بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

عنوان پایان نامه ارشد

بررسی تاثیر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر سرعت جوانه زنی و رشد گیاه ذرت در شرایط اعمال تنش خشکی

دانشجو

مرتضی حسینی

استاتید راهنما

دکتر احمد غلامی

دکتر مصطفی حیدری

اساتید مشاور

دکتر حمید عباس دخت

دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۹۴

پیوست شماره ۲

دانشگاه شاهرود

دانشکده : کشاورزی

گروه : زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مرتضی حسینی به شماره دانشجویی: **۹۱۰۲۳۳۴**

تحت عنوان: بررسی تاثیر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر سرعت جوانه زنی و رشد گیاه ذرت در شرایط اعمال تنش خشکی

در تاریخ ۱۳۹۴/۰۶/۳۰ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی- اگرواکولوژی مورد ارزیابی و با درجه بسیار خوب..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی : احمد غلامی مصطفی حیدری		نام و نام خانوادگی : حمید عباس دخت مهدی برادران فیروزآبادی	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی : حسن مکاریان		نام و نام خانوادگی : حسین میرزایی مقدم	
نام و نام خانوادگی : منوچهر قلی پور			
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			

تقدیم به:

پدرم بزرگواری که ایمان، شجاعت و پشتکار را از او آموختم و کسی که همواره مرا پند و اندرزهای حکیمانه ی خویش در مسیر زندگی رهنمون ساخت.

مادرم آن اسوه ی ایمان، صبر و محبت، بزرگواری که وجود مرا از چشمه سار بی پایان محبت خود سیراب نمود و مرا تا ابد مدیون خود ساخت.

همسرم که با سعه صدر، عطوفت و مهربانی در روزهای سخت زندگی یار و یاور من بودند و یاری سبزش همیشه و همه جا مایه دلگرمی و سربلندی من بوده است.

رنجشان بی ثمر مباد.

به خانواده ی گرامی:

که ذره ذره ی وجودم در جمع پر مهرشان بالیدن آغاز کرد و با تحمل زحمات، مرا در ادامه ی تحصیل یاری نموده اند.

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش خدای را سزاست که نامش آرایش عنوان کلام است و یادش آرام بخش قلب هاست

از اساتید راهنمای خود، جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر مصطفی حیدری به خاطر راهنمایی ها و مساعدت بی دریغ شان در طی انجام این تحقیق، نهایت تشکر را دارم. همچنین از اساتید محترم دکتر حمید عباس دخت و دکتر مهدی برادران فیروزآبادی به خاطر مشاوره ها و کمک هایشان، بسیار متشکرم.

و نیز از تمامی دوستانم در دانشگاه شاهرود، تشکر می نمایم، کسانی که بدون حمایت و حضور آنها، انجام این تحقیق، میسر نبود. از خانواده ام به خاطر حمایت های معنوی و مادی که در طی انجام این تحقیق و کل زندگی ام از من داشته اند، تشکر ویژه می نمایم.

مرتضی حسینی

شهریور ۹۴

تعهد نامه

اینجانب مرتضی حسینی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی-اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی تاثیر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر سرعت جوانه زنی و رشد گیاه ذرت در شرایط اعمال تنش خشکی تحت راهنمائی دکتر احمد غلامی و دکتر مصطفی حیدری 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 شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ ۱۳۹۴/۶/۳۰

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 شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

