

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

عنوان پایان نامه ارشد

بررسی تاثیر تنش کم آبی، سالتیلیک اسید و آسکوربیک اسید بر عملکرد و محتوای روغن
گیاه دارویی کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.).

دانشجو

مریم سیفی

استاد راهنما

دکتر احمد غلامی

اساتید مشاور

دکتر حمید عباس دخت

دکتر منوچهر قلی پور

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ۱۳۹۳

دانشگاه شاهرود

دانشکده: کشاورزی

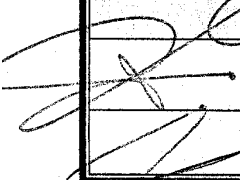
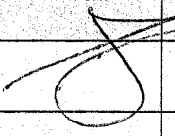
گروه: زراعت

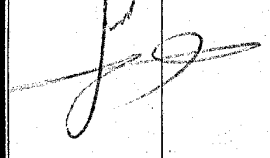
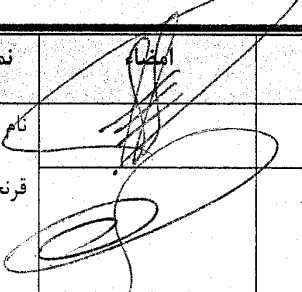
پایان نامه کارشناسی ارشد خانم مریم سیفی به شماره دانشجویی: ۹۱۰۴۰۳۴

تحت عنوان:

بررسی تاثیر تنش کم آبی، سالیسیک اسید و آسکوربیک اسید بر عملکرد و محتوای روغن گیاه دارویی کدو تخم-
کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)

در تاریخ ۱۳۹۸/۱۲/۸ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی مورد ارزیابی و با درجه عالی مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی: حمید عباس دخت		نام و نام خانوادگی: احمد غلامی
	نام و نام خانوادگی: منوچهر قلی پور		نام و نام خانوادگی:

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی: شاهرخ قرنجیک		نام و نام خانوادگی: محمد رضا عامریان
			نام و نام خانوادگی: مهدی برادران فیروز آبادی
			نام و نام خانوادگی:
			نام و نام خانوادگی:

تقدیم بہ معلم تمام زندگیم

پدرم

و آموزندہی عشق و محبت

مادر

قدردانی و تشکر

الکون که بایاری خداوند بزرگ مقطع دیکری از تحصیل خود را به پایان می‌برم شایسته‌تر آن است که از زحمات استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر احمد غلامی که در کمال سه صدر، با حسن خلق و فروتنی از هیچ کجی در این عرصه بر من دریغ ننمود و اساتید مشاور جناب آقای دکتر حمید عباس دخت و جناب آقای دکتر منوچهر قلی‌پور کمال تشکر و قدردانی را ابراز می‌دارم. صمیمانه‌ترین مراتب قدردانی خود را از اساتید داور جناب آقای دکتر محمد رضا عامریان و جناب آقای دکتر مهدی برادران و نیز از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر شاهرخ قرنجیک و نیز جناب آقای دکتر حمید رضا اصغری و جناب آقای مهندس حسن قربانی قوژدی ابراز می‌دارم.

از پدر و مادر مهربان و خواهران دل‌سوز و برادر بزرگوارم که در طول مدت تحصیل صبورانه و مهربانانه یاری ام نمودند و سختی راه را بر من هموار ساختند بی‌نهایت قدردانی می‌نمایم. از همدلی و مساعدت دوستان عزیز مخصوصاً خانم‌ها افسانه بولی، مریم قانلی، زهرا کیانی نژاد، مریم نوری و صدیقه قریشی تشکر کرده و برای تمامی این عزیزان سلامتی و توفیق در مسیر زندگی را از خداوند بلند مرتبه مسئلت دارم.

مریم سیفی

دی ۹۳

تعهد نامه

اینجانب مریم سیفی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی گرایش زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی تاثیر تنش کم آبی، اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر عملکرد و محتوای روغن گیاه دارویی کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)، تحت راهنمایی دکتر احمد غلامی 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 .

۹۳/۱۰/۸

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 .

بررسی تاثیر تنش کم آبی، اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر عملکرد و محتوای روغن گیاه دارویی کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.).

چکیده

امروزه کاربرد مواد آنتی اکسیدان و محلول های سازگار با گیاه به منظور کاهش اثرات منفی ناشی از تنش های مختلف مطرح شده است. اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک از جمله این مواد هستند که موجب مقاومت گیاه به تنش های زیستی و غیر زیستی می شوند. جهت بررسی این موضوع در گیاه کدو تخم کاغذی آزمایشی در سال ۱۳۹۲ به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود انجام شد. فاکتور اصلی تنش کم آبیاری شامل ۳ سطح ۶، ۹ و ۱۲ روز آبیاری به ترتیب به عنوان عدم تنش، تنش ملایم و تنش شدید بود که بعد از استقرار کامل بوته ها اعمال گردید. فاکتورهای فرعی شامل ترکیب محلول پاشی اسیدآسکوربیک در ۳ غلظت صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی مولار و محلول پاشی اسیدسالیسیلیک در ۲ سطح صفر، ۰/۴ میلی مولار می باشد. نتایج این پژوهش نشان داد اثر تنش کم آبیاری به غیر از وزن صد دانه و درصد روغن بر کلیه صفات مورد بررسی معنی داری بود. با افزایش شدت تنش اغلب صفات کاهش یافت به غیر از درصد پروتئین، پرولین و تعداد دانه نارس که با افزایش سطح تنش این صفات افزایش یافت. اثر اسیدآسکوربیک موجب افزایش وزن تر دانه، تعداد دانه در کدو، وزن خشک دانه، عملکرد بذر، عملکرد روغن، درصد روغن، پرولین و کاروتنوئید شد. کاربرد ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک اثر معنی داری بر روی وزن تر دانه، وزن خشک دانه، عملکرد بذر، کاروتنوئید و محتوای آب نسبی برگ داشت و موجب افزایش صفات اندازه گیری شده گردید. بیشترین عملکرد روغن و کاروتنوئید در محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک در شرایط عدم تنش مشاهده شد. بوته های که محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش دریافت کرده اند دارای کاروتنوئید و محتوای آب نسبی برگ بیشتری بودند. کاربرد همزمان اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک موجب افزایش درصد روغن و محتوای آب نسبی برگ گردید. بوته هایی که محلول ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش دریافت کرده اند دارای بیشترین کلروفیل کل و کلروفیل a بودند. در نهایت در محدوده پژوهش انجام شده کاربرد تیمار اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک نه تنها در شرایط تنش ملایم و شدید بلکه در شرایط عدم تنش موجب بهبود عملکرد گردید.

کلمات کلیدی: اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک، تنش کم آبیاری، کدو تخم کاغذی.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

- ۱- بررسی تاثیر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای پلاسمایی گیاه کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) تحت شرایط تنش کم آب.
- ۲- بررسی تاثیر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر محتوی کلروفیل و کاروتنوئید گیاه کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) تحت شرایط تنش کم آب.

فهرست مطالب؛

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
	فصل دوم : بررسی منابع
۶	۱-۲- کدو تخم کاغذی
۶	۱-۱-۲- تاریخچه
۶	۲-۱-۲- اهمیت و مصارف
۷	۳-۱-۲- گیاهشناسی
۹	۴-۱-۲- نیازهای اکولوژیک و آب و هوایی
۹	۵-۱-۲- مواد و عناصر مورد نیاز
۹	۶-۱-۲- زمان مناسب و روش کاشت
۱۰	۷-۱-۲- آفات و بیماریها
۱۰	۸-۱-۲- برداشت محصول
۱۱	۲-۲- تنش خشکی
۱۱	۱-۲-۲- تعریف تنش خشکی
۱۱	۲-۲-۲- راهکارهای سازگاری گیاهان به خشکی
۱۱	۱-۲-۲-۲- مقاومت به خشکی
۱۲	۲-۲-۲-۲- فرار از خشکی
۱۲	۳-۲-۲-۲- اجتناب از خشکی
۱۳	۴-۲-۲-۲- تحمل خشکی
۱۳	۳-۲-۲- نقش آب در گیاه
۱۴	۴-۲-۲- اثرات تنش خشکی بر گیاهان و پاسخهای آنها
۱۶	۵-۲-۲- اثرات تنش خشکی بر ویژگیهای مورفولوژیکی گیاه
۱۶	۶-۲-۲- تنش خشکی و عملکرد
۱۷	۷-۲-۲- اثر تنش خشکی بر ویژگیهای فیزیولوژیکی
۱۷	۱-۷-۲-۲- تنش خشکی و فتوسنتز
۱۸	۲-۷-۲-۲- تنش خشکی و محتوای نسبی آب برگ
۱۹	۳-۷-۲-۲- تنش خشکی و تنفس
۲۰	۸-۲-۲- اثر تنش خشکی بر ویژگیهای کیفی
۲۰	۱-۸-۲-۲- تنش خشکی و پرولین
۲۰	۲-۸-۲-۲- تنش خشکی و پروتئین
۲۲	۳-۲- اسیدآسکوربیک

۲۸ ۱-۳-۲- نقش اسیدآسکوربیک بر تنش های زنده و غیر زنده

۳۱ ۳-۲- اسیدسالیسیلیک

۳۳ ۱-۳-۲- نقش اسید سالیسیلیک بر تنش های زنده و غیر زنده

فصل سوم : مواد و روش ها

۴۰ ۱-۳- زمان ومشخصات محل اجرای آزمایش

۴۰ ۲-۳- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

۴۱ ۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

۴۲ ۴-۳- عملیات اجرایی

۴۲ ۱-۴-۳- آماده سازی زمین

۴۲ ۲-۴-۳- کاشت

۴۳ ۳-۴-۳- داشت

۴۳ ۴-۴-۳- اعمال تیمارها

۴۵ ۵-۴-۳- برداشت

۴۵ ۵-۳- نمونه برداری جهت اندازه گیری صفات زراعی،

عملکرد و اجزای عملکرد

۴۵ ۶-۳- صفات فیزیولوژیک

۴۵ ۱-۷-۳- مقدار نسبی آب برگ

۴۶ ۲-۷-۳- پایداری غشای برگ

۴۷ ۳-۷-۳- کلروفیل

۴۷ ۷-۳- صفات کیفی

۴۷ ۲-۷-۳- سنجش پرولین

۴۹ ۳-۷-۳- سنجش درصد و عملکرد روغن

۴۹ ۴-۷-۳- سنجش درصد و عملکرد پروتئین

۵۳ ۸-۳- تجزیه و تحلیل داده ها

فصل چهارم : نتایج و بحث

۵۴ ۱-۴- صفات مرفولوژیک

۵۴ ۱-۱-۴- قطر کدو

۵۴ ۲-۱-۴- وزن پوست کدو

۵۷ ۳-۱-۴- تعداد دانه نارس

۵۸ ۲-۴- عملکرد و اجزای عملکرد

۵۸ ۱-۲-۴- وزن کدو

۶۰ ۲-۲-۴- وزن تر دانه

۶۲	۳-۲-۴- وزن خشک دانه
۶۴	۴-۲-۴- تعداد دانه در میوه
۶۸	۵-۲-۴- وزن صد دانه
۷۰	۶-۲-۴- عملکرد میوه
۷۲	۷-۲-۴- عملکرد دانه
۷۴	۳-۴- صفات فیزیولوژیکی
۷۴	۱-۳-۴- پایداری غشای پلاسمایی
۷۵	۲-۳-۴- محتوای آب نسبی برگ
	۳-۳-۴- کلروفیل
۷۹	۱-۳-۳-۴- کلروفیل a
۸۲	۲-۳-۳-۴- کلروفیل b
۸۳	۳-۳-۳-۴- کاروتنوئید
۸۷	۳-۳-۳-۴- کلروفیل کل
	۴-۴- صفات کیفی
۹۰	۱-۴-۴- پرولین
۹۴	۲-۴-۴- درصد روغن دانه
۹۶	۳-۴-۴- عملکرد روغن دانه
۱۰۰	۴-۴-۴- درصد پروتئین دانه
۱۰۱	۵-۴- نتیجه گیری
۱۰۲	۶-۴- پیشنهادها
۱۰۳	۷-۴- فهرست منابع
۱۲۱	۸-۴- پیوست

فهرست نگل؛

شکل	صفحه
شکل ۱-۲- از بین رفتن رادیکال های پراکسید هیدروژن در مسیر آسادا و هالیول و تولید مجدد آسکوربیک اسید به وسیله آنزیم های آنتی اکسیدان	۲۹
شکل ۳-۳- نقشه کاشت طرح آزمایشی مورد استفاده	۴۱
شکل ۱-۴- مقایسه میانگین قطر کدو تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری	۵۴
شکل ۲-۴- مقایسه میانگین وزن پوست کدو تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری	۵۵
شکل ۳-۴- مقایسه میانگین وزن پوست کدو تحت تاثیر اسیدسالیسیلیک	۵۵
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین وزن پوست کدو تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک	۵۵
شکل ۵-۴- مقایسه میانگین تعداد دانه نارس تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری	۵۷
شکل ۶-۴- مقایسه میانگین تعداد دانه نارس تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک	۵۸
شکل ۷-۴- مقایسه میانگین وزن کدو تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری	۵۹
شکل ۸-۴- مقایسه میانگین وزن کدو تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک	۶۰
شکل ۹-۴- مقایسه میانگین وزن کدو تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک	۶۰
شکل ۱۰-۴- مقایسه میانگین وزن تر دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری	۶۱
شکل ۱۱-۴- مقایسه میانگین وزن تر دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک	۶۲
شکل ۱۲-۴- مقایسه میانگین وزن تر دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک	۶۲
شکل ۱۳-۴- مقایسه میانگین وزن خشک دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری	۶۳
شکل ۱۴-۴- مقایسه میانگین وزن خشک دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک	۶۴
شکل ۱۵-۴- مقایسه میانگین وزن خشک دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک	۶۴
شکل ۱۶-۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری	۶۷
شکل ۱۷-۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک	۶۷
شکل ۱۸-۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری	۶۷
شکل ۱۹-۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک	۶
شکل ۲۰-۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری	۶۸
شکل ۲۱-۴- مقایسه میانگین وزن صد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک	۶۹
شکل ۲۲-۴- مقایسه میانگین وزن صد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری	۷۰
شکل ۲۳-۴- مقایسه میانگین عملکرد میوه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری	۷۱
شکل ۲۴-۴- مقایسه میانگین عملکرد میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک	۷۱

- شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین عملکرد میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک ۷۲
- شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۷۳
- شکل ۴-۲۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک ۷۴
- شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک ۷۴
- شکل ۴-۲۹- مقایسه میانگین پایداری غشای پلاسمایی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۷۵
- شکل ۴-۳۰- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی برگ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۷۸
- شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک ۷۸
- شکل ۴-۳۲- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک ۷۸
- شکل ۴-۳۳- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۷۹
- شکل ۴-۳۴- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی برگ تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۷۹
- شکل ۴-۳۵- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۸۱
- شکل ۴-۳۶- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری ۸۱
- شکل ۴-۳۷- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۸۲
- شکل ۴-۳۸- مقایسه میانگین کلروفیل b تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۸۳
- شکل ۴-۳۹- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۸۵
- شکل ۴-۴۰- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک ۸۶
- شکل ۴-۴۱- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک ۸۶
- شکل ۴-۴۲- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری ۸۶
- شکل ۴-۴۳- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۸۷
- شکل ۴-۴۴- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۸۷
- شکل ۴-۴۵- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۸۹
- شکل ۴-۵۱- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری ۸۹
- شکل ۴-۵۲- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۹۰
- شکل ۴-۵۳- مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۹۲
- شکل ۴-۵۴- مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک ۹۳
- شکل ۴-۵۵- مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری ۹۳
- شکل ۴-۵۶- مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و ۹۳

- تنش کم آبیاری
- شکل ۴-۵۷- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۹۶
- شکل ۴-۵۸- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک ۹۶
- شکل ۴-۵۹- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۹۶
- شکل ۴-۶۴- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری ۹۸
- شکل ۴-۶۵- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک ۹۸
- شکل ۴-۶۷- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری ۹۸
- شکل ۴-۶۸- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری ۹۹
- شکل ۴-۶۹- مقایسه میانگین درصد پروتئین تحت تاثیر سطوح مختلف دور آبیاری ۱۰۱

فهرست جدول‌ها

صفحه	جدول
۴۰	۱-۳- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
۴۴	۲-۳- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش
۱۲۰	پیوست ۱- میانگین مربعات قطر کدو، وزن پوست کدو، تعداد دانه نارس و وزن کدو تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۰	پیوست ۲- مقایسه میانگین قطر کدو، گوشت کدو، تعداد دانه نارس و وزن کدو تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۱	پیوست ۵- میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۱	پیوست ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۲	پیوست ۷- میانگین مربعات عملکرد میوه و دانه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۲	پیوست ۸- مقایسه میانگین عملکرد میوه و دانه تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۳	پیوست ۹- میانگین مربعات پایداری غشای پلاسمایی و محتوای آب نسبی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۳	پیوست ۱۰- مقایسه میانگین پایداری غشای پلاسمایی و محتوای آب نسبی تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۴	پیوست ۱۱- میانگین مربعات کلروفیل a، b، کاروتنوئید و کل تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۴	پیوست ۱۲- میانگین مربعات کلروفیل a، b، کاروتنوئید و کل تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۵	پیوست ۱۳- میانگین مربعات پرولین تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۵	پیوست ۱۴- مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۶	پیوست ۱۵- میانگین مربعات درصد و عملکرد روغن و پروتئین تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک
۱۲۶	پیوست ۱۶- مقایسه میانگین درصد و عملکرد روغن و پروتئین تحت تاثیر تنش کم آبیاری و غلظت محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسیدسالیسیلیک

فصل اول

مقدمه

هزاران گونه گیاهی تولید کننده دانه، میوه، برگ، روغن و غده‌های خوراکی هستند که تامین کننده غذا، دارو، ادویه و نیازهای دیگر بوده و سهم عمده‌ای در حفظ حیات، سلامت و محیط زیست صدها میلیون نفر در سراسر جهان دارند. اکثر این گیاهان بومی یک منطقه بوده و در آن منطقه حائز اهمیت هستند، حال آنکه در مقیاس جهانی به عنوان گیاهان فراموش شده و ناشناخته نام گذاری می شوند. در حال حاضر جمعیت فعلی جهان وابسته به چند گونه گیاهی است. تنوع تولید به مفهوم افزایش گونه‌های گیاهی به طور معنی داری باعث پیشبرد سلامت و تغذیه، بهبود شرایط اجتماعی، اقتصادی، زندگی کشاورزان و پایداری اکولوژیک می‌شود. بسیاری از گیاهان فراموش شده پتانسیل بالایی برای مبارزه با گرسنگی داشته و نیز از نظر تولیدات دارویی درآمدزایی بالایی دارند. بسیاری از این گیاهان ریشه در فرهنگ منطقه تولید دارند و لذا نقش مهمی در تنوع جامعه بازی می‌کنند. مصرف بی‌رویه چنین گیاهانی، خطر انقراض بسیاری از آنها را نمایان ساخته است. بدون شک تحقیقات در زمینه تولید تجاری آنها در مزارع کشاورزی اهمیت روزافزونی یافته است (بنیان و همکاران، ۲۰۰۸).

در حال حاضر به دلیل اثرات جانبی داروهای شیمیائی، مصرف داروهای با منشأ گیاهی از گسترش روزافزونی برخوردار است. به طوری که طبق برآورد سازمان بهداشت جهانی (WHO) ۸۰ درصد مردم در کشورهای جهان سوم جهت درمان، از داروهای گیاهی استفاده می‌کنند. به‌علاوه در حال حاضر حجم زیادی از واردات کشورهای اروپایی به گیاهان دارویی اختصاص یافته است (امید بیگی، ۱۳۷۴). ایران به عنوان کشوری با شرایط اقلیمی بسیار متنوع دارای تعداد زیادی گونه‌های گیاهی است که دارای خواص دارویی فراوانی دارند.

باتوجه به محدودیت‌های شدید منابع آبی در اکثر مناطق کشور، تنش خشکی به عنوان مهمترین عامل تأثیر گذار بر گیاهان زراعی معرفی شده است. گیاهان در زمان انتقال از دریا به

خشکی در طی روند تکاملی با این تنش روبه‌رو شده و سعی بر بکارگیری انواع راهکارهای تحمل نسبت به خشکی داشت تا بتوانند از این شرایط به گونه‌ای فرار کنند. با توجه به نوسان شرایط محیطی، خشکی هنوز عمده‌ترین محدودیت در تولید محصولات زراعی است، بطوریکه براساس مطالعات انجام شد از بین عوامل مختلف تنش‌زای زنده (بیماری‌ها، آفات، علف‌های هرز و ...) و غیر زنده (خشکی، غرقاب، شوری، گرما و ...)، خشکی به تنهایی مسبب ۴۵٪ از کاهش عملکرد محصولات زراعی بوده است (بل حسن، ۱۹۹۶). سایر محققان نیز متوسط کاهش عملکرد سالانه در اثر خشکی در جهان را حدود ۱۷٪ ذکر کرده‌اند که تا بیش از ۷۰٪ در سال می‌تواند افزایش یابد. بشر با انجام تحقیقات زیاد روی انواع گیاهان، بعضی از اثرات خشکی را بر روی گیاهان شناخته و به دنبال انواع سازوکارهای تحمل در گیاهان بوده تا شاید بتواند با شناخت آنها و چگونگی اثرشان گامی در جهت حفظ عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تنش بردارد، فرایندهای درون سلولی از جمله: نفوذپذیری در غشاء، وضعیت آب سلول، میزان اسمولیت‌ها، وضعیت پروتئین‌ها، فعالیت هورمون‌های گیاهی، جریان یونی، انتقال و فتوسنتز و در نهایت رشد و عملکرد همگی تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرند. علاوه بر این، پاسخ به تنش به گونه و رقم گیاهی، طول و مدت تنش خشکی، سن و مرحله نمو گیاه، نوع سلول و اندام گیاهی و اجزای زیر سلولی و به ساختار آنها بستگی دارد. یکی از این راهکارها استفاده از محلول‌های سازگار و بالا بردن سطح سوبستراهای آنزیمهای آنتی اکسیدان درون سلولی می‌باشد. محلول‌های سازگار، موادی با وزن مولکولی پایین می‌باشند که در واکنش بیوشیمیایی سلول اختلال ایجاد نمی‌کنند و موجب کاهش اثرات بازدارندگی بالای یون‌ها بر فعالیت آنزیم‌ها می‌شود در نتیجه موجب حفظ تعادل اسمزی، ساختار سلولی، ترکیبات پروتئینی و آنزیمی می‌شود. اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک از جمله محلول‌های سازگاری به شمار می‌آیند که با افزایش فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز منجر به دفع مسمومیت رادیکال‌های آزاد اکسیژن و رادیکال‌های هیدروکسیل می‌شوند.

اهداف این پژوهش شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- بررسی تأثیر محلول پاشی همزمان اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات

فیزیولوژیک و مرفولوژیک کدو تخم کاغذی در شرایط عدم تنش، تنش ملایم و تنش شدید خشکی.

۲- مقایسه تأثیر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های مختلف بر

پارامترهای کمی و کیفی کدو تخم کاغذی در شرایط عدم تنش، تنش ملایم و تنش شدید خشکی.

۳- بررسی کلی تأثیر تنش کم آبی بر رشد و عملکرد کدو تخم کاغذی.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱-کلیات

۲-۱-۱-تاریخچه

گیاه کدو تخم کاغذی بومی آمریکا و رویشگاه احتمالی آن مکزیک می‌باشد. گونه C. maschata با مبدا احتمالی مکزیک حدود ۵۰۰۰ سال پیش در شمال و جنوب آمریکا شناخته شده و گونه C. maxima نخستین بار در پرو کشت شد. کشف اولین گیاهان خانواده کدوئیان به زمان کشف دنیای جدید (در جزایر کارائیب) در دسامبر ۱۴۹۲ میلادی، توسط کریستوفر کلمب باز می‌گردد. لئونارد فاکس در کتاب «گیاهان دارویی» پامپکین روغنی را به عنوان خیار اقیانوسی معرفی نموده است. این نوع کدو برای اولین بار در تغذیه دامها مورد استفاده قرار گرفت. طعم بی‌نظیر و بسیار مطلوب بذور این کدو برای اولین بار توسط یک کارگر اتریشی کشف گردید و نکته جالب‌تر برای وی عدم وجود پوشش سخت در اطراف دانه‌ها بود (واگنر، ۱۹۹۷). اولین بار در بین سالهای ۱۹۶۳-۱۸۶۳ از دانه‌های این گیاه بعنوان یک داروی سمی در درمان انگل‌های روده ای (کرم نواری و کرم‌های گرد) استفاده شد. بعدها با پیشرفت علم پزشکی و شناخت بیشتر اثر درمانی این گیاه، پزشکان نخست در درمان مشکلات دستگاه ادراری، شب ادراری در کودکان، التهابات و سنگ‌های مثانه از این گیاه مدد جستند (امیدبیگی، ۱۳۷۹). سرانجام در دهه اخیر، با شناسایی اثر درمانی این گیاه در درمان هیپرپلازی خوش خیم پروستات (BPH)^۱، اهمیت و لزوم تحقیق و بررسی پیرامون این گیاه بیش از پیش آشکار شد و در این راستا کشورهای مختلف دنیا گام‌های بلندی را در تولید محصولات دارویی گوناگون از آن برداشتند، بطوری که در حال حاضر در کشورهایمانند آلمان و اتریش ۹۰ درصد بیماران مبتلا به BPH با تجویز داروهای گیاهی معالجه می‌گردند.

۲-۱-۲-اهمیت و مصارف

از بذورهای این گیاه و روغن حاصل از آن به واسطه وجود مواد مؤثره حائز اهمیتی نظیر

^۱- [Benign Prostatic Hyperplasia](#)

فیتوسترول^۲، اسیدهای چرب، ویتامین A، E، عناصر روی و سلنیم، کارتنوئیدها و توکوفرول‌ها در درمان بیماری‌هایی نظیر هیپرپلازی پروستات، سوزش مجاری ادراری، تصلب شرائین، تنظیم دستگاه گوارش و تنظیم هورمون‌های جنسی در زنان و مردان استفاده می‌شود (صیامی و همکاران، ۲۰۰۳). فیتوسترول یک نوع ترکیب محلول در چربی می‌باشد که در برخی گیاهان وجود دارد، از نظر ساختمان مولکولی شبیه به کلسترول می‌باشد و می‌تواند از بروز سرطان پیشگیری کند و خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را کاهش دهد و در ساخت داروهایی مانند پیون^۳، پروستالیکوئید^۴ و گرونفینگ^۵ مورد استفاده قرار می‌گیرد (امیدبیگی، ۱۳۷۹، قلی‌پور و همکاران، ۲۰۰۷).

از مهمترین اسیدهای چرب که تقریباً ۹۰٪ محتوای روغن را تشکیل می‌دهند. می‌توان به اسیدهای لینولئیک، اولئیک و پالمیتیک اشاره کرد که از این میان اسید چرب لینولئیک حدود ۴۵ الی ۵۰ درصد روغن را تشکیل می‌دهد (امیدبیگی، ۱۳۷۹). حمیدی (۱۳۹۱) گزارش داد که به دلیل ناپایداری اسیدلینولئیک در برابر حرارت، از روغن کدو تخم کاغذی نمی‌توان به عنوان روغن سرخ کردنی استفاده کرد. شهیدی و همکاران (۲۰۰۶) ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی دانه‌های این گیاه را مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که مغز دانه کدو پوست کاغذی حاوی بیشترین میزان پروتئین بوده و غلظت عناصر معدنی بخصوص آهن، سدیم و پتاسیم دانه آن بالا می‌باشد. همچنین می‌توان از دانه این گیاه پس از جداسازی پالپ، پوست و گوشت در فرآورده‌های غذایی نظیر فرآورده نانوائی، نوشیدنی‌ها و فرآورده‌های گوشتی استفاده کرد.

۲-۱-۳- گیاه شناسی کدو پوست کاغذی

کدو پوست کاغذی یا کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbitaceae pepo* L.) گیاهی علفی، یکساله و متعلق به تیره کدوئیان (*Cucurbitaceae*) است (آرویی و همکاران، ۲۰۰۰). این گیاه در مناطق

¹- Phytosterol

²- Peponen

³- Prostaliquid

⁴- Gronfing

گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان می‌روید و منشا آن اروپا و مناطق گرمسیری آمریکا گزارش شده است (استیپلیتون و همکاران، ۲۰۰۰). ریشه اصلی گیاه کدوی تخمه کاغذی قوی، محکم و مستقیم است. ساقه کرک‌دار، توخالی و خزننده و ارتفاع آن متفاوت و با توجه به رقم گیاه و شرایط اقلیمی محل رویش بین سه تا پنج متر می‌باشد. روی ساقه پیچک‌ها یا قلاب‌هایی به وجود می‌آید که سبب اتصال گیاه به قیم می‌شود (امید بیگی، ۱۳۷۹).

برگ های درشت به رنگ سبز روشن و پنج قسمتی دارد که توسط دم‌برگ طویل و کرک-داری به طول ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر به ساقه متصل می‌شود. گیاه یک پایه است و گل‌های نر جدا از گل-های ماده روی گیاه قرار می‌گیرد. گل‌ها زرد و دارای پنج گلبرگ است. گل‌های ماده کوتاه‌تر از گل‌های نر هستند. ابتدا گل‌های نر به صورت دسته‌ای و سپس گل‌های ماده به طور جدا از هم ظاهر می-شوند.

میوه گوشت‌دار، درشت و کروی شکل و یا کم و بیش کشیده است. شکل میوه از اختصاصات گونه‌ای محسوب می‌شود. میوه‌های رسیده به رنگ زرد یا نارنجی می‌باشند. داخل هر میوه ۴۰۰ الی ۵۰۰ عدد دانه وجود دارد (مارکیویچ و همکاران، ۲۰۰۴، امید بیگی، ۱۳۷۹).

رنگ دانه‌ها سبز تیره یا سبز زیتونی است. طول دانه ۱۵ تا ۲۰ به پهنای ۸ تا ۱۰ و ضخامت آن ۲/۵ تا ۳ میلی‌متر است. اطراف دانه را پوشش شفاف و ظریفی احاطه می‌کند. وزن هزار دانه ۲۰۰ تا ۳۰۰ گرم است (استیپلیتون، ۲۰۰۰). دانه‌ها حاوی ۴۰ تا ۶۰ درصد روغن، ۳۰ تا ۳۵ درصد پروتئین و همچنین منبعی غنی از آنتی اکسیدانت‌های طبیعی نظیر کاروتن، اسید فولیک و ویتامین‌های E، C و A بوده و دارای مقدار زیادی روی، سلیوم و پتاسیم است که روی و سلیوم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (قلی پور و همکاران، ۲۰۰۷). مهمترین اسید چرب تشکیل دهنده روغن را اسید لینولئیک (۴۵ تا ۵۰ درصد) تشکیل می‌دهد (یونسی و همکاران، ۲۰۰۰). دوره رویش این گیاه متفاوت است و به رقم و شرایط اقلیمی محل رویش گیاه بستگی دارد و بین ۱۲۰ تا ۱۴۰ روز می‌باشد

(امید بیگی، ۱۳۷۹). تحقیقات انجام شده بر روی دانه کدو تخمه کاغذی در نقاط مختلف جهان، نشان دهنده درصد بالای چربی این دانه‌ها است (صیامی و همکاران، ۲۰۰۳ و امید بیگی، ۱۳۷۴).

۲-۱-۴- نیازهای اکولوژیک و آب و هوایی

منشاء این گیاه نواحی معتدل و گرمسیر نظیر اروپا و همچنین مناطق گرمسیر آمریکا است. این گیاه به درجه حرارت بالا نیاز داشته و به سرما و یخبندان حساس است و در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد بذرها جوانه می‌زنند. دمای مطلوب برای رویش دانه‌ها ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. رویش این گیاه در دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌گردد. در دمای ۳ تا ۴ درجه زیر صفر گیاه دچار سرمازدگی شده ولی در صورت رسیدگی کامل میوه‌ها، از بین نروانند رفت. از نظر رطوبتی به خشکی و کم آبی مقاوم است و از این لحاظ جهت کشت در مناطق خشک گیاه بسیار مناسب و اقتصادی می‌باشد. در صورت خشکی طولانی مدت این گیاه قادر است رطوبت را از اعماق خاک جذب نماید. بهترین خاک جهت کشت آن خاک‌های غیر اسیدی است و در خاک‌های با بافت متوسط و قلیایی رشد خوبی دارد (امید بیگی، ۱۳۷۹).

۲-۱-۵- مواد و عناصر مورد نیاز

۳۰ تا ۴۰ تن کود حیوانی کاملاً پوسیده نقش عمده در افزایش عملکرد دانه و مواد مؤثره گیاه دارد. اگر زمین از عناصر غذایی تهی باشد در فصل پاییز به همراه کود حیوانی مقدار ۱۲۰ تا ۱۶۰ کیلوگرم کود اوره، ۲۴۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم کود فسفات و ۱۵۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم کود پتاسه باید به خاک اضافه کرد (امید بیگی، ۱۳۷۹).

۲-۱-۶- زمان مناسب و روش کاشت

زمان مناسب کاشت اوایل اردیبهشت ماه پس از برطرف شدن خطر سرمای بهاره است. هنگامی که دمای خاک بیش از ۱۲ درجه سانتی‌گراد باشد. کاشت و تکثیر این گیاه توسط بذر انجام می‌گیرد. چون دانه‌های کدو تخمه کاغذی فاقد پوشش است به سرعت توسط عوامل بیماری‌زای قارچی

آلوده می‌شوند، لذا بذرها را باید با قارچ‌کش مناسب ضدعفونی کرد. بذرها در ردیف‌هایی به فاصله ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر کشت می‌شود و فاصله هر بوته در روی ردیف ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر مناسب است. در هر چاله سه تا پنج بذر قرار می‌گیرد. پس از سبز شدن، بوته‌های ضعیف را تنک کرده و یک بوته قوی بجا گذاشته می‌شود. پس از کاشت آبیاری مناسب ضروری است، آبیاری نامناسب و فراوان سبب گسترش بیماری‌های قارچی می‌شود (امید بیگی، ۱۳۷۹).

۲-۱-۷- آفات و بیماری‌ها

این گیاه به برخی آفات و بیماری‌ها حساس است. به سرعت به بیماری‌های ویروسی مبتلا می‌شود. از این رو مبارزه با آفات ناقل ویروس و همچنین خارج کردن و سوزاندن بوته‌های آلوده به ویروس نقش مهمی در کنترل آن دارد. از جمله بیماری‌های خطرناک کدو می‌توان سفیدک‌های سطحی و دروغی را نام برد. برای مبارزه با سفیدک سطحی که در آن سطح برگ از پوشش سفید رنگ متمایل به خاکستری پوشیده می‌شود، از سموم کاراتان، آفوغان و پودرهای گوگرد و تابل به نسبت ۳ تا ۵ در هزار و معمولاً با ۲ تا ۳ بار تکرار استفاده می‌شود. برای مبارزه با سفیدک دروغی که در آن در سطح برگ لکه‌های زرد یا سفید رنگی ظاهر می‌گردد که در پشت این لکه‌ها پوشش قارچی به رنگ سفید متمایل به خاکستری مشاهده می‌شود، از قارچ‌کشهای دیتان، زینب، مانکوزب و ارتوسید استفاده می‌شود. بوته میری باعث مرگ ناگهانی و از بین رفتن سریع بوته‌ها می‌گردد، که از مواد قارچ‌کش نظیر سرزان یا تیرام استفاده می‌شود (امید بیگی، ۱۳۷۹).

۲-۱-۸- برداشت محصول

زمان برداشت محصول به شرایط اقلیمی محل رویش بستگی دارد. میوه‌ها از اواسط شهریور به تدریج می‌رسند. هنگامی که ۷۰ تا ۷۵ درصد میوه‌ها رسیدند، آنها را باید جمع‌آوری کرد. پس از شکستن میوه‌ها دانه‌ها را خارج و در دمای ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک نمود رطوبت مجاز در دانه‌های خشک شده ۱۲ درصد می‌باشد. عملکرد بذر متفاوت است و به شرایط اقلیمی به خصوص

وضعیت خاک بستگی دارد بطور معمول از هر هکتار زمین ۰/۹ تا ۱/۵ تن دانه استحصال می‌شود (امید بیگی، ۱۳۷۹).

۲-۲- تنش

۲-۲-۱- تعریف تنش

تنش را می‌توان قرارگرفتن گیاه تحت تاثیر یک عامل محیطی که موجب افت ظاهری، بازده و یا ارزش آن می‌شود، تعریف نمود (مک کریس و همکاران، ۲۰۰۰). خشکی به عنوان یک عامل تنش-زای محیطی دارای تعاریف متعددی است. از نظر یک هواشناس، خشکی به عنوان یک دوره طولانی بدون باران تلقی می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). از نظر یک هیدرولوژیست، خشکی به عنوان کاهش ذخایر آب‌های سطحی و زیرزمینی در اثر کاهش نزولات جوی می‌باشد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین یک فیزیولوژیست گیاهی، خشکی را چیزی فراتر از فقدان بارندگی می‌داند و از این منظر پاسخ گیاه به تنش در نظر گرفته می‌شود، یعنی زمانی خشکی ظهور می‌کند که اندام‌های مختلف گیاه تحت تاثیر تنش قرار گرفته باشند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). کرامر (۱۹۸۳) خشکی را به عنوان فقدان یا کمبود نزولات جوی و یا به عبارتی دیگر کمبود رطوبت در محیط ریشه تعریف می‌کند که موجب کاهش محصول می‌شود. از نظر وی میزان خسارت وارده وابسته به نوع گیاه، ظرفیت نگهداری آب توسط گیاه و خاک، شرایط جوی مؤثر بر میزان تبخیر و تعرق می‌باشد. به طور کلی تنش‌های محیطی به دو دسته زنده و غیر زنده تقسیم می‌شوند، که در تنش زنده یک موجود زنده تنش را به وجود می‌آورد و در تنش غیر زنده یک عامل فیزیکی، شیمیایی یا مکانیکی باعث ایجاد تنش می‌شود مانند شوری، گرما، خشکی...

۲-۲-۲- راهکارهای سازگاری گیاهان به خشکی

۲-۲-۲-۱- مقاومت به خشکی

مقاومت به خشکی را می‌توان توانایی یک گیاه برای بقا، رشد و تولید عملکرد در حد رضایت- بخش در شرایط محدودیت ذخیره تعریف کرد. همچنین از نظر تکاملی توان زنده ماندن یک گونه از نسلی به نسل دیگر تحت شرایطی که آب قابل دسترس محدود می‌باشد، مقاومت به خشکی، تعریف می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). در اصلاح نباتات کاربردی، که هدف آن عمدتاً تولید بیشتر است، به رقمی که در مقایسه با سایر ارقام در محیط‌های تنش‌دار، عملکرد بالاتری تولید نماید، رقم مقاوم به خشکی گفته می‌شود (کوئینسن بری، ۱۹۸۲).

۲-۲-۲-۲- فرار از خشکی

فرار از خشکی به توانایی یک گیاه برای رسیدن به مرحله بلوغ قبل از فرارسیدن خشکی گفته می‌شود. به عبارت دیگر، فرار یعنی قابلیت یک گیاه در طی کردن مراحل فنولوژیک و رسیدگی قبل از آنکه تنش خشکی به صورت یک عامل محدود کننده جدی درآید. گیاهان چند ساله از این روش بهره برده و قبل از وقوع تنش وارد مرحله خواب می‌شوند. همچنین بسیاری از گیاهان بیابانی در شروع فصل بارندگی جوانه‌زده و دارای دوره رشد کوتاه هستند، بطوریکه حیات آنها در فصل مرطوب و بارندگی خلاصه می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۲-۲-۳- اجتناب از خشکی

توانایی یک گیاه در بالا نگهداشتن پتانسیل آب و نگهداری حالت‌های آزاد آب در نسوج خود در طول دوره خشکی را اجتناب از خشکی می‌گوید. این موضوع به دلیل خواص مورفولوژیکی و آناتومیکی گیاه می‌باشد. نگهداری وضعیت مطلوب آب در شرایط خشکی می‌تواند از طریق افزایش ظرفیت جذب ریشه‌ها و یا از طریق کاهش میزان خروج آب از برگ‌ها صورت گیرد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۲-۴- تحمل خشکی

به قابلیت گیاه برای تحمل نوعی از کم‌آبی که به تدریج بروز کرده و با کاهش پتانسیل آبی گیاه به‌طور موازی ادامه می‌یابد، تحمل خشکی گفته می‌شود (لویت، ۱۹۸۰). گیاهان متحمل می‌توانند پتانسیل آب برگ را تحمل و فعالیت‌های متابولیکی را در این شرایط حفظ کنند. از راهبردهای تحمل در گیاه می‌توان به تنظیم اسمزی، نگهداری و حفظ حیات ریشه‌ها، پایداری غشاها در ضمن پسابیدگی و ... اشاره کرد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸).

