بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته
علوم باغبانی- گیاهان دارویی

تأثیر محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت سطوح مختلف رطوبتی خاک

تحقیق و نگارش:
لیلا ثقفی ویند

اساتید راهنما:
دکتر عباس حسنی دکتر فاطمه سفید کن

استاد مشاور:
دکتر میرحسن رسولی صدقیانی

دی ماه ۱۳۹۲

سپاس خدای را که هر چه دارم از اوست

پروردگارا، نه میتوانم موهایشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای دستهای پینه بسته شان که ثمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی دارم . پس توفیقم ده که هر لحظه شکر گزارشان باشم .

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است، به پاس قلب بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید.....

تقدیم به پدر بزرگوار، مادر مهربان

آن دو فرشته ای که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم .

تقدیم به خواهرانم

که وجودشان شادی بخش و صفایشان مایه آرامش من است...

تقدیر و تشکر

و شمع را طریقتی است که تا پایان راه یار یگرش خواهد بود و پروانه را معرفتی است که تا پایان راه کسب خواهد کرد و شمع سان خواهد سوخت و حکایت شمع حکایت دستان «استاد» است که بی صدا می سوزد. بر خود لازم می دانم از تمامی اساتید بزرگوارم آقای دکتر عباس حسنی به خاطر زحمات زیادی که در طول این کار متحمل شدند، خانم دکتر فاطمه سفیدکن و آقای دکتر میر حسن رسولی صدقیانی تشکر نمایم.

از آقای دکتر محمد فتاحی و آقای دکتر علیرضا فرخزاد به پاس قبول داوری پایان نامه و نیز از مساعدت نماینده تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر سپهر تشکر مینمایم.

از مساعدت کارشناسان گروه باغبانی آقای مهندس تقی لو و آقای دکتر محسنی آذر، مسئولین آزمایشگاه ها خانم جلیل دوست و خانم آقایی که طی مراحل مختلف پایان نامه به من لطف بسیار داشتند، سپاس گذارم.

و در نهایت از تمامی همکلاسی ها و دوستانم به ویژه خانم تربالی، خانم پیله و تمام کسانی که به نوعی طی دوران تحصیل در این دانشکده مرا مدیون الطاف و محبت های خویش نموده اند، تشکر می نمایم.

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش دهندهٔ رشد و تولید گیاهان در جهان می‌باشد. بنابراین یافتن روش‌ها و استراتژی‌هایی برای القاء مقاومت به تنش یا اصلاح اثرات زیانبار تنش خشکی بر گیاهان مورد توجه زیادی قرار گرفته است. آسکوربیک اسید (ویتامین ث) یک آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی است که نقش آن در بهبود اثرات منفی تنش خشکی گزارش شده است. به منظور مطالعهٔ اثرات رژیم های آبیاری مختلف (۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) و کاربرد برگی آسکوربیک اسید (در غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، یک آزمایش گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که رژیم‌های آبیاری اثرات معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه داشته‌اند. با کاهش محتوی رطوبت خاک، صفات رشدی (ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ‌ها، مجموع طول شاخه های جانبی و عملکرد پیکر رویشی تر و خشک)، میزان نسبی آب برگ و عملکرد اسانس کاهش یافت در حالی که نسبت ریشه به اندام‌های هوایی، دمای برگ، محتوی کلروفیل برگ، انباشت پرولین و مجموع قندهای محلول، مقدار مالون دی آلدهید، محتوی فنول و پروتئین کل و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (کاتالاز، گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز) افزایش یافت. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تنش خشکی از نظر محتوی اسانس و تعداد شاخه های جانبی وجود نداشت. کاربرد برگی آسکوربیک اسید اثرات معنی‌داری بر صفات رشدی و فیزیولوژیکی داشت. با افزایش غلظت آسکوربیک اسید صفات رشدی (ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ‌ها، مجموع طول شاخه‌های جانبی و عملکرد پیکر رویشی تر و خشک)، میزان نسبی آب برگ، محتوی کلروفیل برگ و محتوی و عملکرد اسانس افزایش یافت در حالی که دمای برگ، انباشت پرولین و مجموع قندهای محلول، مقدار مالون دی آلدهید و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (کاتالاز، گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز) کاهش یافت. کاربرد برگی آسکوربیک اسید تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های جانبی، نسبت ریشه به اندام‌های هوایی و محتوی فنول و پروتئین کل نداشت. نتایج آنالیز اسانس توسط دستگاههای گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) نشان داد که لینالول، اوژنول، اپی- آلفا- کادینول و ۱، ۸- سینئول ترکیبات عمدهٔ شناسایی شده در اسانس بودند. مقدار لینالول با کاهش رطوبت خاک و یا افزایش غلظت آسکوربیک اسید افزایش یافت. در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که اثرات زیان آور تنش خشکی بر رشد و تولید اسانس گیاه ریحان می‌تواند با محلول‌پاشی آسکوربیک اسید کاهش داده شود.