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

چکیده

از آنجائیکه خشکی به عنوان یکی از مهمترین عوامل محدودکننده ی رشد و تولید گیاهان زراعی شناخته شده و موجب تغییر در برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه می شود، استفاده از تکنولوژی های جدید و غیر مخرب جهت کاهش خسارات ناشی از تنش های محیطی و افزایش عملکرد از راه حل های نوین در کشاورزی محسوب می شود. همچنین استفاده از پیش تیمار بذور توسط محلول های مختلف پرایم به بذور گیاهان جهت افزایش سرعت و درصد جوانه زنی کمک نموده و در نهایت باعث استقرار بهتر و سریع تر گیاهچه ها می گردد. جهت بررسی این موضوع پژوهشی در مرحله آزمایشگاهی با هدف تأثیر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه زنی و خصوصیات رشد گیاهچه ذرت در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در سال ۱۳۹۲ به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل سه سطح تنش خشکی شاهد- آبیاری کامل، قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی، قطع ابیاری در ۳ هفته بعد آبیاری و اسید سالیسیلیک در پنج سطح شاهد، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میکرومولار می باشد. نتایج حاصل از مرحله آزمایشگاهی نشان می دهد که پرایمینگ بر اکثر مؤلفه های جوانه زنی به طور معنی داری اثر گذاشت بطوری که اعمال پرایمینگ بر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه، وزن خشک ریشه چه و ساقه چه در سطح ۱٪ معنی دار شد. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که اعمال تنش خشکی در مرحله ۳ هفته قبل و بعد گلدهی موجب کاهش کلروفیل، محتوی نسبی آب ، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و موجب افزایش نشت یونی گردید. پیش تیمار بذور با اسید سالیسیلیک تأثیر مثبت معنی داری بر سرعت سبز شدن، کلروفیل، محتوی آب نسبی، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و شاخص سطح برگ داشت. اثر متقابل اسید سالیسیلیک و تنش خشکی بر کلروفیل، وزن

خشک کل و ارتفاع بوته معنی دار شد. به طور کلی پیش تیمار اسید سالیسیلیک باعث افزایش ماده خشک در ذرت و تخفیف اثرات تنش خشکی گردید.

واژگان کلیدی: پرایمینگ، وزن خشک، ذرت

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

بررسی تأثیر پیش تیمار اسید سالیسیلیک در شرایط آزمایشگاهی بر جوانه زنی و خصوصیات رشد گیاهجه ذرت (*Zea mays L.*) سومین همایش ملی تنوع زیستی و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست ۱۶ مرداد ماه سال ۱۳۹۳. ارومیه