به‌طور کلی، توانایی گیاهان برای پاسخ به تنش و بقا در شرایط کمبود آب به مجموع راهکارهای پاسخ‌های سلولی مرتبط است. علاوه بر این، پاسخ به شرایط کمبود آب به گونه و رقم گیاهی، طول و مدت تنش خشکی، سن و مرحله نمو گیاه، نوع سلول و اندام گیاهی و اجزای زیر سلولی و به ساختار آن بستگی دارد (برای، ۱۹۹۷؛ لویت، ۱۹۸۰). درک گیاهان از کمبود آب از طریق آزدسازی یک سری پیام‌های سلولی و از طریق مسیرهای خاص انتقال صورت می‌گیرد.

۲-۲-۳ نقش آب در گیاه

از بین عوامل مورد نیاز برای رشد و فعالیت گیاه، آب به عنوان مهمترین و در عین حال محدودترین منبع برای کشاورزی محسوب می‌شود. آب فراوانترین جزء تشکیل دهنده سلول‌های زنده گیاه است. حدود ۵۰٪ از گیاهان چوبی (درختان)، ۸۰٪ از گیاهان علفی و همچنین حدود ۹۵-۸۵٪ حجم بافت در حال رشد گیاهان را آب تشکیل می‌دهد. آب برخلاف برخی از مواد درون سلول گیاهی، یک جزء موقت محسوب می‌شود، زیرا سلول به‌طور دائم آب را جذب کرده و از دست می‌دهد. تقریباً ۹۵٪ آب موجود در گیاه از طریق تعرق خارج می‌گردد و تنها کمتر از ۵٪ آب در معادلات مختلف گیاهی شرکت می‌کنند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). آب به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاص خود، نظیر وجود پیوندهای هیدروژنی، گرمای نهان ذوب، ظرفیت گرمایی ویژه، ویسکوزیته و ... توانسته نقش اساسی در گیاه داشته باشد. آب در اساسی‌ترین فرایند گیاهی، یعنی فتوسنتز، به عنوان

ماده تأمین کننده الکترون، هیدروژن و اکسیژن نقش دارد. همچنین آب در حفظ ساختار گیاه نقش دارد و محیط مناسبی جهت انجام واکنش‌های شیمیایی فراهم می‌نماید. یک عامل اصلی سرپا بودن گیاهان علفی فشار آماس ناشی از آب و اعمال نیرو به دیواره‌های سلولی است. همچنین مؤثر بر ساختمان مولکول‌ها، خصوصیات پروتئین‌ها، غشاءها و اسیدهای نوکلئیک است و در پراکنش انرژی و کمک به تداوم حیات گیاه نقش اساسی دارد (تایز و زایگر، ۲۰۰۶؛ کافی و دامغانی، ۱۳۸۱).

۲-۲-۴- اثرات تنش خشکی بر گیاهان و پاسخ‌های آنها

کمبود آب یکی از اساسی‌ترین عوامل محیطی محدود کننده تولیدات کشاورزی است. گیاهان زراعی در طی دوره زندگی خود به‌طور مکرر با تنش رطوبتی مواجه می‌شوند، لیکن مراحل معینی از رشد از قبیل جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و گلدهی از بحرانی‌ترین مراحل مواجهه با خسارت‌های ناشی از تنش رطوبتی به شمار می‌آیند (معصومی و همکاران، ۱۳۸۷). کمبود آب منجر به اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان و تغییر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نیتروژن، تغییر در ساختمان پروتئین‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، تجمع پرولین و کاهش تشدید کننده‌های رشد می‌شود (سینگ و پاتال، ۱۹۹۶). این تغییرات فیزیولوژیکی در نهایت منجر به تغییرات مورفولوژیکی در بذر، گیاهچه، برگ، ارتفاع گیاه و ... می‌گردد. همان‌طور که تنش‌های مختلف اثرات متفاوتی بر گیاهان می‌گذارند، گیاهان نیز مجموعه‌ای از پاسخ‌ها در سطح مولکولی، سلولی و مورفولوژیکی (تغییر در چرخه سلولی، تنظیم انتقال یونی نظیر جذب، ترشح و تفکیک یونی) و تغییرات متابولیکی (متابولیسم کربن، سنتز نمک‌های سازگار کننده بالا نگهداشتن فتوسنتز، کاهش تنفس و تنظیم اسمزی) به تنش اسمزی نشان می‌دهد (لویت، ۱۹۸۰). برخی از این پاسخ‌ها توسط پیام‌های اولیه تنش اسمزی تحریک می‌شوند، در صورتی که بقیه توسط پیام‌های ثانویه تنش که توسط پیام اولیه تولید می‌شوند، تحریک می‌گردند. این پیام‌های ثانویه شامل هورمون‌های گیاهی (ABA و اتیلن)، انواع اکسیژن فعال (ROS) و پیام‌آورهای ثانویه درون سلولی (فسفولیپیدها) می‌باشند (کافی و همکاران، ۱۳۸۵). برای مثال، تحت شرایط تنش، ABA تولید شده از ریشه با جریان تعرق بالا رفته و باز و بسته شدن روزنه را در برگ‌ها تنظیم می‌نماید.

تولید انواع اکسیژن فعال نیز پیامدهای تنش خشکی است (کافی و همکاران، ۱۳۸۵؛ سسنچی، ۲۰۰۵). ریچی و همکاران (۱۹۹۰) بیان می‌کنند در صورت شناسایی پایه‌های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی، به‌نژادگران می‌توانند از صفات مورفولوژیک به عنوان شاخص‌های گزینشی استفاده کنند. به همین دلیل، شناخت اثرات تنش خشکی و پاسخ گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۲-۵- اثرات تنش خشکی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه

مطالعات زیادی در مورد اثرات تنش خشکی بر روی گیاهان انجام شده است. این تغییرات ناشی از تغییرات پتانسیل آب می‌باشد. کمبود آب سبب کاهش فشار آماس می‌گردد و از آنجایی که توسعه و رشد سلول وابسته به فشار می‌باشد، نمو سلول‌ها کاهش و اندازه سلول‌ها کوچک‌تر می‌گردد (نلسون و ارکات، ۱۹۹۶). تنش خشکی بر کلیه مراحل رشد و نمو گیاه به میزان یکسان و مساوی اثر نمی‌گذارد. بعضی از مراحل نسبت به افزایش تنش خشکی بسیار حساس بوده، در حالی که سایر مراحل کمتر تحت تأثیر تنش آب قرار می‌گیرند (صفرنژاد، ۱۹۹۶). در بررسی رشد یونجه در شرایط خشکی مشاهده شد که با افزایش تنش خشکی، طول ریشه و ساقه کاسته می‌شود و کاهش در جوانه‌های قاعده‌ای و شاخه‌ها دیده می‌شود. همچنین با گذشت چهارده روز بعد از ایجاد تنش با افزایش شدت تنش، اندازه برگ، طول میانگره و وزن ماده خشک یونجه کاهش می‌یابد (ایریگوین و همکاران، ۱۹۹۲). کاهش رشد در مراحل اولیه تنش می‌تواند به علت کاهش توسعه سلول ناشی از کاهش فشار تورژسانس و تقسیم سلولی، کاهش فتوسنتز ناشی از بسته شدن روزنه‌ها و تخصیص بیشتر مواد به بخش زیرزمینی باشد. در اثر بروز تنش خشکی، در اولین مرحله گسترش سلولی محدود می‌گردد. بعضی از محققان بین عملکرد دانه و تولید ماده خشک در شرایط تنش همبستگی بالایی گزارش دادند (سراج و همکاران، ۲۰۰۴). در مورد نخود همبستگی بین ریشه عمیق‌تر و عملکرد دانه بالاتر در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (سلطانی، ۲۰۰۰؛ بنجامین، ۲۰۰۶).

تولید بیوماس بالا در شرایط محدودیت رطوبت از صفات مطلوب در گیاه به شمار می‌رود. زیرا تنش خشکی موجب کاهش در میزان بیوماس گیاه می‌شود (فروغ و همکاران، ۲۰۰۹). عملکرد گیاه تحت شرایط تنش خشکی شدیداً به فرآیندهای تسهیم ماده خشک و توزیع زمانی بیوماس وابسته است (کیچ و همکاران، ۲۰۰۴). در سویا (اسپیچ و همکاران، ۲۰۰۱) و لوبیا سبز (ویبر و همکاران، ۲۰۰۶) تنش کم آبیاری موجب کاهش بیوماس می‌شود. وزن خشک شاخص مناسبی برای ارزیابی رشد و عملکرد گیاه محسوب می‌شود (غفاری‌پور، ۲۰۰۵). لاهو و گواتار (۲۰۰۳) کاهش در وزن خشک ساقه و برگ را در سیب زمینی تحت تاثیر تنش خشکی گزارش کردند. تنش ملایم در چغندر قند وزن خشک ساقه را تحت تاثیر قرار داد به طوری که وزن خشک ساقه بیشتر از وزن خشک ریشه کاهش یافت (محمدیان و همکاران، ۲۰۰۵).

بسیاری از فرآیندهای تعیین کننده عملکرد تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند. کمبود آب موجب کاهش در صفات مربوط به عملکرد می‌شود که دلیل آن را می‌توان اختلال در تبادلات گازی برگ دانست که نه تنها سبب محدودیت در اندازه منبع و مخزن می‌شود بلکه در جذب و انتقال مواد و تسهیم ماده خشک ایجاد اختلال می‌کند (انجوم و همکاران، ۲۰۱۱). خشکی موجب کاهش در عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود (کورنیک، ۲۰۰۰). دانشیان و همکاران (۱۳۸۱) مشاهده کردند که عملکرد دانه گیاه سویا بر اثر تنش، کاهش یافت که ناشی از کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه بود. در سه گیاه لوبیا سبز، لوبیا چشم بلبلی و نخود تنش کم آبیاری در زمان گلدهی و غلاف بندی موجب کاهش عملکرد شد (تسفای و همکاران، ۲۰۰۶). کومار و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که در کلزا تنش کم آبی سبب کاهش تعداد دانه در غلاف شد در حالی که وزن دانه‌ها افزایش یافت.

بازده اجزای عملکرد گیاه، بسته به مرحله فنولوژی که با تنش خشکی مواجه می‌شود، متفاوت می‌باشد (خزاعی و کافی، ۱۳۸۲). علت حصول عملکرد پایین در فصول خشک، تنش شدید رطوبت و در فصل مرطوب وزش بادهای شدید در مرحله رسیدگی گزارش شده است. به طور مثال عملکرد دانه

در گندم تابعی از تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه می‌باشد. در آزمایشی که محققان روی ارقام پرپنجه و کم پنجه ارزن مرواریدی انجام دادند واکنش هر دو تیپ به تراکم از نظر عملکرد دانه مشابه بود، اما واکنش ارقام پرپنجه از نظر تعداد پنجه و واکنش ارقام کم-پنجه از نظر اندازه سنبله متفاوت بود (بایدینگر و راجو، ۲۰۰۰). لذا انتخاب تیپ گیاهی برای یک مزرعه یا سال خاص، بستگی به انتظار کشاورز از آن سال دارد. زمانی که پیش‌بینی خشکسالی مشکل-تر می‌شود اهمیت پنجه‌زنی برای کشاورز بیشتر می‌شود (ون اوسترم و همکاران، ۲۰۰۱).

۲-۲-۷ اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی

۲-۲-۷-۱- تنش خشکی و فتوسنتز

تنش آبی یکی از مهمترین موانع محیطی در برابر فتوسنتز است. بسیاری از مطالعات در رابطه با تنش خشکی کاهش در میزان فتوسنتز را نشان می‌دهد. فعالیت فتوسنتز مربوط به سه گروه فرآیند عمده می‌باشند که تمام آنها تحت تنش رطوبت قرار می‌گیرند:

الف) انتقال دی‌اکسیدکربن به نقاط فتوسنتزی

ب) فرایندهای شیمیایی وابسته به نور

ج) فرایندهای مستقل از نور

کاهش فتوسنتز در این شرایط در ارتباط با ایجاد اختلال در فرایندهای بیوشیمیایی مسیرهای فتوسنتزی است. فتوسیستم II فتوسنتز حساس‌ترین بخش به تنش است و کمپلکس دریافت کننده اکسیژن و مرکز واکنش در این سیستم بیشترین خسارت را از خشکی می‌بینند (گیاردی و همکاران، ۱۹۹۶). در برگ انگور در شرایط تنش مشاهده شد کاهش فتوسنتز هم ناشی از کاهش جذب دی‌اکسیدکربن به دلیل بسته بودن روزنه‌ها و هم به خاطر کاهش فعالیت آنزیم‌ها بوده است (چاوز و همکاران، ۲۰۰۲). اندرو و همکاران (۱۹۹۹) ذکر کرده‌اند که تنها فعالیت مقدار کمی از رابیسکو به دلیل حضور بازدارنده (حضور قندهای فسفات و بلوکه شدن محل‌های فعال) کاهش می‌-

یابد. با برداشت قندهای فسفات به وسیله آنزیم رایبیسکو اکتیواز، دوباره فعالیت این آنزیم سرعت می-یابد. این آنزیم می‌تواند تحت شرایط تنش نقش تنظیم‌کنندگی در جذب کربن داشته باشد. از طرفی، کاهش فعالیت رایبیسکو متناسب با غلظت ADP در کلروپلاست و استروما است (یوردانو و همکاران، ۲۰۰۳). دلیل کاهش جذب کربن در محتوای نسبی پایین آب برگ علاوه بر کاهش فعالیت رایبیسکو، به خاطر محدودیت غلظت ریبولوز ۱ و ۵ بیس فسفات نیز می‌باشد که آن نیز وابسته به محدودیت ATP است (فلکاس و مدرانو، ۲۰۰۲). همچنین فیشر و همکاران (۱۹۹۸) اظهار داشته‌اند که عامل اصلی محدودکننده فتوسنتز، کاهش هدایت مزوفیلی است.

انتقال مواد فتوسنتزی نیز تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و موجب اشباع شدن برگ‌ها از این مواد می‌شود که فتوسنتز را محدود می‌کند. تنش خشکی ضمن کاهش سطح برگ، پیری آنها را هم تسریع نموده و بدین وسیله می‌تواند میزان تولید را، خیلی بیشتر از آنچه به علت اثرات ناشی از کاهش شدت فتوسنتز خالص تقلیل می‌یابد، کاهش دهد. سطح برگ‌ها بیشتر از شدت جذب خالص تحت تأثیر تنش کمبود آب قرار می‌گیرد. همچنین ثابت شده است که فتوسنتز در مقایسه با توسعه برگ حساسیت کمتری به پتانسل فشاری دارد، به همین دلیل واکنش میزان فتوسنتز برگ در پاسخ به تنش متوسط آب به ندرت مشابه واکنش توسعه برگ به تنش است (تایز و زایگر، ۲۰۰۶).

۲-۷-۲-۲- تنش خشکی و محتوای نسبی آب برگ

محتوای نسبی آب برگ (RWC)^۶ به معنی توانایی برگ در حفظ مقادیر آب در شرایط تنش است. بلوم و همکاران (۱۹۸۱) اظهار داشتند ژنوتیپ‌هایی که بدون بستن روزنه‌های خود توانایی حفظ آب بیشتری دارند برای مناطق خشک مناسب‌اند. شنفلد و همکاران (۱۹۸۸) رابطه‌ای بین RWC و هدایت روزنه‌ای نیافتند. RWC بالاتر ممکن است از طریق قابلیت تنظیم اسمزی و یا توانایی ریشه در جذب آب حاصل شود (شنفلد و همکاران، ۱۹۸۸). کاستریلو و تروگیلو (۱۹۹۴) نیز همبستگی مثبتی را بین RWC و غلظت کلروفیل، پروتئین و فعالیت رایبیسکو مشاهده کردند. با توجه به نقش پروتئین و

^۶ - Relative water content

کلروفیل در حفظ فتوسنتز و مقاومت به خشکی، می‌توان از RWC به عنوان شاخص در جهت مقاومت به خشکی استفاده کرد.

مدیریت آبیاری در مزرعه باید براساس RWC و نه آب خاک باشد. زمانی که محتوای نسبی آب برگ برابر ۷۰-۱۰۰٪ باشد، بازدارندگی روزنه‌ای صورت می‌گیرد، که در این صورت بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز را خواهیم داشت که این حالت قابل بازگشت می‌باشد. زمانی که محتوای نسبی آب برگ برابر ۳۵-۷۰٪ باشد، در این شرایط بازدارنده‌های غیر روزنه‌ای نظیر بازدارنده نوری، کاهش کربوکسلاسیون، چرخه کالوین و تنفس نوری رخ می‌دهد و انتقال الکترون نیز در این حالت عامل محدود کننده‌تری است، در این شرایط بازیافت به کندی صورت می‌گیرد. در کمتر از ۳۰٪ به غشای کلروپلاست صدمه وارد می‌شود و خسارت غیر قابل برگشت به گیاه وارد می‌شود (کافی و دامغانی، ۱۳۸۱).

۲-۲-۳- تنش خشکی و تنفس

به‌طور معمول، تنش آب باعث کاهش رشد و فتوسنتز می‌شود که به نوبه خود به کاهش تنفس رشد منجر می‌شود؛ گیاهان تحت تنش آب اغلب مقدار زیادی از مواد آلی را ذخیره می‌کنند و نگهداری این مواد ممکن است مستلزم فعالیت تنفسی بیشتر باشد. بنابراین، در تنش ممکن است تنفس بیشتر به شکل تنفس نگهداری و نه تنفس رشد ظاهر شود. مواد آلی و مولکول‌های دیگر ممکن است به عنوان ترکیبات تنظیم اسمزی استفاده شوند که فعالیت آنها با هزینه قابل توجهی همراه است. در حقیقت، افزایش غلظت مواد محلول در داخل سلول، به‌خصوص یون‌ها، واکنش‌های ثانویه فتوسنتز و تنفس را مختل می‌کند (میر جلیلی، ۱۳۸۴). رای ژسکی و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که در گیاه توتون در معرض تنش خشکی نسبت به شاهد میزان فتوسنتز، تنفس و محتوای نسبی آب گیاه کاهش یافت، که این کاهش در میزان فتوسنتز چشمگیرتر از تنفس بود. تنظیم فرایند گلیکولیز تنفس در طی شرایط محیطی از طریق حفظ سطوح متابولیت‌ها (ATP، NADH، هگزوفسفاتها) صورت می‌گیرد (لارسون و همکاران، ۲۰۰۰). یکی از راهکارهای تحمل گیاهان به شرایط محیطی افزایش

آنزیم‌های گلیکولیتیکی است؛ با افزایش این آنزیم‌ها تولید ATP منبع انرژی متابولیسم سلولی نیز حفظ می‌گردد (دنیز و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۲-۸- اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های کیفی

۲-۲-۸-۱- تنش خشکی و تجمع پرولین

از آن جهت که گیاهان نمی‌توانند از تنش‌های محیطی مختلف فرار کنند، به مکانیسم‌هایی نیاز دارند که تنش‌ها را شناسایی کرده و به آنها پاسخ دهند (سادیکو و همکاران، ۲۰۱۰)، که از جمله این مکانیسم‌ها، می‌توان به تنظیم اسمزی اشاره کرد. تنظیم اسمزی، یک نوع سازگاری به کمبود آب است که از طریق تجمع مواد محلول درون سلولی، می‌تواند منجر به حفظ تورژسانس سلول‌ها و فرآیندهای وابسته به آن در پتانسیل‌های پایین آب شود (وینوکور و آلتمن، ۲۰۰۵). این تنظیم از طریق تولید انواع مختلف مواد آلی مانند پرولین، پروتئین، بتائین و قندهای محلول در ریشه‌ها و اندام‌های هوایی صورت می‌گیرد (محمد خانی و حیدری، ۲۰۰۸؛ جوهری و پریواتلو، ۲۰۱۰). قندهای محلول به عنوان تنظیم کننده‌های اسمزی، ثبات دهنده غشاهای سلولی و حفظ کننده تورژسانس سلول‌ها عمل می‌کنند. در حقیقت، در گیاهانی که قندهای محلول در پاسخ به تنش خشکی تجمع می‌یابند، تنظیم اسمزی بهتر صورت می‌گیرد (سلام و همکاران، ۲۰۰۷).

زمانی که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد، تجزیه پروتئین‌ها و در نتیجه افزایش آمینواسیدها و آمیدها تسریع می‌یابد. یکی از این آمینواسیدها، پرولین است (بارکر و همکاران، ۱۹۹۳). پرولین به عنوان یک ماده محلول سبب تنظیم فشار اسمزی، کاهش هدررفت آب از سلول، حفظ آماز سلولی، جلوگیری از تجزیه پروتئین‌های مختلف، افزایش پایداری برخی آنزیم‌های سیتوپلاسمی و میتوکندریایی، پایداری شکل طبیعی پروتئین‌ها و در نتیجه موجب حفظ غشای سلولی می‌گردد (مورگان، ۱۹۸۴؛ بارکر و همکاران، ۱۹۹۳؛ مولینر و همکاران، ۲۰۰۴). غلظت پرولین آزاد برگ در هر زمان به مدت زمان تنش، پتانسیل آب برگ و میزان انتقال آن به قسمت‌های دیگر گیاه وابسته است. تجمع پرولین در زمان کم آبی دست کم تا چند روز ادامه می‌یابد.

ساخت پرولین احتمالاً در کلروپلاست شروع می‌شود. استخراج ماده پرولین اسید ۵ کربوکسیلاز از کلروپلاست بر این موضوع دلالت دارد. ساخت زیستی پرولین با گلوتامیک اسید شروع و سپس عمل احیا صورت می‌گیرد. الکترون لازم برای این کار از NADPH و NADH تأمین شده و به صورت دی-پرولین اسید ۵ کربوکسیلاز در می‌آید و سپس در مرحله نهایی این ماده به پرولین تبدیل می‌شود که این تبدیل توسط P5C نشان‌دار و آنزیم DP5C ریداکتاز صورت می‌گیرد. در حقیقت، سنتز پرولین از دو مسیر گلوتامات (خشکی) و آرتینین (شوری) انجام می‌شود که افزایش پرولین به دلیل القای فعالیت آنزیم‌های P5CS و P5CR و ممانعت از فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده پرولین مانند PRODH و P5COH می‌باشد. همچنین ABA باعث تحریک تجمع پرولین در برگ‌ها می‌شود، اما باعث تحریک تجمع سایر آمینواسیدها نمی‌شود. (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین می‌توان پرولین را به عنوان یکی از محافظت کننده‌های غشاها و پروتئین‌ها در برابر پسابیدگی و دماهای خیلی بالا یا پایین محسوب کرد. کاهش در میزان اکسیدشدن پرولین سبب تجمع پرولین شده که در کاهش اثرات تنش نقش دارد (سنتور و همکاران، ۱۹۹۶).

۲-۸-۲-۲- تنش خشکی و پروتئین‌سازی

در طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی در پاسخ به تنش خشکی تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بسیاری اتفاق می‌افتد. تغییر در ساختمان پروتئین‌ها و یا تخریب آنها از جمله مراحل اساسی متابولیسم است که ممکن است متأثر از تنش خشکی باشد (اورارد و همکاران، ۱۹۹۶). تغییرات کمی و کیفی پروتئین‌ها در طی تغییرات خشکی مشخص شده است (ریکاردی و همکاران، ۱۹۹۸). شواهد زیادی در رابطه با تجمع پروتئین‌هایی که تنش خشکی القاکننده آنهاست و ارتباط آن با سازگاری‌های فیزیولوژیکی به کمبود آب، وجود دارد (ریکاردی و همکاران، ۱۹۹۸). یکی از تغییرات عمده بیوشیمیایی که در اثر کاهش رطوبت خاک در گیاهان زراعی روی می‌دهد، تغییر در میزان تولید پروتئین‌های گیاهی در جهت تجزیه و یا جلوگیری از ساختن بعضی از آنها و نیز ساخت دسته کوچکی از پروتئین‌های مخصوص تنش است. این موضوع تغییر و اصلاح مهمی را در بیان ژن به وجود

آورده که سبب فعال یا غیر فعال شدن تعدادی از آنزیم‌ها می‌شود و به دنبال آن اجازه تغییر در ساختار مخصوص بافت‌های گیاهی را می‌دهد (هی کیلا و همکاران، ۱۹۸۴). همزمان با کاهش کل پروتئین‌ها، مقدار آمینواسیدهای آزاد افزایش می‌یابد. تجمع بیشتر آمینواسیدها مربوط به کاهش سنتز پروتئین است اما در بعضی موارد بیوسنتز بعضی آمینواسیدهای غیرپروتئینی خاص مثل بتائین و پرولین تحریک می‌شود (نیلسون و ارکات، ۱۹۹۶). یکی از آنزیم‌هایی که در تنش ملایم خشکی فعالیت آن به شدت کم می‌شود نیترات ریداکتاز است، در نتیجه گیاه با تجمع نیترات در این شرایط مواجه خواهد شد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۲). مهم‌ترین دستجات پروتئین‌های اختصاصی تنش رطوبتی شامل پروتئین‌های جنینی با ظهور دیر هنگام (LEAs)^۱، پروتئین‌های عکس العمل نشان-دهنده به آسزیک اسید، دهیدرین‌ها و پروتئین‌های ذخیره‌ای رویشی می‌باشند. در این رابطه در گیاهانی مانند ذرت، جو و نخود، پروتئین‌های جنینی بیشتر حفاظت از ساختمان سلولی و اجزای سلول در مقابل پسابیدگی ناشی از نقصان آب را به عهده داشته و دهیدرین‌ها، نیز از چروکیدگی تعداد زیادی از ملکول‌های درشت جلوگیری کرده و تمامیت ساختار سلولی را حفظ می‌کنند. همچنین پروتئین‌های شبه دهیدرین متأثر از شرایط تنش اسمزی تولید شده و بیشتر در آندوسپرم دانه تجمع می‌یابند. محققان بر روی یک دسته از پروتئین‌های حاصل از تنش سرما و خشکی با نام شبه دهیدرین‌ها تحقیق کرده و موفق به شناسایی ۵ پروتئین شبه دهیدرین در میتوکندری سلول‌های ذرت شدند (کلوز، ۱۹۹۷).

۲-۳ اسید آسکوربیک^۲

تنش خشکی و صدمات اکسیداتیو ناشی از آن روی تمامی فرایندهای رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (پاندا و همکاران، ۲۰۰۱). شرایط تنش در سلول‌های گیاه تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن را تشدید می‌کند که ممکن است فرایندهای مخرب اکسیداتیو همچون اکسیدکردن پروتئین‌ها و خسارت به نوکلئیک اسیدها را آغاز کنند (ماندری و همکاران، ۲۰۰۲). سیستم دفاعی شامل راهکارهای آنزیمی

1-Late embryogenesis abundant

2- Ascorbic acid

و غیر آنزیمی است (لوگینی و همکاران، ۱۹۹۹). آنزیم‌های این سیستم دفاعی شامل سوپر اکسید دسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX)، دهیدروآسکوربت ریداکتاز (DHAR) و گلوتاتیون ریداکتاز (GR) است. سیستم غیر آنزیمی شامل اسیدآسکوربیک (ASA)، گلوتاتیون، آلفا توکوفرول (ویتامین E) و کاروتنوئیدها می‌باشد (بلوخین و همکاران، ۲۰۰۳).

آسکوربات یکی از آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی است که در کلروپلاست، سیتوسول، واکوئل و همچنین فضاهای آپوپلاست سلول‌های برگ در غلظت‌های بالا یافت می‌شود، به طور گسترده‌ای در گیاهان ساخته و توزیع می‌گردد (اسمیرنف، ۲۰۰۰؛ چو و سو، ۲۰۰۵؛ فویار و ناکتور، ۲۰۱۱). آرورا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که حدود ۴۰-۲۰٪ از آسکوربات در سلول‌های مزوفیل برگ حضور دارد. از نظر محققان مختلف این آنزیم به عنوان مهمترین آنتی‌اکسیدان در گیاهان محسوب می‌شود. آسکوربات پراکسیداز در گیاه نقش چندگانه‌ای در فرایندهای فیزیولوژیکی ایفا می‌کند، در تقسیم سلولی، گسترش دیواره سلولی و دیگر فرایندهای مربوط به نمو دخالت دارد، همچنین به عنوان یک احیاءکننده برای رادیکال‌های آزاد به خصوص پراکسید هیدروژن عمل می‌کند، بنابراین خسارت ناشی از تنش اکسیداتیو را به کمترین مقدار می‌رساند (آرورا و همکاران، ۲۰۰۲؛ کوکزی و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر نقش آنتی‌اکسیدانی در سنتز هورمون‌های مختلفی چون اتیلن و جیبرلین و در فرایند جوانه‌زنی نقش مهمی دارد (دی تولیو و آریگونی، ۲۰۰۳).

اسیدآسکوربیک دارای نقش محوری در فتوسنتز بوده و در غلظت‌های بالا در کلروپلاست یافت می‌شود. اسیدآسکوربیک به سه طریق در واکنش‌های بیوشیمیایی در گیاهان ایفای نقش می‌کند. اول اینکه به عنوان یک آنتی‌اکسیدان به طور مستقیم در از بین بردن پراکسید هیدروژن تولید شده به وسیلهٔ احیای نوری اکسیژن در فتوسیستم I عمل می‌کند (ناکتور و فویلر، ۱۹۹۸). دوم، مونودهدیدرو-آسکوربات تولید شده به وسیله آسکوربات پراکسیداز به طور مستقیم پذیرنده الکترون در فتوسیستم I است (فویار و همکاران، ۱۹۹۴). سوم اینکه اسیدآسکوربیک کوفاکتوری برای چرخه ویولاگزانتین می‌-

باشد که این چرخه گیاهان را در برابر آسیب‌های فتواکسیداتیو (اسدی، ۱۹۹۹) حفاظت می‌کند. به علاوه مشخص شده است که اسیدآسکوربیک نقش دوگانه‌ای در رشد سلول ایفا می‌کند. از یک طرف موجب تغییر چرخه سلولی و تحریک تقسیم سلولی می‌شود، و از طرف دیگر، رشد طولی و گسترش سلولی را امکان پذیر می‌سازد (پیگنوسچی و فویار، ۲۰۰۳). همچنین به عنوان سیگنال فیتوهورمونی در طی انتقال از فاز رویشی به زایشی دخالت دارد (بارت و همکاران، ۲۰۰۶). در فعالیتهای زیستی از جمله شرکت در فعالیت آنزیمی دخالت دارد و به عنوان یک دهنده/پذیرنده در انتقال الکترون در غشاء پلاسمایی و یا در کلروپلاست محسوب می‌شود (جوکانویک، ۲۰۰۱؛ امبلی، ۲۰۰۹). ال کوییس (۲۰۰۵) گزارش داده است که اسیدآسکوربیک که محصول سوخت و ساز D-گلوتامات است در زمان رشد گیاهان عالی ساخته می‌شود. این ماده در فعالیت سیکل تغذیه‌ای و سیستم انتقال الکترون گیاهان عالی مؤثر است. تحقیقات گویای این مطلب است که اسیدآسکوربیک بر روی غشاء پلاسمایی و پمپ‌های پروتونی و ATP-ase (کاراسکو-لونا و همکاران، ۱۹۹۵) تأثیر گذار بوده و بر طبق فرضیه اسیدی سبب تحریک عوامل سست کننده دیواره سلولی و در نتیجه افزایش توسعه دیواره سلولی و بزرگ شدن سلول می‌گردد (رایل و کلند، ۱۹۹۲). همچنین شواهدی مبنی بر افزایش پیشرفت تقسیم سلولی از مرحله G₁ تا S در مریستم ریشه پیاز بر اثر کاربرد خارجی اسید آسکوربیک وجود دارد (آریگونی، ۱۹۹۴). همچنین اسیدآسکوربیک موجب افزایش میزان کلروفیل و مانع از تجمع اسیدآبسیزیک (تملین، ۲۰۰۶) می‌شود. علاوه بر این اسیدآسکوربیک بر متابولیسم اسید جیبرلیک اثر می‌گذارد (مهتا، ۲۰۰۹).

اسیدآسکوربیک همراه با گلوکاتینون و آنزیمهای آنتی اکسیدان در خنثی سازی یون سوپراکسید که به وسیله واکنش مهلر و واکنشهای تنفس نوری تولید می‌شود نقش دارد (ناکتور و فویلر، ۱۹۹۸). اعتقاد براین است که اسیدآسکوربیک علاوه بر پاکسازی یون سوپراکسید در پاکسازی یون هیدروکسیل نیز مؤثر است (اسدی و همکاران، ۱۹۹۹). مصرف خارجی اسیدآسکوربیک سبب افزایش مقاومت به تنش شوری و کاهش اثرات تنش‌های اکسیداتیو می‌شود (شالات و نیومن، ۲۰۰۱).

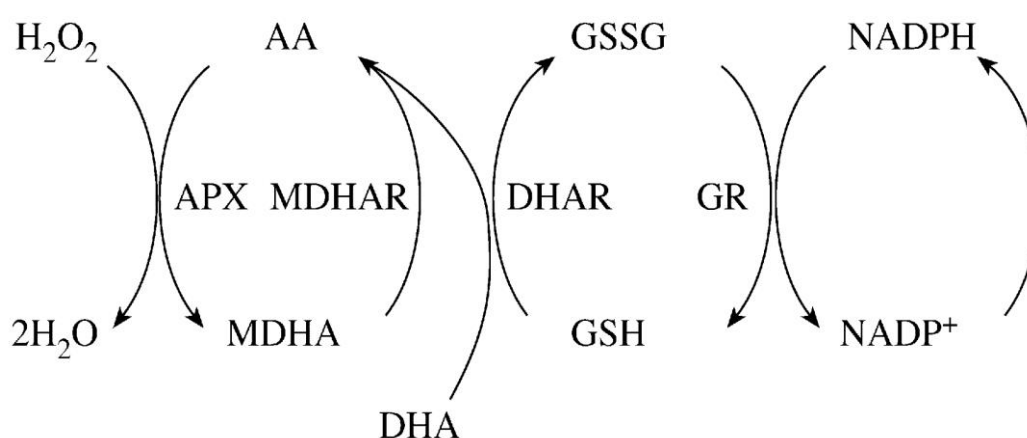
در پاسخ به افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن، ظرفیت دفاع آنتی اکسیدانی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان افزایش می‌یابد (گریسل و گالن، ۱۹۹۴). اسیدآسکوربیک به عنوان یک آنتی اکسیدانت، با سوپراکسید و رادیکال پراکسید هیدروژن برای تشکیل منو دهیدروآسکوربات ریداکتاز و یا دهیدروآسکوربات واکنش خواهد داد. این شکل احیا شده دوباره به وسیله آنزیم منو دهیدروآسکوربات-ریداکتاز و دهیدروآسکوربات ریداکتاز و همچنین با استفاده از مقادیر مساوی NAD(P)H و گلوکاتیون به اسیدآسکوربیک تبدیل می‌شود. قابل ذکر است که دهیدروآسکوربات ممکن است به تارتارات و اگزالات نیز تجزیه شود (گرات و همکاران، ۲۰۰۲). این ماده اولین آنزیم خنثی کننده سوپراکسید دیسموتاز است که تبدیل رادیکال سوپراکسید به پراکسید هیدروژن که یک مولکول با خاصیت غیر رادیکالی است را بر عهده دارد. نحوه عمل این آنزیم رافویر و هالیول (۱۹۷۶) این گونه پیشنهاد کردند که پراکسید هیدروژن در کلروپلاست به وسیله به هم پیوستن چرخه آسکوربات و گلوکاتیون ریداکتاز از میان می‌رود (بارتولی و همکاران، ۱۹۹۹). به طوری که مشخص شده است کلروپلاست‌ها، سوپراکسید و پراکسید هیدروژن را در مکان‌هایی روی تیلاکوئید تولید می‌کنند که معمول‌ترین آن فتوسیستم I است. پراکسید هیدروژن تولید شده توسط SOD نیز به وسیله اسیدآسکوربیک و آنزیم آسکوربات پراکسیداز از بین می‌رود، که در اثر این واکنش منو دهیدروآسکوربات تولید می‌شود که دو مسیر را برای تولید مجدد آسکوربات در پیش می‌گیرد (شکل ۲-۱)

۱- از طریق منو دهیدروآسکوربات ریداکتاز

۲- از طریق دهیدروآسکوربات ریداکتاز و گلوکاتیون

در حالت دوم مولکول NADPH به عنوان دهنده نهایی الکترون عمل می‌کند که این مسیر باعث دو فرایند می‌شود: (۱) سمیت پراکسید هیدروژن از بین می‌رود که در غیر این صورت ممکن است سبب تشکیل رادیکال هیدروکسیل گردد؛ و (۲) اکسید کردن NADPH صورت می‌گیرد.

در نگاه اول این امر منطقی به نظر می‌رسد چنانچه کلروپلاست دارای کاتالاز باشد (یک پالایش کننده H_2O_2 است) و پراکسید هیدروژن را از بین ببرد، مولکول NADPH هدر نمی‌رود. در حالی که این موضوع باید درک شود که در شرایطی که انتقال الکترون از فتوسیستم به اکسیژن فراهم می‌شود، مانند نسبت بالای NADPH/NADP، این امر باعث ایجاد احیای بالایی می‌شود که به وسیله احیا کردن این پتانسیل از طریق مسیر دوم تمایل فتوسیستم برای احیای اکسیژن به حداقل می‌رسد (آلن، ۱۹۹۵).



شکل ۱-۲ از بین رفتن رادیکال‌های پراکسید هیدروژن در مسیر آسدا و هالیول و تولید مجدد آسکوربیک اسید به وسیله آنزیم‌های

آنتی اکسیدان

در نهایت پراکسید هیدروژن تولید شده توسط آنزیم کاتالاز (کومبا، ۱۹۹۸) و یا آسکورات پراکسیداز تبدیل به آب و اکسیژن می‌شود. پراکسید هیدروژن در غلظت‌های بالا سمی بوده ولی در غلظت‌های پایین به عنوان یک پیغام‌بر، در بیان ژن‌های مقاومت و تولید آنزیم‌های آنتی اکسیدان نقش دارد. همچنین آنزیم پراکسیداز نقش مهمی را در جاروب کردن پراکسید هیدروژن دارد (اسدی و همکاران، ۱۹۹۴). این عمل با کمک اسید آسکوربیک به عنوان یک دهنده الکترون برای احیای پراکسید هیدروژن به آب صورت می‌گیرد. در طی این واکنش اسید آسکوربیک به مونودهیدروآسکورات تبدیل می‌شود. کاتالاز نیز یک آنزیم شناخته شده در موجودات زنده بوده که مهمترین نقش آن تجزیه

پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن است (هورست و کالکمن، ۱۹۹۱). آنزیم پلی فنول اکسیداز، هیدرولاسیون مونو فنولها را به دی فنولها کاتالیز می کند. همچنین این آنزیم اکسیداسیون دیفنولها را به کوئینونها که در پلیمریزاسیون رنگدانهها نقش دارند کاتالیز می کند. تغییرات در میزان فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان در شرایط تنشهای محیطی از جمله تنش خشکی آب گزارش شده است (هرناندز، ۲۰۰۰).