واژگان کلیدی: ریحان، تنش کم آبی، آسکوربیک اسید، اسانس، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، پرولین.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول

۱- مقدمه و کلیات ۱

۱-۱- اهمیت خشکی ۱

۱-۲- آسکوربیک اسید ۳

۱-۳- اهمیت گیاهان دارویی ۵

۱-۴- کلیاتی در ارتباط با گیاه ریحان ۶

۱-۴- ۱- معرفی جنس ریحان ۶

۱-۴- ۲- منشأ (خاستگاه و پراکنش) ۶

۱-۴- ۳- مشخصات گیاه ریحان ۷

۱-۴- ۴- نیازهای اکولوژیکی ۷

۱- ۴- ۵- ترکیبات شیمیایی و مواد موثره ۸

۱- ۴- ۶- خواص دارویی و کاربرد ریحان ۹

۱-۵- هدف تحقیق ۱۰

فصل دوم

۲- بررسی منابع ۱۱

۲-۱- تنش خشکی ۱۱

۲-۱-۱- تأثیر تنش خشکی بر پارامترهای رشدی ۱۲

۲-۱-۲- تأثیر تنش خشکی بر مؤلفه‌های فیزیولوژیکی ۱۴

۲-۱-۲-۱- روابط آبی گیاه ۱۴

۲-۱-۲-۲- عکس العمل روزنه‌ها ۱۵
۲-۱-۲-۳-دمای برگ ۱۶
۲-۱-۲-۴- میزان کلروفیل ۱۶
۲-۱-۳- تنظیم (تعدیل) اسمزی ۱۷
۲-۱-۳-۱- انباشت پرولین ۱۸
۲-۱-۳-۲- انباشت قندها ۲۱
۲-۱-۴- فنول کل ۲۲
۲-۱-۵- میزان پروتئین‌ها ۲۳
۲-۱-۶- فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ۲۴
۲-۱-۷- تأثیر تنش خشکی بر مواد مؤثره گیاه ۲۶
۲-۲- آسکوربیک اسید ۲۸
۲-۲-۱- خاصیت آنتی اکسیدانی آسکوربیک اسید ۲۸
۲-۲-۲- محافظت در برابر تنش‌های محیطی ۲۹

فصل سوم

۳- مواد و روش‌ها ۳۲
۳-۱- مکان و زمان انجام پژوهش ۳۲
۳-۲- خصوصیات خاک مورد استفاده برای کشت گیاهان ۳۲
۳-۳- روش انجام تحقیق ۳۳
۳-۴- صفات مورد بررسی و روش‌های اندازه‌گیری آنها ۳۴
۳-۴-۱- پارامترهای رشدی گیاه ۳۴
۳-۴-۲- میزان نسبی آب (RWC) برگ ۳۴
۳-۴-۳- دمای برگ ۳۵

۳-۴-۴- استخراج و اندازه‌گیری کلروفیل ۳۵
۳-۴-۵- میزان پرولین برگ ۳۶
۳-۴-۶- میزان قندهای محلول کل برگ ۳۷
۳-۴-۷- مالون‌دی‌آلدهید (MDA) ۳۷
۳-۴-۸- فنول کل ۳۸
۳-۴-۹- پروتئین کل ۳۸
۳-۴-۱۰- سنجش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی ۳۹
۳-۴-۱۰-۱- آنزیم کاتالاز ۳۹
۳-۴-۱۰-۲- آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۴۰
۳-۴-۱۰-۳- آنزیم گایاکول پراکسیداز ۴۰
۳-۴-۱۱- استخراج و اندازه‌گیری کمی اسانس ۴۱
۳-۴-۱۲- جداسازی و شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده‌ی اسانس ۴۱
۳-۴-۱۲-۱- دستگاه GC ۴۲
۳-۴-۱۲-۲- دستگاه GC/MS ۴۲
۳-۵- تجزیه آماری داده‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده ۴۳