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل اول : مقدمه

فصل دوم : بررسی منابع

۲-۱- وضعیت آب و هوا در دنیا و ایران ۷

۲-۲- نقش آب در گیاه ۹

۲-۳- ذرت ۱۰

۲-۳-۱- تاریخچه ۱۰

۲-۳-۲- اهمیت ذرت ۱۲

۲-۳-۳- گیاه شناسی ذرت ۱۳

۲-۴- انواع ذرت ۱۵

۲-۴-۱- ذرت دندان اسبی ۱۵

۲-۴-۲- ذرت سخت یا بلوری ۱۵

۲-۴-۳- ذرت نرم یا آردی ۱۶

۲-۴-۴- ذرت پاپ کرن یا بو داده ۱۶

۲-۴-۵- ذرت شیرین یا قندی ۱۶

۲-۴-۶- ذرت مومی ۱۶

۲-۴-۷- ذرت گلوم دار (پوشینه دار- غلاف دار) ۱۷

۲-۵- دوره رشد و نمو ذرت ۱۷

۲-۶- نیاز اکولوژیکی ذرت ۱۸

۲-۶-۱- درجه حرارت ۱۸

۲-۶-۲- نور ۱۹

۲-۶-۳- رطوبت ۲۰

۲-۶-۴- خاک ۲۱

۲-۷-تناوب (گردش زراعی) ۲۱

۲-۸- عملیات زراعی کشت و کار ذرت ۲۲

۲-۸-۱- تهیه زمین ۲۲

۲-۸-۲- عملیات کاشت ۲۲

۲-۸-۳- عملیات داشت ۲۳

۲-۸-۴- عملیات برداشت ۲۳

۲-۹- تنش خشکی ۲۴

۲-۹-۱- تعاریف تنش خشکی ۲۴
۲-۹-۲- اثرات تنش خشکی ۲۷
۲-۹-۳- واکنش گیاه به تنش ۳۰
۲-۹-۴- تنش خشکی و استقرار گیاه ۳۳
۲-۹-۵- تنش خشکی وخصوصیات برگ ۳۳
۲-۹-۶- اثر تنش خشکی برفتوسنتزو کلروفیل ۳۵
۲-۹-۷- بیوماس (تر و خشک) و عملکرد ۳۷
۲-۹-۸- تأثیر تنش خشکی بر فرایندهای فیزیولوژیک گیاه ۳۸
۲-۹-۸-۱- تأثیر تنش خشکی بر مقدار آب نسبی برگ و دمبرگ ۳۸
۲-۱۰- پرایمینگ بذر ۳۹
۲-۱۰-۱- فواید پرایمینگ ۳۹
۲-۱۰-۲- انواع پرایمینگ بذر ۴۰
۲-۱۱- اسید سالیسیلیک ۴۰
۲-۱۱-۱- کلیات ۴۰
۲-۱۱-۲- بیوسنتز و متابولیسم ۴۵
۲-۱۱-۳- سیگنال شدن و انتقال ۴۶
۲-۱۱- ۴- اثر اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز و روابط آبی ۴۷
فصل سوم : مواد و روش ها
۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش ۵۰
۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش ۵۰
۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی ۵۲
۳-۳-۱- مرحله آزمایشگاهی ۵۲
۳-۳-۲- تجزیه و تحلیل آماری ۵۲
۳-۳-۳- مرحله مزرعه ای ۵۳
۳-۴- عملیات اجرایی ۵۳
۳-۴-۱- آماده سازی زمین ۵۳
۳-۴-۲- کاشت ۵۵
۳-۴-۳- داشت ۵۵
۳-۴-۴- برداشت ۵۵
۳-۵- سرعت جوانه زنی ۵۵
۳-۶- سرعت سبز شدن ۵۶
۳-۷- صفات زراعی و مورفولوژیک ۵۶
۳-۷-۱- ارتفاع و قطر ساقه ۵۶

۳-۷-۲- وزن خشک برگ و ساقه ۵۶
۳-۷-۳- شاخص سطح برگ (LAI) ۵۷
۳-۸- صفات فیزیولوژیک ۵۷
۳-۸-۱- محتوی نسبی آب (RWC) ۵۷
۳-۸-۲- کلروفیل ۵۸
۳-۹- تجزیه و تحلیل داده ها ۵۸
فصل چهارم : نتایج بحث
۴-۱- مرحله آزمایشگاهی ۶۰
۴-۱-۱- درصد جوانه زنی ۶۰
۴-۱-۲- سرعت جوانه زنی ۶۱
۴-۱-۳- طول ریشه چه ۶۳
۴-۱-۴- طول ساقه چه ۶۴
۴-۱-۵- وزن خشک ریشه چه ۶۶
۴-۱-۶- وزن خشک ساقه چه ۶۷
۴-۲- سرعت سبز شدن ۶۸
۴-۳- صفات فیزیولوژیک ۶۹
۴-۳-۱- کلروفیل ۶۹
۴-۳-۲- محتوی نسبی آب برگ ۷۲
۴-۳-۳- نشت یونی ۷۵
۴-۴- صفات مورفولوژیک ۷۶
۴-۴-۱- ارتفاع بوته ۷۶
۴-۴-۲- قطر ساقه ۸۰
۴-۴-۳- وزن خشک برگ ۸۰
۴-۴-۴- وزن خشک ساقه ۸۲
۴-۴-۵- شاخص سطح برگ ۸۳
۴-۵- وزن خشک کل ۸۵
۴-۶- نتیجه گیری ۸۸
۴-۷- پیشنهاد ها ۸۹
پیوست ها ۹۰
منابع ۱۰۲

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش ۵۱
جدول ۳-۲- ترکیبات تیماری مورداستفاده درآزمایش ۵۴
جدول پیوست۱: نتایج تجزیه واریانس داده های صفات مورد بررسی درگیاه ذرت ۹۱
جدول پیوست۲: اثر غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید بر میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت ۹۲
جدول پیوست ۳: میانگین مربعات سرعت سبز شدن در شرایط پیش تیمار اسید سالیسیلیک ۹۳
جدول پیوست۴: میانگین مربعات صفات ارزیابی شده درگیاه ذرت تیمارشده با تنش خشکی و اسید سالیسیلیک ۹۴
جدول پیوست ۵: مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر اسید سالیسیلیک ۹۵
جدول پیوست۶: مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و اسید سالیسیلیک برکلروفیل و ارتفاع بوته و وزن خشک کل ۹۶