از سوی دیگر اثر مفید اسیدآسکوربیک بر رشد و عملکرد سنبل هندی (ترف و همکاران ۱۹۹۹)، چغندر قند (سالم و همکاران، ۲۰۰۰)، خیار (ال گریدلی، ۲۰۰۳)، فلفل دلمه (شوقی، ۲۰۰۳)، گندم (عبدالحمید و همکاران، ۲۰۰۴) و در آفتابگردان (ال گاباس، ۲۰۰۶) گزارش شده است. اسیدآسکوربیک به طور قابل توجهی باعث افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد در گندم می شود. همچنین در غلظت بالا باعث افزایش عملکرد و صفات رشدی می گردد. اسیدآسکوربیک به طور قابل توجهی محتوای N، P و K در برگ و دانه (راچپال و همکاران، ۲۰۰۱) پنبه (ال شالزی، ۲۰۰۳)، گندم (عبدالحمید و همکاران، ۲۰۰۴) و آفتابگردان (ال گاباس، ۲۰۰۶) در مقایسه با شاهد افزایش می دهد. همچنین طلعت و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند محلول پاشی اسیدآسکوربیک موجب افزایش محتوای N، P و K در فلفل شیرین می شود. ناهید و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که محلول پاشی غلظت ۲۰۰ ppm اسیدآسکوربیک باعث بهبود گلدهی در مقایسه با شاهد می شود در صورتیکه کاربرد ۱۰۰ ppm اسیدآسکوربیک موجب افزایش کاروتنوئیدها، قندهای محلول، N، K و P در مقایسه با شاهد می شود. محلول پاشی اسیدآسکوربیک موجب افزایش عملکرد دانه گندم می گردد، همچنین در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی مانند تنفس، تقسیم سلولی و فعالیت بسیاری از آنزیمها مؤثر است (عبدالحامد و همکاران، ۲۰۰۴؛ عرفان و همکاران، ۲۰۰۶ و زویل، ۲۰۰۷).

۲-۳-۱- نقش اسیدآسکوربیک در تنشهای زنده و غیر زنده

اخیراً گزارش شده است که اسیدآسکوربیک نقش مهمی در حفاظت از گیاهان در برابر تنش-های محیطی از قبیل فلزات سنگین، شوری، آفت کش ها و تابش ماوراء بنفش دارد (شالاتا و نیومن، ۲۰۰۱ و ویوکو و همکاران، ۲۰۰۸).

بولکینا و همکاران (۲۰۰۳) اشاره کردند، اسیدآسکوربیک به عنوان یکی از فراوان ترین آنتی اکسیدان گیاهی است. علاوه بر این، اسیدآسکوربیک یک ماده کلیدی در شبکه از آنتی اکسیدان های گیاهی از جمله گلوکاتایون و آنتی اکسیدان های آنزیمی همچون سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز می-باشد و خنثی کننده فعالیت رادیکال های آزاد است و پراکسید هیدروژن که به وسیله واکنش مهلر و تنفس نوری تولید شده اند را خنثی می کند (ناکتور و فویار، ۱۹۹۸). کاربرد اسیدآسکوربیک موجب کاهش تجمع پراکسید هیدروژن، پراکسیداسیون لیپیدی، نفوذ پذیری غشاء و محتوای سدیم نسبت به گیاه شاهد در شرایط تنش می شود.

با افزایش تنش خشکی درصد جوانه زنی و رشد گیاهچه ها کاهش می یابد (گومز، ۲۰۰۵). در شرایط محیطی به خصوص تنش های محیطی، گونه های فعال مانند رادیکال آنیون اکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال هیدروکسیل تولید می شود، گونه های اکسیژن فعال می تواند به غشای لیپیدی، ساختار پروتئین ها و اسید نوکلئیک آسیب وارد کردند (ناکتور و فایور، ۱۹۹۹). اسیدآسکوربیک یک مولکول آنتی اکسیدان است که به عنوان یک سوپسترای اولیه عمل می کند و با سم زدایی و خنثی سازی رادیکال های سوپر اکسید اثرات مضر گونه های فعال اکسیژن را کاهش داده و شدت تنش اکسیداتیو را کاهش می دهد (کومبا و همکاران، ۱۹۹۸).

شالاتا و نیومن (۲۰۰۱) گزارش کردند که کاربرد خارجی اسیدآسکوربیک سبب می شود تا مکانیزم های آنتی اکسیدانی فعال شده و گیاه تحت تنش، مقاومت لازم در برابر تنش را کسب کند. در گیاهان علائم بروز تنش های اکسیداتیو شامل کاهش پروتئین ها، کاهش محتوای کلروفیل و نفوذ-پذیری غشاء می باشند که منجر به کاهش فتوسنتز و در نتیجه رشد گیاه می شوند. تنش کم آبی سبب

افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در کلروپلاست شده و تخریب مولکول کلروفیل و غشاء کلروپلاست را در پی دارد که خود منجر به کاهش فتوسنتز و رشد می‌گردد. در گیاهان تحت تنش کاهش معنی‌داری در محتوای کلروفیل کل و کلروفیل a مشاهده می‌شود. در چنین شرایطی مولکول کلروفیل به یک عامل فوتودینامیک برای کاهش اثر مخرب نیاز دارد (تاکامای و همکاران، ۲۰۰۰). در غیر این صورت، تخریب کلروفیل توسط گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابد. همچنین تخریب مولکول کلروفیل به وسیله جدا شدن زنجیره فیتولی از حلقه پورفیرین در اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا آنزیم کلروفیل‌از صورت می‌گیرد و در گیاهان حساس تجلی ژن‌های کد کننده آنزیم کلروفیل‌از افزایش می‌یابد (بینتیدای و آرودا، ۲۰۰۲). در تحقیقی که دولت آبادیان و همکاران (۱۳۸۸) بر روی ذرت انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تنش کم‌آبی موجب کاهش غلظت کلروفیل a و محتوای کلروفیل کل می‌گردد ولی تأثیری بر غلظت کلروفیل b نمی‌گذارد. اسید آسکوربیک به دلیل خواص آنتی-اکسیدانی از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌کند و به طور غیر مستقیم سبب افزایش آن می‌شود.

تنش شوری همراه با کاهش درجه حرارت موجب افزایش مهار جوانه زنی بذر گیاهان می‌شود (خان و گل، ۲۰۰۶). که دلیل آن را می‌توان عدم تعادل در تنظیم کننده رشد و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن دانست (وانگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ نتو و همکاران، ۲۰۰۶). تجمع سدیم موجب افزایش نشت الکترولیت‌ها و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز می‌شود (املائی، ۲۰۰۳؛ نتو و همکاران، ۲۰۰۶). اسید آسکوربیک با جمع آوری گونه‌های مختلف از قبیل سوپراکسید، رادیکال هیدروکسیل و اکسیژن فعال به طور مستقیم یا غیر مستقیم غلظت آنها را در سلول تنظیم می‌کند و از پراکسیده شدن چربی‌های غشا جلوگیری کرده و موجب پایداری بیشتر در غشای پلاسمایی خصوصاً در سطح بالای تنش شوری می‌گردد (شاو و همکاران، ۲۰۰۶؛ ۲۰۰۸). پیش تیمار بذرهای آفتابگردان و ذرت موجب بهبود رشد و عملکرد دانه تحت شرایط تنش و عدم تنش می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۸).

خان و همکاران (۲۰۰۶ a) گزارش دادند پرایمینگ بذر گیاهان شورپسند با اسیدآسکوربیک موجب افزایش جوانه زنی بذور تحت تنش شوری می‌شود با این حال پاسخ گونه‌های مختلف متفاوت است. در مطالعه‌ای، کاربرد غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌مولار اسیدآسکوربیک در محیط کشت اثرات شوری بر روی جوانه‌زنی بذر *P. karka* در دمای پایین را کاهش می‌دهد، همچنین پیش تیمار اسیدآسکوربیک موجب از بین رفتن تمامی اثرات شوری در تمامی سطوح بر روی جوانه زنی بذر *D. annulatum* می‌گردد که این نشان دهنده بالا رفتن سیستم دفاع آنتی اکسیدان در برابر ROS تولید شده در شرایط تنش می‌باشد (فویار، ۱۹۹۴). در صورتیکه بر روی جوانه زنی بذر *Aeluropus lagopoides* تحت تنش شوری هیچ اثری نمی‌گذارد.

شروع جوانه‌زنی با فعالیت میتوکندری همراه می‌باشد که موجب تولید گونه‌های اکسیژن فعال می‌گردد (کرانر و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد خارجی اسیدآسکوربیک موجب مهار پراکسیدازها و محافظت دانه‌های جوانه‌زده در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌گردد (استچپ و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین موجب نرم شدن دیواره سلولی (مولر، ۲۰۰۹) و ظهور تدریجی ریشه‌چه می‌گردد (اوگاوا و ایوادوچی، ۲۰۰۱).

مس، روی و کادمیم جزء شایع‌ترین آلوده کنندگان هستند که از رشد گیاه جلوگیری می‌کنند و موجب زردی و نکروز می‌گردند. یون‌های Cu^{2+} واکنش‌های گروه فنتون را کاتالیز کرده و سبب تولید رادیکال‌های هیدروکسیل می‌گردند. پراکسیدهای چربی نیز در حضور یون‌ها و توسط آنزیم لیپواکسیژناز تولید می‌گردند. این آنزیم‌ها به عنوان آغازگر واکنش‌های پراکسیداسیون چربی شناخته شده‌اند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). اسیدآسکوربیک و آلفا-تو کوفرول قادر به حذف کردن رادیکال‌های هیدروکسیل، اکسیژن یگانه و رادیکال سوپر اکسید می‌شود (آرورا و همکاران، ۲۰۰۲). در آزمایشی که توسط چاپارزاده و قدرتی (۱۳۹۰) به منظور بررسی کاهش اثرات تنش مس به وسیله اسید آسکوربیک در پیاز صورت گرفت، گزارش شد که کاربرد اسیدآسکوربیک به طور معنی‌داری محتوای

پراکسید هیدروژن و محصولات پراکسیداسیون لیپیدها را هم در گیاهان شاهد و هم گیاهان تحت تنش مس کاهش می‌دهد.

۲-۴- اسیدسالیسیلیک^۱

اسیدسالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید به گروهی از ترکیبات فنولی گیاهی تعلق دارند. سالیسیلات‌ها که از منابع گیاهی استخراج می‌شوند از دوران قدیم به عنوان دارو مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در سال ۱۸۲۸ در مونیخ برای اولین بار یک مقدار اندکی از Salicin به نام گلوکوزید الکل سالیسیل از جوهر بید استخراج شد. ده سال بعد شخصی به نام رافائل پیریا نام آن را SA گذاشت که از کلمه لاتین Salix از درخت بید گرفته شده است. اولین تولید تجاری سنتتیک (مصنوعی) SA در سال ۱۸۷۴ در آلمان آغاز شد (راسکین a, b, ۱۹۹۲). آسپرین، آنالوگ نزدیک اسیدسالیسیلیک است که توسط شرکت بایر معرفی شد و در سال ۱۸۹۸ به سرعت به یکی از محبوب‌ترین داروها در جهان تبدیل شد (ویسمان، ۱۹۹۱).

آسپرین با نام تجاری استیل سالیسیلیک اسید (ASA)، که به طور خود به خودی به اسیدسالیسیلیک (SA) هیدرولیز می‌شود، این روند هیدرولیز به سرعت در حال تبدیل شدن است (ASA => SA). با وجود این حقیقت که آسپرین به عنوان یک محصول طبیعی، شناخته نشده است ولی دانشمندان در آزمایشات خود از آسپرین به طور گسترده‌ای در بسیاری از گیاهان استفاده می‌کنند، که دلیل تشابه فیزیولوژیکی در اثرات آسپرین است. ترکیبات فنولی معمولاً به عنوان موادی که دارای حلقه‌ی آروماتیک (معطر) با یک گروه هیدروکسیل OH- هستند، تعریف می‌شوند. اسید سالیسیلیک یک پودر کریستالی است که در دمای ۱۵۷ تا ۱۵۹ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. اسیدسالیسیلیک در آب نسبتاً حل می‌شود و در ترکیبات آلی قطبی بسیار حل پذیر است، pH، pK_a و $\log k_{ow}$ اسیدسالیسیلیک اشباع شده از آب برابر ۲/۴، ۲/۹۸ و ۲/۲۶ می‌باشد. در بسیاری از گیاهان

¹ - Salicylic acid

مانند برنج، گیایان علفی، جو و سویا سطوح مختلفی از اسیدسالیسیلیک یافت شده است (تقریباً در حدود ۱ میکروگرم وزن تر گیاهان مذکور).

در اوایل سال ۱۹۶۰ این پیشنهاد داده شد که در گیاهان، اسیدسالیسیلیک از سینامیک اسید سنتز می‌شود که این سنتز از دو طریق امکان پذیر است: یکی شامل دکربوکسیلاسیون زنجیره جانبی سینامیک اسید به بنزوئیک اسید به دنبال هیدروکسیلاسیون اسیدسالیسیلیک و دیگری سینامیک اسید ابتدا به کوماریک اسید هیدروکسیله شده و سپس به اسیدسالیسیلیک دکربوکسیله می‌گردد.

اولین نشانه اثر فیزیولوژیکی اسیدسالیسیلیک، کشف عمل القاء گلدهی و تشکیل جوانه در ساختارهای سلولی توتون و تنباکو می‌باشد (ابرهارد و همکاران، ۱۹۸۹). اثر تحریکی اسیدسالیسیلیک در گل‌ها، اخیراً در گونه‌های گیاهی دیگر نیز مشاهده شده است و این نشان می‌دهد که توابع اسیدسالیسیلیک به عنوان تنظیم کننده‌ی گلدهی در گیاهان ایفای نقش می‌کنند (کلیند و اجمی، ۱۹۷۴). اثر اسیدسالیسیلیک ثابت نیست و در واقع گسترش گلدهی از طریق ترکیب با دیگر تنظیم کننده‌های گیاهی مثل جیبرلین است. علاوه بر گلدهی، اسیدسالیسیلیک سرعت تکثیر، آنتوسیانین و محتویات کلروفیل را در گیاه *Spirodella polyrrhiza* تحت تاثیر قرار می‌دهد. غلظت بالای اسید-سالیسیلیک باعث کاهش رشد در ساقه‌های برگ‌دار می‌شود که در نتیجه حفره‌های برجسته‌ی بزرگی از هوا در این ساقه‌های برگ‌دار ایجاد می‌شوند. بیشترین برآمدگی در غلظت 5×10^{-5} میلی مولار اسیدسالیسیلیک ساقه‌های برگ‌دار *Spirodella* مشاهده شده است (خورانا، ۱۹۸۰).

اسیدسالیسیلیک یک ترکیب فنلی است که در ریشه گیاهان به میزان کم تولید می‌شود (راسکین، ۱۹۹۲). نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک از جمله فتوسنتز، بسته شدن روزنه‌ها، تعرق، سنتز کلروفیل و پروتئین، ممانعت از بیوسنتز اتیلن، جذب و انتقال عناصر دارد (کلیسینگ و ملامی، ۱۹۹۴). این ماده به عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (سینارانتا و همکاران، ۲۰۰۰). اسیدسالیسیلیک تاثیر خود را

بر فتوسنتز از طریق عوامل روزنه‌ای، رنگیزه و ساختار کلروپلاست و آنزیم‌های دخیل در مراحل فتوسنتز اعمال می‌کند (گای، ۲۰۰۲). استفاده از اسیدسالیسیلیک همراه با تنش خشکی باعث افزایش بعضی از فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌گردد که می‌تواند به مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی بیافزاید.

اسیدسالیسیلیک به عنوان یک تنظیم کننده رشد منجر به افزایش سطح برگ و تولید ماده خشک در ذرت و سویا می‌شود (خان و همکاران، ۲۰۰۳). فریدالدین و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند در صورت محلول‌پاشی مقادیر پایین اسیدسالیسیلیک تجمع ماده خشک به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد ولی در غلظت‌های بالا اثر عکس مشاهده می‌شود. در تحقیق دیگر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در غلظت پایین موجب افزایش قابل توجهی در عملکرد خیار و گوجه فرنگی می‌گردد (لارکوی-ساودرا و مارتین-میکس، ۲۰۰۷). همچنین محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در سویا موجب افزایش گلدهی و تشکیل غلاف می‌گردد (کومار و همکاران، ۱۹۹۹).

۲-۴-۱- اثر اسیدسالیسیلیک بر روی تنش‌های زنده و غیر زنده

اسیدسالیسیلیک در ایجاد مقاومت و پاسخ در برابر بیماری‌ها و تنش‌های زیستی توسط گیاهان نقش دارد (گوتیم و سینگ، ۲۰۰۹). اسیدسالیسیلیک معمولاً به صورت یک مولکول سیگنالی است که منجر به مقاومت در برابر بیماری‌های موضعی و سیستمیک و همچنین بیان ژن مقاومت می‌شود (آلورز، ۲۰۰۰). اطلاعاتی که توسط کایدل و همکارانش ارائه شد، برای اولین بار نشان می‌دهد که افزایش محتوای متابولیت ثانویه، به دلیل پاسخ به اسیدسالیسیلیک است. اسیدسالیسیلیک یک نقش واسطه‌ای مهمی دارد که باعث پاسخ دفاعی گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌شود. اولین شواهد نقش دفاعی اسیدسالیسیلیک، بر اثر محلول‌پاشی آسپرین بر روی برگ‌های تنباکو بدست آمد (ویت، ۱۹۷۹). گیاهانی یافت شده‌اند که مقاومت زیادی به ویروس موزاییک توتون و تنباکو (TMV) دارند و باعث کاهش تعداد و اندازه ضایعات نکروتیک می‌شوند. رفتار ژنوتیپ تنباکو با اسیدسالیسیلیک منجر

به بیان هماهنگ ژن‌های وابسته به پاتوژنسیس می‌شود. شواهد نشان می‌دهد که سیگنال‌های آندوژنی اسیدسالیسیلیک در القای سنتز پروتئین وابسته به پاتوژنسیس (PR)^{۱۰} و مقاومت سیستمیک اکتسابی (SAR)^{۱۱} در تنباکو و خیار دخالت دارند. مقاومت به پاتوژن‌ها و تولید برخی از PR-پروتئین‌ها در گیاهان می‌تواند ناشی از اسیدسالیسیلیک یا آسپرین باشد (حتی در شرایط نبود آرگانیسم‌های بیماری‌زا). استعمال خارجی اسیدسالیسیلیک ناشی از PR-پروتئین‌ها عمدتاً در تضاد با پاتوژن‌ها است که این ناشی از PR-پروتئین‌های سیستمیک است (راسکین، ۱۹۹۲a,b). به دنبال تلقیح کردن گیاهان تنباکو و یا خیار با پاتوژن، سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک به طرز چشم‌گیری افزایش یافت. افزایش سطوح با تغییرات بیان ژن در ارتباط است. مشخص شده است که در طی آلودگی توسط پاتوژن‌ها، تعداد زیادی از پروتئین‌ها تحریک می‌شوند از جمله پروتئین‌های خانواده‌ی PR-پروتئین‌ها که به ایفای نقش در فرآیندهای دفاعی می‌پردازند (اینایدی و همکاران، ۱۹۹۲). استفاده از اسید سالیسیلیک در کلزا باعث افزایش غلظت گلوکوزینولات‌ها در برگ‌های کلزا می‌شود. گلوکوزینولات‌ها یک گروهی از تیوگلوکوزیدها هستند که در گیاهان خانواده‌ی cruciferous (کروسیفرس) یافت می‌شوند. وقتی که بافت‌های گیاهی آسیب می‌بینند، گلوکوزینولات‌ها هیدرولیز شده و باعث ترشح محصولات مختلفی می‌شوند که این عمل، موجب افزایش مقاومت در برابر میکروارگانیسم‌ها و آفات می‌شود.

علاوه بر تأثیر اسیدسالیسیلیک بر تنش‌های زیستی در ایجاد مقاومت نسبت به تنش‌های غیر زیستی مانند گرما، سرما، خشکی، شوری و فلزات سنگین و... نیز شواهدی بدست آمده است (سینارانتا و همکاران، ۲۰۰۰).

اسیدسالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید ترکیبی درون‌زا است و به یک گروه از ترکیبات فنلی تعلق دارد. اسیدسالیسیلیک نقش اساسی در تنظیم فرایندهای مهم فیزیولوژیکی

¹⁰ -pathogenesis-related

¹¹ -systemic acquired resistance

(ساخابوتینوا، ۲۰۰۳) مانند جوانه‌زنی (کات و کلیسیگ، ۱۹۹۲)، فعالیت آنزیم‌ها (دولت آبادی و همکاران، ۲۰۰۸) رشد، تکامل، گل‌دهی، تقسیم سلولی، جذب و انتقال یون توسط ریشه‌ها (افضل و همکاران، ۲۰۰۵)، سرعت فتوسنتز (خان و همکاران، ۲۰۰۳)، رشد بوته و عملکرد (حسین و همکاران، ۲۰۰۷) از طریق خنثی کردن اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارد (گومز و همکاران، ۱۹۹۳).

افزودن اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های مختلف می‌تواند با افزایش مقدار پرولین سبب بهبود مقاومت گیاه در شرایط تنش خشکی شود (یزدان پناه و همکاران، ۲۰۱۰). افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، پرولین و قندها و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی غشاء نشان‌دهنده کاهش خسارت اکسیداتیو و نقش اسیدسالیسیلیک در افزایش تحمل در برابر تنش می‌باشد (کشاورز و همکاران، ۲۰۱۲). اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ و وزن خشک اندام‌های هوایی و مقدار کلروفیل کل در مقایسه با عدم مصرف اسید در شرایط تنش خشکی می‌گردد (آروین، ۲۰۱۱). در آزمایشی مشاهده شد که اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های پایین‌تر در رفع آسیب اکسایشی نقش موثر دارد، ولی غلظت‌های بالای آن سبب بروز تنش در گیاه می‌گردد (کشاورز و همکاران، ۲۰۱۲). بررسی مهدوی دهنوی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که محلول پاشی سایکوسل با افزایش میزان پرولین و قندهای محلول در کتان روغنی، توانست آسیب‌های ناشی از خشکی را تا حدودی جبران نماید.

در آزمایش دیگر مشخص شد که سرعت جوانه‌زنی دانه (توت گیاه فاکس) با اسیدسالیسیلیک تحت تنش شوری و خشکی نسبت به شاهد بیشتر بود و با افزایش سطح شوری و خشکی سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (زریس و تاولی، ۲۰۰۰). درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری نسبت به تنش خشکی به علت اختلال در فشار اسمزی، فرایند جذب آب و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز کاهش می‌یابد (زو و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین اسیدسالیسیلیک بیشترین تأثیر را در کاهش مدت زمان جوانه‌زنی و افزایش درصد جوانه‌زنی در سطح پایین تنش شوری و خشکی می‌گذارد (زریس و تاولی، ۲۰۰۰). خودداری (۲۰۰۴) گزارش داد در صورت محلول‌پاشی ذرت با اسیدسالیسیلیک افزایش قابل

توجهی در ویژگی‌های رشدی، محتوای رنگدانه و سرعت فتوسنتز در شرایط تنش شوری مشاهده می‌شود. اسیدسالیسیلیک با افزایش سطح هورمون‌های تنظیم کننده رشد در گیاهان اثرات منفی تنش شوری را کاهش می‌دهد (ساخابوت دهنوا، ۲۰۰۳). پرایمینگ بذر سویا همراه با اسیدسالیسیلیک (۰/۶ میلی‌مولار) به مدت ۶ ساعت اثر مثبتی بر تجمع برخی یونها و اصلاح اثر بازدارندگی تنش خشکی دارد (ال حکیم، ۲۰۰۶). همچنین در پژوهشی مشابه پرایمینگ بذرهای گندم و جو توسط اسیدسالیسیلیک موجب افزایش فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی و مقاومت بذرها در برابر تنش‌های خشکی می‌شود (حنان، ۲۰۰۷).

اسیدسالیسیلیک مهارکننده‌ی موثر سنتز اتیلن است، که این اثر وابسته به pH می‌باشد (رومانی، ۱۹۸۹). این اثر با دیسک‌های apple (آپل) نشان داده شده است. با غلظت ۱۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک حداکثر مهارکنندگی در مدت زمان ۳ ساعت به دست می‌آید. نتایج با کاربرد اسیدسالیسیلیک بر روی کشت سلولی گلایی نشان می‌دهد که این ترکیبات با مسدود کردن تبدیل ۱-آمینوسیکلو پروپان-۱ کربوکسیلیک اسید به اتیلن عمل می‌کنند (لیسلائی و رومانی، ۱۹۸۶).

وانگ و همکاران (۲۰۰۴) مدارکی ارائه کردند که کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب کاهش آسیب‌های ناشی از تنش اکسیداتیو بر روی گیاهان می‌شود. اسیدسالیسیلیک در غلظت بالاتر از ۱ میلی‌مولار در لیتر موجب افزایش اثرات تنش اکسیداتیو می‌شود (راو و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین گزارش شده است که کاهش اندازه و وزن دانه در گندم ناشی از تنش اکسیداتیو به وسیله پلی‌اتیلن گلیکول ساخته شده در بذرهایی که با اسیدسالیسیلیک تیمار شده‌اند جبران می‌شود (آگروال، ۲۰۰۶). در یک مطالعه گزارش شد که چیدن برگ رسیده تنباکو موجب افزایش آنزیم‌های آن‌تی‌اکسیدان از جمله گلوکاتایون در دانه می‌شود. این آنزیم‌ها موجب کاهش فعالیت پراکسیداسیون لیپید در مرحله جوانه‌زنی می‌شود. درصد جوانه‌زنی با کاهش سطح استرس افزایش می‌یابد (زوو و همکاران، ۲۰۰۹).

اسیدسالیسیلیک موجب حفاظت نسبی جوانه جو در برابر سمیت کادمیوم می شود (میتوالی و همکاران، ۲۰۰۳). تیمار کادمیوم میزان کلروفیل و یکنواختی جوانه زنی گیاهچه های جو را به وسیله القای آنزیم لیپواکسیژناز و جلوگیری از آنزیم های آنتی اکسیدان SOD و CAT کاهش می دهد. همچنین موجب کاهش تخریب غشاء در جوانه برنج ناشی از تنش فلزات سنگین می شود (میشرا و چوبهوری، ۱۹۹۹)

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، واقع در شهر بسطام (کیلومتر ۸ جاده شاهرود- آزادشهر) اجرا شد. شهر بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۰۰ متر است. منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است، با میزان بارندگی متوسط ۱۸۵ میلی‌لیتر و رطوبت نسبی ۶۳٪ که عمدتاً بارندگی‌ها در فصل پاییز و زمستان رخ می‌دهد.

۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

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

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پارامترهای اندازه گیری شده	مقدار	واحد
درصد اشباع	۲۹/۷	درصد
هدایت الکتریکی ($EC \cdot 10^3$)	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 بصورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل دوره آبیاری در ۳ سطح (۶، ۹ و ۱۲ روز یکبار) به عنوان فاکتور اصلی، اسیدآسکوربیک با ۳ سطح (۰، ۱۵ و ۳۰ میلی مولار) و اسیدسالیسیلیک با ۲ سطح (۰ و ۰/۴ میلی مولار) به عنوان فاکتور فرعی بودند (جدول ۳-۲). تعداد تیمارها در مجموع ۱۸ و تعداد کل کرت های آزمایشی ۵۴ کرت بود (شکل ۳-۷).

روز ۹						روز ۱۲						روز ۶					
s ₀ a ₀	s ₀ a ₁	s ₀ a ₂	s ₁ a ₀	s ₁ a ₁	s ₁ a ₂	s ₁ a ₀	s ₁ a ₂	s ₀ a ₀	s ₀ a ₂	s ₀ a ₁	s ₁ a ₁	s ₁ a ₂	s ₁ a ₁	s ₁ a ₀	s ₀ a ₂	s ₀ a ₁	s ₀ a ₀

روز ۶						روز ۹						روز ۱۲					
s ₀ a ₂	s ₁ a ₂	s ₀ a ₁	s ₁ a ₁	s ₀ a ₀	s ₁ a ₀	s ₀ a ₀	s ₀ a ₁	s ₀ a ₂	s ₁ a ₁	s ₁ a ₀	s ₁ a ₂	s ₁ a ₀	s ₁ a ₂	s ₀ a ₂	s ₀ a ₀	s ₁ a ₁	s ₀ a ₁

روز ۶						روز ۱۲						روز ۹					
s_0a_1	$s_{01}a_1$	s_0a_2	s_0a_0	s_1a_2	s_1a_0	s_1a_2	s_1a_0	s_1a_1	s_0a_2	s_0a_1	s_0a_0	s_1a_0	s_0a_0	s_1a_1	s_1a_2	s_0a_1	s_0a_2

شکل ۳-۳- نقشه کاشت طرح آزمایشی مورد استفاده

غلظت اسیدآسکوربیک (میلی مولار): a_0 (صفر)، a_1 (۱۵) و a_2 (۳۰)

غلظت اسیدسالیسیلیک (میلی مولار): s_0 (صفر) و s_1 (۰/۴)

۳-۴- عملیات اجرایی

۳-۴-۱- آماده سازی زمین

آماده سازی زمین در تاریخ ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۲ در زمینی که سال قبل به صورت آیش بود صورت گرفت. به منظور آماده سازی زمین به وسیله فاروئر پشته‌های به فواصل ۲/۵ متر ایجاد گردید. سپس کرت‌های به طول ۸ متر و عرض ۲/۵ متر در آن‌ها مشخص شد و جوی‌های آبیاری تعبیه گردید. کرت‌ها بگونه‌ای طراحی شدن که آبیاری هر کرت با کرت بعدی اختلاط نیابد. به منظور عدم اختلاط آب هر تکرار با تکرار بعدی دو جوی در نظر گرفته شد یکی از آنها به منظور تخلیه آب اضافی تکرار بالایی و دیگری به منظور ورود آب از نهر کنار زمین به تکرار بعدی تعبیه شده بود. هر کرت شامل ۲ خط کاشت به طول ۸ متر و فاصله بین خطوط ۲/۵ متر طراحی شد. یک خط کناری به عنوان حاشیه و یک خط جهت تعیین پارامترهای آزمایش در نظر گرفته شد.

۳-۴-۲- کاشت

عملیات کاشت در تاریخ ۶ خرداد ۱۳۹۲ با دست و در عمق ۵ سانتی متری در دو طرف پشته‌ها در محل داغاب انجام شد. فاصله دو بوته روی ردیف ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. رقم مورد نظر جهت کاشت در زمین *Cucurbita pepo var. Styrica* بود.

آبیاری به صورت جوی و پشته ای انجام شد. واکاری در تاریخ ۲۱ خرداد در نقاطی که سبز شدن بذور با مشکل مواجه شده بود صورت گرفت. با توجه به اهمیت تراکم بوته، تنک کردن به همراه خاک دهی پای بوته در مرحله ۴-۷ برگی با حفظ یک بوته سالم و قوی و حذف دیگر بوته ها در تاریخ ۴-۵ تیر اجرا شد. طی دوران داشت، وجین کامل علف های هرز توسط دست انجام شد. با توجه به نیاز گیاه به عناصر غذایی، محلول پاشی عناصر میکرو و مصرف کود نیتروژن به همراه پتاسیم به ترتیب در تاریخ ۲۶ و ۲۷ مرداد ماه صورت گرفت، همچنین با مشاهده علائم سفیدک سطحی بر روی گیاه اقدام به محلول پاشی پینکونازول کلسیم در تاریخ ۲۸ مرداد ماه شد.

۳-۴-۴- اعمال تیمارها

پس از استقرار کامل بوته ها اقدام به اعمال تیمارهای تنش کم آبیاری از تاریخ ۱۶ تیرماه گردید. برای اعمال تیمارهای عدم تنش، تنش ملایم و تنش شدید دور آبیاری به ترتیب ۶، ۹ و ۱۲ روز یکبار در نظر گرفته شد. تیمار اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک به ترتیب در دو مرحله صورت گرفت، مرحله اول (تاریخ های ۱۱-۱۲ تیر ماه) قبل از گلدهی و قبل از اعمال تیمار آبیاری به منظور ایجاد مقاومت نسبی در گیاه در برابر تنش کم آبیاری انجام شد. ۲۰ روز بعد از اولین محلول پاشی اقدام به محلول پاشی دوم (تاریخ های ۳۰-۳۱ تیر ماه) گردید زمانیکه یک دور کامل تنش به گیاهان وارد شد. تیمار اسیدآسکوربیک در غلظت های صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی مولار و اسیدسالیسیلیک در غلظت های صفر و ۰/۴ میلی مولار تهیه و به همراه تیمار بدون اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک (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 اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک به تنهایی و به همراه هم در شرایط تنش انجام گرفت.

محلول پاشی‌ها در ابتدای صبح و در هوای صاف و نسیم ملایم اعمال شد به نحوی که برگ‌های کدو تخم کاغذی کاملاً خیس شدند.

جدول ۳-۲- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش

a ₁ b ₁ C ₁	محلول پاشی با آب در شرایط عدم تنش
a ₁ b ₁ C ₂	محلول پاشی با غلظت صفر و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط عدم تنش
a ₁ b ₂ C ₁	محلول پاشی با غلظت ۱۵ و صفر میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط عدم تنش
a ₁ b ₂ C ₂	محلول پاشی با غلظت ۱۵ و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط عدم تنش
a ₁ b ₃ C ₁	محلول پاشی با غلظت ۳۰ و صفر میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط عدم تنش
a ₁ b ₃ C ₂	محلول پاشی با غلظت ۳۰ و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط عدم تنش
a ₂ b ₁ C ₁	محلول پاشی با آب در شرایط تنش ملایم
a ₂ b ₁ C ₂	محلول پاشی با غلظت صفر و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش ملایم
a ₂ b ₂ C ₁	محلول پاشی با غلظت ۱۵ و صفر میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش ملایم
a ₂ b ₂ C ₂	محلول پاشی با غلظت ۱۵ و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش ملایم
a ₂ b ₃ C ₁	محلول پاشی با غلظت ۳۰ و صفر میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش ملایم
a ₂ b ₃ C ₂	محلول پاشی با غلظت ۳۰ و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش ملایم
a ₃ b ₁ C ₁	محلول پاشی با آب در شرایط تنش شدید
a ₃ b ₁ C ₂	محلول پاشی با غلظت صفر و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شدید
a ₃ b ₂ C ₁	محلول پاشی با غلظت ۱۵ و صفر میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شدید
a ₃ b ₂ C ₂	محلول پاشی با غلظت ۱۵ و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شدید
a ₃ b ₃ C ₁	محلول پاشی با غلظت ۳۰ و صفر میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شدید
a ₃ b ₃ C ₂	محلول پاشی با غلظت ۳۰ و ۰/۴ میلی مولار اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شدید

۳-۴-۵- برداشت

۴ بوته در انتهای دوره رشد پس از رسیدگی فیزیولوژیکی از تاریخ ۲۰ شهریور ماه جهت اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد به طور تصادفی از هر کرت توسط دست برداشت شد و نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شدند.

۳-۵- صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد

صفات زراعی شامل وزن پوست کدو، قطر کدو و تعداد دانه نارس و اجزای عملکرد در گیاه کدو شامل تعداد میوه در بوته، تعداد دانه در میوه و وزن صد دانه در میوه‌های برداشت شده مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

۳-۶- صفات فیزیولوژیک

۳-۶-۱- محتوای نسبی آب برگ^{۱۲}

محتوای نسبی آب برگ ۵ مرداد ماه (۶۱ روز پس از کاشت) بر حسب درصد اندازه‌گیری شد. برای این منظور از هر کرت ۱ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته دو برگ هم سن قطع گردید. هریک از بوته‌های انتخاب شده به عنوان یک واحد نمونه‌گیری 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 در آب مقطر (حبیبی، ۱۳۷۲) و سپس در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (کرامر، ۱۹۸۳). آب روی آنها با کاغذ صافی خشک شد و مجدداً وزن شدند (وزن اشباع). پس از آن به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس مجدداً وزن شدند (وزن خشک). محاسبه مقدار نسبی آب برگ با استفاده از رابطه ۳-۱ صورت گرفت.

¹² - Relative water content

(رابطه ۳-۱)

$$100 \times \{ (\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}) / (\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}) \} = \text{محتوای نسبی آب برگ}$$

۳-۶-۲- پایداری غشای پلاسمایی

اندازه گیری شاخص پایداری غشای پلاسمایی ۶۱ روز پس از کاشت قبل از آبیاری پس از اعمال تیمار با استفاده از روش سایرام و اسویراستاوا (۲۰۰۱) و ریزا و همکاران (۱۹۹۴) انجام شد. بدین منظور به طور تصادفی چند گیاه از هر کرت انتخاب شد و از قسمت یک سوم بالایی کانوپی برگ‌های همسن برداشت گردیدند و به طور مجزا درون پاکت‌های پلاستیکی قرار داده شدند و به وسیله یخدان به آزمایشگاه منتقل شدند. از نمونه‌ها دیسک برگ‌گی تهیه شد و مقدار ۰/۱ گرم از آن درون فالكون تیوپ قرار گرفت و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر روی آن‌ها ریخته شد. فالكون تیوپ‌ها به مدت ۱۵ دقیقه درون اتوکلاو در دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شدند. به طور مشابه یکسری دیگر نمونه در فالكون تیوپ قرار گرفتند و به مدت نیم ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها از آن و اتوکلاو خارج شدند و در محیط آزمایشگاه قرار گرفتن تا دمای آن به ۲۵ درجه سانتی‌گراد برسد. بعد با استفاده از دستگاه EC متر، EC مربوط به هر فالكون تیوپ اندازه‌گیری شد و در نهایت با استفاده از رابطه ۳-۲ شاخص پایداری غشاء محاسبه گردید.

در تمام اندازه گیری های هدایت الکتریکی در دماهای ۱۰۰ و ۴۰ هدایت الکتریکی آب مقطر نیز اندازه گیری گردید. از رابطه ۳-۲ برای محاسبه پایداری غشای پلاسمایی استفاده شد.

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

C_1 هدایت الکتریکی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و C_2 هدایت الکتریکی در دمای ۱۰۰ درجه

سانتی‌گراد بودند.

۳-۶-۳- کلروفیل

به منظور اندازه‌گیری کلروفیل برگ ۷۷ روز پس از کاشت به طور تصادفی از چند گیاه در هر کرت، از برگ‌های همسن نمونه برداری انجام شد.

اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید با استفاده از روش بدون لهیدگی صورت گرفت. به این طریق که نمونه‌های برگ (۰/۵ گرم) در ۵ میلی‌لیتر از دی متیل سولفوکسید، در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴ ساعت قرار داده شدند. سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، کلروفیل اندازه‌گیری گردید. میزان جذب در طول موج‌های ۶۶۵، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر ثبت گردید. سپس با استفاده از روابط موجود میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید محاسبه گردید (پروچازکا و همکاران، ۱۹۹۸).

$$\text{Chl a} = (12.19 A_{665}) - (3.45 A_{645}) \quad (\text{رابطه ۳-۳})$$

$$\text{Chl b} = (21.99 A_{645} - 5.32 A_{665}) \quad (\text{رابطه ۴-۳})$$

$$\text{Chl t} = \text{Chl a} + \text{Chl b} \quad (\text{رابطه ۵-۳})$$

$$\text{Carotenoid} = (1000 A_{470} - 2.14 \text{ Chl a} - 70.16 \text{ Chl b}) / 220 \quad (\text{۶-۳})$$

۳-۷-صفات کیفی

۳-۷-۱-پرولین

به منظور اندازه‌گیری محتوای پرولین با استفاده از ماده خشک گیاهی روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا نمونه گیاهی را در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. نمونه‌های خشک شده را با استفاده از آسیاب پودر نموده و بدین ترتیب برای انجام سایر مراحل آماده و به روش زیر عمل گردید:

آماده سازی محلول‌ها:

۱- سولفوسالسیلیک اسید ۳٪: سه گرم پودر سولفوسالسیلیک اسید را در آب مقطر حل کرده و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد.

۲- اسید ناین هایدرین: مقدار ۱/۲ گرم پودر ناین هایدرین را در ۳۰ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال حل شد.

۳- استاندارد ۱۰۰ میلی گرم در لیتر پرولین: ۰/۰۱ گرم پرولین را در آب مقطر حل نموده و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد.

۴- استانداردهای صفر، چهار، هشت، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ میلی گرم در لیتر پرولین: به ترتیب صفر، دو، چهار، شش، هشت و ۱۰ میلی لیتر از استاندارد ۱۰۰ میلی گرم در لیتر پرولین را برداشته و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد.

