analysis of plant salt tolerance using arabidopsis. Plant Physiol. 124: 941–948.

Effect of ascorbic acid foliar application on the physiological and morphological traits of soybean subjected to water deficit stress

Abstract

Among the limiting factors for plant growth, drought stress is an important non-living factor that limit agricultural production. Today, application of compatible solutions has been considered in reduction the effect of environmental stresses such as drought stress. Ascorbic acid has been special antioxidant effect. In order to analyze the foliar application of ascorbic acid on soybean traits in stress conditions, a trial was carried out at the Department of Agronomy and Plant Breeding of Shahrood University of Technology in 2010. Treatments including stress levels (10, 15 and 20 days interval irrigations) and ascorbic acid foliar application (0, 5, 10, 15, 20 and 25 mM) were organized in split plot experiment on the basis of completely randomized block design in three replications. Water deficit stress reduced leaf and stem dry weight, total dry weight, yield, number of pods and seeds per pod. Of course, of 20 days interval treatment in water stress had a significant effect compared to other irrigation levels. Effect of water deficit on plant height and 1000 seed weight was non-significant. Water deficit stress, specially severe drought increased seed protein and plasma membrane damage and diminished stem diameter, leaf relative water content, percentage of plasma membrane stability, seed protein yield, percent and yield of seed oil and chlorophyll content in leaves. Ascorbic acid spraying, specially 25 mM concentration increased plant height, stem diameter, leaf dry weight, shoot and whole plant, chlorophyll, oil and protein percentage and yield, seed yield and yield components, leaf relative water content and stability of plasma membrane and decreased membrane damage. Leaf weight ratio was increased and the other measured indicators of growth were decreased by sever stress. The intraction between ascorbic acid foliar application with 25 mM concentration and non-stress condition has the highest effect on investigated traits.

Keywords: ascorbic acid, water deficit strees, soybean

Shahrood University of Technology

Faculty of Agronomy Science

Thesis M. Sc

Effect of ascorbic acid foliar application on the physiological and morphological traits of soybean subjected to water deficit stress

Y. Mohammadi

Supervisors

Dr. M. Baradaran Firouzabadi

Dr. H. Makarian

Advisors

Dr. A. Gholami

Dr. E. Esfandyari

September 2012