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۳-۱- نقشه کاشت طرح آزمایشی مورد استفاده ۵۴
شکل ۴-۱- مقایسه میانگین درصد جوانه زنی در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک ۶۱
شکل ۴-۲- مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک ۶۲
شکل ۴-۳- مقایسه میانگین طول ریشه چه در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک ۶۴
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین طول ساقه چه در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک ۶۵
شکل ۴-۵- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه چه در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک ۶۷
شکل ۴-۶- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه چه در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک ۶۸
شکل ۴-۷- مقایسه میانگین سرعت سبز شدن در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک ۶۹
شکل۴-۸- مقایسه میانگین کلروفیل در شرایط تنش خشکی(قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی) ۷۱
شکل۴-۹- مقایسه میانگین کلروفیل در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالسیلیک ۷۱
شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین کلروفیل برای ترکیبات تیماری سه سطح تنش خشکی و پنج سطح پیش تیمار با اسید سالیسیلیک ۷۲

شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین مقدار آب نسبی برگ در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی) ۷۴
شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین محتوی نسبی آب برگ در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک ۷۴
شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین نشت یونی در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی) ۷۶
شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی) ۷۸
شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک ۷۹
شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین ارتفاع بوته برای ترکیبات تیماری سطوح تنش خشکی و اسید سالیسیلیک ۷۹
شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین وزن خشک برگ در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک ۸۱
شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک ۸۲
شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی) ۸۴
شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک ۸۵
شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین وزن خشک کل در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی) ۸۶
شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین وزن خشک کل در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک ۸۶
شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین وزن خشک کل برای ترکیبات تیماری سه سطح تنش خشکی و پنج سطح پیش تیمار با اسید سالیسیلیک ۸۷

فصل اول

مقدمه

پیامبر اسلام (ص) فرموده است که هیچ مسلمانی نیست که درختی بکارد و یا زراعتی انجام دهد که انسان، پرنده یا چهار پایی از آن تغذیه کند مگر آنکه برای او صدقه ای شمرده شود. کشاورزی به مفهوم عام، قدیمی ترین فعالیت بشر است. بشر برای تأمین غذا، تأمین علوفه برای تغذیه دام ها و همین طور تهیه پوشاک به گیاهان نیازمند است. به طوری که در مراحل مشخصی از تمدن بشری از کشاورزی به عنوان تنها مفهوم حیات ذکر شده است. علم زراعت، فعالیت هایی از انسان را در بر می-گیرد که به منظور تأمین نیازمندی های بعضی از گیاهان و در نتیجه بهره گیری از حداکثر قدرت تولیدی آنها انجام می شود. این فعالیت ها ، علاوه بر کاشت و برداشت محصول و حفاظت از آن در مقابل آفات، امراض و علف های هرز، شامل تغییر در عوامل محیطی و یا انطباق گیاه و عملیات زراعی با عوامل محیطی است (خواجه پور، ۱۳۸۳).

بحران جهانی امنیت غذایی موجب تشدید مشکلات زیست محیطی و بوم شناختی شده است، زیرا از یک سو در کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه، فشار جمعیت و فقر جوامع کشاورزی باعث کاهش سرانه تولید و فشار هر چه بیشتر به منابع شده و از سوی دیگر، در کشورهای توسعه یافته، سامانه های کشاورزی به علت فشرده شدن رهیافت های کشاورزی رایج برای تولید غذا، به فناوری ها و راهکارهایی متکی شده اند که بوم سازگار نیستند (مهدوی دامغانی و همکاران، ۱۳۸۴).