۵- تولوئن

روش کار:

۰/۵ گرم ماده خشک گیاهی را درون هاون ریخته، سپس ۱۰ میلی لیتر سولفوسالسیلیک اسید ۳٪ آماده شده را به آن افزوده و کاملاً سائیده و سپس محلول حاصل از صافی عبور داده شد. تیوب را به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی گراد در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ نموده تا مواد اضافی از محلول جدا گردید. مقدار دو میلی لیتر از عصاره صاف شده را درون تیوب ریخته و دو میلی لیتر اسید ناین هایدرین به آن افزوده، سپس به خوبی مخلوط شد. هم زمان مقدار دو میلی لیتر از محلولهای استانداردهای صفر، چهار، هشت، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ میلی گرم در لیتر پرولین

را درون تیوب‌ها ریخته، سپس دو میلی لیتر اسید ناین هایدرین و دو میلی لیتر اسیداستیک گلاسیال به آن‌ها افزوده و سپس به خوبی مخلوط گردید. نمونه‌ها را به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد درون حمام آب گرم گذاشته، سپس درون یخ قرار داده شد. مقدار چهار میلی لیتر تولوئن به محلول‌ها اضافه نموده و نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه درون دستگاه شیکر قرار گرفتند. استانداردهای پرولین محلول را در فاز تولوئن در کووت دستگاه اسپکتروفتومتر ریخته و در طول موج ۵۲۰ نانومتر مقدار پرولین قرائت گردید، سپس منحنی استاندارد رسم شده و میزان جذب در نمونه‌های گیاهی قرائت شد. در انتها با قرار دادن در معادله خط، مقدار پرولین به دست آمد.

۳-۷-۲- سنجش درصد و عملکرد روغن

روغن موجود در بذر کدو با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین گردید. برای این منظور نمونه‌ها از قبل به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس پودر شدند. مقدار ۳ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده و داخل اکسترکتور دستگاه قرار داده شد. بالن‌ها به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک شدند. سپس به دسیکاتور منتقل و پس از هم دما شدن با محیط وزن شدند و روی صفحه گرم کننده^{۱۳} دستگاه قرار گرفتند. داخل بالن‌ها با مقدار مشخصی پترولیوم اتر به عنوان حلال آلی پر شد. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد روی اکسترکتور قرار داده شد. دستگاه با کلید اصلی روشن و دما برای همه نمونه‌ها روی ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج ۸ ساعت به طول انجامید. پس از گذشت این مدت، دستگاه خاموش و حلال جمع شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه خارج گردید. بالن‌ها به زیر هود منتقل شدند تا باقی مانده اتر از بین برود. سپس بالن‌ها به

¹³ -Hot plate

داخل آون منتقل شدند و به مدت ۱ ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد و سپس به مدت ۱/۵ ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شدند. بالن‌ها به دیسکاتور منتقل و بعد از سرد شدن وزن شدند. جهت محاسبه درصد روغن موجود در نمونه‌ها از رابطه ۳-۷ استفاده گردید.

(رابطه ۳-۷) $100 * (\text{وزن ثانویه بالن} - \text{وزن اولیه بالن}) = \text{درصد روغن موجود در نمونه}$

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

۳-۷-۳- سنجش درصد و عملکرد پروتئین

مقدار نیتروژن موجود در دانه پس از برداشت به روش کج‌لدال^{۱۴} 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.

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 اسیدسولفوریک ۹۸ درصد افزوده شد و تیوپ‌ها 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 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.

³⁻ Kjeldahl

پایان عمل هضم پس از این مدت و با تبدیل محلول سیاه رنگ درون تیوپ‌ها به محلولی نسبتاً زلال به رنگ زرد بسیار کمرنگ مشخص می‌شد. بعد از اتمام کار و انجام عمل تقطیر بایستی نمونه‌ها سرد شوند. در کنار نمونه‌های 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 نمونه‌های حاصل از مرحله هضم پروتئین در دستگاه تقطیر قرار گرفتند. 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 تیوپ‌ها به محلولی نسبتاً زلال به رنگ سبز بسیار کمرنگ مشخص می‌شود. بعد از اتمام کار و انجام عمل تقطیر بایستی نمونه‌ها سرد شوند. در کنار نمونه‌های مورد آزمایش، دو تیوپ شاهد نیز که حاوی ۲۰ میلی لیتر اسیدسولفوریک و ۸ گرم کاتالیزور بود، در دستگاه قرار داده شد. در مرحله بعد نمونه‌های حاصل از مرحله هضم پروتئین در دستگاه تقطیر قرار گرفتند.

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

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 تیترا شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس اسیدکلریدریک مصرف شده در تیتراسیون دستی مشخص گردید. از رابطه ۳-۸ به منظور تبدیل مقدار اسیدکلریدریک ۰/۱ مولار مصرف شده در تیتراسیون به نیتروژن نمونه استفاده گردید.

$$\text{وزن نمونه (گرم)} / (A \times 0.14) = \text{درصد نیتروژن نمونه} \quad (\text{رابطه ۳-۸})$$

در این رابطه A از تفاضل مقدار اسید مصرفی برای نمونه از مقدار اسید مصرفی برای شاهد به دست آمد. برای تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از رابطه ۳-۹ استفاده گردید.

$$\text{ضریب تبدیل پروتئین} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین نمونه} \quad (\text{رابطه ۳-۹})$$

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

۳-۸- 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.

فصل چہارم

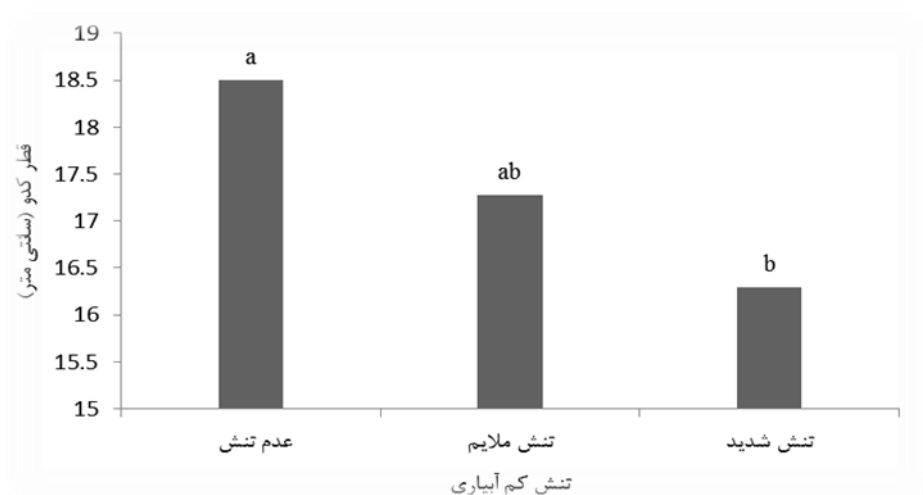
نتیجہ و بحث

۱-۴- صفات مرفولوژیک

۱-۱-۴- قطر کدو

تأثیر تنش کم آبیاری بر قطر کدو در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تنش شدید موجب کاهش معنی دار قطر کدو (۱۱/۹۴ درصد) نسبت به شاهد (عدم تنش) و کاهش غیر معنی دار این صفت (۵/۶۴ درصد) نسبت به تنش ملایم گردید (شکل ۱-۴).

تأثیر غلظت محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و همچنین اثرات متقابل آنها با سایر تیمارها بر قطر کدو معنی دار نشد (جدول پیوست ۱).



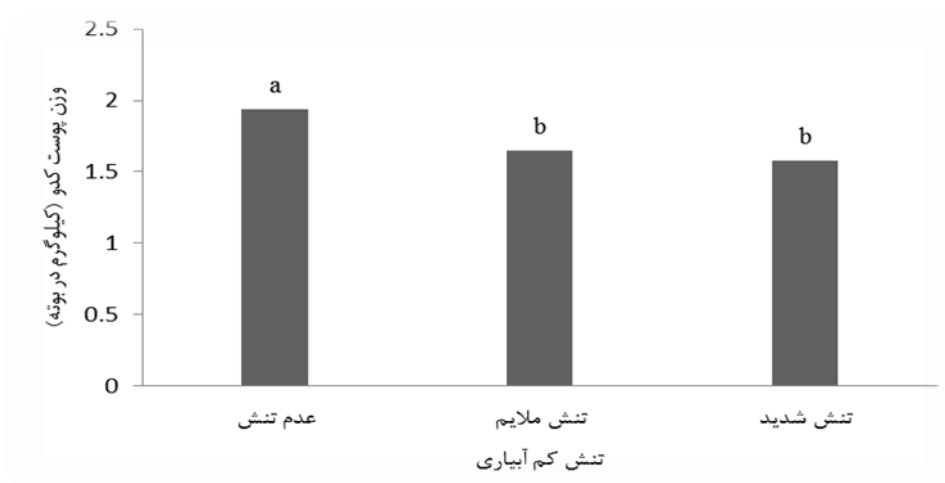
شکل ۱-۴- مقایسه میانگین قطر کدو تحت تأثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری

۱-۲-۴- وزن پوست کدو

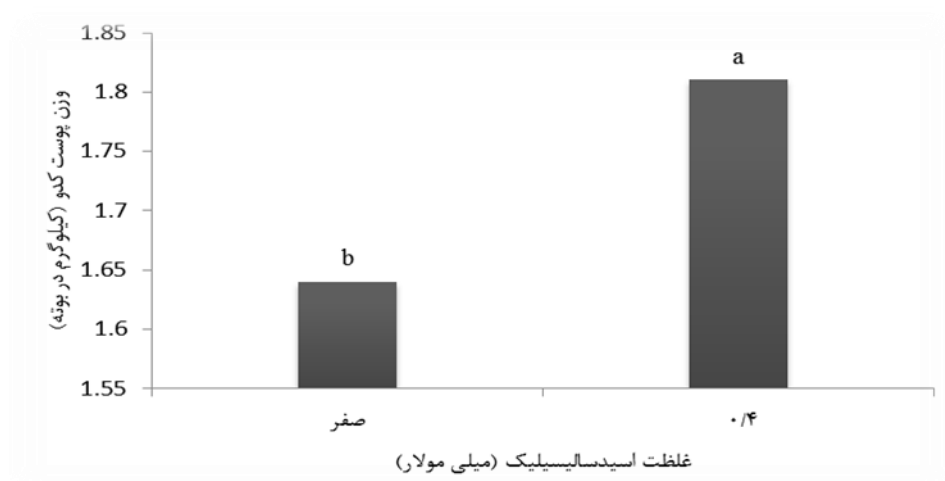
نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر اثر معنی دار تنش کم آبیاری و اسیدسالیسیلیک در سطح ۱ درصد بر وزن پوست کدو بود (جدول پیوست ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین تنش ملایم و شدید به لحاظ تأثیرگذاری بر وزن پوست کدو اختلاف معنی داری مشاهده نشد در حالیکه بین دو تیمار مذکور و تیمار عدم تنش اختلاف معنی داری وجود داشت (شکل ۲-۴). وزن

پوست کدو با افزایش شدت تنش بطور معنی‌داری کاهش یافت، بطوریکه در تنش ملایم و شدید کاهش ۱۴/۹۴ و ۱۸/۵۵ درصدی در وزن پوست کدو نسبت به شرایط عدم تنش مشاهده شد (شکل ۲-۴). تنش آبی روی فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل فتوسنتز، انتقال، جذب و تنفس اثر می‌گذارد و رشد را کاهش می‌دهد پس موجب کاهش در وزن کدو و پوست کدو می‌شود (کموداینی و همکاران، ۲۰۰۲).

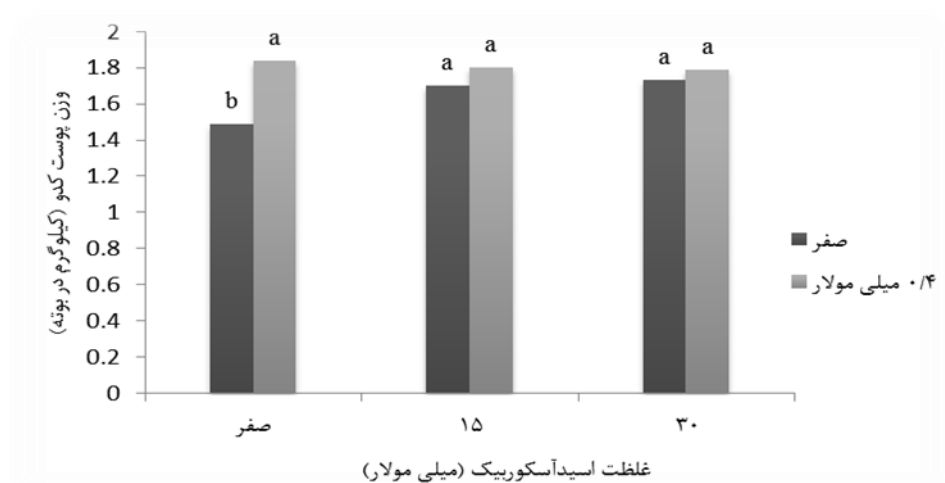
جدول مقایسه میانگین نشان داد که محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک موجب افزایش ۹/۹۴ درصدی وزن پوست کدو در مقایسه با عدم محلول پاشی شد (شکل ۳-۴). اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر پوست کدو در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول پیوست ۱). با بررسی شکل ۴-۴ در می‌یابیم محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در صورت عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک موجب افزایش ۲۲/۴۳ درصدی وزن پوست کدو در مقایسه با شاهد گردید که جزء با شاهد با سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری نداشت. بوته‌هایی که بطور همزمان محلول اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک دریافت کرده‌اند در مقایسه با شاهد افزایش ۲۰/۸۰ درصدی نشان دادند در حالیکه در بوته‌های که تنها محلول اسیدآسکوربیک دریافت کرده‌اند افزایش در حدود ۱۶/۱۰ درصدی در مقایسه با شاهد مشاهده شد که خود گویای تأثیر همزمان محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک می‌باشد. کمترین وزن پوست کدو (۱/۵۸ کیلوگرم در بوته) را تیمار شاهد به خود اختصاص داد که با سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری داشت.



شکل ۲-۴- مقایسه میانگین وزن پوست کدو تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



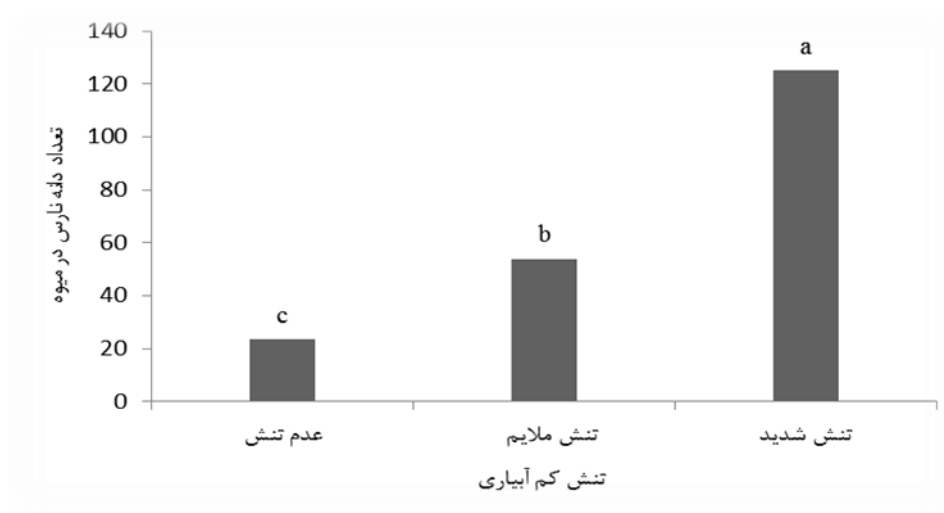
شکل ۳-۴- مقایسه میانگین وزن پوست کدو تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک



شکل ۴-۴- مقایسه میانگین وزن پوست کدو تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک

۴-۱-۳- تعداد دانه نارس

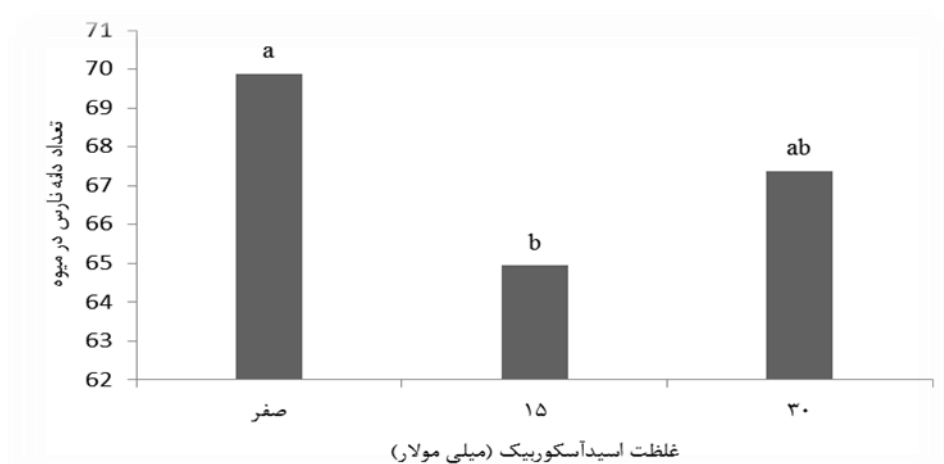
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش کم آبیاری بر تعداد دانه نارس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول پیوست ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بین هر یک از سطوح تنش کم آبیاری به لحاظ تأثیر گذاری بر تعداد دانه نارس اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. به طوری که بیشترین تعداد دانه نارس (۱۲۵/۰۵) در تنش شدید حاصل شد که نسبت به کمترین مقدار مشاهده شده در شرایط عدم تنش، ۱۰۱/۷۲ دانه نارس بیشتر بود (شکل ۴-۵). نیکولاس و همکاران (۱۹۸۵) در گزارشی بیان کردند، تنش رطوبتی در مراحل اولیه پر شدن دانه ممکن است از طریق کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم بر روی این صفت و در نتیجه عملکرد تأثیر منفی بگذارد. اولک و همکاران (۲۰۰۴) دلیل این کاهش را اینگونه بیان کردند، که خشکی در مرحله گلدهی موجب خشک شدن دانه گرده و افت میزان تلقیح می‌شود و در نتیجه درصد دانه‌های نارس افزایش می‌یابد.



شکل ۴-۵- مقایسه میانگین تعداد دانه نارس تحت تأثیر تنش کم آبیاری

مطابق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (پیوست ۱) اثر اسیدآسکوربیک بر تعداد دانه نارس در میوه معنی‌داری بود. در شکل ۴-۶ مشاهده شد محلول پاشی ۱۵ میلی‌مولار اسیدآسکوربیک موجب کاهش معنی‌دار تعداد دانه نارس در میوه کدو (۷/۰۶ درصدی) نسبت به عدم محلول پاشی و

کاهش غیر معنی‌دار این صفت (۳/۵ درصدی) نسبت به سطح ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک گردید. در تحقیقی که بر روی کلزا انجام شد دولت آبادیان و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که کاربرد اسیدآسکوربیک تعداد دانه‌های پوک را به طور معنی‌داری کاهش داد که با نتیجه حاصل از تحقیق بر روی کدو تطابق دارد. تیمار اسیدسالیسیلیک و اثر متقابل این تیمار اثر معنی‌داری بر تعداد دانه نارس در مقایسه با شاهد نداشت (جدول پیوست ۱).



شکل ۴-۶- مقایسه میانگین تعداد دانه نارس تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک

۴-۲- عملکرد و اجزای عملکرد

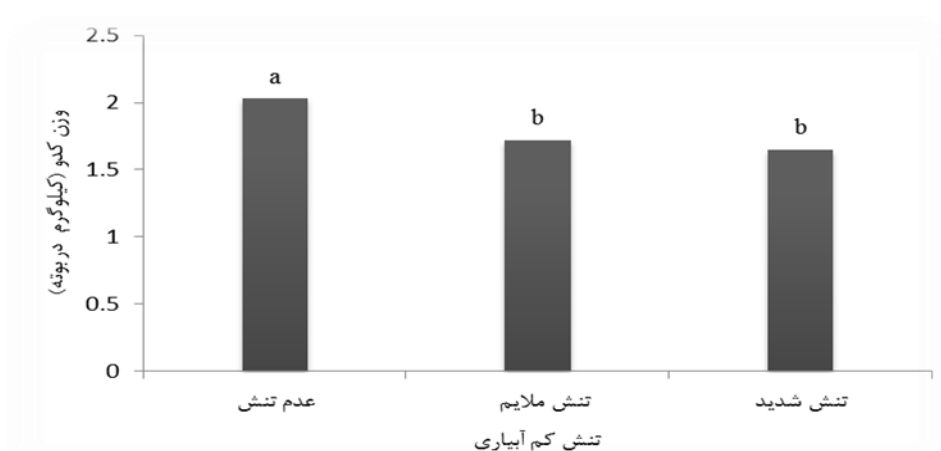
۴-۲-۱- وزن کدو

کمبود آب موجب کاهش در صفات مربوط به عملکرد می‌شود، تنش کم آبیاری و اسیدسالیسیلیک بر وزن کدو در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول پیوست ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که از نظر تأثیر بر وزن کدو بین تیمار تنش ملایم و شدید تفاوت معنی‌داری وجود ندارد هر چند که بین این دو تیمار و عدم تنش اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین وزن کدو مربوط به شرایط عدم تنش می‌باشد، وزن کدو با افزایش شدت تنش کاهش می‌یابد به طوری که در شرایط تنش ملایم و شدید کاهش ۱۵/۲۷ و ۱۹/۷۰ درصدی وزن کدو نسبت به شرایط عدم تنش مشاهده گردید (شکل ۴-۷). دلیل کاهش این صفت را می‌توان اختلال در تبادلات

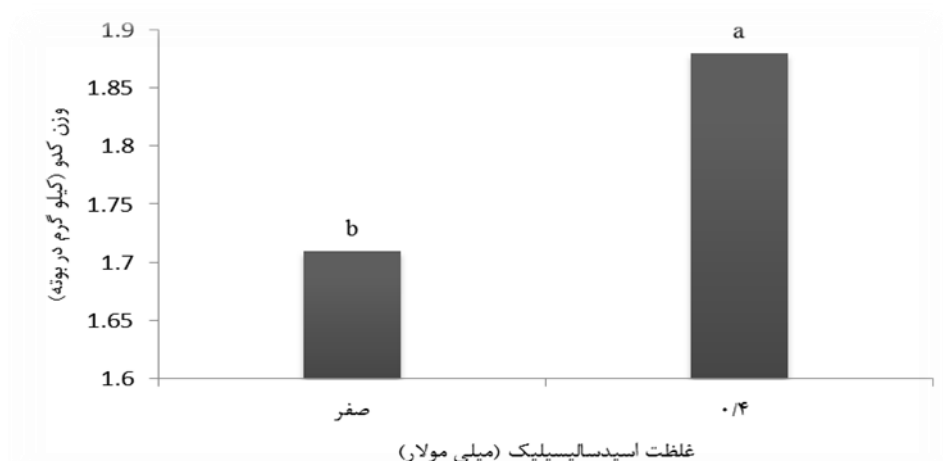
گازی برگ دانست که نه تنها سبب محدودیت در اندازه منبع و مخزن می‌شود بلکه در جذب و انتقال مواد و تسهیم ماده خشک ایجاد اختلال می‌کند (انجوم و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به شکل (۴-۸) مشاهده شد که بیشترین وزن کدو در محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار حاصل شد که نسبت به عدم محلول پاشی افزایش ۹/۹۴ درصدی نشان داد. اسیدسالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ و وزن خشک اندام‌های گیاهی و مقدار کلروفیل کل در مقایسه با عدم مصرف اسید در شرایط تنش خشکی می‌گردد (آروین، ۲۰۱۱).

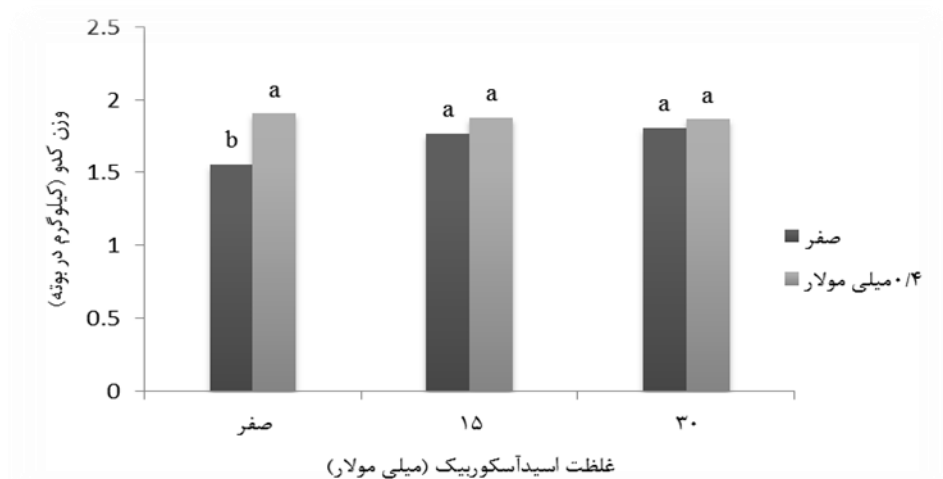
نتایج جدول تجزیه واریانس پیوست ۱ نشان داد که اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک نشان داد که بوته‌هایی که فقط محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک دریافت کرده‌اند، افزایش ۲۲/۴۳ درصدی در وزن کدو این بوته‌ها نسبت به شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک) مشاهده شد که تنها با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. بوته‌هایی که محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک دریافت نکرده‌اند دارای کمترین وزن کدو (۱/۵۶ کیلوگرم در بوته) می‌باشند که با سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین وزن کدو تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین وزن کدو تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک



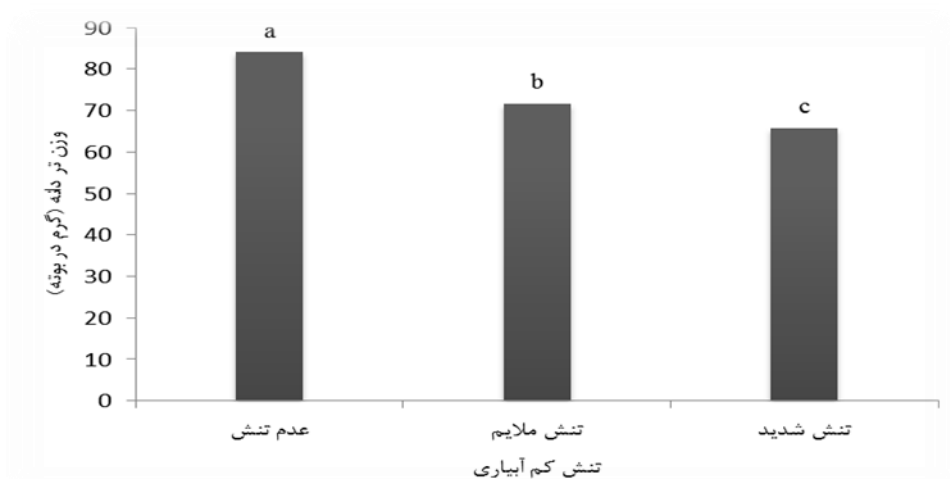
شکل ۴-۹- مقایسه میانگین وزن کدو تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک

۴-۲-۲- وزن تر دانه

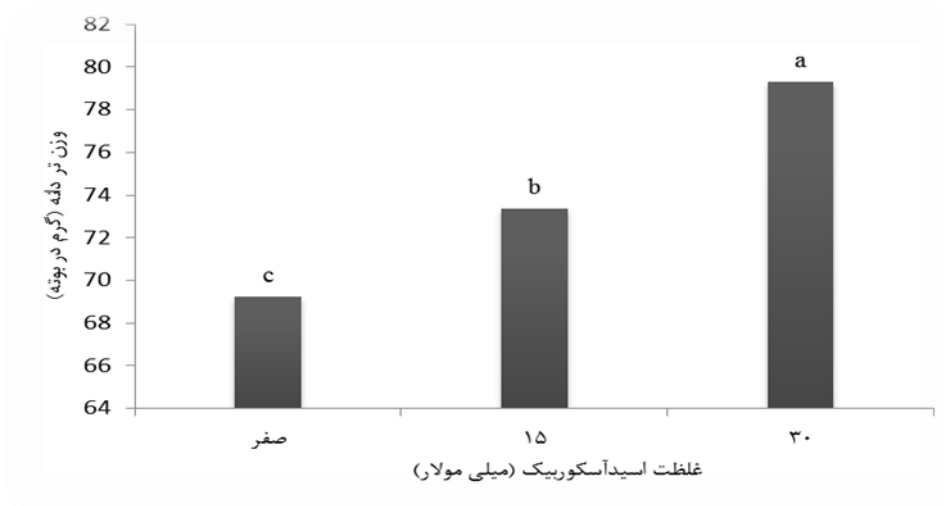
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس پیوست ۳ نشان داد که تنش کم آبیاری و اسیدآسکوربیک در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن تر دانه اثر معنی داری داشت. مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش کم آبی نشان داد تغییر در رژیم آبیاری در هر سطح تنش موجب تفاوت معنی داری در وزن تر دانه گردید (شکل ۴-۱۰). با هر مرحله افزایش شدت تنش، وزن تر دانه بطور معنی داری کم شد به طوری که در تنش ملایم و شدید کاهش ۱۴/۶۵ و ۲۱/۶۷ درصدی وزن تر دانه نسبت به شرایط عدم تنش مشاهده شد (شکل ۴-۱۰).

مقایسه میانگین نشان داد بین هر یک از سطوح محلول پاشی اسیدآسکوربیک از نظر تأثیر بر وزن تر دانه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در شکل ۴-۱۱ مشاهده می‌شود وزن تر دانه در محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک نسبت به ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک ۸/۰۹ درصد بیشتر و نسبت به عدم محلول پاشی ۱۴/۵۴ درصد بیشتر است. در تحقیقی که توسط قربانلی و همکاران (۱۳۸۹) بر روی کلزا صورت گرفت مشاهده شد که در شرایط تنش میزان آب موجود در گیاه کاهش می‌یابد ولی به کارگیری اسیدآسکوربیک با افزایش توان تحمل گیاه سبب جذب بهتر آب از محیط شده است و کاهش در وزن تر دیده نمی‌شود.

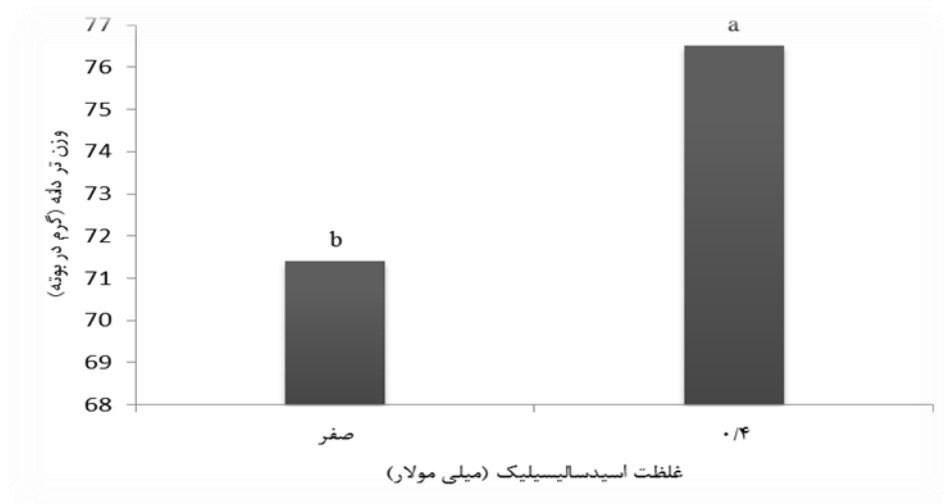
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس پیوست ۳ نشان داد که اثر اسیدسالیسیلیک بر وزن تر دانه در سطح ۱ درصد معنی‌داری بود. مقایسه میانگین نتایج نشان داد که محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک موجب افزایش ۵/۵۷ درصدی وزن تر دانه در مقایسه با عدم محلول پاشی گردید. به گونه‌ای که بیشترین وزن تر دانه در حدود ۷۶/۵۱ گرم در بوته در این تیمار مشاهده شد (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین وزن تر دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین وزن تر دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک



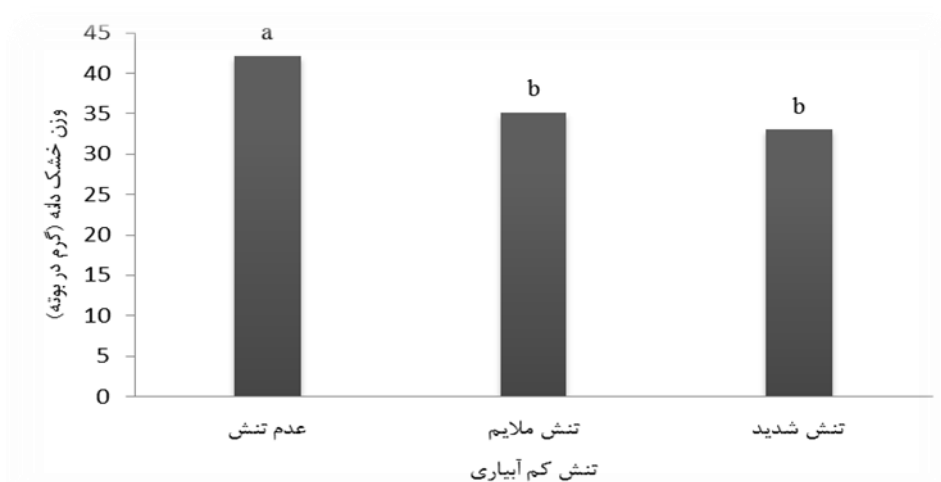
شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین وزن تر دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک

۴-۲-۳- وزن خشک دانه

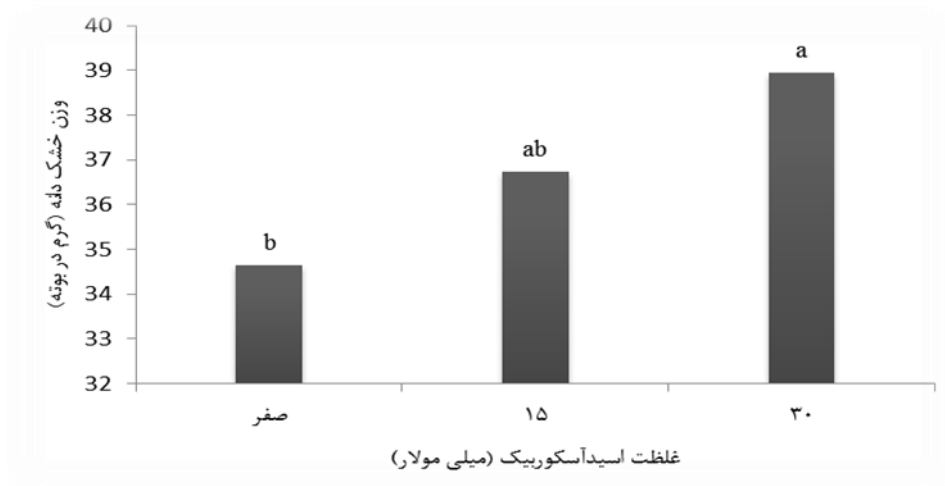
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش کم آبیاری و اسیدآسکوربیک در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک دانه معنی دار بود (جدول پیوست ۳). بررسی میانگین وزن خشک دانه در سطوح مختلف تنش کم آبیاری نشان داد که به طور کلی افزایش تنش کم آبیاری باعث کاهش معنی دار این صفت می شود. به گونه ای که تنش ملایم و شدید بطور متوسط سبب کاهش ۱۶/۶۷ و ۲۱/۶۹ درصدی وزن خشک دانه نسبت به عدم تنش گردید (شکل ۴-۱۳). خشکی سبب کاهش بیوماس، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن دانه لوبیا می شود (جرمن و ترن، ۲۰۰۶).

مقایسه میانگین وزن خشک دانه نشان داد، محلول پاشی ۱۵ و ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک به ترتیب موجب افزایش ۵/۹۱ و ۱۲/۳۷ درصدی این صفت شد که البته تنها افزایش مشاهده شده حاصل از غلظت بالای این ماده نسبت به شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار بود (شکل ۴-۱۴).

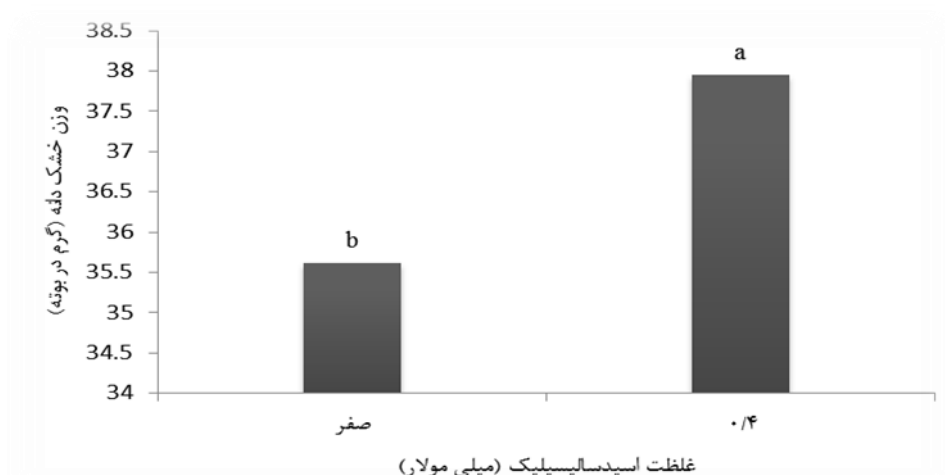
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اسیدسالیسیلیک بر وزن خشک دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول پیوست ۳). در بررسی شکل ۴-۱۵ مشاهده شد، محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک موجب افزایش ۶/۵۷ درصدی وزن خشک دانه نسبت به عدم محلول پاشی اسیدسالیسیلیک گردید. کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک موجب افزایش سرعت فتوسنتز، غلظت دی‌اکسیدکربن درونی، کارایی مصرف آب، هدایت روزنه ای و نسبت تعرق در کلزا می‌گردد و از این طریق موجب افزایش وزن خشک دانه در کلزا می‌گردد (فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳)



شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین وزن خشک دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین وزن خشک دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک



شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین وزن خشک دانه تحت تاثیر سطوح اسیدسالیسیلیک

۴-۲-۴- تعداد دانه در میوه

نتایج جدول تجزیه واریانس پیوست ۳ نشان داد که اثر تنش کم آبیاری و اسیدآسکوربیک بر تعداد دانه در کدو در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین نشان داد بین هر یک از سطوح تنش کم آبیاری به لحاظ تأثیرگذاری بر تعداد دانه در میوه اختلاف معنی داری وجود داشت. بیشترین و کمترین تعداد دانه در میوه به ترتیب در شرایط عدم تنش و تنش شدید در حدود ۳۰۹ و ۲۲۸/۸۹ عدد در میوه مشاهده گردید. تعداد دانه در میوه با هر مرحله افزایش شدت تنش، کاهش معنی داری داشت به گونه ای که در تنش ملایم و شدید کاهش ۱۴/۸۲ و ۳۴/۹۹ درصدی تعداد دانه

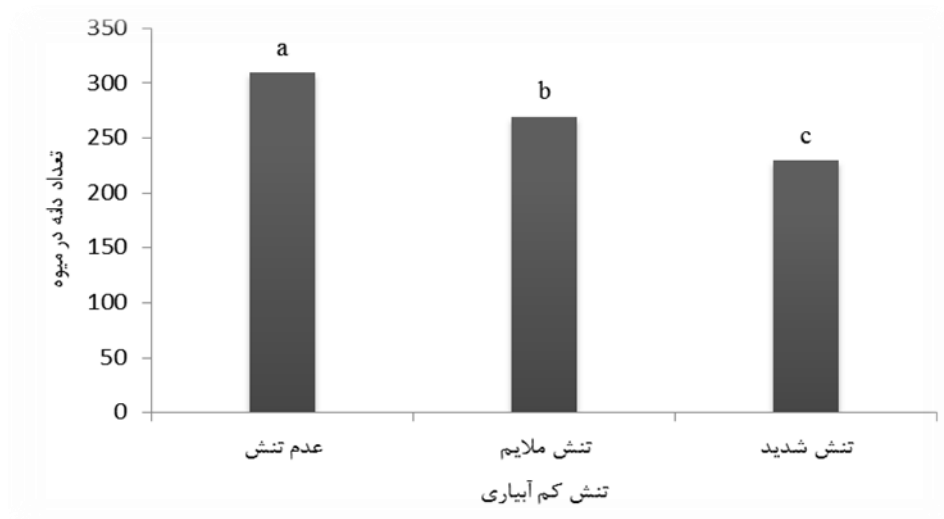
در میوه نسبت به عدم تنش مشاهده گردید (شکل ۴-۱۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین حاکی از آن است که میانگین تعداد دانه در میوه در تیمار ۱۵ و ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک در یک گروه آماری و با اختلاف اندکی از یکدیگر قرار گرفتند. کاربرد دو سطح تیماری اسیدآسکوربیک (۱۵ و ۳۰ میلی مولار) در مقایسه با تیمار عدم محلول پاشی موجب افزایش معنی‌داری در تعداد دانه در میوه - گردید (شکل ۴-۱۷).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری بر تعداد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول پیوست ۳). با توجه به شکل ۴-۱۸ محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک در شرایط عدم تنش موجب افزایش ۵/۴۳ درصدی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم محلول پاشی در شرایط عدم تنش) گردید. ترکیب تیمار مذکور به لحاظ تأثیرگذاری بر تعداد دانه در میوه با ترکیب تیماری محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و تنش ملایم؛ محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم تنش؛ عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک و عدم تنش در یک گروه آماری و با اختلاف اندکی از یکدیگر قرار گرفتند. عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید موجب کاهش ۳۹/۱۷ درصدی این صفت نسبت به شاهد گردید، البته کاهش مشاهده شده حاصل از این ترکیب تیماری نسبت به سایر ترکیبات تیماری از لحاظ آماری معنی‌دار بود (شکل ۴-۱۸).