فصل چهارم

۴- نتایج ۴۴
۴-۱- اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی آسکوربیک اسید بر صفات رشدی ۴۴
۴-۱-۱- ارتفاع گیاه ۴۴
۴-۱-۲- تعداد و طول شاخه جانبی ۴۵
۴-۱-۳- قطر ساقه ۴۶
۴-۱-۴- تعداد برگ ۴۶

۴-۱-۵- سطح برگ ۴۶
۴-۱-۶- وزن تر و خشک برگ ۴۷
۴-۱-۷- وزن تر و خشک ساقه ۴۸
۴-۱-۸- وزن خشک ریشه ۴۸
۴-۱-۹- نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی ۴۹
۴-۱-۱۰- عملکرد ماده تر و خشک در گلدان ۴۹
۴-۲- اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی آسکوربیک اسید بر مؤلفه‌های فیزیولوژیکی ۵۲
۴-۲-۱- میزان نسبی آب برگ ۵۲
۴-۲-۲- دمای برگ ۵۲
۴-۲-۳- میزان کلروفیل کل، کلروفیل a و b ۵۴
۴-۳- اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی آسکوربیک اسید بر صفات بیوشیمیایی ۵۵
۴-۳-۱-انباشت پرولین ۵۵
۴-۳-۲- انباشت قندهای محلول ۵۷
۴-۳-۳- مالون دی آلدهید ۵۸
۴-۳-۴- فنول کل ۶۰
۴-۳-۵- پروتئین ۶۰
۴-۳-۶- آنزیم کاتالاز ۶۲
۴-۳-۷- آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۶۳
۴-۳-۸- آنزیم گایاکول پراکسیداز ۶۵
۴-۴- اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی آسکوربیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی اسانس ۶۶
۴-۴-۱- درصد اسانس ۶۶
۴-۴-۲- عملکرد اسانس ۶۷

۴-۴-۳- ترکیب اسانس ۶۹

فصل پنجم

۵- بحث ۸۰
۵-۱- پارامترهای رشدی ۸۰
۵-۱-۱- ارتفاع و قطر ساقه ۸۰
۵-۱-۲- تعداد و طول شاخه‌های جانبی ۸۱
۵-۱-۳- تعداد و سطح برگ ۸۱
۵-۱-۴- وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه و نسبت وزن خشک ریشه به شاخه ۸۲
۵-۱-۵- عملکرد ماده تر و خشک در گلدان ۸۳
۵-۲- صفات فیزیولوژیکی ۸۴
۵-۲-۱- میزان نسبی آب (RWC) برگ ۸۴
۵-۲-۲- دمای برگ ۸۴
۵-۲-۳- کلروفیل ۸۵
۵-۳- صفات بیوشیمیایی ۸۶
۵-۳-۱- پرولین ۸۶
۵-۳-۲- قندهای محلول ۸۷
۵-۳-۳- مالون دی آلدهید ۸۸
۵-۳-۴- فنول کل ۸۹
۵-۳-۵- پروتئین ۸۹
۵-۳-۶- فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی ۹۰
۵-۴- مواد مؤثره ۹۲
۵-۴-۱- درصد اسانس ۹۲

۵-۴-۲- عملکرد اسانس ۹۳
۵-۴-۳- اجزاء اسانس ۹۳
نتیجه گیری نهایی و پیشنهادات ۹۴
منابع مورد استفاده ۹۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- نتایج آزمایش تجزیه‌ی خاک ۳۳

جدول ۴-۱- تجزیه واریانس پارامترهای رشدی اندازه‌گیری شده تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید ۵۰

جدول ۴-۲- مقایسه میانگین‌های پارامترهای رشدی اندازه‌گیری شده در رابطه با سطوح مختلف خشکی .. ۵۱

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین‌های پارامترهای رشدی اندازه‌گیری شده در رابطه با غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید ۵۱

جدول ۴-۴- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید ۵۳

جدول ۴-۵- مقایسه میانگین‌های مربوط به کلروفیل کل، a و b در رابطه با سطوح مختلف خشکی ۵۵

جدول ۴-۶- مقایسه میانگین‌های مربوط به کلروفیل کل، a و b در رابطه با غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید ۵۵

جدول ۴-۷- تجزیه واریانس مربوط به متابولیت‌های سازگار، مالون‌دی‌آلدهید و فنول کل تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید ۵۶

جدول ۴-۸- تجزیه واریانس مربوط به پروتئین و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید ۶۱

جدول ۴-۹- تجزیه واریانس درصد و عملکرد اسانس تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید۶۶