توسعه کشاورزی در جهت دستیابی به خود کفایی جز با بهره گیری از دست آوردهای علم و فن آوری ممکن نیست. روش های تولید باید ضمن حفظ منابع طبیعی در جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی گام بردارد و این هدف در شرایطی تحقق می پذیرد که دانش فراگیر و فن آوری لازم عوامل تولید برای یک محصول زراعی در کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گیرد (علیمرادی و همکاران، ۱۳۷۷).

اساسا گیاهان خانواده گرامینه از دو طریق نیازهای ما را برطرف می کنند، نخست در شکل محصولات غله ای که هیدرات کربن و بخش اصلی رژیم غذایی ما را تشکیل می دهند و ظهور بسیاری از تمدن های عظیم با امکان دسترسی به یک محصول پربار از هیدرات کربن همراه بوده است در نواحی سردسیر یولاف و چاودار و در مناطق معتدله گندم و جو و در نواحی گرمسیر برنج، ذرت، سورگوم و ارزن غذای مردم را تشکیل می دهند. دوم اینکه دامها که پروتئین و چربی رژیم غذایی ما را فراهم می آورنداز علوفه ها و علفزارهای تیره گرامینه تغذیه می شوند (رستگار، ۱۳۸۳).

ذرت گیاهی است که توان بالقوه ای در تبدیل انرژی نورانی به انرژی شیمیای دارد. ذرت برای تغذیه دام های گوشتی و طیور بسیار مناسب بوده و در جیره غذایی و ترکیبات کنستانتره دارای اهمیت فوق العاده ای است، به خصوص علوفه تازه و خشک آن مصرف بالایی در بین دام ها دارد(آنونیموس، ۲۰۰۵).

کشت ذرت از قرنها پیش در آمریکا رایج و تا کشف آمریکا در سایر مناطق وجود نداشت و پس از آن به سایر کشورها برده شد. ذرت یکی از با ارزشترین گیاهان زراعی و به عنوان سلطان غلات معروف است و تولید آن در جهان بعد از گندم و برنج می باشد. سالیانه بیش از یکصد و بیست میلیون هکتار از اراضی زراعی جهان به کشت ذرت اختصاص دارد(نور محمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

کشاورزی در فضای باز صورت می گیرد و آب و هوا فعالیت های کشاورزی را در تمام طول سال تحت تأثیر قرار می دهد. علاوه بر این تأثیر آب و هوا بر تولید محصولات غذایی اهمیت اساسی دارد. افزایش روز افزون جمعیت و نوسانات کمی وکیفی عملکرد، عواقب اقتصادی جدی به دنبال دارد که ممکن است سبب بروز مشکلات اجتماعی بزرگی گردد. امروزه که عملکرد محصولات زراعی به ظرفیت پتانسیل خود نزدیک می شود، تولیدات کشاورزی در مقابل آب و هوا آسیب پذیرتر شده است. در مزارع مدرن که آخرین اطلاعات علمی به کار گرفته می شود و تمام عملیات در بالاترین سطح تکنولوژی انجام می گیرد، آب و هوا به عنوان یک عامل مؤثر در تمام تمهیدات کشاورزی فشرده خود نمایی می کند.

در نتیجه، زارعین جست و جو در مورد اثرات آب و هوا بر عملکرد، الگوهای عملکرد در شرایط مختلف آب و هوایی و مخصوصا روش هایی که اثرات منفی آب و هوا بر عملکرد را با انجام عملیات زراعی خاصی کاهش می دهد، شروع نموده اند (عبداالهیان نوقابی، ۱۳۷۹).

بر خلاف جانوران، گیاهان به علت حضور ثابت در یک مکان ناچار به تحمل تنش های محیطی نظیر خشکی، شوری، گرما، سرما و.... هستند و از سوی دیگر تنش های محیطی از مهمترین عوامل تعیین کننده الگوی پراکنش در سطح جهان می باشند و تنش خشکی نیز به سهم خود تعیین کننده بخشی از این پراکنش می باشد (احمد زاده، ۱۳۷۶).