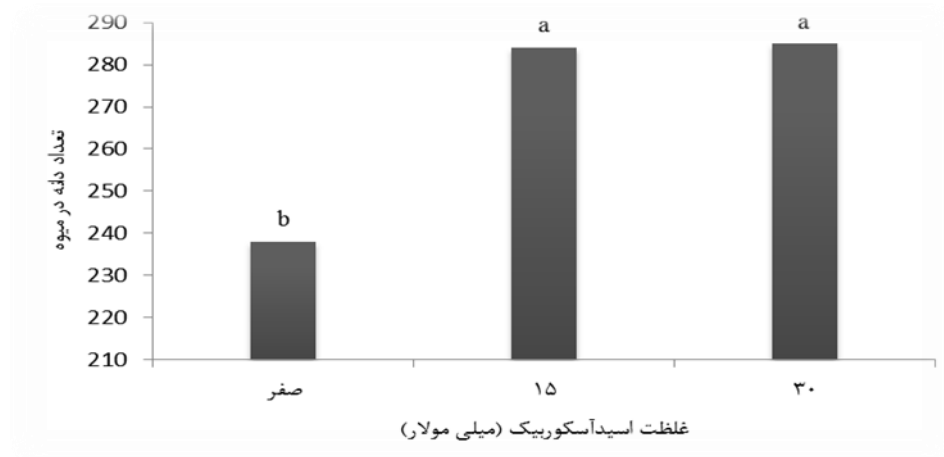
نتایج حاصل از تجزیه واریانس پیوست ۳ نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر تعداد دانه در میوه کدو در سطح احتمال ۵ درصد بود. مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر تعداد دانه در میوه کدو نشان داد، در بوته‌هایی که تنها محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک را دریافت کرده‌اند، افزایش معنی‌داری از لحاظ تعداد دانه در میوه در مقایسه با شاهد (ترکیب تیماری عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش) مشاهده شد که با ترکیب تیماری محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و

محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک؛ محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم محلول پاشی اسیدسالیسیلیک؛ محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۱۹). کمترین تعداد دانه در میوه در شاهد مشاهده می‌شود که در مقایسه با سایر ترکیبات تیماری کاهش معنی‌داری مشاهده می‌شود (شکل ۴-۱۹).

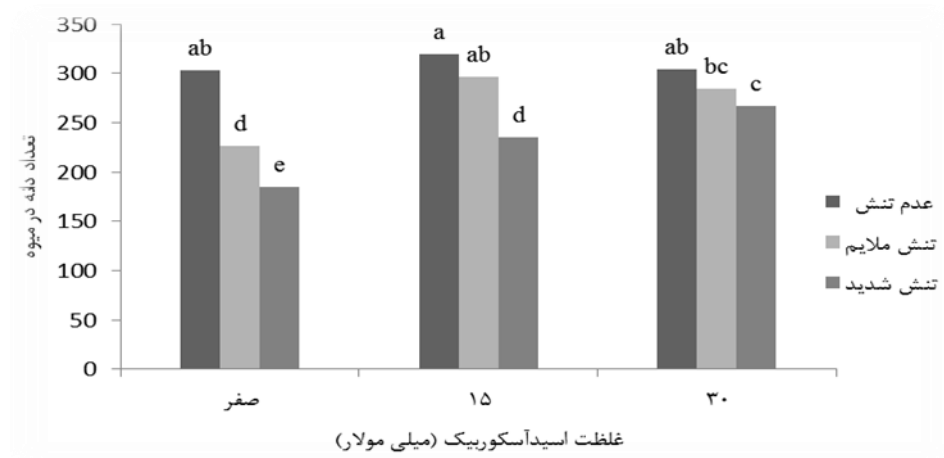
نتایج حاصل از تجزیه واریانس پیوست ۳ نشان دهنده معنی‌دار بودن اثرات سه‌گانه تنش کم آبیاری، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر تعداد دانه در میوه کدو در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه تنش کم آبیاری، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر تعداد دانه در میوه کدو نشان داد که بیشترین تعداد دانه در میوه در محلول پاشی همزمان ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش اندازه‌گیری شد که از لحاظ آماری در مقایسه با شاهد (ترکیب تیماری عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش) افزایش (۶/۸۷ درصد) معنی‌داری مشاهده نگردید البته ترکیب تیماری مذکور با برخی از سطوح تیماری در شرایط عدم تنش و تنش ملایم اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۲۰). همچنین در این شکل مشاهده شد به علت عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید کاهش ۵۱/۲۲ درصدی در این صفت در مقایسه با شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با سایر ترکیبات تیماری داشت.



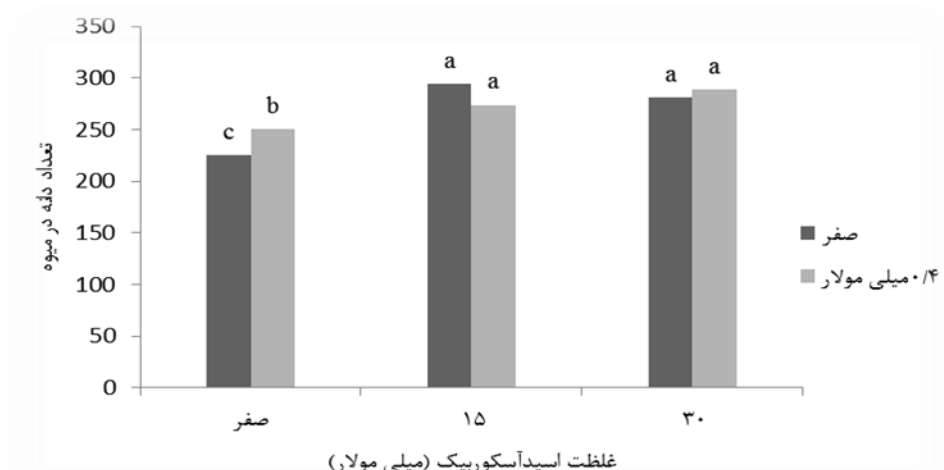
شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



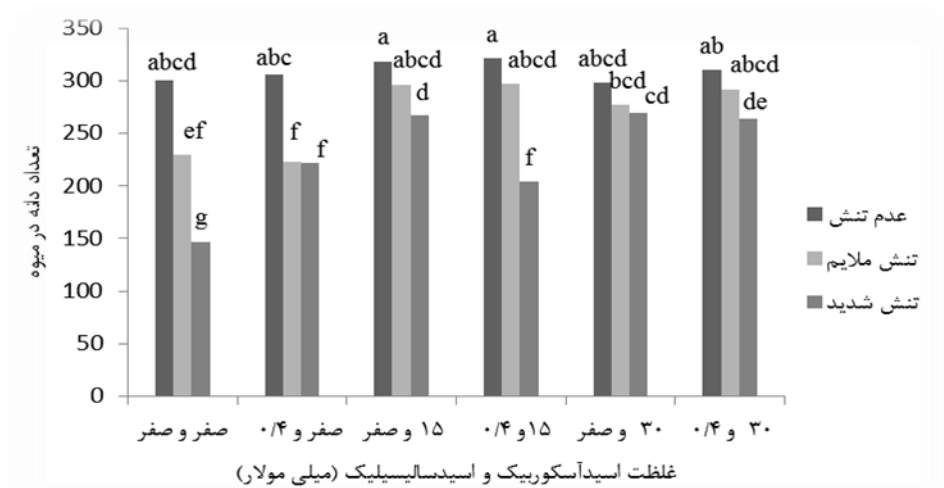
شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک



شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری



شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک



شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین تعداد دانه در میوه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک

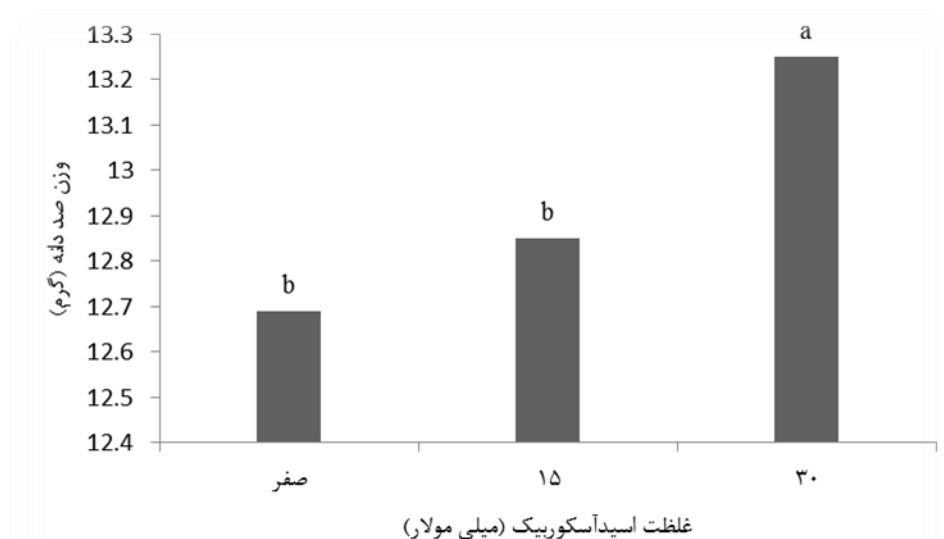
۴-۲-۵- وزن صد دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس پیوست ۳ مشاهده شد تنش خشکی بر وزن صد دانه اثر معنی‌داری نداشت.

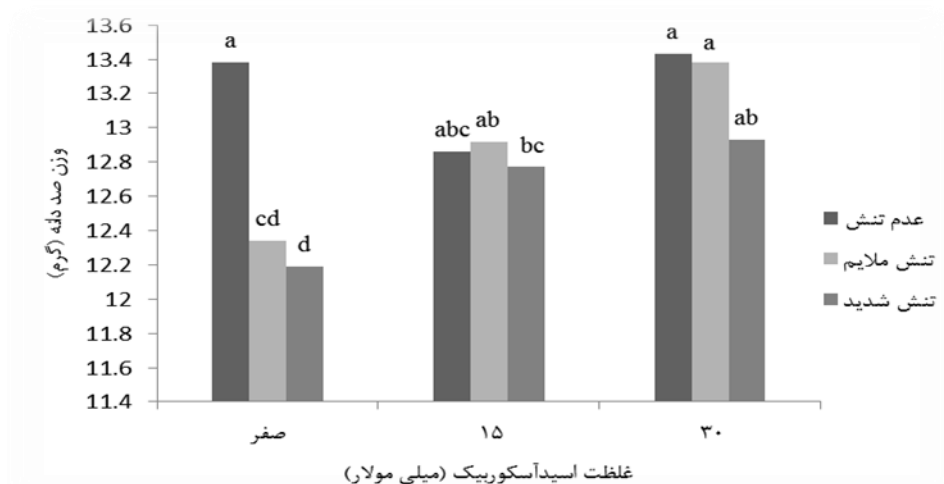
مطالعه نتایج جدول تجزیه واریانس پیوست ۳ نشان داد که اثر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اثر متقابل آن با تنش کم آبیاری بر وزن صد دانه در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نتایج نشان داد افزایش مشاهده شده در اثر محلول پاشی ۱۵ میلی مولار

اسیدآسکوربیک غیر معنی‌دار بود، ولی محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک سبب افزایش معنی‌دار وزن صد دانه شد به طوری که وزن صد دانه در تیمار ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک حدود ۰/۵۶ گرم بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۴-۲۱).

مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدآسکوربیک با تنش کم آبیاری بر وزن صد دانه نشان داد که بیشترین وزن صد دانه (۱۳/۴۳ گرم) متعلق به ترکیب تیماری محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک در شرایط عدم تنش می‌باشد که از لحاظ آماری نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۲۲). عدم کاربرد اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید موجب کاهش ۸/۸۹ درصدی وزن صد دانه نسبت به شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک در شرایط عدم تنش) می‌شود که با ترکیب تیماری عدم کاربرد اسیدآسکوربیک در شرایط تنش ملایم اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۲۲). در تحقیقی که بر روی ذرت انجام شد دولت آبادیان و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که کاربرد اسیدآسکوربیک موجب افزایش وزن صد دانه و در نتیجه عملکرد دانه می‌شود و اثرات منفی تنش بر روی صفات عملکرد را کاهش می‌دهد.



شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین وزن صد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک



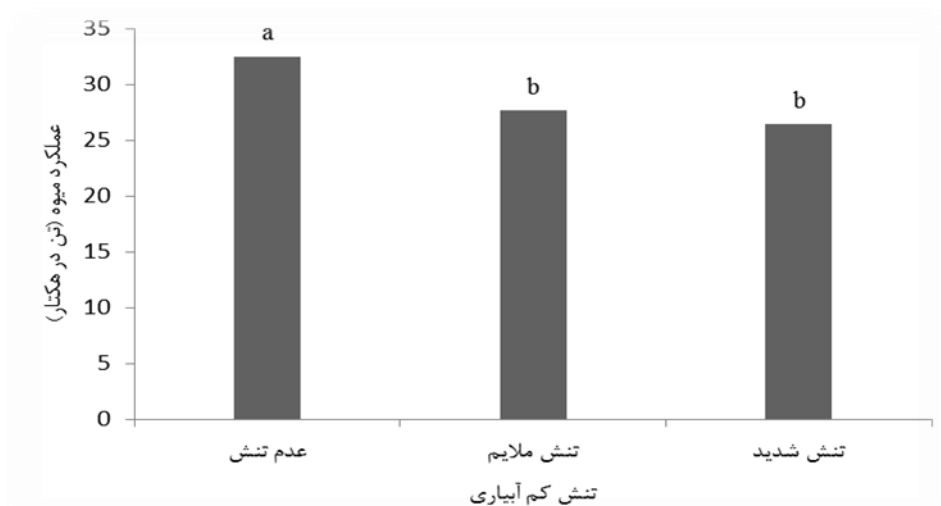
شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین وزن صد دانه تحت تاثیر ترکیب تیماری سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری

۴-۲-۶- عملکرد میوه

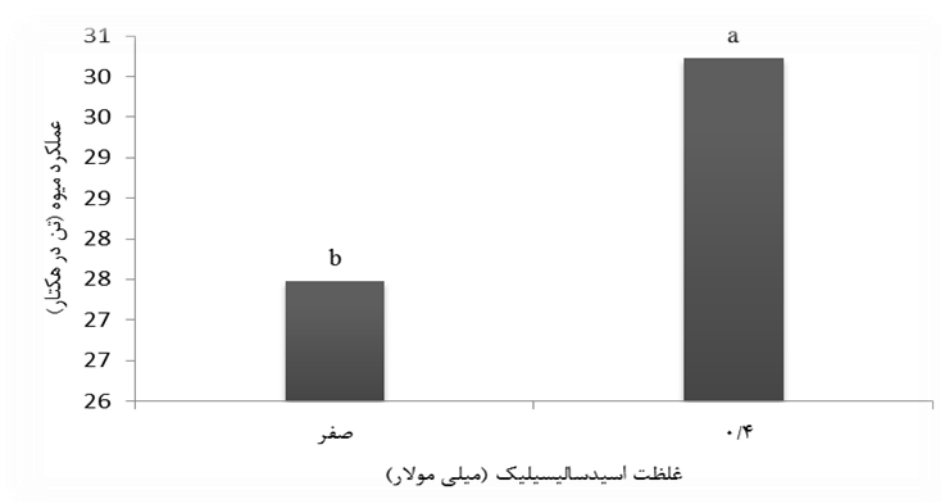
نتایج جدول تجزیه واریانس پیوست ۵ نشان داد بین سطوح تنش کم آبیاری از نظر عملکرد میوه اختلاف معنی داری وجود داشت. مقایسه میانگین نشان داد که از نظر تأثیر بر عملکرد میوه بین تیمار تنش ملایم و شدید اختلاف معنی داری وجود نداشت هر چند که بین این دو تیمار و عدم تنش اختلاف معنی داری مشاهده شد. بیشترین عملکرد مربوط به شرایط عدم تنش معادل ۳۲/۵۰ تن در هکتار می باشد که در مقایسه با سایر سطوح تنش کم آبیاری (ملایم و شدید) افزایش معنی دار داشت (شکل ۴-۲۳). با افزایش سطح تنش از عملکرد میوه کاسته می شود، به گونه ای که در شرایط تنش ملایم و شدید کاهش ۱۴/۹۸ و ۱۸/۷۶ درصدی عملکرد میوه در مقایسه با شاهد مشاهده شد. کورنیک (۲۰۰۰) بیان می کند خشکی موجب کاهش در عملکرد و اجزای عملکرد می شود. علی رغم انتظار اسیدآسکوربیک هیچ اثری بر روی عملکرد میوه نداشت.

نتایج جدول تجزیه واریانس پیوست ۵ نشان داد بین سطوح اسیدسالیسیلیک از نظر عملکرد میوه اختلاف معنی داری وجود داشت. مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد میوه متعلق به محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک (۳۰/۲۲ تن در هکتار) می باشد که اختلاف معنی داری با تیمار عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک داشت (شکل ۴-۲۴).

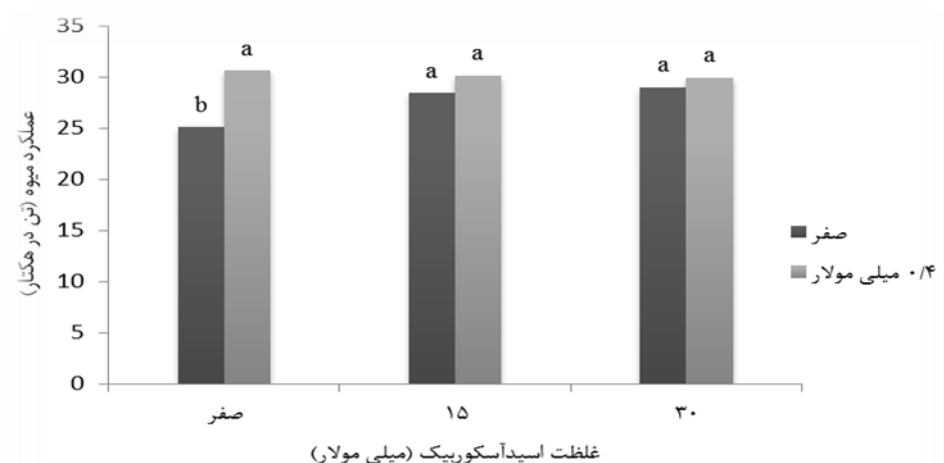
با بررسی جدول تجزیه واریانس پیوست ۵ متوجه می‌شویم که اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر عملکرد میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در صورت عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک موجب افزایش (۲۲/۲۳ درصد) معنی‌داری در عملکرد میوه نسبت به شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک) می‌شود (۴-۲۵). همچنین در شکل (۴-۲۵) مشاهده شد بوته‌هایی که محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک دریافت نکرده‌اند دارای کمترین عملکرد میوه (۰/۵/۲۵ تن در هکتار) می‌باشد که با سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری داشتند.



شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین عملکرد میوه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین عملکرد میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک



شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین عملکرد میوه تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک

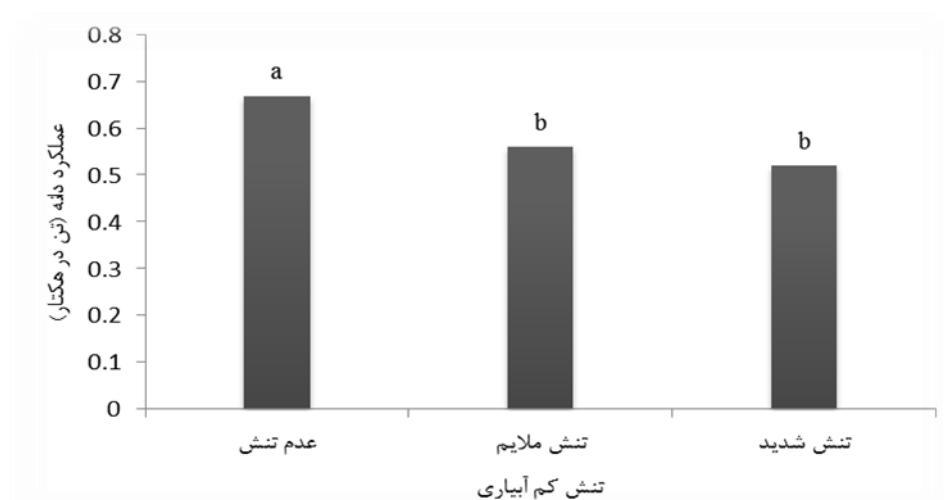
۴-۲-۷- عملکرد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس پیوست ۵ نشان داد که اثر تنش کم آبیاری و اسیدآسکوربیک بر روی عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی دار بود. نتایج حاصله از مقایسه میانگین حاکی از آن است که در شرایط تنش ملایم و شدید عملکرد دانه به ترتیب ۱۶/۴۱ و ۲۲/۳۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد کاهش نشان داد، البته از لحاظ آماری بین تنش ملایم و شدید تفاوت معنی داری دیده نشد (شکل ۴-۲۶). جلیلیان و خدابنده (۱۳۷۷) در گزارشی بیان کردند که دلیل کاهش عملکرد، ریزش گل‌ها در مرحله گل‌دهی و پس از آن کاهش وزن صد دانه بر اثر تنش در مرحله پر شدن غلاف بوده است.

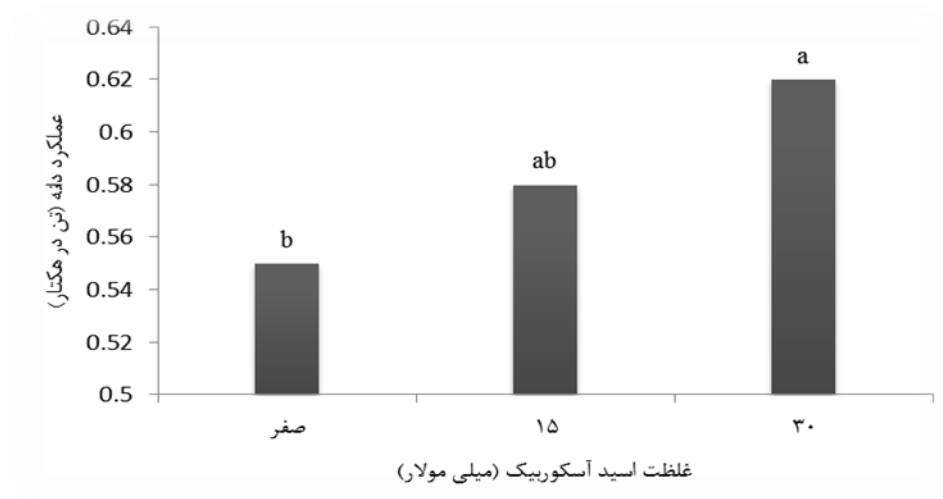
نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس پیوست ۵ نشان داد که کاربرد اسیدآسکوربیک بر عملکرد بذر اثر معنی داری داشت. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش بیشترین عملکرد دانه (۰/۶۲ تن در هکتار) مربوط به محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک می باشد. محلول پاشی اسیدآسکوربیک با غلظت ۳۰ میلی مولار موجب افزایش معنی دار عملکرد بذر (۱۲/۷۲ درصد) نسبت به شاهد و افزایش غیر معنی دار این صفت (۶/۸۹ درصد) نسبت به سطح پایین تر این ماده گردید (شکل ۴-۲۷). عبدالحمید و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که کارگیری اسیدآسکوربیک موجب

افزایش رشد و عملکرد دانه در گیاه سنبل هندی و گندم می‌شود. 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 اسیدآسکوربیک در گیاهان تحت تنش را مشاهده نمودند. اسیدآسکوربیک 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.

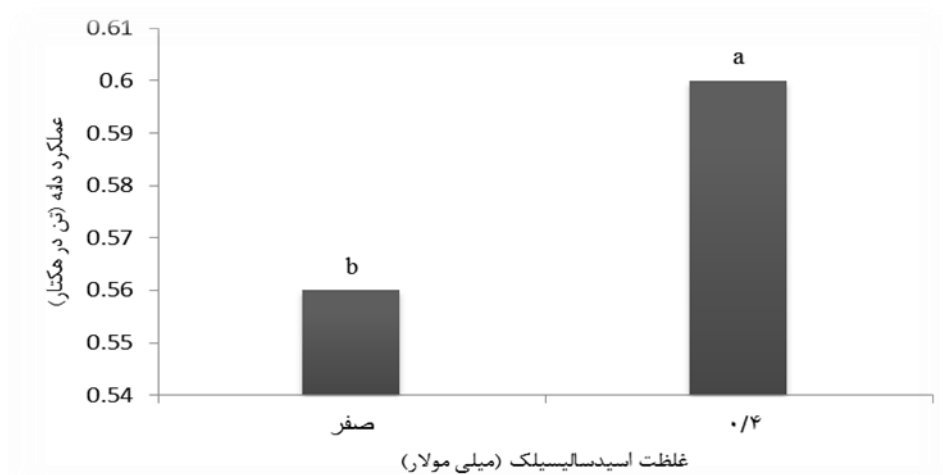
همانطور که نتایج جدول تجزیه واریانس پیوست ۵ نشان داد، اثر اسیدسالیسیلیک در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. جدول مقایسه میانگین نشان داد بوته‌هایی که محلول ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک دریافت کرده‌اند دارای بیشترین عملکرد بذر (۰/۶۰ تن در هکتار) می‌باشند. کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب افزایش ۷/۱۴ درصدی در عملکرد دانه در مقایسه با عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک گردید (شکل ۴-۲۸).



شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۲۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف اسید آسکوربیک



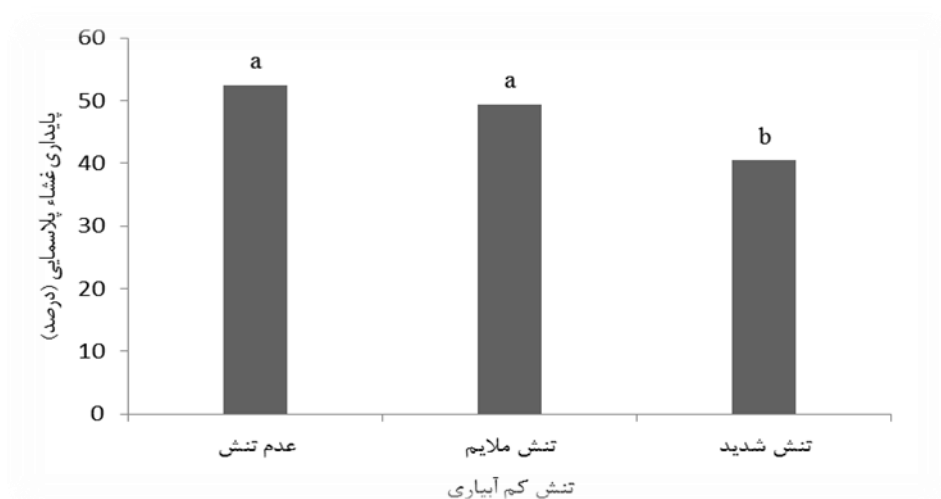
شکل ۴-۲۸- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح اسید سالیسیلیک

۴-۳- صفات فیزیولوژیکی

۴-۳-۱- پایداری غشاء پلاسمایی

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس پیوست ۷ نشان داد که تنش کم آبیاری بر پایداری غشاء پلاسمایی در سطح ۱ درصد اثر معنی داری داشت. مقایسه میانگین حاکی از آن است که تنش شدید پایداری غشاء پلاسمایی را به مقدار ۱۲/۰۶ درصد نسبت به شاهد (عدم تنش) کاهش داد. علاوه بر این پایداری غشاء پلاسمایی در بوته‌هایی که در معرض تنش ملایم و عدم تنش قرار گرفته‌اند از لحاظ آماری در یک سطح بودند (شکل ۴-۲۹). مواجه شدن گیاه با تنش خشکی موجب

افزایش میزان نسخه برداری از ژن‌های اکسید کننده و چربی‌های دیواره سلولی می‌شود، که در نهایت این امر سبب تخریب دیواره سلولی و کاهش پایداری غشاء سلول می‌شود (سایرام و ساکسنا، ۲۰۰۱). کاهش پایداری غشای سلولی غالباً با کاهش محتوای نسبی آب برگ و کاهش میزان پتاسیم سلول‌ها همراه است و افزایش درصد آسیب سلولی احتمالاً به دلیل کاهش درصد آب در ساختمان غشای سلولی است زیرا ۳۰ تا ۵۰ درصد ساختمان غشاء را آب تشکیل می‌دهد (ظریف کتابی، ۱۳۷۶). پرمچندرا و همکاران (۱۹۸۹) نیز نتایج مشابهی مبنی بر افزایش تراوایی غشای سیتوپلاسمی در بین ارقام سورگوم با افزایش تنش آب گزارش نمودند. آن‌ها هم چنین دریافتند که میزان تراوش یونی غشای سلولی تحت تأثیر میزان موم کوتیکولی، ضخامت کوتیکول و پتانسیل آب برگ قرار گرفت.



شکل ۴-۲۹- مقایسه میانگین پایداری غشاء پلاسمایی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری

۴-۳-۱- محتوای آب نسبی برگ

تنش کم آبیاری و محلول پاشی اسیدسالیسیلیک بر روی محتوای آب نسبی برگ در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول پیوست ۷). با بررسی شکل (۴-۳۰) مشاهده شد بیشترین محتوای آب نسبی برگ در شرایط عدم تنش به میزان ۷۴/۲۸ درصد بدست آمد که با سایر سطوح تنش کم آبی اختلاف معنی‌داری داشت. با افزایش شدت تنش کاهش معنی‌داری در محتوای آب نسبی برگ مشاهده می‌شود به گونه‌ای که در تنش ملایم و شدید کاهش ۶/۷۱ و ۸/۱۵ درصدی در

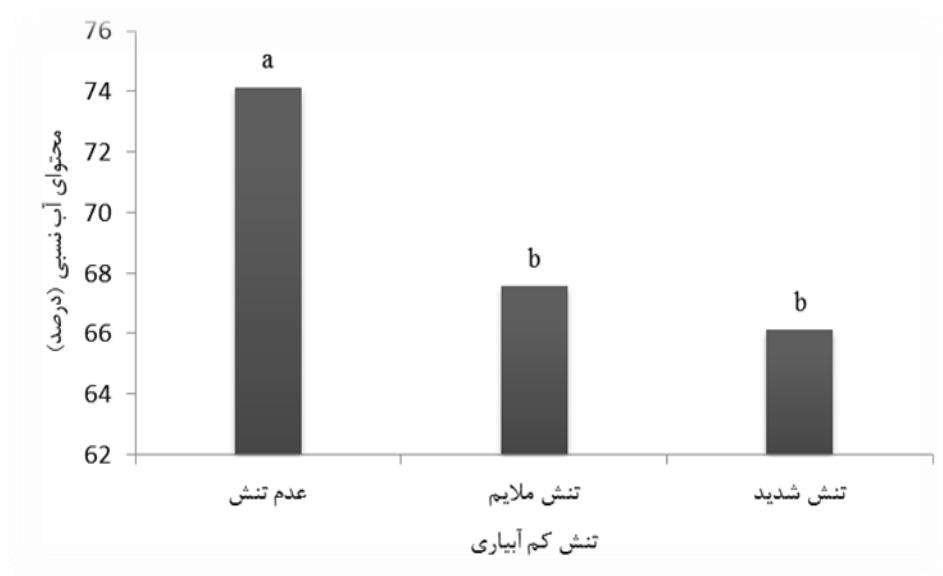
محتوای آب نسبی برگ نسبت به عدم تنش مشاهده شد، البته از لحاظ آماری بین دو تیمار تنش ملایم و شدید تفاوت معنی‌داری دیده نشد (شکل ۴-۳۰). همانطور که می‌دانیم تنش خشکی موجب کاهش محتوای آب، پتانسیل آب برگ، کاهش فشار آماس سلول‌ها می‌شود (جلیل و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین پور موسوی و همکاران (۲۰۰۷) در سویا و کوستا فرانکا و همکاران (۲۰۰۲) در لوبیا نیز کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ را در تحت تاثیر خشکی گزارش کرده‌اند.

برگ‌هایی که محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک دریافت کرده‌اند ۳/۸۹ درصد محتوای آب نسبی بیشتری در مقایسه با برگ‌هایی که مورد محلول پاشی قرار نگرفته‌اند دارند (شکل ۴-۳۱). محققان زیادی با بررسی گیاهان مختلف اظهار داشتند که محتوای نسبی آب برگ به این دلیل که با حجم سلول مرتبط است، می‌تواند به عنوان شاخص سنجش میزان تنش مورد استفاده قرار گیرد و معیار بهتری برای بیان وضعیت آب گیاه در مقایسه با پتانسیل آب باشد (خزاعی، ۱۳۸۱). در تحقیقی هایات و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک موجب افزایش محتوای رطوبت درگندم می‌شود

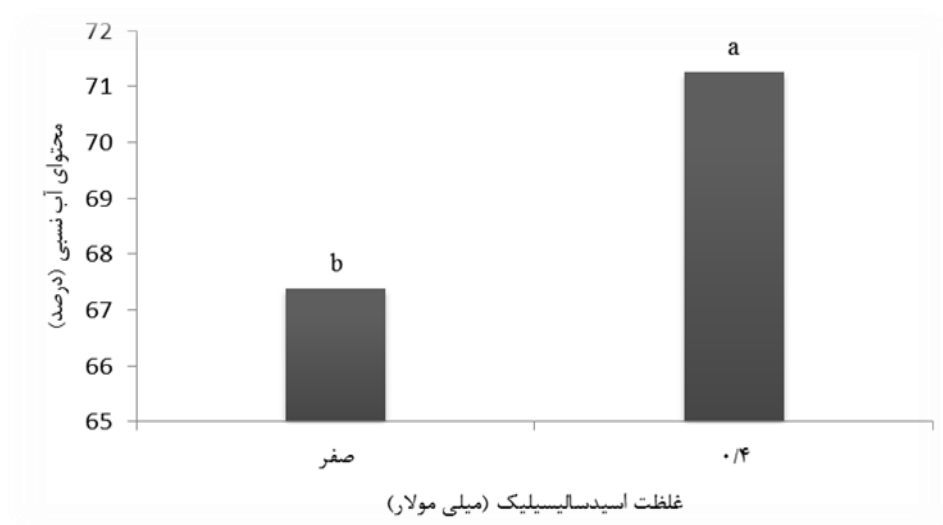
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر پایداری غشاء پلاسمایی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر پایداری غشاء پلاسمایی نشان داد بوته‌هایی که بطور همزمان مورد محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک و ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک قرار گرفته‌اند از محتوای آب نسبی بیشتری (۷۲/۲۰ درصد) برخوردارند که اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با شاهد (عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک) نداشت. عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در صورت محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک موجب کاهش معنی‌دار محتوای آب نسبی برگ نسبت به شاهد شد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با ترکیب تیماری ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم محلول پاشی اسیدسالیسیلیک نداشت (شکل ۴-۳۲).

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تنش کم آبیاری و محلول پاشی اسیدسالیسیلیک بر پایداری غشاء پلاسمایی در سطح ۱ درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تنش کم آبیاری و محلول پاشی اسیدسالیسیلیک بر پایداری غشاء پلاسمایی نشان داد که بیشترین میزان محتوای آب نسبی ($75/04$ درصد) در شرایط عدم محلول پاشی اسیدسالیسیلیک و عدم تنش بدست می آید هر چند از لحاظ محتوای آب نسبی برگ اختلاف معنی داری با بوته هایی که در شرایط عدم تنش و تنش ملایم تحت محلول پاشی اسیدسالیسیلیک قرار گرفته اند وجود نداشت. عدم محلول پاشی اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش ملایم موجب کاهش $11/82$ درصدی محتوای آب نسبی برگ نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش) شد که اختلاف معنی داری از لحاظ آماری با ترکیب تیماری عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید نداشت (شکل ۴-۳۳).

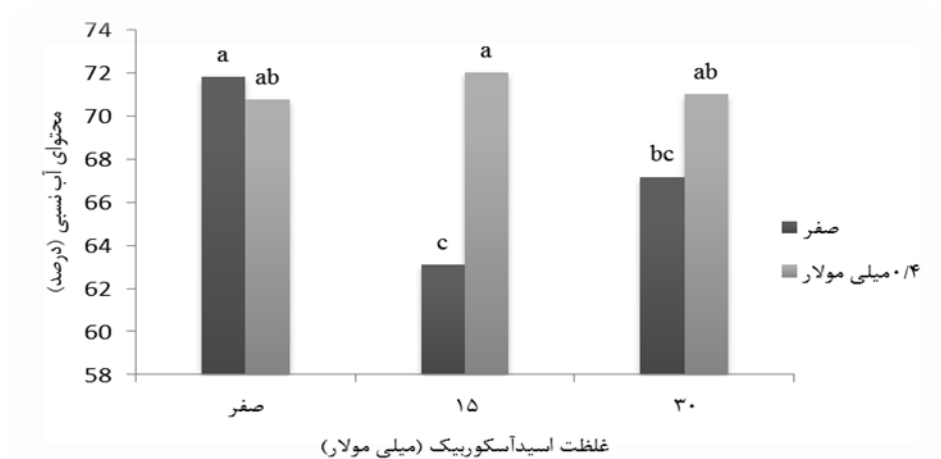
با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، ترکیب تیماری اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبی بر محتوای آب نسبی برگ اثر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول پیوست ۷). بیشترین محتوای آب نسبی برگ در محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش معادل $84/67$ درصد مشاهده شد که از نظر آماری در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش) افزایش ($12/34$ درصد) معنی داری داشت که به لحاظ تأثیرگذاری بر محتوای آب نسبی برگ با سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی داری داشت (شکل ۴-۳۴). کمترین محتوای آب نسبی برگ در بوته های اندازه گیری شد که در شرایط تنش ملایم فقط محلول ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک را دریافت کرده اند که از لحاظ آماری با ترکیبات تیماری ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و تنش شدید؛ کاربرد ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و تنش ملایم؛ کاربرد ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و تنش شدید اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۳۴).