جدول ۴-۱۰- ترکیبات شناسایی شده در اسانس گیاه ریحان تحت تآثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی آسکوربیک اسید ۷۲

جدول ۴-۱۱: مقایسه ترکیبات ترپنی موجود در اسانس گیاه ریحان تحت تآثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی آسکوربیک‌اسید ۷۳

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار ۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید بر میزان نسبی آب برگ ۵۳

نمودار ۴-۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید بر دمای برگ ۵۴

نمودار ۴-۳- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی بر انباشت پرولین ۵۶

نمودار ۴-۴- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف آسکوربیک اسید بر انباشت پرولین..... ۵۷

نمودار ۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید بر میزان قندهای محلول ۵۸

نمودار ۴-۶- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی بر میزان مالون دی آلدهید..... ۵۹

نمودار ۴-۷- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف آسکوربیک اسید بر میزان مالون دی آلدهید ۵۹

نمودار ۴-۸- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی بر میزان فنول کل..... ۶۰

نمودار ۴-۹- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی بر میزان پروتئین..... ۶۱

نمودار ۴-۱۰- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ... ۶۲

نمودار ۴-۱۱- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف آسکوربیک اسید بر میزان آنزیم کاتالاز. ۶۳

نمودار ۴-۱۲- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۶۴

نمودار ۴-۱۳- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف آسکوربیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۶۴

نمودار ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و آسکوربیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز ۶۵

نمودار ۴-۱۵- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف آسکوربیک اسید بر درصد اسانس ۶۷

نمودار ۴-۱۶- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی بر عملکرد اسانس ۶۸

نمودار ۴-۱۷- مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف آسکوربیک اسید بر عملکرد اسانس ۶۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱- تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و غلظت‌های مختلف آسکوربیک‌اسید بر ارتفاع گیاه ریحان. ۴۵

شکل ۴-۲- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون آسکوربیک‌اسید (T1) ۷۴

شکل ۴-۳- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T2) ۷۴

شکل ۴-۴- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار۹۰ درصد ظرفیت زراعی و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T3) ۷۵

شکل ۴-۵- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T4) ۷۵

شکل ۴-۶- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار۷۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون آسکوربیک اسید (T5) ۷۶

شکل ۴-۷- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار ۷۰ درصد ظرفیت زراعی و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T6) ۷۶

شکل ۴-۸- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار۷۰ درصد ظرفیت زراعی و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T7) ۷۷

شکل ۴-۹- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار۷۰ درصد ظرفیت زراعی و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T8) ۷۷

شکل ۴-۱۰- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار۵۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون آسکوربیک اسید (T9) ۷۸

شکل ۴-۱۱- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T10) ۷۸

شکل ۴-۱۲- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T11) ۷۹

شکل ۴-۱۳- گاز کروماتوگرام اسانس ریحان در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آسکوربیک اسید (T12) ۷۹

فصل اول

۱- مقدمه وکلیات

۱-۱- اهمیت خشکی

خشکی در اصطلاح هواشناسی به دوره‌ای اطلاق می‌گردد که در آن مقدار بارندگی کمتر از حد طبیعی باشد. به طور کلی تنش خشکی هنگامی رخ می‌دهد که آب موجود و قابل دسترس در خاک کاهش یافته و شرایط جوی باعث از دست رفتن آب از طریق تبخیر و تعرق شود (Jaleel *et al*., 2009).

خشکی یکی از بزرگترین مشکلات بخش کشاورزی در سطح دنیا است. تقریباً ۲۵ درصد اراضی جهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع گردیده‌اند. خشکی باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ای در جهان مخصوصاً برای رشد و نمو گیاهان می‌گردد و همه ساله خسارت عظیمی بر اثر خشکسالی به محصولات کشاورزی وارد می‌گردد. متوسط بارندگی کشورمان یک سوم متوسط جهانی می‌باشد. در حال حاضر بیش از ۷۰ درصد از ۳۰ میلیارد متر مکعب منابع تجدید پذیر آب کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این امر کشور ما را در بین چهار سطح تعریف شده جهانی برای تنش‌های آبی، در حادترین سطح تنش قرار داده است (مکنون، ۱۳۸۲).

گیاهان همواره در معرض ترکیبی از تنش‌های محیطی شامل کمبود آب قابل دسترس، شوری، تغییرات دما، کمبود مواد غذایی و ... قرار دارند (Boush *et al*., 1999). از بین انواع تنش‌های محیطی، خسارت وارده به گیاهان در اثر تنش‌های خشکی، شوری و دما در سطح جهان گسترده‌تر بوده و به همین جهت بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (Levitt, 1980).

تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده سبب کاهش رشد و عملکرد گیاه شده و در بعضی موارد سبب از بین رفتن گیاهان می‌شوند. برطرف کردن تنش‌های محیطی به اطلاعات عملی و علمی کافی در مورد چگونگی ساختار گیاه، تغییرات شیمیایی و بیوشیمیایی حاصل از تنش، نوع واکنش‌های گیاه نسبت به تنش مورد نظر و درنهایت روش مقاومت گیاه در برابر تنش نیاز دارد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۹).

مقاومت به خشکی از نظر کشاورزی شامل توان تولید اقتصادی یک محصول در شرایط کمبود آب است. در صورتی که گیاهی تحت شرایط محدودیت آب قابل دسترس، توان زنده ماندن را داشته باشد گفته می‌شود که مقاوم به خشکی است (عبدمیشانی و شاه نجات بوشهری، ۱۳۷۶).

از نظر ژنتیکی، مکانیسم‌های مقاومت به خشکی را می‌توان به دو دسته اجتناب از خشکی و تحمل به خشکی تقسیم کرد (Mitra, 2001). اجتناب از خشکی عبارت است از توانایی گیاه برای حفظ پتانسیل آب نسبتاً بالا در بافتها علی رغم وجود کمبود رطوبت در خاک. تحمل به خشکی عبارت است از توانایی گیاه برای مقابله با کمبود آب با پایین آوردن پتانسیل آب بافتها. اجتناب از خشکی از طریق مکانیسم‌های بهبود جذب آب، ذخیره سازی آب در سلولهای گیاهی و کاهش از دست رفتن آب تحقق می‌یابد (Basra and Basra, 1997).

با توجه به این‌که خشکی از ویژگی‌های بارز جغرافیای کشور ما می‌باشد و از این پدیده طبیعی و غیر قابل تغییر راه فراری نیست و از طرفی مصرف منابع انرژی، آب و مواد غذایی به طور روز افزونی در جامعه افزایش می‌یابد، لذا اتخاذ روش‌هایی چون بهره‌برداری صحیح از آب موجود به همراه استفاده از شیوه‌های صحیح زراعی شامل: کشت گیاهان مقاوم، شناخت ارتباط کمبود آب و خاک و رشد محصولات در هر مرحله، بررسی واکنش‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی و روابط مفید داخلی گیاهان در مقابله با تنش، انتقال صفت مقاومت به ارقام پرمحصول ولی حساس به خشکی و سایر مواردی که امکان توسعه هرچه بیشتر کشت گیاهان در مناطق خشک را فراهم کند در این رابطه مثمرثمر و مفید واقع خواهد شد (حسنی، ۱۳۸۲).

اگرچه تحقیقات وسیعی در رابطه با اثر تنش خشکی روی محصولات زراعی انجام گرفته است اما متأسفانه رفتار گیاهان دارویی و معطر تحت شرایط کمبود آب به خوبی مطالعه نشده است. بنابراین واضح است که برای فهم و درک موجودیت و ادامهٔ حیات گیاهان دارویی در نواحی خشک، ارزیابی عملکرد و تعیین شرایط بهینه برای کشت آنها، نیاز به اطلاعات بیشتری در مورد عکس العمل آنها نسبت به کمبود آب وجود دارد (Letchamo and Gosselin, 1996). تنش خشکی یکی از مهمترین فاکتورهای محدود کننده‌ی رشد گیاه است که می تواند به غشاها آسیب برساند، نفوذپذیری غشاء را افزایش دهد و تجمع رادیکال‌های اکسیژن را در گیاهان القاء کند. این رادیکال‌ها از طریق پراکسیداسیون لیپیدها و در نتیجه تخریب غشاء، تخریب پروتئین‌ها، غیرفعال کردن آنزیم‌ها و تخریب رنگدانه‌ها ایجاد تنش ثانویه‌ی اکسیداتیو کرده که منجر به خسارت جدی به ساختارهای سلولی و گیاهی می‌گردند. عموماً گیاهان از طریق فعال‌سازی سیستم آنتی‌اکسیدانی شامل سیستم آنزیمی (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز) و سیستم غیرآنزیمی (فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها، آنتوسیانین و آسکوربیک‌اسید) موجب سمیت‌زدایی رادیکال‌های آزاد اکسیژن شده و مقاومت خویش به تنش خشکی را افزایش می دهند (Reddy *et al*., 2004).