با توجه به محدودیت های منابع آبی در اکثر مناطق کشور، در کشور ما تنش خشکی به عنوان مهمترین تنش تأثیرگذار بر گیاهان زراعی معرفی شده است. گیاهان در انتقال از دریا به خشکی در طی روند تکاملی با این تنش روبه رو شده سعی بر ایجاد انواع راهکارهای تحمل نسبت به تنش خشکی کردند تا بتوانند از این شرایط به گونه ای فرار کنند. اما با توجه به نوسان شرایط محیطی، خشکی هنوز عمده ترین محدودیت در تولید محصولات زراعی است. به طوری که بر اساس مطالعات به عمل آمده از بین عوامل مختلف تنش زای زنده (بیماری ها، آفات، علف هرز و ...) و غیر زنده (خشکی، غرقاب، شوری، گرما، سرما و...)، خشکی به تنهایی مسبب ۴۵٪ کاهش عملکرد محصولات زراعی بوده است (بل حسن، ۱۹۹۶).

در سال های اخیر خشکی های شدیدی در مقیاس وسیع در مناطق مختلف جهان به وقوع پیوسته است. در آمریکا در طی دو دهه اخیر، اثرت مخرب خشکی افزایش معنی داری داشته که ناشی از افزایش وقوع خشکی و شدت آن بوده است. بین سال های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۳، ۱۰ مورد خشکی در آمریکا رخ داده که ۱۴۴ میلیارد دلار خسارت ایجاد کرده است. در اروپا، خشکی در بسیاری از مناطق در حال افزایش است. طی ۳۰ سال گذشته اروپا تحت تأثیر خشکی های زیادی قرار گرفته است. از سال ۱۹۹۱، میانگین خسارت سالیانه خشکی در اروپا ۵/۳ میلیارد یورو بوده و خسارت ناشی از خشکی سال ۲۰۰۳ در اروپا۸/۷ میلیارد یورو بوده است. در آسیا با افزایش خشکی طی چند دهه اخیر تولید ذرت، گندم، برنج در برخی قسمت ها کاهش یافته است (اشوک میشرا و ویجای سینگ، ۲۰۱۰).

کمبود آب یکی از اساسی ترین عوامل محیطی محدودکننده تولیدات کشاورزی است. گیاهان زراعی به طور مکرر با تنش رطوبتی مواجه می شوند، لیکن مراحل معینی از رشد از قبیل جوانه زنی، رشد گیاهچه و گلدهی از بحرانی ترین مراحل در مواجهه با خسارت های ناشی از تنش رطوبتی به شمار می آیند (کافی و رستمی، ۱۳۸۶؛ معصومی و همکاران، ۱۳۸۷).

افزایش مقاومت به تنش های غیر زیستی در برخی از گیاهان، از طریق کاربرد خارجی ترکیبات آلی گوناگون صورت می گیرد. این ترکیبات می توانند موجب حفاظت از گیاه در برابر عوامل محیطی تنش زا شده و موجب افزایش محصول شوند (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). در این تحقیق از اسید سالیسیلیک به عنوان یکی از این ترکیبات استفاده شده است.

اهداف:

تسریع جوانه زنی و سرعت رشد با کاربرد غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک.

کاربرد اسید سالیسیلیک برای جلوگیری از کاهش عملکرد در شرایط اعمال تنش خشکی

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- وضعیت آب و هوا در دنیا و ایران

مطالعات اخیر طی ۱۵۷ سال گذشته نشان داده که دمای کره زمین در سطح جهانی افزایش یافته است. میانگین افزایش دما در قرن بیستم در ۲ فاز بررسی شده است. فاز اول بین سال های ۱۹۱۰ تا ۱۹۴۰ به میزان ۰/۳۵ درجه سانتی گراد و فاز دوم از ۱۹۷۰ تا به امروز میزان ۰/۵۵ درجه سانتی گراد بوده است (اشوک میشرا و ویجای سینگ، ۲۰۱۰).