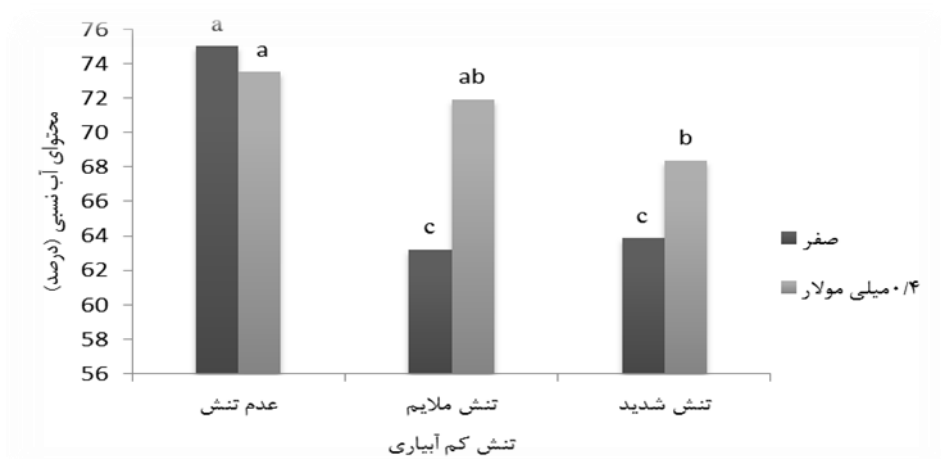
شکل ۴-۳۰- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



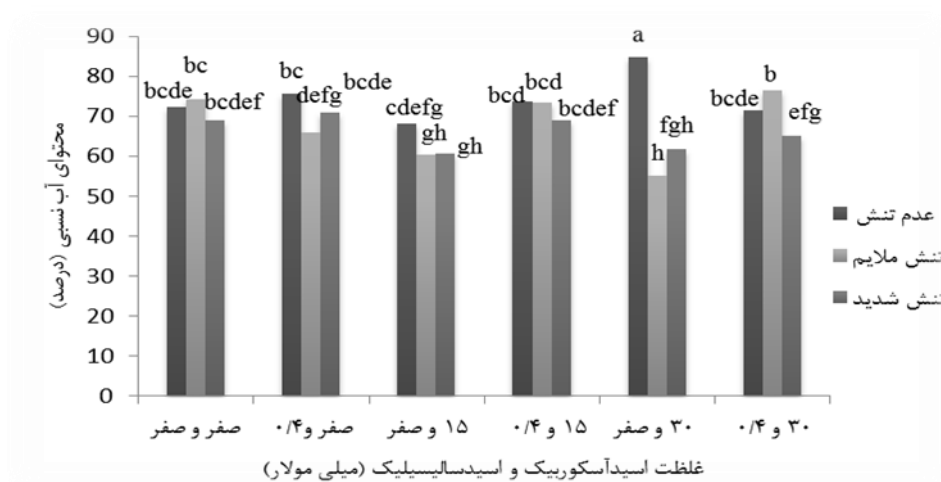
شکل ۴-۳۱- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک



شکل ۴-۳۲- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک



شکل ۴-۳۳- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

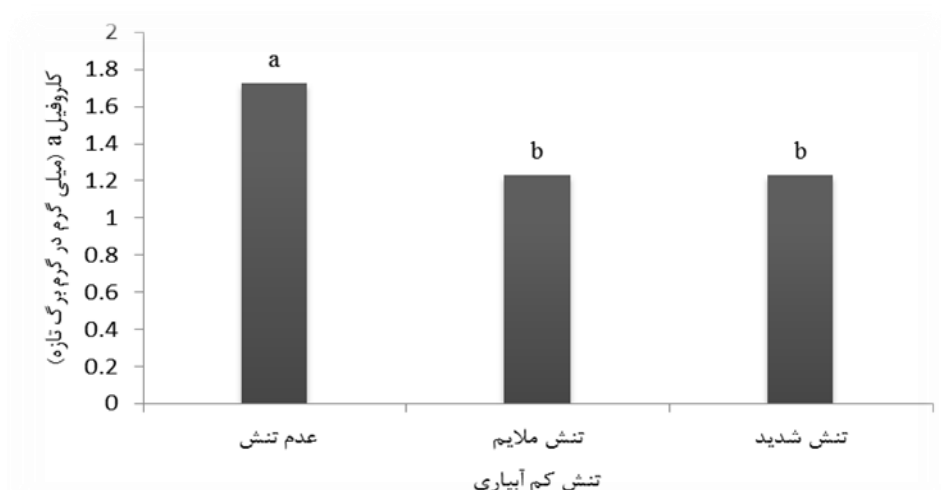


شکل ۴-۳۴- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

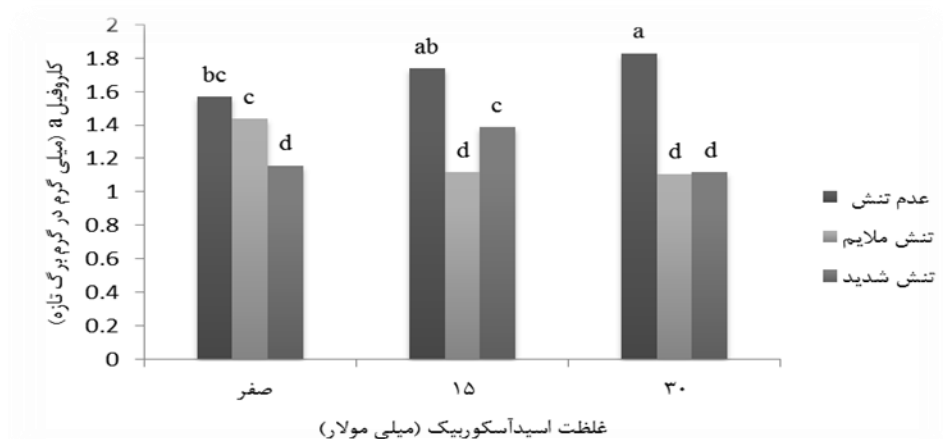
نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم آبیاری بر میزان کلروفیل a اثر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول پیوست ۹). مقایسه میانگین تنش آبی نشان داد با افزایش شدت تنش میزان کلروفیل a کاهش می یابد. به طوری که بیشترین میزان کلروفیل a در شرایط عدم تنش معادل ۱/۷۲ میلی گرم در گرم برگ تازه بدست آمد که اختلاف معنی داری با سطح تنش ملایم و شدید داشت (شکل ۴-۳۵). با بررسی شکل (۴-۳۵) در می یابیم که بین سطح تنش ملایم و شدید از نظر آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد و با اعمال تنش ملایم و شدید کاهش ۲۸/۵۴ و ۲۸/۶۰ درصدی در این صفت در مقایسه با شاهد مشاهده می شود.

نتایج تجزیه واریانس این پژوهش نشان داد که اثر متقابل اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری بر مقدار کلروفیل a در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول پیوست ۹). با توجه به شکل (۴-۳۶) مشاهده شد برگ هایی که محلول ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک را در شرایط عدم تنش دریافت کرده اند در هر گرم برگ تازه حدود ۱/۸۳ میلی گرم کلروفیل a دارند. محلول پاشی این ترکیب تیماری موجب افزایش ۱۵/۸۲ درصدی در میزان کلروفیل a در مقایسه با شاهد گردید که با ترکیب تیماری محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم تنش اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۳۶). بوته هایی که ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک را در شرایط تنش ملایم دریافت کرده اند دارای کمترین میزان کلروفیل a (۱/۱۱ میلی گرم در گرم برگ تازه) می باشند که اختلاف معنی داری از لحاظ آماری با ترکیب تیماری ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و تنش شدید؛ عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک و تنش شدید؛ محلول پاشی ۱۵ میلی مولار و تنش ملایم نداشت (شکل ۴-۳۶). اسیدآسکوربیک به دلیل خواص آنتی اکسیدانی از تخریب کلروفیل جلوگیری کرده و به طور غیر مستقیم موجب افزایش کلروفیل a می شود.

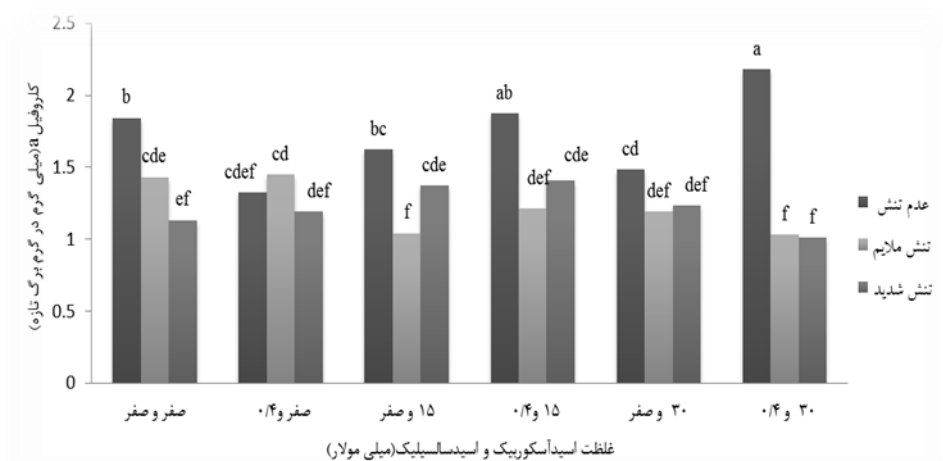
نتایج تجزیه واریانس این پژوهش نشان داد که اثر متقابل اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری بر مقدار کلروفیل a در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول پیوست ۹). با توجه به شکل (۴-۳۷) مشاهده شد بوته‌هایی که بطور همزمان محلول ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک را در شرایط عدم تنش دریافت کرده‌اند افزایش ۱۸/۴۷ درصدی در میزان کلروفیل a مشاهده شد که با ترکیب تیماری محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک، ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک و عدم تنش اختلاف معنی‌داری نداشت. محلول پاشی همزمان ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید مؤثر نبود و کاهش ۴۵/۱۰ درصدی در میزان کلروفیل a در برگ‌هایی این ترکیب تیماری اندازه‌گیری شد که با برخی از ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۳۷)



شکل ۴-۳۵- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۳۶- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری

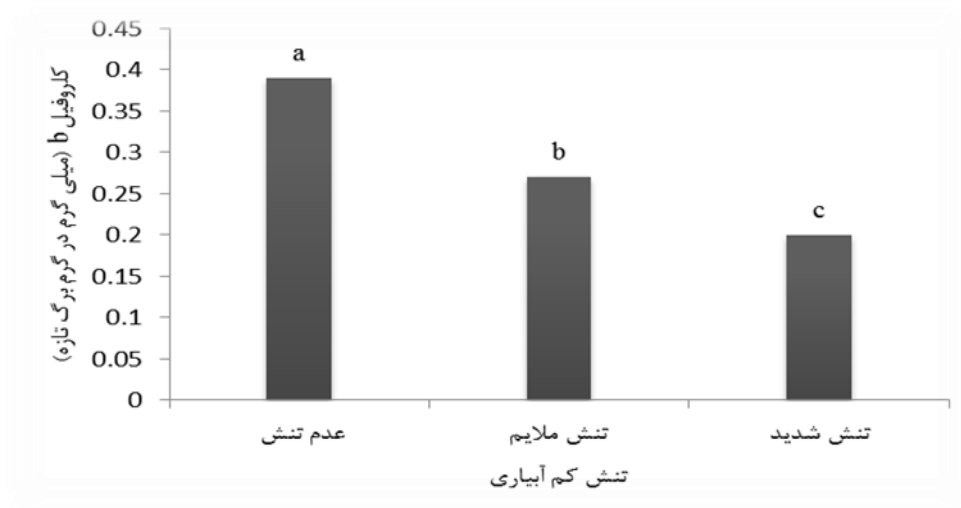


شکل ۴-۳۷- مقایسه میانگین کلروفیل a تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالسیلیک و تنش کم آبیاری

۴-۳-۴- کلروفیل b

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تنش بر میزان کلروفیل b اثر معنی‌داری داشت (جدول پیوست ۹). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل b (۰/۳۹ میلی گرم در گرم برگ تازه) در شرایط عدم تنش مشاهده می‌شود که با سایر سطوح تنش کم آبی اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴-۳۸). میزان کلروفیل b با افزایش شدت تنش کاهش می‌یابد به گونه‌ای که در هر مرحله افزایش تنش (تنش ملایم و شدید) کاهش معنی‌داری در میزان کلروفیل b در مقایسه با

شاهد مشاهده گردید (شکل ۴-۳۸). در اثر خشکی، تشکیل پلاستیدهای جدید کلروفیل a، b و کاروتن کاهش می‌یابد پس یکی از دلایل عدم افزایش کلروفیل در تنش می‌باشد (لاولر، ۱۹۷۹).



شکل ۴-۳۸- مقایسه میانگین کلروفیل b تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری

۴-۳-۵- کاروتنوئید

با توجه به جدول تجزیه واریانس که در پیوست ۹ مشاهده گردید اثر تنش کم آبیاری، اسیدآسکوربیک و اسیدسالسیلیک بر میزان کاروتنوئید به ترتیب در سطح احتمال ۵، ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید (۱/۰۵ میلی گرم در گرم برگ تازه) در شرایط عدم تنش مشاهده می‌شود که با سایر سطوح تنش کم آبیاری اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴-۳۹). میزان کاروتنوئید با افزایش شدت تنش کاهش می‌یابد به گونه‌ای که در تنش ملایم و شدید کاهش معنی‌داری در میزان کاروتنوئید در مقایسه با شاهد مشاهده گردید (شکل ۴-۳۹).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزایش مشاهده شده در اثر استفاده از غلظت ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک غیر معنی‌دار بود، ولی کاربرد غلظت ۳۰ میلی مولار از این ماده سبب افزایش

معنی‌داری کاروتنوئید برگ شد به گونه‌ای که میزان کاروتنوئید در تیمار ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک حدود ۰/۱۹ میلی گرم در گرم برگ تازه بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۴-۴۰).

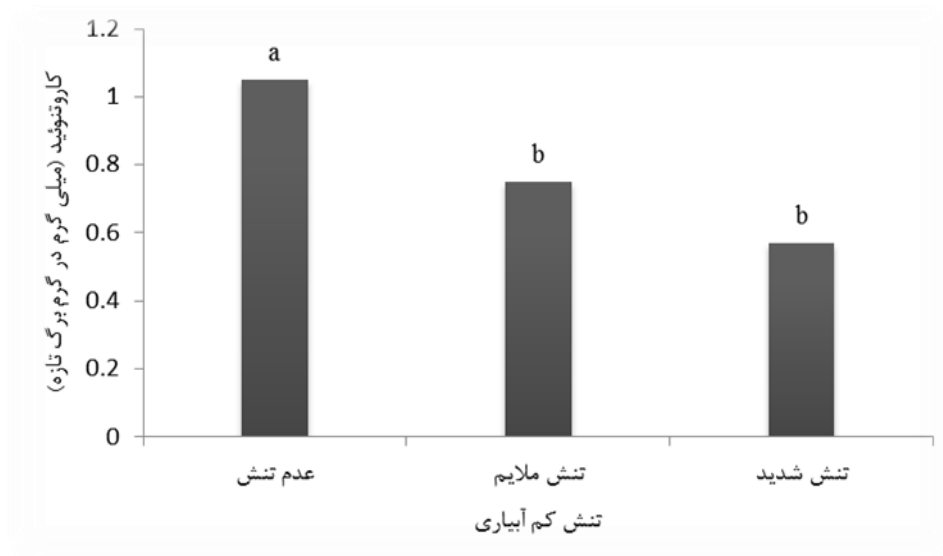
در بررسی شکل ۴-۴۱ مشاهده شد که برگ‌هایی که محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک دریافت کرده‌اند بیشترین میزان کاروتنوئید (۰/۹۲ میلی گرم در گرم برگ تازه) را به خود اختصاص می‌دهند و افزایش ۳۹/۳۹ درصدی در کاروتنوئید برگ‌ها در مقایسه با عدم محلول پاشی مشاهده گردید. اسیدسالیسیلیک سنتز کاروتنوئیدها و زانتوفیل‌ها را فعال و سرعت فتوسنتز را در گندم افزایش داد و این افزایش همراه با کاهش پیگمان‌های کلروفیل و نسبت کلروفیل a/b در گندم بود (هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل اسیدآسکوربیک و تنش کم آبی بر میزان کاروتنوئید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول پیوست ۹). در شکل ۴-۴۲ مشاهده شد بوته‌هایی که محلول ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک را در شرایط عدم تنش دریافت کرده‌اند دارای بیشترین میزان کاروتنوئید (۱/۰۷ میلی گرم در گرم برگ تازه) می‌باشند که در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در این شکل مشاهده گردید که به علت عدم کاربرد اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید کمترین میزان کاروتنوئید (۰/۳۲ میلی گرم در گرم برگ تازه) در برگ اندازه‌گیری شد که اختلاف معنی‌داری با ترکیب تیماری ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و تنش شدید نداشت.

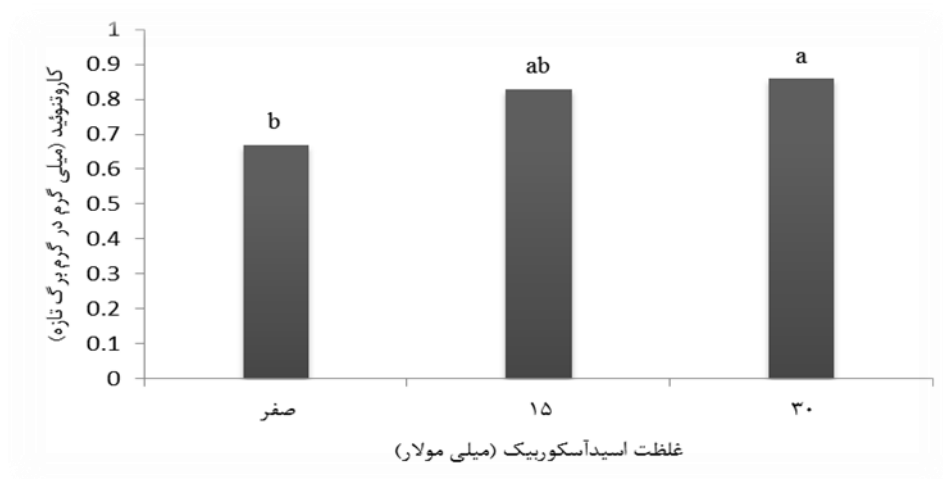
مطالعه جدول تجزیه واریانس پیوست ۹ نشان داد که اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری بر میزان کاروتنوئید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری بر میزان کاروتنوئید نشان داد که برگ‌هایی که در شرایط عدم تنش مورد محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک قرار گرفته‌اند دارای بیشترین میزان کاروتنوئید می‌باشند که در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش)

افزایش معنی‌داری در میزان کاروتنوئید مشاهده نگردید. عدم محلول پاشی اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش ملایم موجب کاهش ۵۵/۷۶ درصدی در میزان کاروتنوئید در مقایسه با شاهد گردید و کمترین میزان کاروتنوئید در بوته‌های این ترکیب تیماری دیده شد (شکل ۴-۴۳). ترکیب تیماری مذکور با ترکیب تیماری عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و تنش شدید؛ کاربرد ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک و تنش شدید اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۴۳).

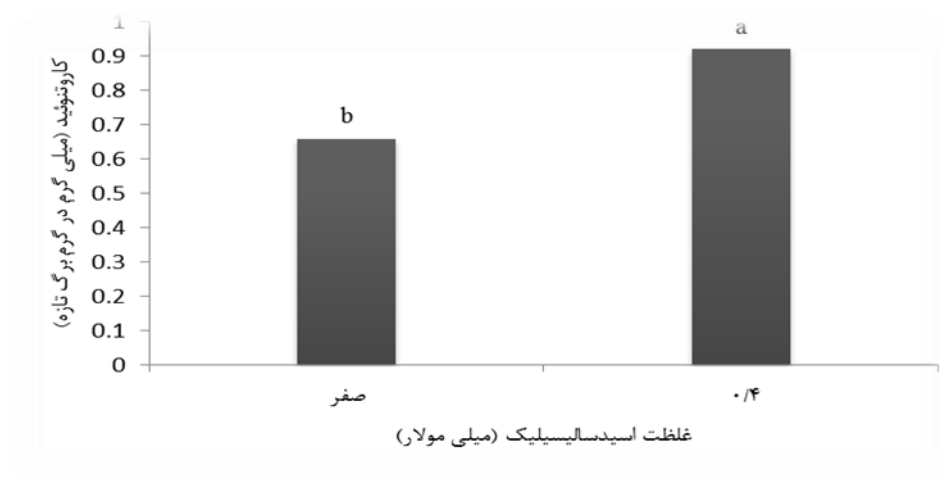
اثر سه‌گانه تنش کم آبیاری، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر کاروتنوئید معنی‌دار بود (جدول پیوست ۹). مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه تنش، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک نشان داد بیشترین میزان کاروتنوئید مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و عدم تنش) می‌باشد (شکل ۴-۴۴). در صورتی که در شرایط تنش شدید به علت عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک کاهش ۸۵/۲۹ درصدی در میزان کاروتنوئید در مقایسه با شاهد خواهیم داشت که با ترکیب تیماری عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش ملایم؛ محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش ملایم؛ عدم کاربرد اسیدآسکوربیک، محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید؛ محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشتند (شکل ۴-۴۴).



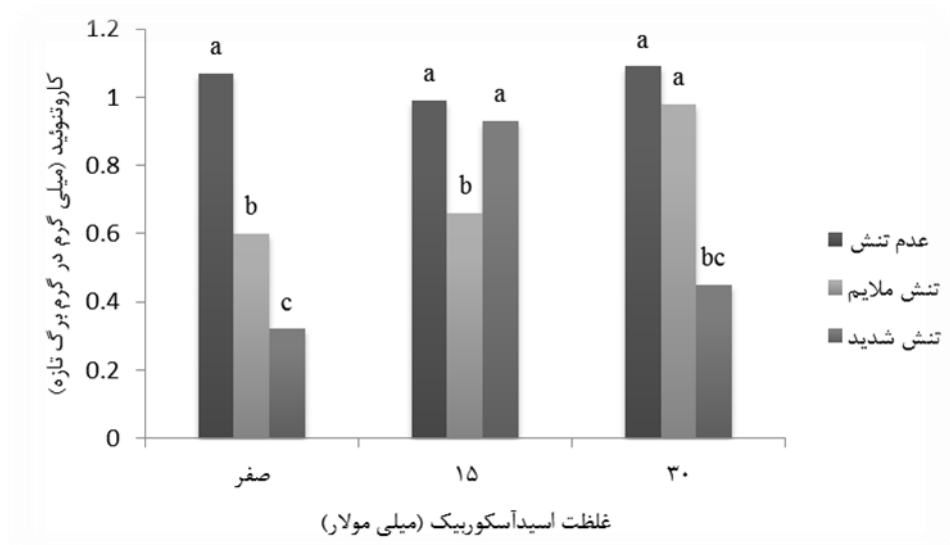
شکل ۴-۳۹- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



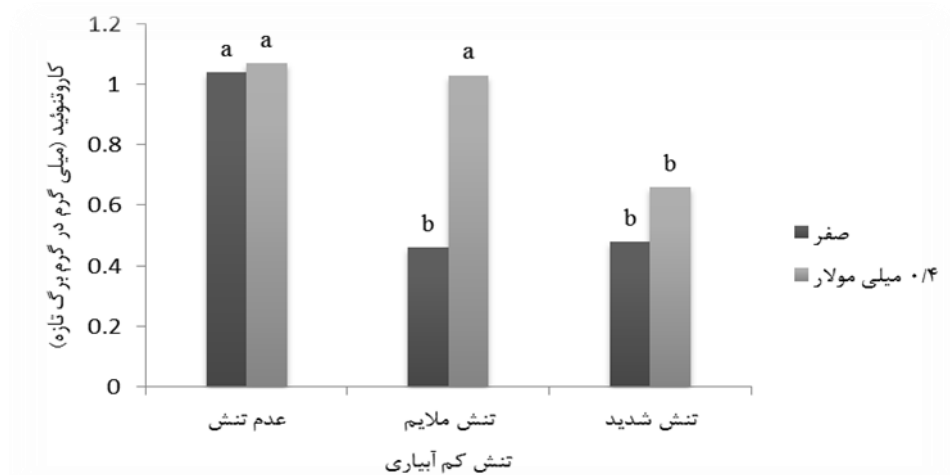
شکل ۴-۴۰- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک



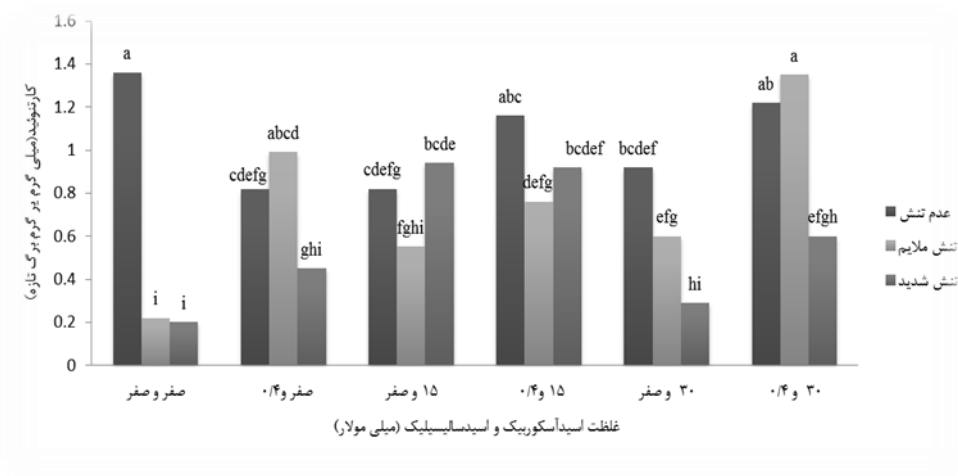
شکل ۴-۴۱- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک



شکل ۴-۴۲- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری



شکل ۴-۴۳- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری



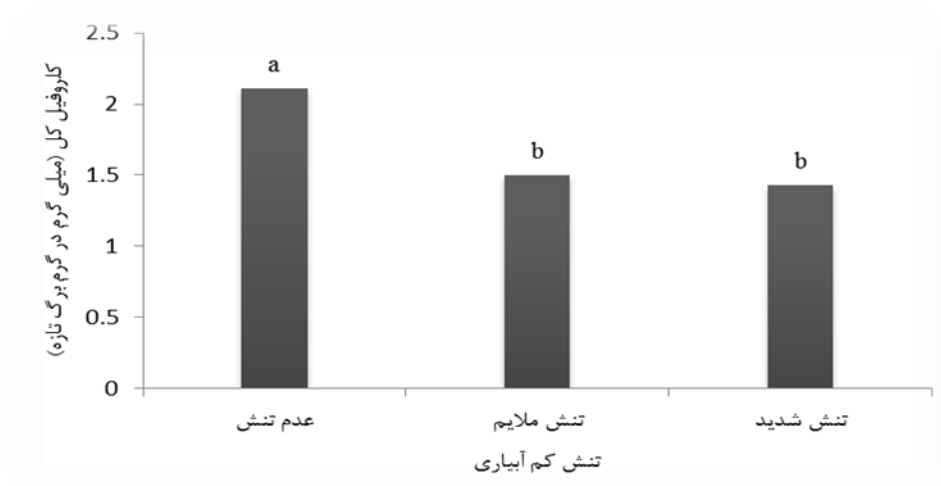
شکل ۴-۴۴- مقایسه میانگین کاروتنوئید تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

۴-۳-۶- کلروفیل کل

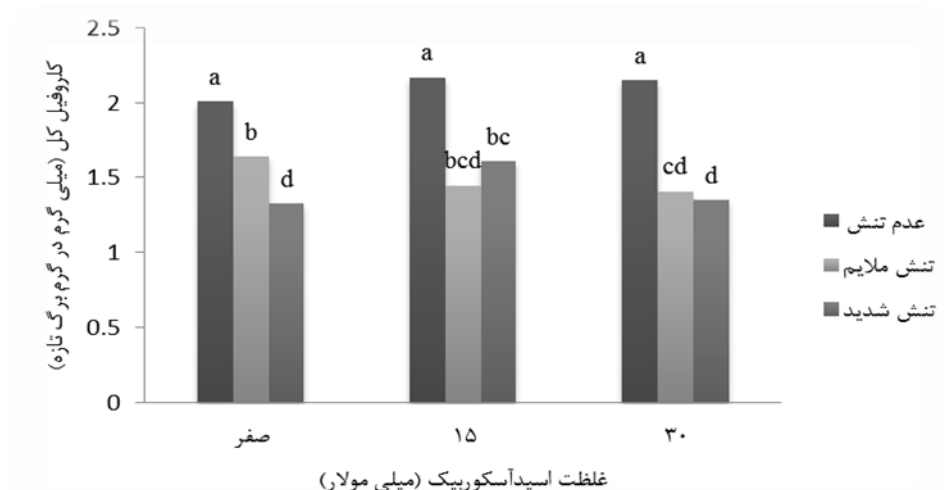
جدول تجزیه واریانس در پیوست ۹ نشان داد که تنش کم آبیاری بر میزان کلروفیل کل اثر معنی داری داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین سطح تنش ملایم و شدید از نظر تأثیر بر میزان کلروفیل کل اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی بین سطوح تیماری مذکور با عدم تنش اختلاف معنی داری مشاهده شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل در شرایط عدم تنش در حدود ۲/۱۱ میلی گرم در گرم برگ تازه اندازه گیری شد که با سایر سطوح تنش کم آبیاری اختلاف معنی داری مشاهده شد. تنش ملایم و شدید به ترتیب موجب کاهش ۲۸/۹۰ و ۳۲/۲۲ درصدی در کلروفیل کل نسبت به شاهد گردید که در مقایسه با شاهد کاهش معنی داری مشاهده شد (شکل ۴-۴۵). اعمال تنش خشکی غلظت کلروفیل a را به طور متوسط در حدود ۳۵٪ و کلروفیل b را ۳۸٪ کاهش داد پس در میزان کلروفیل کل کاهش خواهیم داشت (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹).

اثر متقابل محلول پاشی اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری بر میزان کلروفیل کل اثر معنی داری داشت. در شکل ۴-۴۶ مشاهده شد بوته‌هایی که محلول ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک را در شرایط عدم تنش دریافت کرده‌اند دارای بیشترین میزان کلروفیل کل می‌باشند که با شاهد (عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک و عدم تنش) اختلاف معنی داری نداشت. عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید موجب کاهش ۳۳/۸۳ درصدی کلروفیل کل گردید به گونه‌ای که کمترین میزان کلروفیل کل در این ترکیب تیماری مشاهده شد. ترکیب تیماری مذکور با محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و تنش شدید؛ محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و تنش ملایم؛ محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و تنش ملایم اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۴۶).

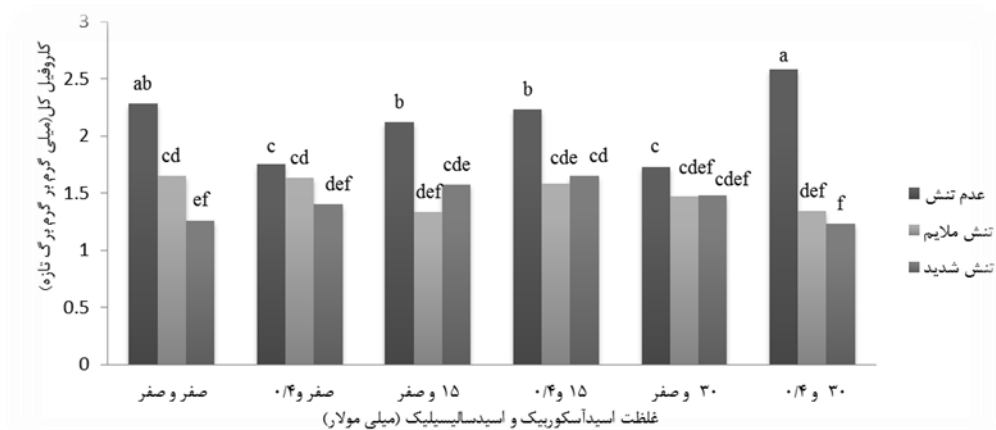
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که ترکیب تیماری اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری بر میزان کلروفیل کل مؤثر بوده و در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی داری داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل در صورت کاربرد همزمان ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش در حدود ۲/۵۸ میلی گرم کلروفیل در گرم برگ تازه مشاهده گردید که با شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش) اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۴۷). همچنین در شکل (۴-۴۷) مشاهده شد که کمترین میزان کلروفیل کل در صورت محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید حاصل گردید که با برخی از ترکیب تیماری اختلاف معنی داری نداشت.



شکل ۴-۴۵- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۴- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری



شکل ۴-۴-۷- مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و

تنش کم آبیاری

۴-۴- صفات کیفی

۴-۴-۱- پرولین

تنش بر میزان پرولین در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی داری داشت با افزایش شدت تنش

میزان پرولین افزایش یافت (جدول پیوست ۱۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میزان

پرولین در تنش شدید به میزان ۰/۴۶ میکرومول بر گرم اندازه گیری شد (شکل ۴-۴۸). تنش ملایم

موجب افزایش غیر معنی دار پرولین (۲/۵۶ درصد) نسبت به شاهد گردید در حالیکه در شرایط تنش

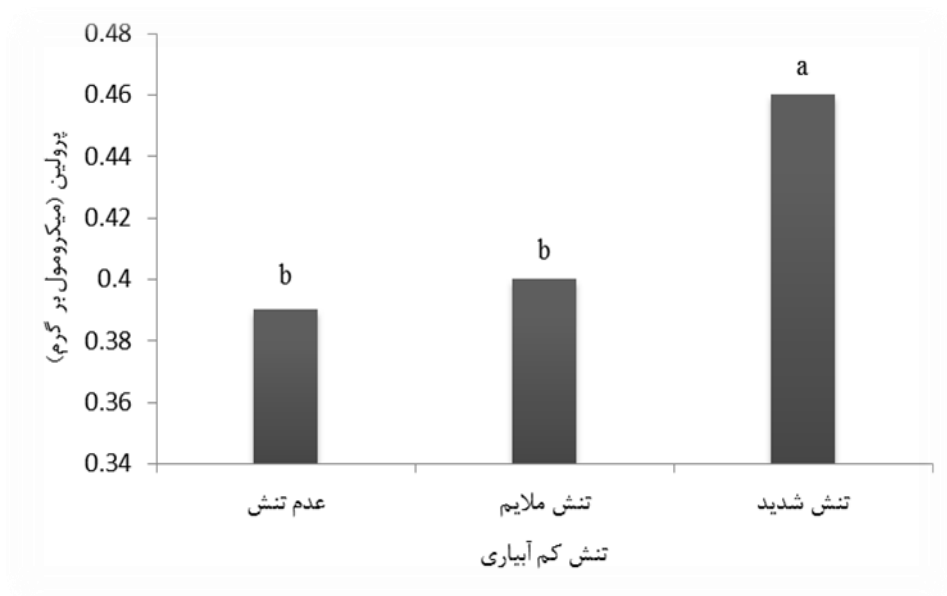
شدید افزایش معنی‌دار این صفت (۱۷/۹۴ درصد) نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۴-۴۸). پرولین به عنوان یک ماده محافظت کننده غیر سمی در شرایط تنش‌های محیطی مطرح است تجمع پرولین در گیاهان موجب افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و خنثی سازی رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل می‌گردد، همچنین قدرت جذب آب را از خاک توسط ریشه افزایش دهند (اسمیرنوف و کومیس، ۱۹۸۹). افزایش غلظت پرولین تحت شرایط تنش خشکی درگندم (حامدی، ۲۰۰۰)، آفتابگردان (مانیوانا، ۲۰۰۷) و ذرت (افیگو، ۲۰۰۹) نیز گزارش شده است. صفرنژاد و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی اثر تنش خشکی بر ژنوتیپ‌های یونجه گزارش نمودند که با افزایش تنش خشکی بر میزان تجمع پرولین در برگ‌ها افزوده می‌شود. ماتیونی و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه اثر تنش آب و شوری بر گندم دوروم (*Triticum durum*) مشاهده نمودند در اثر این دو تنش بر میزان اسیدهای آمینه افزوده می‌شود و افزایش اسیدآمینه پرولین از سایر اسیدهای آمینه بیشتر بوده است. جیروسی و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی شیره آبکش یونجه در هنگام تنش خشکی گزارش کردند که در هنگام کاهش پتانسیل آب از ۱- به ۲- مگاپاسکال، افزایش ناگهانی و شدیدی در غلظت پرولین شیره آبکش مشاهده می‌شود. آن‌ها نتیجه گرفتند که پرولین می‌تواند در برگ‌ها افزایش یافته و از آن جا به بافت‌های مرستمی برای حفظ و ایجاد تنظیم اسمزی در بافت‌های در حال رشد منتقل گردد. برای تجمع پرولین در گیاه در هنگام تنش خشکی دلایل مختلفی ارائه شده است. برخی آن را به علت اثر تنظیمی ABA بر فرایندهای نوری در متابولیسم پرولین (رونتین و همکاران، ۲۰۰۲) و برخی آن را به دلیل وجود ترکیبات پر انرژی حاصل از فتوسنتز می‌دانند (زانگ و همکاران، ۱۹۹۹).

بررسی نتایج تجزیه واریانس تحقیق نشان داد که اثر اسیدآسکوربیک و اثر متقابل اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری بر میزان پرولین معنی‌دار بود (جدول پیوست ۱۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تنها کاربرد ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک موجب افزایش میزان پرولین شد که با عدم محلول پاشی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴-۴۹). تیمار اسیدآسکوربیک

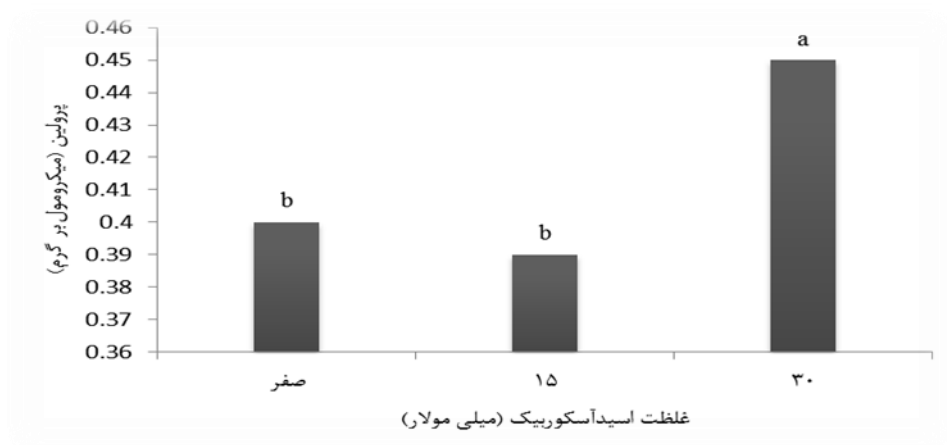
در شرایط تنش از کاهش محتوای پروتئین و کلروفیل در گیاه ذرت جلوگیری کرده و موجب افزایش پرولین و مالون‌دی‌آلدهید گردید و از این طریق اثر مخرب تنش را کاهش داد (دولت آبادیان و همکاران، ۲۰۰۹).

همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری نشان داد که محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید موجب افزایش ۲۴/۴۳ درصدی پرولین نسبت به شاهد گردید و بیشترین میزان پرولین (۵۳/۰ میکرومول بر گرم) را به خود اختصاص داد که با سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴-۵۰). همچنین در شکل (۴-۵۰) مشاهده می‌شود که در صورت عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک در شرایط عدم تنش و تنش ملایم کاهش ۱۳/۵۱ درصدی در میزان پرولین اندازه‌گیری شد که با ترکیب تیماری محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و تنش ملایم؛ محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و تنش شدید؛ محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم تنش اختلاف معنی‌داری نداشت. اسیدآسکوربیک نقش محافظتی دارد و موجب تجمع پرولین تحت شرایط تنش خشکی می‌شود (امیبیس و همکاران، ۲۰۰۹). بقی‌زاده و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که کاربرد اسیدآسکوربیک موجب افزایش بیشتر تجمع پرولین در برگ بامیه می‌گردد.

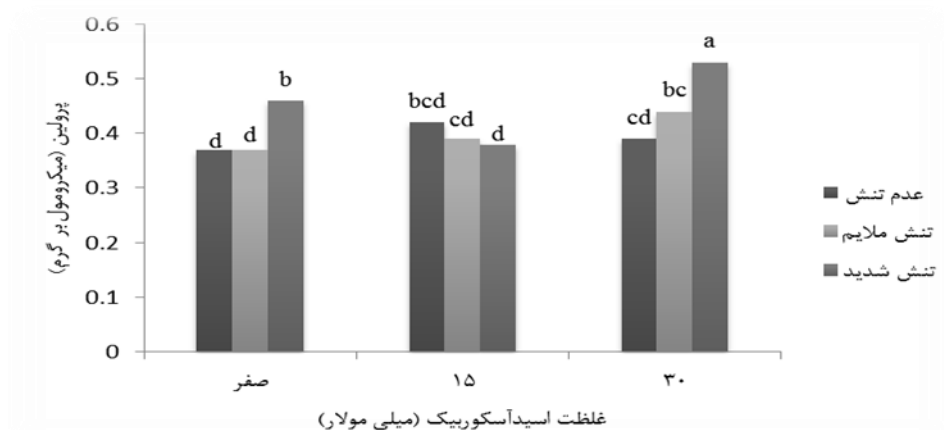
اثر سه‌گانه تنش کم آبیاری، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر پرولین معنی‌دار بود (جدول پیوست ۱۰). مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه تنش، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک نشان داد محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک در صورت عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید موجب افزایش ۳۹/۰۲ درصدی پرولین نسبت به شاهد می‌شود که با ترکیب تیماری محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۵۱). محلول پاشی تنها ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک در شرایط عدم تنش مؤثر نبود و کمترین میزان پرولین (۳۱/۰ میکرومول بر گرم) در این ترکیب تیماری اندازه‌گیری می‌شود که با برخی از ترکیبات تیماری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۵۱).