۱-۲- آسکوربیک‌اسید

آسکوربیک‌اسید از نظر شیمیایی از مشتقات قندها است و بیوسنتز آن از گلوکز و گالاکتوز و یا مشتقات آنها انجام می‌شود. آسکوربیک‌اسید از اجسام احیاء کننده قوی به شمار می‌رود و با از دست دادن دو اتم هیدروژن به دهیدروآسکوربیک اسید تبدیل می‌شود. دهیدروآسکوربیک اسید نیز دارای خواص ویتامین C است. بنابراین به نظر می‌رسد که عوامل شیمیایی فعال ویتامین C گروه دی انول باشد، که می‌تواند به دو صورت اکسید شده و احیاء شده وجود داشته باشد. آسکوربیک‌اسید دارای یک نقش محوری در فتوسنتز بوده و در غلظت‌های بالا در کلروپلاست یافت می‌شود. آسکوربیک‌اسید به سه طریق در واکنش‌های بیوشیمیایی در گیاهان نقش ایفا می‌کند. اول این‌که به عنوان یک آنتی‌اکسیدان به طور مستقیم در از بین بردن پراکسید هیدروژن تولید شده به وسیله‌ی احیای نوری اکسیژن در فتوسیستم یک عمل می‌کند. دوم، مونو دهیدرو آسکوربات تولید شده به وسیله آسکوربات پراکسیداز به طور مستقیم پذیرنده الکترون در فتوسیستم یک

است. سوم اینکه آسکوربیک‌اسید کوفاکتوری برای چرخه ویولاگزانتین می‌باشد که این چرخه گیاهان را در برابر آسیب‌های فتواکسیداتیو حفاظت می‌کند. بعلاوه مشخص شده است که آسکوربیک‌اسید در فرآیندهای رشد گیاه از جمله تقسیم سلولی، گسترش دیواره سلولی و سایر پدیده های رشدی نقش دارد (Pignocchi and Foyer, 2003). آسکوربیک‌اسید یکی از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدانهایی است که به فراوانی در گیاهان وجود دارد و بطور معمول غلظت آن در برگ‌ها بیشتر از قسمت‌های دیگر گیاهان بوده و ۱۰-۵ برابر بیشتر از گلوتاتیون است (Smirnoff, 2005). گزارش‌های متعددی مبنی بر اثر مثبت آسکوربیک‌اسید بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان مختلف وجود دارد، از جمله می‌توان به گزارش‌هایی روی نخود (Beltagi, 2008) و آفتابگردان (El- Saidy *et al*., 2011) در خصوص افزایش پارامترهای رشد اشاره کرد. آسکوربیک‌اسید درون‌زا با کاربرد خارجی آسکوربیک‌اسید از طریق محیط ریشه یا بصورت محلول‌پاشی و یا پیش تیمار کردن بذور افزایش می‌یابد (Chen and Gallie, 2004). فواید رشدی ایجاد شده توسط آسکوربیک‌اسید ممکن است به‌دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی این ماده باشد که گیاهان را از آسیب ناشی از تنش‌های غیرزیستی محافظت می‌کند (Smirnoff, 2005). آسکوربیک‌اسید همراه با گلوتاتیون و چندین آنزیم آنتی‌اکسیدان در خنثی کردن رادیکال‌های فعال اکسیژن از جمله یون سوپراکسید حاصل از انواع تنش‌های غیرزیستی نقش دارد (Noctor and Foyer, 1998). بکارگیری آسکوربیک‌اسید برون‌زا همزمان با تنش تا حدودی اثرات مخرب تنش را کاهش می‌دهد. دولت آبادیان و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که تغذیه برگ با آسکوربیک اسید در گیاهان کلزا تحت تنش شوری سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود، به گونه‌ای که آسکوربیک‌اسید به کار رفته سبب می‌شود تا اکسیداسیون چربی غشاء سلولی کاهش یافته و محتوی مالون دی آلدهید در برگ و ریشه کاهش یابد. آسکوربیک اسید با خنثی سازی رادیکال‌های اکسیژن از طریق مصرف انواع اکسیژن فعال و تولید مونو دهیدرو آسکوربات از بروز آسیب به سلول و چربی‌های غشایی جلوگیری می‌کند و بدین ترتیب از پراکسیداسیون لیپیدها کاسته می‌شود. همچنین پیشنهاد شده است که آسکوربیک‌اسید روی غشای پلاسمایی و پمپ‌های پروتونی و ATP-ase تأثیرگذار 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 (Rayle and Clelend, 1992). همچنین شواهدی مبنی