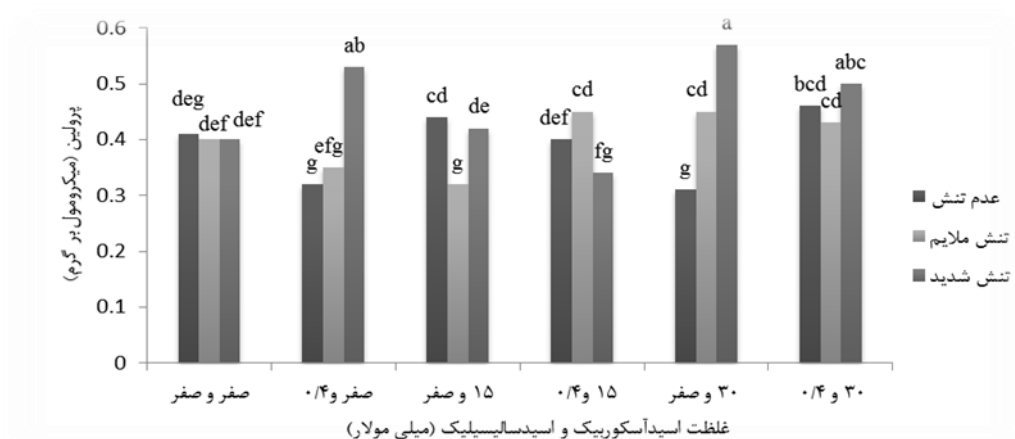
شکل ۴-۴۸- مقایسه میانگین پرولاکتین تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۴۹- مقایسه میانگین پرولاکتین تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک



شکل ۴-۵۰- مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری



شکل ۴-۵۱- مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش

کم آبیاری

۴-۴-۲- درصد روغن

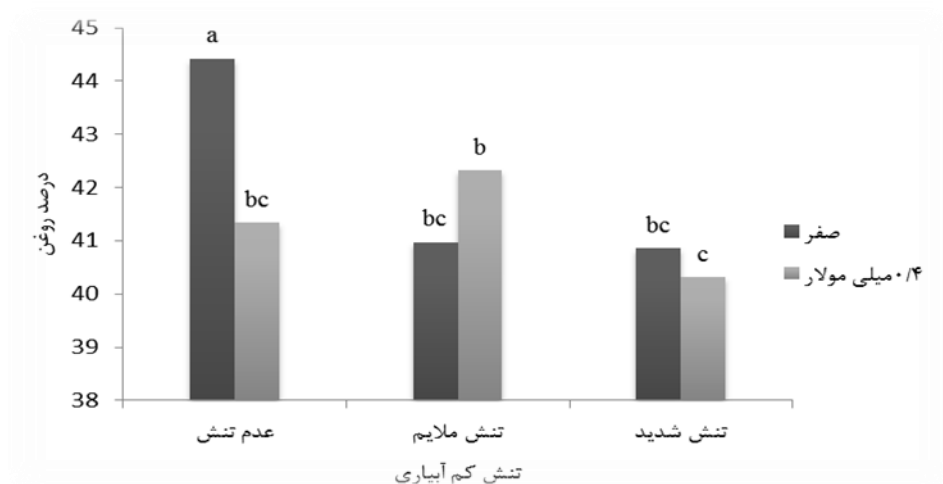
جدول تجزیه واریانس پیوست ۱۳ نشان داد که اثر تنش کم آبیاری، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر درصد روغن معنی دار نبود. جدول تجزیه واریانس پیوست ۱۳ نشان داد که اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری بر درصد روغن معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری نشان داد که بیشترین درصد روغن در شرایط عدم محلول پاشی اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش اندازه گیری می شود که با سایر ترکیبات تیماری اختلاف معنی داری داشت (شکل ۴-۵۲). در مورد تأثیر تنش خشکی بر درصد روغن گزارشات ضد و نقیضی

وجود دارد. اصولاً درصد روغن یک صفت کمی است و توسط چندین ژن کنترل می‌شود، بنابراین آسیب دیدن تعداد زیادی از ژن‌های کنترل کننده در اثر تنش خشکی، بعید به نظر می‌رسد. عزیزی و همکاران (۱۳۷۸) گزارش دادن تنش آب تأثیر عمده‌ای روی کیفیت دانه نداشته است ولی تنش در مرحله گلدهی محتوی روغن دانه را کاهش می‌دهد. در مطالعه کریم زاده اصل و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند که تنش خشکی باعث کاهش درصد روغن دانه‌های آفتابگردان گردید. در صورتیکه دانشیان و همکاران (۱۳۸۱) گزارش نمودند که تنش آبی در اواخر مراحل رشد سویا موجب افزایش مقدار روغن و کاهش مقدار پروتئین می‌گردد ولی در نهایت به علت کاهش عملکرد، تأثیر منفی بر روی عملکرد روغن و پروتئین می‌گذارد. محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید مؤثر نبوده و کمترین میزان روغن در این ترکیب تیماری مشاهده شد که با ترکیب تیماری عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و تنش شدید؛ عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و تنش ملایم؛ محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک و عدم تنش اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۵۲).

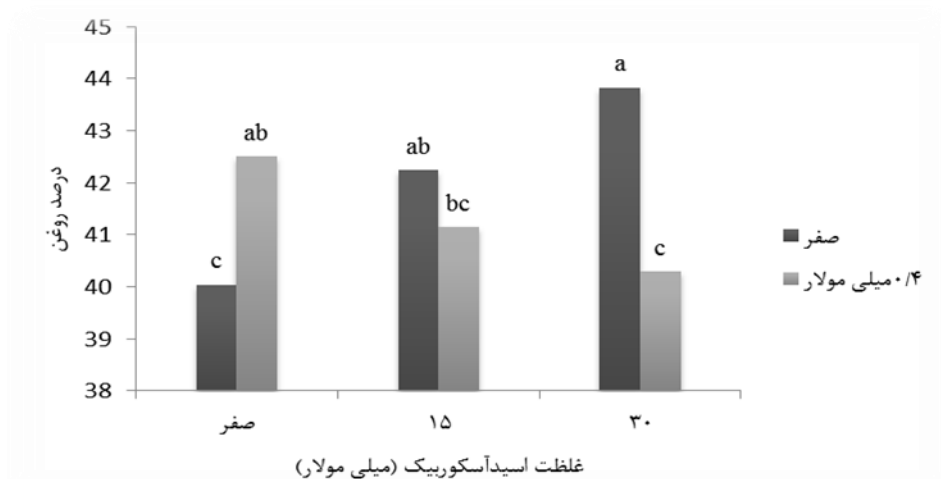
جدول تجزیه واریانس پیوست ۱۳ نشان داد که اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر درصد روغن معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک نشان داد بیشترین درصد روغن در صورت محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم محلول پاشی اسیدسالیسیلیک اندازه‌گیری شد که نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری مشاهده شد که با ترکیب تیماری ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک؛ محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسیدآسکوربیک اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۵۳).

محلول پاشی همزمان اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر درصد روغن مؤثر نبوده به‌طوری‌که در ترکیب تیماری ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک؛ ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری مشاهده نشد. اسیدآسکوربیک با پاکسازی اکسیژن فعال سبب کاهش در اکسیداسیون چربی‌های غشای سلولی و کاهش محتوی مالون‌دی‌آلدهید می‌گردد.

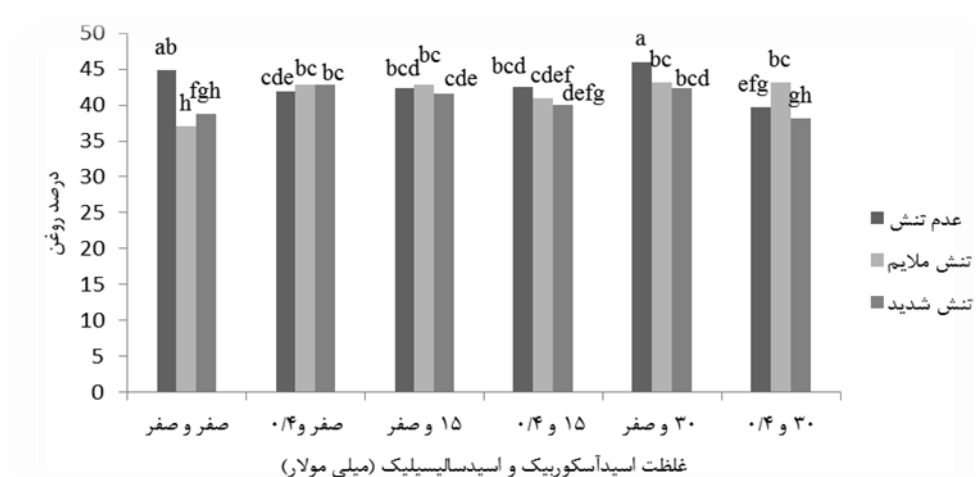
جدول تجزیه واریانس پیوست ۱۳ نشان داد که اثر سه گانه تنش، اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر درصد روغن در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین ترکیب تیماری نشان داد که کاربرد ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش منجر به افزایش ۱/۲۳ درصدی روغن در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش) شد و بیشترین درصد روغن (۴۶/۰۳ درصد) در این ترکیب تیماری مشاهده گردید. ترکیب تیماری مذکور با ترکیب تیماری شاهد اختلاف معنی داری نداشت. همچنین عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش ملایم موجب کاهش ۷/۸۴ درصدی روغن در مقایسه با شاهد گردید که از لحاظ تأثیرگذاری بر درصد روغن با ترکیب تیماری عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید؛ محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شدید در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل ۴-۵۴).



شکل ۴-۵۲- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری و اسیدسالیسیلیک



شکل ۴-۵۳- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک



شکل ۴-۵۴- مقایسه میانگین درصد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

۴-۳- عملکرد روغن

تنش بر روی عملکرد روغن در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی داری داشت (جدول پیوست ۱۳). مقایسه میانگین نشان داد که بین سطح تنش ملایم و شدید اختلاف معنی داری مشاهده نشد البته هر یک از سطوح مذکور با عدم تنش دارای اختلاف معنی داری بودند (جدول پیوست ۱۴). در شکل ۴-۵۵ مشاهده شد تنش ملایم و شدید موجب کاهش ۱۸/۸۹ و ۲۵/۹۰ درصدی عملکرد روغن نسبت به شاهد گردید. کافی و رستمی (۲۰۰۸) بیان داشتند عملکرد روغن تحت تاثیر تنش خشکی

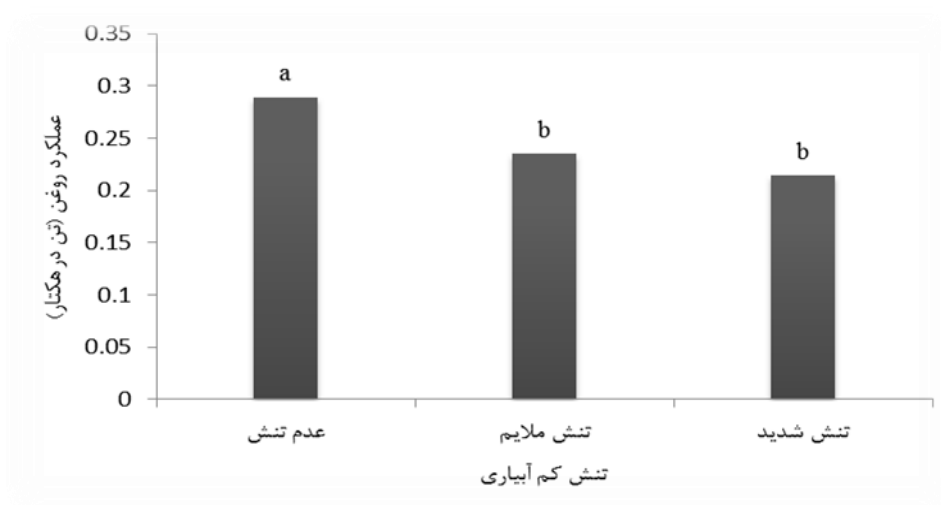
قرار می‌گیرد به طوری که بیشترین عملکرد روغن در تیمار آبیاری کامل و کمترین عملکرد روغن در تیمار تنش شدید حاصل گردید.

با توجه به جدول تجزیه واریانس در پیوست ۱۳ مشاهده شد اثر اصلی اسیدآسکوربیک بر عملکرد روغن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک عملکرد روغن را به مقدار ۱۳/۸۷ درصد نسبت به عدم محلول پاشی افزایش داد. علاوه بر این کاربرد تیمار ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک با تیمار عدم مصرف اسیدآسکوربیک از لحاظ آماری در یک سطح بودند (شکل ۴-۵۶). از طرفی عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و محتوای روغن دانه است. بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که بالا بودن عملکرد روغن در تیمار محلول پاشی ۳۰ میلی مولار می‌توان به دلیل بالا بودن عملکرد دانه تحت این تیمار باشد. وجود رابطه مثبت بین تعداد دانه در میوه و عملکرد دانه و همچنین تعداد دانه در میوه و عملکرد روغن نشان می‌دهد که افزایش تعداد دانه در میوه منجر به بهبود عملکرد دانه و روغن در این گیاه می‌گردد. نتایج بررسی رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۸۳) بر کنجد نیز نشان داد که بین عملکرد دانه و عملکرد روغن همبستگی مثبت وجود دارد.

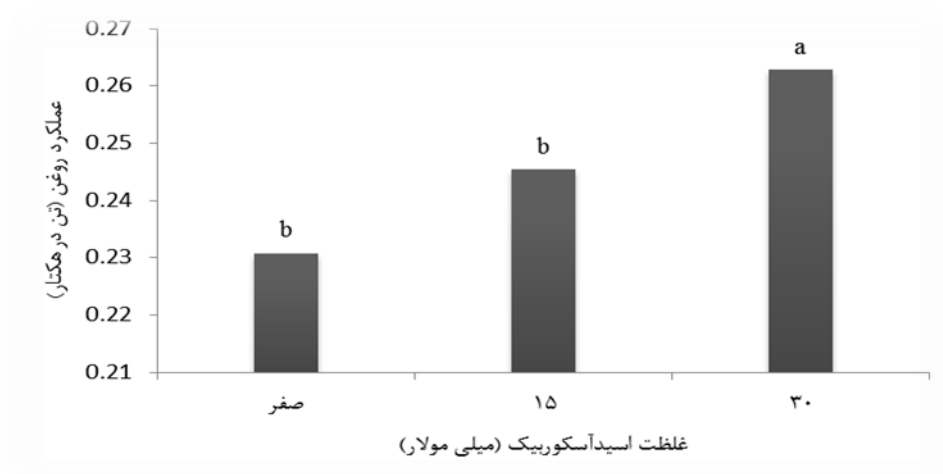
جدول تجزیه واریانس پیوست ۱۳ نشان داد که اثر متقابل تنش کم آبیاری و اسیدآسکوربیک بر عملکرد روغن معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش کم آبیاری و اسیدآسکوربیک نشان داد که بوته‌هایی که در شرایط عدم تنش محلول ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک دریافت کردند از عملکرد روغن بیشتری برخوردار بودند و افزایش ۸/۱۰ درصدی در عملکرد روغن نسبت به شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک در شرایط عدم تنش) مشاهده شد. بوته‌هایی که محلول اسیدآسکوربیک در شرایط تنش ملایم دریافت نکردند از کمترین عملکرد روغن (۰/۲۰۱ تن در هکتار) برخوردار بودند و کاهش ۲۹/۵۸ درصدی در عملکرد روغن در مقایسه با شاهد مشاهده شد (شکل ۴-۵۷). تیمار مذکور اختلاف معنی‌داری با ترکیب تیماری عدم محلول پاشی اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید؛

محلول پاشی ۱۵ میلی مولار اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید؛ محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک در شرایط تنش شدید نداشت (شکل ۴-۵۷).

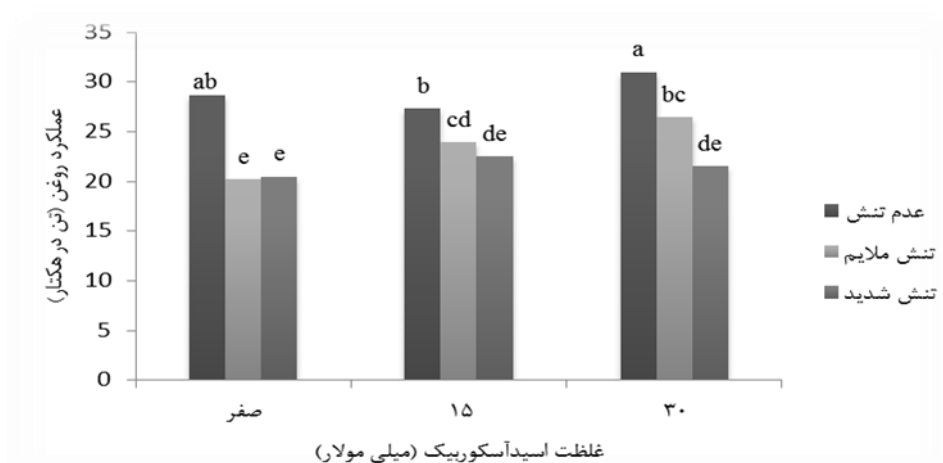
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر سه گانه اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد روغن مؤثر بود. با توجه به شکل ۴-۵۸ بیشترین عملکرد روغن (۰/۳۲۴ تن در هکتار) در شرایط عدم تنش در صورت کاربرد ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک و عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک مشاهده شد که با ترکیب تیماری شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط عدم تنش) اختلاف معنی داری نداشت. عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش موجب کاهش ۴۰/۱۲ درصدی در عملکرد روغن گردید که با برخی از ترکیبات تیماری اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۵۸).



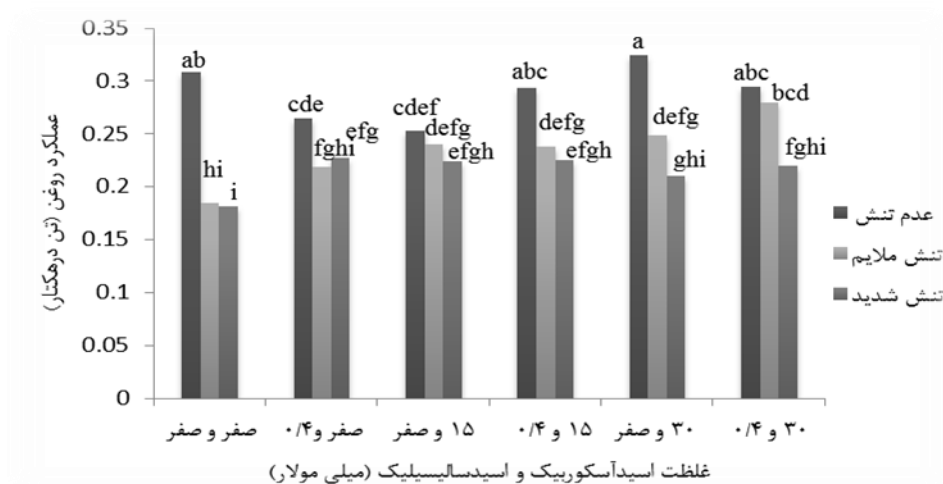
شکل ۴-۵۵- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری



شکل ۴-۵۶- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک

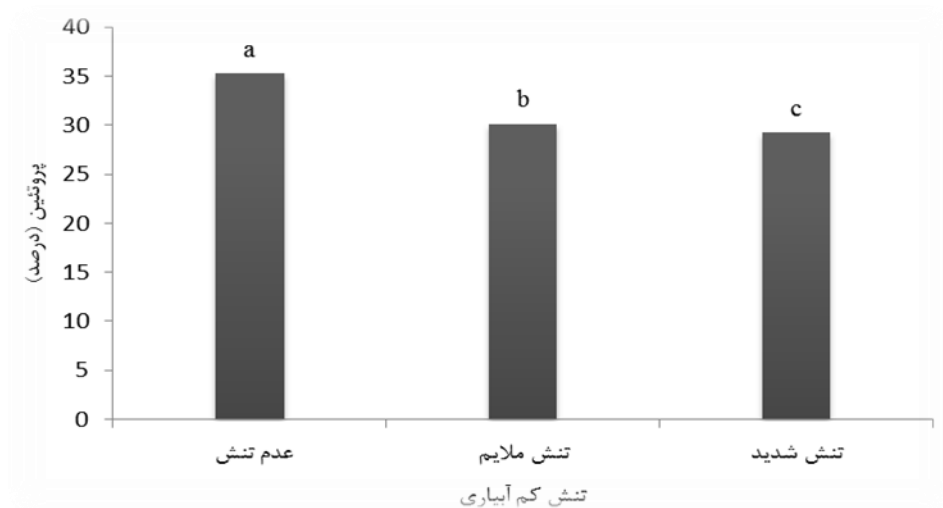


شکل ۴-۵۷- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک و تنش کم آبیاری



شکل ۴-۵۸- مقایسه میانگین عملکرد روغن تحت تاثیر سطوح مختلف اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول پیوست ۱۳) که از بین تمامی منابع تغییر تنها تنش بر درصد پروتئین اثر معنی‌داری داشت. جدول مقایسه میانگین این صفت نشان داد (جدول پیوست ۱۴) که بیشترین درصد پروتئین در شرایط عدم تنش در حدود ۳۵/۲۸ درصد بدست آمد که با تنش ملایم و شدید اختلاف معنی‌داری داشت. با افزایش شدت تنش درصد پروتئین کاهش یافت به طوری که در شرایط تنش شدید کاهش ۶/۰۱ درصدی نسبت به عدم تنش مشاهده شد البته سطح تیماری مذکور با سطح تنش ملایم و عدم تنش از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴-۵۹). در شرایط تنش ما شاهد کاهش پروتئین و افزایش آمینواسیدهای آزاد خواهیم بود، کس‌تریلو و کالکارگو (۱۹۸۹) دلیل این کاهش را افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین بیان می‌کند یا علت این امر می‌توان مربوط به کاهش عرضه و جذب عناصر غذایی عنوان کرد که باعث کاهش تجمع نیتروژن در گیاه شده، از طرفی با توجه به اینکه نیتروژن از جمله عناصر تشکیل دهنده پروتئین‌ها محسوب می‌گردد لذا با کاهش نیتروژن، پروتئین نیز کاهش می‌یابد. کیردا و همکاران (۲۰۰۱) اعلام کردند تنش خشکی انتقال نیتروژن را در دانه گندم محدود می‌سازد و به این ترتیب وزن دانه در نتیجه عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه کاهش می‌یابد. رابینسون (۱۹۷۳) اظهار داشت که اسیدآسکوربیک به عنوان یک کوآنزیم در واکنش کربوهیدرات‌ها، پروتئین، فتوسنتز و تنفس نقش دارد ولی با این وجود اثر معنی‌داری بر روی پروتئین نداشت.



شکل ۴-۵۹- مقایسه میانگین درصد پروتئین تحت تاثیر سطوح مختلف تنش کم آبیاری

۴-۵- نتیجه گیری

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

۱- تنش کم آبی به ویژه تنش شدید تمام صفات اندازه گیری شده به غیر از پرولین، پروتئین و تعداد دانه نارس را کاهش می دهد که این تاثیر در تنش شدید مشهودتر بود.

۲- اسیدسالیسیلیک بر محتوای آب نسبی برگ، کاروتنوئید، وزن خشک دانه، عملکرد بذر، کاروتنوئید و وزن تر دانه مؤثر بود و بیشترین میزان این صفات در محلول پاشی ۰/۴ میلی مولار اسیدسالیسیلیک مشاهده گردید.

۳- محلول پاشی ۳۰ میلی مولار اسیدآسکوربیک در شرایط عدم تنش موجب افزایش کاروتنوئید گردید.

۴- کاربرد همزمان اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک موجب افزایش درصد روغن و محتوای آب نسبی برگ گردید.

۵- محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر درصد پروتئین و غشاء پلاسمایی مؤثر نبود و افزایش معنی‌داری در این صفت مشاهده نشد.

۶- محلول پاشی همزمان اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک موجب افزایش معنی‌داری بر وزن و عملکرد کدو در مقایسه با شاهد شد.

۷- محلول پاشی اسیدآسکوربیک موجب افزایش معنی‌دار محتوای آب نسبی برگ نشد در حالیکه بطور همزمان با اسیدسالیسیلیک مورد استفاده قرار گیرد موجب افزایش در این صفت گردید.

۸- به‌طور کلی محلول پاشی همزمان اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک در اغلب صفات مؤثر بوده و موجب کاهش اثرات تنش بر روی گیاه گردید و همچنین در بین غلظت‌های اسیدآسکوربیک غلظت ۳۰ میلی مولار بیشترین اثر را داشت.

۴-۶- پیشنهادها

۱- به منظور افزایش تعداد میوه در بوته پیشنهاد می‌شود تأثیر هرس در این گیاه بررسی گردد.

۲- به منظور کاهش اثرات تنش تعداد دفعات محلول پاشی افزایش یابد.

۳- به دلیل گسترش تولید گیاهان دارویی و به دلیل محدودیت منابع آبی در اکثر مناطق کشور اثر سایر محلول‌های سازگار روی گیاه مورد نظر بررسی گردد.

۴- به دلیل بالا بودن وزن میوه این گیاه و فاصله مزرعه تحقیقاتی تا آزمایشگاه کشت این گیاه برای خانم‌ها توصیه نمی‌شود.

۵- دامنه وسیع‌تری از غلظت‌های اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

- ۱-احمدی، ع. و بیکر، د. آ. ۱۳۷۹. عوامل روزنه ای و غیر روزنه ای محدود کننده فتوسنتز در گندم در شرایط تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۴۱(۴): ۸۱۳-۸۲۵.
- ۲-آرویی، ح.، امیدبیگی، ر. و کاشی، ع. ۱۳۷۹. بررسی سطوح مختلف نیتروژن بر روی برخی صفات گیاه کدوی تخمه کاغذی. پژوهشی و سازندگی. ۴: ۴-۹.
- ۳-آسیایی، م. ۱۳۸۵. شاخص های خشکسالی. انتشارات سخن گستر. ۱۷۴ صفحه.
- ۴-امیدبیگی، ر. ۱۳۷۸. رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۲۲ صفحه.
- ۵-امیدبیگی، ر. ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد سوم، چاپ دوم، انتشارات آستان قدس. ۴۱۲ صفحه.
- ۶-بغدادی، ح. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تاریخ و تراکم کاشت بر عملکرد بذر گیاه دارویی کدوی تخمه کاغذی. خلاصه مقالات دومین همایش گیاهان دارویی. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد. ۷-۸ بهمن: ۶۸.
- ۷-چاپارزاده، ن. و قدرتی، م. ۱۳۹۰. کاهش اثرات اکسیداتیو تنش مس به وسیله آسکوربیک اسید در پیاز. اولین همایش ملی گیاه پالایی. کرمان. ۲۷ بهمن: ۱۱۰-۱۰۶.
- ۸-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.
- ۹-خدابنده، ن. و جلیلیان، ع. ۱۳۷۶. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر جوانه زنی و قدرت بذر سویا. مجله علوم کشاورزی. ۲۸(۱): ۱۹-۱۱.
- ۱۰-خزاعی ح. ر. و کافی، م. ۱۳۸۲. اثرات تنش خشکی بر رشد ریشه و تخصیص ماده خشک بین ریشه و اندام های هوایی در گندم زمستانه. پژوهش های زراعی ایران. ۱: ۴۱-۵۰.
- ۱۱-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.
- ۱۲-دولت آبادیان، ا.، مدرس ثانوی، س.ع.م. و شریفی، م. ۱۳۸۸. اثر تغذیه برگ با آسکوربیک اسید بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان، تجمع پرولین و لیپید پراکسیداسیون کلزا در شرایط تنش شوری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۴۷): ۶۲۰-۶۱۱.

۱۳-ظریف کتابی، ح. ۱۳۷۶. ارزیابی برخی از شاخص‌های مقاومت به خشکی در چند گونه یونجه یکساله. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۴-عزیزی، م.، سلطانی، ا. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۷۸. کلزا (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ صفحه.

۱۵-قربانلی، م.، فرزنامی 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، ۷(۳): ۹۱-۷۳.

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

۱۷-کافی، م.، لاهوتی، م.، زند، ا.، شریفی، ح. و گلدانی، م. ۱۳۸۳. فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). جلد اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۵۶ صفحه.

۱۸-کافی، م.، گنجعلی، ع. و عباسی، ف. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات آبسیزیک اسید بافت برگ و مقاومت روزنه‌ای در ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی نخود. مجله علوم دانشگاه تهران. ۳۳(۴): ۱۹-۲۶.

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

۲۰-معصومی، ع. کافی، م. و خزاعی، ح. ر. ۱۳۸۷. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی نخود. پژوهش‌های زراعی ایران. ۶(۲): ۴۶۲-۴۵۳.

21-Abdel-Hameed, A.M., Sarhan, S.H. and Abdel-Salam, H.Z. 2004. Evaluation of some organic acid as foliar application on growth, yield and some nutrient contents of wheat. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 20(5): 2476-2481.

22-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.

23-Afzal, I., Basra, S.M.A., Ahmad, N. and Farooq, M. 2005. Optimization of hormonal priming techniques for alleviation of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). Caderno de Pesquisa Ser. Bio. Santa Cruz do Sul. 17: 95-109.

24-Agarwal, S., Sairam, K.R., Srivastava, G.C., Aruna, T. and Meena, C.R. 2005. Role of ABA, Salicylic acid, calcium and hydrogen peroxide on antioxidant enzymes induction in wheat seed lings. Plant Sci., 169: 559-570.

- 25-Al- Hakimi, A.M.A. 2006.** Counteraction of drought stress on soybean plants by seed soaking in salicylic Acid. *International J.of Botany*. 2(4), 421-426.
- 26-Allen, R.D. 1995.** Dissection of oxidative stress tolerance using transgenic plants. *Plant Physiology*. 57: 1049-1054.
- 27-Alvarez, M.E. 2000.** Salicylic acid in the machinery of hypersensitive cell death and disease resistance [J]. *Plant Physiol*, 126: 1024–1030.
- 28-Andrew, F., Neuwald, L., Aravind, J., Spouge, L. and Koonin, E.V. 1999.** A Class of chaperone-like ATPases associated with the assembly, operation, and disassembly of protein Complexes. *Genome Research*. 9: (1):27-34.
- 29-Arora, A., Sairam, R.K. and Srivastava, G.C. 2002.** Oxidative stress and antioxidant system in plants. *Annual Review of Current Science*. 82: 1227-1238.
- 30-Arouiee, H., Omid Beigi, R. and Kashi, A. 2000a.** Effects of salinity and nitrogen nutrition on free- proline and oil content of common pumpkin. *Seed and Plant*. 16(3): 359-373.
- 31-Arrigoni, O. 1994.** Ascorbate system in plant development. *J. of Bioenerg. Biomembr.* 26: 407-419.
- 32-Arvin, M.J., Beidshki, A., Kramt, B. and Maghsodi, K. 2011.** The study salicylic acid (SA) role in contrast with drought stress by affecting on morphological and physiological parameters in garlic plant. In: *Proceeding of 7th Iranian Horticultural Science Congress, Isfahan Industrial University, Iranian ۶-7 September 2011.* (In Persian)
- 33-Asada, K. 1999.** The water–water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol.* 50: 601–639.
- 34-Asada, K. 1994.** Production and action of active oxygen in photosynthetic tissues. In: C.H., Foyer, Mullineaux, P.M. (Eds.): *Causes of Photooxidative Stress in Plants and Amelioration of Defence System*. CRC Press, Boca Raton. PP.77-109.
- 35-Baghizadeh, A., Ghorbanli, M., Haj Mohammad Rezaei, M. and Mozafari, H., 2009:** Evaluation of interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on some of physiological and biochemical parameters in Okra (*Hibiscus esculentus* L.) *Res. J. Biol. Sci.* 4: 380-387.
- 36-Bandurska, H. and Stroinski, A. 2005.** The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. *Acta Physiol. Plant.* 27 (3b): 379- 386.
- 37-Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2008.** Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. *J. Indust. Crops and Prod.* 27: 11-16.

- 38-Barker, D.J., Sullivan, C.Y. and Moscer, L.E. 1993.** Water deficit effects on osmotic potential, cell wall elasticity, and praline in five forage grasses. *Agronomy Journal*. 85:270-275.
- 39-Barth, C., Tuillo, M.D. and Conklin, P.L. 2006.** The role of ascorbic acid in the control of flowering time and the onset of senescence. *J. Exp. Bot.* 57: 1657-1665.
- 40-Bartoli, G., Simontacchi, M., Tambussi, E., Beltrano, J., Montaldi, E. and Puntarula, S. 1999.** Drought and watering-dependent oxidative stress; effect on antioxidant content in *Tritium aestivum* L. leaves. *Journal of Experimental Botany*. 50: 373-381.
- 41-Bates, I.S., Waldern, R.P. and Tear, I.D. 1973.** Rapid determination of free praline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- 42-Belhassen, E. 1996.** Drought in higher plant: Gentical. *Physiological and Molecular biological analysis*. ENSA-INRA SGAP, Montpellier, France. pp.152.
- 43-Blokhin, O., Virolainen, E. and Fagerstedt, K. 2003.** Antioxidant oxidative damage and oxygen deprivation stress. *Annul Review of Botany*. 91: 179-194.
- 44-Blum, A. 1988.** *Plant Breeding for Stress Environments*. CRC press, Inc. pp. 45-56.
- 45-Blum, A., Gozlan, G. and Mayer, J. 1981.** The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. *Crop Science*. 21; 495-499.
- 46-Bray, E.A. 1997.** Plant responses to water deficit. *Trends in Plant Science*. 2:48-54.
- 47-Bolkhina, O., Virolainen, E. and Fagerstedt, K. 2003.** Antioxidant, oxidative damage and oxygen deprivations stress. *A Review Ann. Bot.*, 91:179-194.
- 48-Cakmak, I. and Horst, W. 1991.** Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities in root tip of soybean (*Glysin max*). *Plant Phisiol.* 83: 463-468.
- 49-Carrasco-Luna, J., Calatayud, A., Gonzalez-Daros, F and Valle-Tascon, S. 1995.** Hexacyan o ferrate (III) stimulation of elongation in coleoptilesegments from *Zea mays* L. *Protoplasma*. 184: 63-71.
- 50-Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J.P., Rodrigues, M.L., Riccardo, C.P.P., Osorio, M.L., Carvalho, T., Faria, T. and Pinheiro, C. 2002.** How Plants cope with water stress in the Feld. *Photosynthesis and growth*. *Annuls of Botany*. 89:907-916.
- 51-Cho, U. and Seo, N. 2005.** Oxidative stress in *Arabidopsis thaliana* exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation. *Plant Science*. 168: 113-120.
- 52-Cleland, F.C. and Ajami, A. 1974.** Identification of the flower-inducing factor isolated from aphid honey dew as being salicylic acid. *Plant Physiol.*, 54, 904–90⁹.
- 53-Comba, M.E., Benavides, M.P. and Tomaro, M.L. 1998.** Effect of salt stress on antioxidant defence system in soybean root nodules. *Aust. J. Plant Physiol.* 25: 665-671.

54-Conklin, P.L. 2001. Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. *Plant Cell Environ* 24: 383-394.

55-Conklin, P.L. and Barth, C. 2004. Ascorbic acid, a familiar small molecule intertwined in the response of plants to ozone, pathogens and the onset of senescence. *Plant Cell Environ* 27: 959-970.

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

57-Costa-Franca, M.G., Pham-Thi, A.T., Pimentel, C., Pereya-Rossiello, R.O., Zuily-Fodil, Y. and Laffray, D. 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. *Environmental and Experimental Botany.* 43: 227-237.

58-Cutt, J.R. and Klessig, D.F. 1992. Salicylic acid in plants. A changing perspective. *Pharmaceutical Tech.* 16: 25-34.

59-Dennis, E.S., Dolferus, R., Ellis, M., Rahman, M., Wu, Y., Hoeren, F.U., Grover, A., Ismond, K.P., Good, A.G. and Peacock, W.J. 2000. Molecular strategies for improving waterlogging tolerance in plant. *Journal of Experimental Botany.* 51: 89-97.

60-De Tullio, M.C. and Arrigoni, O. 2003. The ascorbic acid system in seeds: to protect and to serve. *Seed Science Research.* 13: 249–260.

61-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

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

63-Eberhard, S., Doubrava, N., Marta, V., Mohnen, D., Southwick, A., Darviell, A. and Albersheim, P. 1989. Pectic cell wall fragments regulate tobacco thin-cell layer explant morphogenesis. *Plant Cell*, 1: 747–755.

64-Efeoglu, B., Ekmekci, Y. and Cicek, N. 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. *South African Journal of Botany.* 75: 34-42.

65-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.

66-El-Kobisy, D.S.; Kady, K.A.; Medani, R.A. and Agamy, R.A, 2005. Response of pea plant (*Pisum sativum* L). to treatment with ascorbic acid. *Egypt J. Appl. Sci.* 20:36-59.

- 67-Environmental Protection Agency (U.S. EPA, 2006)**, Reregistration Eligibility Decision (RED) for Chlorpyrifos; Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, Office of Pesticide Programs, U.S Government Printing Office: Washington, DC.
- 68-Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003.** Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica*. 41: 281- 284.
- 69-Farghal, A., Zeid, O., Sama, 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*. 12: 149-174.
- 70-Fischer, R.A., Rees, D., Sayre, K.D., Lu, Z.M. and Saavedra, A.L. 1998.** Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Sciences*. 38:1467-1475.
- 71-Flexas, J. and Medrano, H. 2002.** Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plant: Stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany*. 89:183-189.
- 72-Foyer, C.H., Lelandais, M. and Kunert, K.J. 1994.** Photo-oxidative stress in plants. *Physiologia Plantarum*. 92: 696–710.
- 73-Foyer, C.H. and Noctor, G. 2011.** Ascorbate and glutathione: the heart of the redox hub. *Plant Physiology*, 155: 2–18.
- 74-Garratt, L. C., B. S. Janagoudar, K. C. Lowe, P. Anthony, J. B. Power & M. R. Davey. 2002.** Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. *Free Radical Biology and Medicine*. 33: 502-511.
- 75-Ghai, N., Setia, R.C. and Setia, N. 2002.** Effect of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brescia napus* L. (cv. GSL-1). *Phytomorphol*, 52: 83-87.
- 76-Gholipoori, A., Javanshir, A., Rahim Zadeh Khoie, F., Mohammadi, A. and Biat, H. 2007.** The effect of different nitrogen level and pruning of head on yield and yield component of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Agricultural Sciences Natural Resources* 13(2): 32-41.
- 77-Giardi, M.T., Cona, A., Geiken, D., Kucera, T., Masojidek, J. and Mattao, A.K. 1996.** Long-term drought stress induced structural and functional reorganization of photosystem II. *Plant*. 199: 118-125.
- 78-Gamze, O., Mehmet, D.K and Mehmet, A. 2005.** *Turk. J. Agric*. 29: 237-242.
- 79-Gomez, L., Blanca, L. and Antonio, C.S. 1993.** Evidence of the be seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci*. 164: 317-322.
- 80-Gressel, J. and Galun, E. 1994.** Genetic controls of photooxidant tolerance. In: C.H., Foyer, Mullineaux, P.M. (Eds.): *Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defence Systems in Plants*. CRC Press, Boca Raton, pp. 237-274.

- 81-Hamada, A.M. 2000.** Amelioration of drought stress by ascorbic acid, thiamine or aspirin in wheat plants. *Indian Journal of Plant Physiology*. 5: 358–364.
- 82-Hanan, E.D. 2007.** Influence of salicylic Acid on stress tolerance during Seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. *Advances in Biological Res*, 1(1-2), 40-48.
- 83-Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010.** Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68: 14-25.
- 84-Hernandez, J.A., Jimenez, A., Mullineaux, P. and Sevilla, F. 2000.** Tolerance of pea (*Pisum sativum* L.) to long term salt stress is associated with induction of antioxidant defences. – *Plant Cell Environ*. 23: 853-862.
- 85-Hussein, M.M., Balbaa, L.K. and Gaballah, M.S. 2007.** Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 3: 321-328.
- 86-Imlay, J.A. 2003.** Pathways of oxidative damage. *Annual Review of Microbiology*, 57: 395–418.
- 87-Irfan, A., Basra, S.M.A., Mahammed, F. and Nawaz, A. 2006.** Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, Salisalic acid and ascorbic acid. *International J. Agric. Biology*, 8(1): 23-28.
- 88-Irigoyen, J. J., Emerich, D.W. and Sanchez-Diaz, M. 1992.** Alfalfa leaf senescence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution. *Physiology Plantarum*. 84:67-72.
- 89-Jaleel, C.A., Sankar, B., Muralli, P.R., Gomath Inayagam, M., Lakshmanan, G.M.A. and Paneerselvam, R. 2008.** Water deficit stress effects on reactive oxygen metabolism in *Catharanthus roseuse* L. impacts on ajmalicine accumulation. *Colloids Surf. B: Bio Interfaces.*, 62: 105-111.
- 90-Johari-Pireivatlou, M. 2010.** Effect of soil water stress on yeild and proline content of four wheat lines. *African Journal of Biotechnology*, 9: 36-40.
- 91-Kafi, M. and Rostami, M. 2008.** Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield and components yield and oil content three safflower cultivars in irrigation with salty water conditions. *Iran. Agron. Res.* 5(1): 121-131. (In Persian with English summary).
- 92- Mc Kersie, B.D, Bowley, S.R. and Jones, K.S. 1999.** *Plant Physiol.* 119: 839-847.
- 93-Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D.L. 2003.** Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *J. Plant Physiol.* 160: 485-492.
- 94-Khan, M.A. and Gul, B. 2006.** Halophyte seed germination. In: Khan, M.A., Weber and D.J. (Eds) *Eco-physiology of high salinity tolerant plants*, pp. 11–30.

- 95-Khan, M.A., Ahmed, M.Z. and Hameed, A. 2006a.** Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. *Journal of Arid Environments*. 67: 535–540.
- 96-Khurana, J.P. and Maheshwari, S.C. 1980.** Some effects of salicylic acid on growth and Flowering in *Spirodela polyrrhiza* SP20. *Plant Cell Physiol*. 21: 923–927.
- 97-Khodary, S.F.A. 2004.** Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in the salt stressed maize plants.
- 98-Kirda, C., Derici, M.R. and Schepers, J.S. 2001.** Yield response and N-fertilizer recovery of rainfed wheat growing in the Mediterranean region. *Field Crops Research* 71: 113-122.
- 99-Klessig, D.F. and Malamy, J. 1994.** The salicylic acid signal in plants. *Plant Molecular Biology*. 26: 1439-1458.
- 100-Kocsy, G., Laurie, R., Szilagyi, G., Szilagyi, V., Simon-Sarkadi, L., Galiba, G. and De Ronde, J.A. 2005.** Genetic manipulation of proline levels affects antioxidants in soybean subjected to simultaneous drought and heat stresses. *Physiologia Plantarum*. 124: 227-235.
- 101-Kramer, P.S. 1983.** Water relations of plants. Academic press. New York. pp: 489.
- 102-Kramer, P.S. 1983.** Water relations of plants. Academic Press. pp: 342-415.
- 103-Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G. and Popova, L. 2008.** Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. *J. Plant Physiol*. 165: 920- 931.
- 104-Kranner, I., Roach, T., Beckett, R.P., Whitaker, C. and Farida, V.M. 2010.** Extra cellular production of reactive oxygen species during seed germination and early seedling growth in *Pisum sativum*. *Journal of Plant Physiology*, 167, 805–811.
- 105-Kshavrz, H., Modares Sanavi, S.A.M., Zarin Kamr, F., Dolatabadian, A., Panahi, M. and Sadaj Asilan, K. 2012.** Evolution effect salicylic acid foliar on some traits biochemical two *Brasica napus* L. under cool stress. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 42: 723-734. (In Persian)
- 106-Kumar, P., Dube, S.D and Chauhan, V.S. 1999.** Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Int. J. Plant Physiol*. 4: 327-330.
- 107-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.
- 108-Larque-Saavedra, A. and Martin-Mex, R. 2007.** Effect of salicylic acid on the bio-productivity of plants. In: Hayat, S., Ahmad, A. (Eds). *Salicylic Acid. A Plant Hormone*. Springer Publishers. Dordrecht. The Netherlands.

- 109-Larsson, C., Pahlman, I.L. and Gustafsson, L. 2000.** The importance of ATP as a regulator of glycolytic flux in *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast*. 16:797-809.
- 110-Leslie, C.A., Romani, R.J. 1986.** Salicylic acid: a new inhibitor of ethylene biosynthesis. *Plant Cell Reports*. 5: 144–146.
- 111-Levitt, J. 1980.** Stress terminology. In: N. C. Turner & P. J. Kramer. (eds.), *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. Wiley, New York. pp. 437-439.
- 112-Manivannan, P., Jaleel, C.A., Sankar, B., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Lakshmanan, G.M. and Panneerselvam, R. 2007.** Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. *Colloids and Surfaces, Biointerfaces*, 59: 141-149.
- 113-Mattioni, C., Lacerenza, N.G., Troccoli, A., De Leonardi, A.M., De Fonzo, N. 1997.** Water and salt stress-induced alteration in proline metabolism of *Triticum durum* seedlings. *Physiol Plant*, 101 (4):787-792.
- 114-McKersie, B.D., Bowley, S., Harjanto, E. and Leprince, O. 2000.** Water-deficit tolerance and field performance of transgenic alfalfa overexpressing superoxide dismutase. *Plant Physiology*. 111: 1177-1181.
- 115-Mehta, A., Verma, R.S. and Srivastava, N. 2009.** Chlorpyrifos induced alterations in the levels of hydrogen peroxide, nitrate and nitrite in rat brain and liver. *Pestic. Biochem. Phys.* 94: 55-59.
- 116-Metwally, A., Finkemeier, I. and Georgi, M. 2003.** Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings [J]. *Plant Physiology*. 132: 272–281.
- 117-Mishra, A. and Choudhury, M.A. 1999.** Effects of salicylic acid on heavy metal induced membrane degradation mediated by lipoxygenase in rice[J]. *Biol Plant*, 42: 409–415.
- 118-Mohammadkhani, N. and Heidari, R. 2008.** Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties. *World Applied Sciences Journal*, 3: 448-453.
- 119-Molinari, H.B.C., Marur, C.J., Bessalho, J.C., Kobayashi, A.K., Pileggi, M., Pereira, F.P.P. and Vieira, L.G.E. 2004.** Osmotic adjustment in transgenic *Citrus* rootstocks (*Carrizo citrange*) overproducing proline. *Plant Science*. 167: 1375–1381.
- 120-Morgan, J.M. 1977.** Changes in diffusive conductance and water potential of wheat plants before and after anthesis. *Australian Journal of Plant Physiology*. 4:75-86.
- 121-Murkovich, M., Piirronen, V., Lampi, M., Krashofer, T. and Gerhard, S. 2004.** Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds). *Food Chemistry*. 84: 359-365.

- 122-Muller, K., Link Ies, A., Vreeburg, R.A.M., Fry ,S.C., Kr Ieger-Liszkay, A. and Leubner-metzger, G. 2009.** In Vivo cell wall loosening by hydroxyl radicals during Cress seed germination and elongation growth. *Plant Physiology*. 150: 1855–1865.
- 123-Nahed, G., Abdel Aziz; Lobna,T. and Soad, M.I. 2009.** Some studies on the effect of putrescine, Ascorbic acid and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents, of gladiolus plants at Nubaria. *Ozean J. of Applied Sciences*. 2(2):169-179.
- 124-Neto, A., Prisco, J.T., Eneas-Filho, J., Braga, D.E., Abreu, C.E. and Gomes- Fil Ho, E. 2006.** Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt tolerant and salt sensitive maize genotypes. *Environmental and Experimental Botany*. 52: 87–94.
- 125-Noctor, G., Foyer, C.H. 1998.** Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. *Annu. Rev. of plant physiol. And plant Mol. Biol.*49: 249-279.
- 126-Nicolas, M. E., Gleadow, R.M. and Dalling, M.J. 1985.** Effect of post-anthesi drought on cell division and starch accumulation in developing wheat grains. *Annals of Botany*. 66: 665-672.
- 127-Nilsen, E.T. and Orcutt, D.M. 1996.** Physiology of plant under stress (Abiotic factors). John Wiely & Sons. New York. pp: 322-361.
- 128-Oelke, E.A., Oplinger, E.S. and Teynor, T.M. 2004.** Safflower. University of Minnesota.1: 97-109.
- 129-Ouvrard, O., Cellier, F., Ferrare, K., Tousch, D., Lamaze, T., Du, J.M. and Casse-Delbart, F. 1996.** Identification and expression of water stress- and abscisic acid-regulated genes in a drought-tolerant sunflower genotype. *Plant Molecular Biology*. 31:819-829.
- 130-Omid Beygi, R., Mafakheri, S. and Tavakoli, A. 2006.** The effect of pruning on the some characteristics of pepo. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 37(2): 241-247. (In Persian with English Summary)
- 131-Ogawa, K. and Iwabuchi, M. 2001.** A mechanism for promoting the germination of *Zinnia elegans* seeds by hydrogen peroxide. *Plant and Cell Physiology*. 42: 286–291.
- 132-Pignocchi, C. and Foyer, C. 2003.** Apoplastic ascorbate metabolism and its role in the regulation of cell signaling. *Curr. Opin. Plant Biol.* 6:379–389.
- 133-Premachandra, G.S., Saneoka, H. and Ogata, S. 1989.** Nutriophysiological evaluation of polyethylen glycol test of cell membrane stability in maiz. *Crop Sci.* 29: 1287-1292.
- 134-Prochazka, S., Machaackova, I., Kreekule, J. and Sebanek, J. 1998.** Plant physiology. Academia. Praha. PP: 484.

- 135-Por Mousavi, M., Galavi, M., Danshiyan, J., Ghanbari, A. and Basirani, N. 2005.** Effects of drought stress and manure on leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content in soybean (*Glycine max*). Journal of Agricultural Science and Natural Resources. 14: 125-134. (In Persian).
- 136-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.
- 137-Rajpal, S., Godara, N.R., Ahlawat, V.P. and Dahiya, S.S. 2001.** Mineral composition of Ber (*Zizyphus mauritiana* Lam K.) leaves as affect by foliar application of growth regulators and nutrients. Haryana J. Hort. Sci. 30(1/2): 10-11.
- 138-Rastgo, O. and Tabrizi, L. 2006.** Germination properties of some wild medicinal plants, Seed Technol. 28 (1): 80-86.
- 139-Raskin, I. 1992a.** Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Mol. Biol. 43: 439-463.
- 140-Raskin, I. 1992b.** Salicylate, a new plant hormone. Plant Physiol. 99: 799-803.
- 141-Rao, M .V., Paliyath, G. and Ormrod, D.P. 1997.** Influence of salicylic acid on H₂O₂ production, oxidative stress and H₂O₂-metabolizing enzymes: salicylic acid mediated oxidative damage requires H₂O₂ [J]. Plant Physiol. 115: 137–14
- 142-Rayle, D.L. and Clelend, R.E. 1992.** The acid growth theory of auxin-induced cell elongation is alive and well. Plant Physiol. 99: 1271-1274.
- 143-Riccardi, F., Gazeau, P., Vienne, D. and Zivy, M. 1998.** Protein changes in response to progressive water deficit in maize. Plant Physiology. 117: 1253-1263.
- 144-Rizsky, L., Liang, H. and Mittler, R. 2002.** The combined effect of drought stress and heat shock on gene expression in tobacco. Plant Physiology. 130:1143-1151.
- 145-Robinson, F.A. 1973.** Vitamins. In phytochemistry. Vol. 3:195-220. Lawrence, Miller, P., (ed.) Van-Reinhold Co., New York. USA.
- 146-Romani, R.J., Hess, B.M. and. Leslie, C.A. 1989.** Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple disks and other plant tissues. J. Plant Growth Regul. 8: 63–69.
- 147-Ritchie, S. W., Nguyen, H.T. and Haloday, A.S. 1990.** Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sciences. 30: 105-111.
- 148-Ruley, A.T., Sharma, N.C. and Shahi, S.V. 2004.** Antioxidant defense in a lead accumulation plant, *Sensbania drummondii*. Plant Physiol. and Biochem. 42: 899-906.
- 149-Sadiqov, S.T., Akbulut, M. and Ehmedov, V. 2002.** Role of Ca²⁺ in drought stress signaling in wheat seedlings. Biochemistry. 67: 491-497.

- 150-Sairam, R.K. and Srivastava, G.C. 2001.** Water stress tolerance of wheat *Triticum aestivum* L.: Variation in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. *J. Agron. Crop Sci.* 186: 63–70.
- 151-Safarnejad, A. 2004.** Characterization of somaclones of *Medicago sativa* L. for drought tolerance. *J. Agric Sci Technol.* 6: 121-127.
- 152-Safarnejad, A. 1996.** Improvement in salt and drought tolerance of alfalfa (*Medicago sativa* L.) using tissue culture and molecular genetic techniques. Ph.D. Thesis University of Liverpool, UK.
- 153-Sakhabutdinova, R., Fatkhutdinova, D.R., Bezrukova, M.V. and Shakirova F.M. 2003.** Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg. J. Plant Physiol.*, special issue: 314-319.
- 154-Santoro, M.M., Liu, Y., Khan, S.M.A., Hou, L.-X and Bolen, D.W. 1996.** Increased thermal stability of proteins in the presence of naturally occurring osmolytes. *Biochemistry.* 31: 5278-5283.
- 155-Schopfer, P., Plachy, C. and Frahry, G. 2001.** Release of reactive oxygen intermediates (superoxide radicals, hydrogen peroxide, and hydroxyl radicals) and peroxidase in germinating radish seeds controlled by light, gibberellins, and abscisic acid. *Plant Physiology.* 125: 1591–1602.
- 156-Secenji, M., Lendvai, A., Hajosne, Z., Dudits, D. and Gyorgyey, J. 2005.** Experimental system for studying long-term drought stress adaptation of wheat cultivars. *Proceedings of the 8th Hungarian Congress on Plant Physiology.* 49(1-2): 51-52.
- 157-Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, T. 2000.** Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants [J]. *Plant Growth Regul.* 30: 157–161.
- 158-Serraj R., Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., Kumar, J., Chandra, S. and Crouch, J.H. 2004.** Variation in root traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown under terminal drought. *Field Crops Research.* 88: 115-127.
- 159-Shakirova, M.F., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R., 2003.** Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity.
- 160-Shalata, A. and Neumann, P.M. 2001.** Exogenous ascorbic acid increase resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. *J. Exp. Bot.* 52: 2207-2211.
- 161-Shao, H.B., Chu, L.Y., Zhao, C.-X., Guo, Q.J. and Liu, X.A. 2006.** Plant gene regulatory network system under abiotic stress. *Acta Biologica Szegediansis.* 50: 1–9.
- 162-Shao, H.B., Chu, L.Y., Lu, Z.H. and Kang, C.M. 2008.** Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. *International Journal of Biological Sciences.* 4: 8–14.

- 163-Shawky, N.B.T. 2003.** Physiological studies on the effect of salinity, ascorbic acid and putrescine on sweet pepper plant. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., Cairo Univ., Egypt.
- 164-Shahidi, F., Koocheki, A., and Baghaie, H. 2006.** Evaluation of some chemical combinations and physical traits of water melon, pumpkin, cantaloupe and melon seeds and determination of their chemical characteristics of oil. Food Sciences and Technology. 20(5): 411-421.
- 165-Siami, A., Heidaari, R. and Dastpak, A. 2003.** Studying on lipid content and fatty acids in some varieties of pepo (*Cucurbita* sp.). Pajouhesh v Sazandegi 16(2): 16-19. (In Persian with English Summary)
- 166-Singh, J. and Patal, A. 1996.** Water statues, gaseous exchange, proline accumulation and yield of wheat in reponse to water stress. Annual of Biology Ludhiana. 12: 77-81.
- 167-Slama, I., Ghnaya, T., Hessini, K., Messedi, D., Savoure, A. and Abdelly, C. 2007.** Comparative study of the effects of mannitol and PEG osmotic stress on growth and solute accumulation in *Sesuvium portulacastrum*. Environmental and Experimental Botany, 61:10–17.
- 168-Stepleton, S.C., Chris Wien, H. and Morse, R.A. 2000.** Flowering and fruit set of pumpkin cultivars under field conditions. Horticultural Science 35 (6): 1074-1077.
- 169-Smirnoff, N. and Cumbes, Q.J. 1989.** Hydroxyl radical scavenging of compatible solutes. Phytochemistry, 28: 1057-1060.
- 170-Smirnoff, N. 2000.** Ascorbate biosynthesis and function in photo-protection. Philosophical Transactions of the Royal Society. 355: 1455–1464.
- 171-Soltani, A., Khooie, F.R., Ghassemi-Golezani, K. and Moghaddam, M. 2000.** Thresholds for chickpea leaf expansion and transpiration response to soil water deficit. Field Crops Research. 68: 205-210.
- 172-Taiz, L. and Zeiger, E. 2006.** Plant Physiology. Forth Edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts. Paper. 738.
- 173-Talaat, N.B. 2003.** Physiological studies on the effect of salinity, Ascorbic acid and putrescine of sweet pepper plant. Ph. D Thesis, Fac. Agric., Cairo Univ. Egypt. Intl. J. Agron. Plant. Prod. Vol., 4 (6): 1125-1133.
- 174-Tomlin, C.D.S. 2006.** The Pesticide Manual, A World Compendium, 14th ed.; British Crop Protection Council: Alton, Hampshire, UK, pp.: 186-187.
- 175-Umebese, C.E., Olatimilehin, T.O. and Ogunsusi, T.A. 2009.** Salicylic acid protects nitrate reductase activity, growth and proline in amaranth and tomato plants during water deficit. Am. J. Agric. Biol. Sci. 4: 224-229.

- 176-Van Oosten, E. J., Carberry, P. S. and Oleary, G.J. 2001.** Simulating growth, development, and yield of tillering pearl millet. I. Leaf area profiles on main shoots and tillers. *Field Crops Research* 72: 51-66.
- 177-Vwioko, E.D., Osawaru, M.E. and Erugun, O.L. 2008.** Evaluation of okro (*Abelmoschus esculentus* L. Moech). Exposed to paint waste contaminated soil for growth, ascorbic acid and metal concentration. *Afric J. of General Agric.* 4(1): 39-48.
- 178-Wang, B., Luttge, U. and Ratajezak, R. 2004.** Specific regulation of SOD isoforms by NaCl and osmotic stress in leaves of the C3 halophyte *Suaeda salsa* L. *Journal of Plant Physiology.* 161: 285–289.
- 179-Weissmann, G. 1991.** Aspirin. *Sci. Am.* 264: 84–90.
- 180-Yazdanpanah S., Abasi F. and Baghzadeh, A. 2010.** Effect of salicylic acid and ascorbic acid on proline, sugar and protein content in *Satureja hortensis* L. under aridity stress. *Proceeding of the First National Conference of Environmental Stress in Agricultural Science* 28-29 Jan 2010. The University of Birjand. (In Persian)
- 181-Yordanov, V., V. Velikova & T. Tsonev. 2003.** Plant response to drought and stress tolerance. *Bulgarian Journal of Plant Physiology.* (Special Issue). 187-206.
- 182-Younis, Y.M.H., Chirmay, S. and Al-Shihra, S.S. 2000.** African *Cucurbita pepo* L. properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry* 54: 71-75.
- 183-Zare, S. and Tavili, A. 2000.** Study effect different level salicylic acid on improvement germination traits fox mulberry plant under drought and salinity range and natural sources. *Iran Bulletin,* 1, 29-39
- 184-Zewail, Y.M.R. 2007.** Improvement of wheat productivity by using some bio fertilizers and antioxidants. M.Sc. Thesis, Fac. Agric. Moshtohor, Banha Univ.
- 185-Zhang, J., Nguyen, H.T. and Blum, A. 1999.** Genetic analysis of osmotic adjustment. in crop plants. *J Exp Bot.* 50 (332):291-302.
- 186-Zhou, Z. S., Guo, K., Abdou, E., Yang, A. and Zhang, M. 2009.** Salicylic acid alleviates mercury toxicity by preventing oxidative stress in roots of *Medicago sativa*. *Environmental and Experimental Botany.* 65: 27-34.

سود

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات قطر کدو، گوشت کدو، وزن پوست کدو و وزن کدو تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر کدو	وزن پوست کدو	تعداد دانه نارس	وزن کدو
تکرار	۲	۱/۵۰ ^{ns}	۰/۰۰۹۱ ^{ns}	۱۰/۲۴ ^{ns}	۰/۰۰۸۶ ^{ns}
تنش (D)	۲	۲۲/۱۳*	۰/۶۶**	۴۹۰۵۰/۷۹**	۰/۷۳۱**
خطا	۴	۳/۵۶	۰/۳۶	۳/۴۹	۰/۰۳۷
اسیدآسکوربیک (S)	۲	۱/۴۵ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	۱۱۰/۰۱**	۰/۰۵۴ ^{ns}
اسیدسالیسیلیک (T)	۱	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۳۸**	۱۸/۹۶ ^{ns}	۰/۳۹**
D × S	۴	۳/۹۰ ^{ns}	۰/۵۵ ^{ns}	۱۹/۱۸ ^{ns}	۰/۵۱ ^{ns}
D × T	۲	۱/۶۹ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۱۶/۳۵ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}
S × T	۲	۲/۶۱ ^{ns}	۰/۱۱۰*	۵/۳۵ ^{ns}	۰/۱۰۷*
D × S × T	۴	۲/۷۷ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۱۲/۷۴ ^{ns}	۰/۰۳۹ ^{ns}
خطا	۳۰	۱/۷۴	۰/۰۲۷	۱۸/۷۶	۰/۰۲۷
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۶۱	۹/۶۰	۶/۴۲	۹/۲۳

^{ns} و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۲- مقایسه میانگین قطر کدو، وزن پوست کدو، تعداد دانه نارس و وزن کدو تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک و تنش کم آبیاری

تیمار	قطر کدو (سانتی متر)	وزن پوست کدو (کیلوگرم در بوته)	تعداد دانه نارس	وزن کدو (کیلوگرم در بوته)
تنش کم آبیاری				
۶ روز یکبار	۱۸/۵۰a	۱/۹۴a	۳۲/۳۳c	۲/۰۳a
۹ روز یکبار	۱۷/۲۷ab	۱/۶۵b	۵۳/۸۳b	۱/۷۲b
۱۲ روز یکبار	۱۶/۲۹b	۱/۵۸b	۱۲۵/۰۵a	۱/۶۵b
LSD 5%	۱/۷۴	۰/۱۷	۱/۷۲	۰/۱۷
غلظت اسیدآسکوربیک (میلی مولار)				
صفر	۱۷/۵۰a	۱/۶۷a	۶۹/۸۸a	۱/۷۴a
۱۵	۱۷/۴۰a	۱/۷۵a	۶۴/۹۴b	۱/۸۲a
۳۰	۱۷/۶۱a	۱/۷۶a	۶۷/۳۸ab	۱/۸۴a
LSD 5%	۰/۸۹	۰/۱۱۳	۲/۹۴	۰/۱۱
غلظت اسیدسالیسیلیک (میلی مولار)				
صفر	۱۷/۳۰a	۱/۶۸b	۶۶/۸۱a	۱/۷۱b
۰/۴	۱۷/۴۰a	۱/۸۱a	۶۸a	۱/۸۸a
LSD 5%	۰/۷۳	۰/۹۲	۲/۴۰	۰/۰۹۲

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

جدول پیوست ۳ - میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد کدو تخم‌کاغذی تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسید سالیسیلیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر دانه	وزن خشک دانه	تعداد دانه در میوه	وزن صد دانه
تکرار	۲	۱/۴۴ ^{ns}	۱۰/۳۹ ^{ns}	۱۸۰۷/۱۶ ^{ns}	۰/۳۸ ^{ns}
تنش (D)	۲	۱۵۵۸/۸۴ ^{**}	۳۱۴/۴۲ ^{**}	۲۸۸۸۰/۲۲ ^{**}	۱/۵۸ ^{ns}
خطا	۴	۲۷/۵۶	۲۲/۷۳	۹۶۵/۸۸	۰/۵۵
اسیدآسکوربیک (S)	۲	۴۶۰/۹۶ ^{**}	۸۳/۷۹ ^{**}	۱۲۹۷۷/۰۵ ^{**}	۱/۷۴ ^{**}
اسیدسالیسیلیک (T)	۱	۳۵۴/۴۰ ^{**}	۷۳/۸۹ [*]	۲۱۶ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
D × S	۴	۵۷/۱۲ ^{ns}	۲۳/۲۰ ^{ns}	۳۱۸۲/۶۱ ^{**}	۰/۶۹ [*]
D × T	۲	۶۲/۴۰ ^{ns}	۳/۵۶ ^{ns}	۲۹/۵۵ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}
S × T	۲	۲۱/۹۹ ^{ns}	۱۵/۰۵ ^{ns}	۲۳۱۳/۱۶ [*]	۰/۳۹ ^{ns}
D × S × T	۴	۶۲/۲۳ ^{ns}	۱۴/۷۳ ^{ns}	۲۶۴۰/۳۸ ^{**}	۰/۱۷ ^{ns}
خطا	۳۰	۲۴/۶۱	۱۰/۸۴	۴۹۵/۸۰	۰/۲۴
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۷۰	۸/۹۵	۸/۲۷	۳/۸۰

^{ns} و ^{*} و ^{**} به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

تیمار	وزن تر دانه (گرم در بوته)	وزن خشک دانه (گرم در بوته)	تعداد دانه در میوه	وزن صد دانه (گرم)
تنش کم آبیاری				
۶ روز یکبار	۸۴/۱۴ a	۴۲/۱۷ a	۳۰۹ a	۱۳/۲۲ a
۹ روز یکبار	۷۱/۸۱ b	۳۵/۱۴ b	۲۶۹/۱۱ b	۱۲/۸۸ a
۱۲ روز یکبار	۶۵/۹۰ c	۳۳/۰۲ b	۲۲۸/۸۹ c	۱۲/۶۸ a
LSD 5%	۴/۸۵	۴/۴۱	۲۸/۷۶	۰/۶۸
غلظت اسیدآسکوربیک (میلی مولار)				
صفر	۶۹/۲۲ c	۳۴/۶۷ b	۲۳۸ b	۱۲/۶۹ b
۱۵	۷۳/۳۵ b	۳۶/۷۲ ab	۲۸۴/۰۵ a	۱۲/۸۵ b
۳۰	۷۹/۲۹ a	۳۸/۹۶ a	۲۸۴/۹۴ a	۱۳/۲۵ a
LSD 5%	۳/۳۷	۲/۲۴	۱۵/۱۵	۰/۳۳
غلظت اسیدسالیسیلیک (میلی مولار)				
صفر	۷۱/۳۹ b	۳۵/۶۱ b	۲۶۷ a	۱۲/۸۳ a
۰/۴	۷۶/۵۱ a	۳۷/۹۵۱ a	۲۷۱ a	۱۲/۹۳ a
LSD 5%	۲/۷۵	۱/۸۳	۱۲/۳۷	۰/۳۷

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

جدول پیوست ۵- میانگین مربعات عملکرد میوه و دانه تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد میوه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲/۲۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}
تنش (D)	۲	۱۸۷/۳۸ ^{**}	۰/۱۰۵ ^{**}
خطا	۴	۹/۶۴	۰/۰۰۵
اسیدآسکوربیک (S)	۲	۱۳/۹۳ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{**}
اسیدسالیسیلیک (T)	۱	۱۰۲/۱۱ ^{**}	۰/۰۱۸ [*]
D × S	۴	۱۳/۲۰ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}
D × T	۲	۳/۸۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۹ ^{ns}
S × T	۲	۲۷/۵۷ [*]	۰/۰۰۳ ^{ns}
D × S × T	۴	۷/۵۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}
خطا	۳۰	۷/۱۰	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۲۳	۸/۹۵

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

جدول پیوست ۶- مقایسه میانگین عملکرد میوه و دانه تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

تیمار	عملکرد میوه (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
تنش کم آبیاری		
۶ روز یکبار	۳۲/۵۰ a	۰/۶۷a
۹ روز یکبار	۲۷/۶۳ b	۰/۵۶b
۱۲ روز یکبار	۲۶/۴۰ b	۰/۵۲b
LSD 5%	۲/۸۷	۰/۰۷
غلظت اسیدآسکوربیک (میلی مولار)		
صفر	۲۷/۸۴a	۰/۵۵ b
۱۵	۲۹/۲۵a	۰/۵۸ ab
۳۰	۲۹/۴۵a	۰/۶۲a
LSD 5%	۱/۸۱	۰/۰۳
غلظت اسیدسالیسیلیک (میلی مولار)		
صفر	۲۸/۴۷ b	۰/۵۶b
۰/۴	۳۰/۲۲a	۰/۶۰a
LSD 5%	۱/۴۸	۰/۰۲۹

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

جدول پیوست ۷- میانگین مربعات پایداری غشای پلاسمایی و محتوی آب نسبی برگ تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

محتوی آب نسبی برگ	پایداری غشای پلاسمایی	درجه آزادی	منابع تغییر
۲۳/۳۱ ^{NS}	۳۸/۱۱۹ ^{NS}	۲	تکرار
۳۴۰/۴۳ ^{**}	۷۰۶/۳۵ ^{**}	۲	تنش (D)
۱۱/۵۱	۳۶/۳۱	۴	خطا
۶۳/۵۱ ^{NS}	۲۹/۸۳ ^{NS}	۲	اسیدآسکوربیک (S)
۲۰۴/۰۵ ^{**}	۰/۲۹ ^{NS}	۱	اسیدسالیسیلیک (T)
۵۶/۱۲ ^{NS}	۸/۳۶ ^{NS}	۴	D × S
۱۱۸/۵۴ ^{**}	۸/۰۶ ^{NS}	۲	D × T
۱۱۱/۷۹ [*]	۶/۱۴ ^{NS}	۲	S × T
۲۰۵/۷۷ ^{**}	۵/۵۳ ^{NS}	۴	D × S × T
۲۱/۵۲	۱۱/۰۷	۳۰	خطا
۶/۶۹	۷/۰۰۶		ضریب تغییرات (درصد)

^{NS} و ^{*} و ^{**} به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۸- مقایسه میانگین پایداری غشای پلاسمایی و محتوی آب نسبی برگ تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

محتوی آب نسبی برگ (درصد)	پایداری غشای پلاسمایی (درصد)	تیمار
		تنش کم آبیاری
۷۴/۲۸ a	۵۲/۵۴ a	۶ روز یکبار
۶۷/۵۷ b	۴۹/۴۳ a	۹ روز یکبار
۶۶/۱۳ b	۴۰/۴۸ b	۱۲ روز یکبار
۲/۷۷	۵/۵۷	LSD 5%
		غلظت اسیدآسکوربیک (میلی مولار)
۷۱/۳۱a	۴۸/۹۷a	صفر
۶۷/۵۷ a	۴۶/۸۳a	۱۵
۶۹/۱۰۷a	۴۶/۶۶a	۳۰
۳/۱۵	۲/۲۶	LSD 5%
		غلظت اسیدسالیسیلیک (میلی مولار)
۶۷/۳۸b	۴۷/۴۱a	صفر
۷۱/۲۷a	۴۷/۵۶a	۰/۴
۲/۵۷	۱/۸۴	LSD 5%

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

جدول پیوست ۹ - میانگین کلروفیل a, b، کاروتنوئید و کل تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	کلروفیل کل
تکرار	۲	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}
تنش (D)	۲	۱/۴۷*	۰/۱۵۵**	۱/۰۸*	۲/۵۲**
خطا	۴	۰/۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷
اسیدآسکوربیک (S)	۲	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۱۸*	۰/۰۵۸ ^{ns}
اسیدسالیسیلیک (T)	۱	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۹۱**	۰/۰۴۳ ^{ns}
D × S	۴	۰/۲۰**	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۳۴**	۰/۱۱۱*
D × T	۲	۰/۳۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۳۵**	۰/۰۲۷ ^{ns}
S × T	۲	۰/۱۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}
D × S × T	۴	۰/۲۶**	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۲۲*	۰/۳۵**
خطا	۳۰	۰/۰۳۶	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۳۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۷۲	۳۵/۲۶	۳۰	۱۱/۴۷

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

جدول پیوست ۱۰ - مقایسه میانگین کلروفیل a, b، کاروتنوئید و کل تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسید سالیسیلیک و تنش کم آبیاری

تیمار	کلروفیل a (میلی گرم در گرم وزن تر برگ)	کلروفیل b (میلی گرم در گرم وزن تر برگ)	کاروتنوئید (میلی گرم در گرم وزن تر برگ)	کلروفیل کل (میلی گرم در گرم وزن تر برگ)
تنش کم آبیاری				
۶ روز یکبار	۱/۷۲a	۰/۳۹a	۱/۰۵a	۲/۱۱ a
۹ روز یکبار	۱/۲۲۹b	۰/۲۷b	۰/۷۵b	۱/۵۰ b
۱۲ روز یکبار	۱/۲۲۸b	۰/۲۰c	۰/۵۷b	۱/۴۳b
LSD 5%	۰/۲۷	۰/۰۶	۰/۲۳	۰/۲۶
غلظت اسیدآسکوربیک (میلی مولار)				
صفر	۱/۳۹a	۰/۳۲a	۰/۶۷b	۱/۶۶a
۱۵	۱/۴۲a	۰/۲۸ a	۰/۸۳ab	۱/۷۵a
۳۰	۱/۳۶a	۰/۲۶ a	۰/۸۶a	۱/۶۴a
LSD 5%	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۱۳
غلظت اسیدسالیسیلیک (میلی مولار)				
صفر	۱/۳۷ a	۰/۲۸a	۰/۶۶b	۱/۶۵a
۰/۴	۱/۴۱a	۰/۳۰a	۰/۹۲a	۱/۷۱a
LSD 5%	۰/۱۰۶	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۰۷

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

جدول پیوست ۱۱- میانگین مربعات پرولین تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	پرولین
تکرار	۲	۰/۰۰۳ ^{ns}
تنش (D)	۲	۰/۰۲۴*
خطا	۴	۰/۰۰۳
اسیدآسکوربیک (S)	۲	۰/۰۱۷**
اسیدسالیسیلیک (T)	۱	۰/۰۰۰۶ ^{ns}
D × S	۴	۰/۰۱۳**
D × T	۲	۰/۰۰۰۸۷ ^{ns}
S × T	۲	۰/۰۰۴۳ ^{ns}
D × S × T	۴	۰/۰۲**
خطا	۳۰	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۴۰

^{ns} و * و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۲- مقایسه میانگین پرولین تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

تیما	پرولین (میکرومول بر گرم)
تنش کم آبیاری	
۶ روز یکبار	۰/۳۹ b
۹ روز یکبار	۰/۴۰ b
۱۲ روز یکبار	۰/۴۶ a
LSD 5%	۰/۰۵
غلظت اسیدآسکوربیک (میلی مولار)	
صفر	۰/۴ b
۱۵	۰/۳۹ b
۳۰	۰/۴۵ a
LSD 5%	۰/۰۳
غلظت اسیدسالیسیلیک (میلی مولار)	
صفر	۰/۴۱a
۰/۴	۰/۴۲a
LSD 5%	۰/۰۲

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

جدول پیوست ۱۳ - میانگین درصد و عملکرد روغن و پروتئین تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد پروتئین
تکرار	۲	۱/۸۴ ^{NS}	۰/۰۰۰۴۷ ^{NS}	۰/۴۸ ^{NS}
تنش (D)	۲	۲۳/۸۴ ^{NS}	۰/۰۲۷ ^{**}	۱۹۰/۴۷ ^{**}
خطا	۴	۵/۱۰	۰/۰۰۱۱	۰/۳۸
اسیدآسکوربیک (S)	۲	۲/۴۵ ^{NS}	۰/۰۰۴۶ ^{**}	۰/۱۵ ^{NS}
اسیدسالیسیلیک (T)	۱	۷/۷۸ ^{NS}	۰/۰۰۱۳ ^{NS}	۱/۱۸ ^{NS}
D × S	۴	۷/۶۰ ^{NS}	۰/۰۰۱۹ [*]	۰/۸۹ ^{NS}
D × T	۲	۲۲/۱۵ ^{**}	۰/۰۰۱۴ ^{NS}	۰/۰۰۲ ^{NS}
S × T	۲	۳۹/۵۲ ^{**}	۰/۰۰۰۱ ^{NS}	۰/۶۲ ^{NS}
D × S × T	۴	۱۴/۰۵ ^{**}	۰/۰۰۲۱ [*]	۰/۷۶ ^{NS}
خطا	۳۰	۲/۹۱	۰/۰۰۰۶	۰/۶۱
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۰۹	۱۰/۳۲	۲/۴۹

^{NS} و * و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۴- مقایسه میانگین درصد و عملکرد روغن و پروتئین تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسید سالیسیلیک و تنش کم آبیاری

تیمار	درصد روغن	عملکرد روغن (تن در هکتار)	درصد پروتئین
تنش کم آبیاری			
۶ روز یکبار	۴۲/۸۸a	۰/۲۸۹۵ a	۲۵/۲۸a
۹ روز یکبار	۴۱/۶۵a	۰/۲۳۴۸b	۳۰/۱۲b
۱۲ روز یکبار	۴۰/۵۸a	۰/۲۱۴۵ b	۲۹/۲۷c
LSD 5%	۲/۰۹	۰/۰۱۳	۰/۵۷
غلظت اسیدآسکوربیک (میلی مولار)			
صفر	۴۱/۳۳a	۰/۲۳۰۷b	۳۱/۴۶a
۱۵	۴۱/۷۱a	۰/۲۴۵۳b	۳۱/۶۵a
۳۰	۴۲/۰۷a	۰/۲۶۲۷a	۳۱/۵۶a
LSD 5%	۱/۱۶	۰/۰۱۷۳	۰/۵۳
غلظت اسیدسالیسیلیک (میلی مولار)			
صفر	۴۲/۰۸a	۰/۲۴۱۵ a	۳۱/۷۰a
۰/۴	۴۱/۳۲a	۰/۲۵۱۱a	۳۱/۴۱a
LSD 5%	۰/۹۴	۰/۰۱۴۱	۰/۴۳

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

The effect of water deficit stress, salicylic acid and ascorbic acid on yield and oil content of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.).

Abstract

In order to study of the effect of Ascorbic acid and Salicylic acid Foliars spray on the plant seeds paper pumpkin (*cucurbita pepo* L.) on the condition of water deficit stress an experiment was conducted as split plot factorial based on randomized complete block design with three replications in Agriculturer Research Station of Shahrood University in 2013. Treatments included three levels irrigation interval (6, 9, and 12 days) as the main plot, ascorbic acid with three levels (check, 15 and 30 Mm) and salicylic acid with 2 levels (check and 0.4Mm) as sub plot. The results showed that water deficit stress treatment significantly affected all of traits including 100-seed weight and oil content . Most studied traits reduced with increasing stress except protein percent, proline and number of immature seed. Ascorbic acid treatment increased the fresh weight of seed, number of grains per plant, seed weight, seed yield, oil yield, oil percent, proline and carotenoids traits. Application of 4.0 Mm salicylic acid significantly increased seed yield, seed weight, seed yield, carotenoids, and leaf relative water traits. Maximum oil yield and carotenoids was obtained in 30 Mm ascorbic acid foliar in non-stress conditions. The highest value carotenoids and leaf relative water content was obtained in 0.4 Mm salicylic acid foliar spray in non-stress conditions. Application of ascorbic acid and salicylic acid increased oil percent and leaf relative water content. The highest value of chlorophyll a and total chlorophyll was obtained in the plants when ascorbic acid was used 30 Mm and 0.4 Mm salicylic acid foliar in non-stress conditions. Ascorbic acid and salicylic acid treatments not only in moderat and extreme- stress conditions but in the non- stress conditions improved yield.

Keywords: Ascorbic acid, Salicylic acid , pumpkin seeds paper ,water deficit stres



Shahrood University
Faculty of Agriculture
Department of Agronomy

M. Sc. Thesis

The effect of water deficit stress, salicylic acid and ascorbic acid on yield and oil content of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.).

Maryam Seyfi

Supervisors

A. Gholami

Advisors

M. Gholipoor

H. Abbasdokht

December 2014