اگر چه آب فراوان ترین ماده روی زمین است ولی، کمبود آب شیرین مهم ترین عامل محدودیت تولید محصولات کشاورزی در جهان می باشد. چنین تضاد عمیق به علت چگونگی توزیع جغرافیایی و کیفیت مصرف آب آبیاری است (خواجه پور، ۱۳۸۳). مناطق خشک و نیمه خشک که در حدود ۴۰ درصد از اراضی جهان را شامل می شوند بالغ بر ۷۰۰ میلیون نفر از جمعیت دنیا را در خود جای داده اند. (شکاری، ۱۳۸۰).

محدودیت منابع آب شیرین در بسیاری از کشورها به صورت یک معضل جدی در آمده است، به طوری که این محدودیت توانسته رشد اقتصادی این کشورها را تحت الشعاع خود قرار دهد. منطقه خاورمیانه از جمله مناطقی می باشد که به شدت با مشکل محدودیت منابع آب شیرین مواجه بوده و بسیاری از کارشناسان پیش بینی می کنند که در آینده درگیری فراوانی بر سر تصاحب منابع آب شیرین منطقه صورت خواهد گرفت. همچنین گفته می شود که آب در اینده در این منطقه همچون نفت مورد معامله قرار خواهد گرفت (علیزاده، ۱۳۸۲و ۱۳۸۴).

کشور ایران در نیمکره شمالی در عرض جعرافیایی ۲۵ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و ۴۴ درجه و ۶۳ دقیقه شرقی، در یکی از خشک ترین مناطق جهان قرار گرفته است. ایران از جمله کشورهایی است که اقلیم بسیار متنوعی دارد و در کمربند مناطق خشک و بیابانی جهان واقع شده است. بررسی ها نشان داده است که کویرهای ایران جز خشک‌ترین مناطق جهان است. حدود ۶۴ درصد مساحت ایران در آب و هوای خشک واقع شده است. آب و هوای خشک ایران را می توان به دو رده فرا خشک و خشک بیابانی تقسیم کرد.

حدود ۲۰ درصد مساحت ایران تحت تأثیر آب و هوای نیمه خشک است. ۴/۹ درصد از مساحت کل این کشور را آب و هوای مدیترانه ای در بر گرفته است. ۳/۴ درصد از مساحت این کشور را آب و هوای نیمه مرطوب، حدود ۳/۶ درصد را آب و هوای مرطوب و حدود ۳ درصد را آب و هوای خیلی مرطوب در بر گرفته است. این گوناگونی آب و هوایی در ایران، وضعیت متفاوتی را نیز از جهت دما ایجاد کرده است. اگر چه میانگین دمای روزانه در مناطق خشک کشور ۲۷ درجه سانتی گراد است، ولی در تابستان در مناطقی از ایران دما بالاتر از ۵۰ درجه سانتی گراد و در زمستان در مناطق مرتفع به کمتر از ۲۰- درجه سانتی گراد می رسد. ایران در پهنه اقلیمی خشک و نیمه خشک دنیا قرار گرفته و میزان تبخیر سالیانه در برخی از نقاط آن ۲۰ تا ۴۰ برابر میزان بارندگی می باشد. این موضوع نشان دهنده این است که پتانسیل تبخیر در ایران زیاد است (شکاری، ۱۳۸۰).

به استناد مطالعات طرح جامع آب کشور، منشأ اصلی منابع آب ایران را ریزش های آسمانی بر پهنه جغرافیایی کشور تشکیل می دهند که سالانه بالغ بر ۴۱۳ میلیارد متر مکعب برآورد می گردد. از این مقدار حدود ۹۳ میلیارد متر مکعب به صورت جریان های سطحی جاری شده، ۲۵ میلیارد متر مکعببه صورت مستقیم به آبخوان های آبرفتی نفوذ کرده و مابقی به صورت تبخیر و تعرق (از سطح زمین، جنگل ها، مراتع، دیم زارها و غیره) از دسترس خارج می گردد (علیزاده، ۱۳۸۲و ۱۳۸۴).

مطالعات و بررسی ها نشان می دهد که در حال حاضر از کل منابع آب تجدیدشونده کشور حدود ۸۹/۵ میلیارد متر مکعب جهت مصارف بخش های کشاورزی، صنعت، معدن و خانگی برداشت می شود که حدود ۸۳ میلیارد متر مکعب (۹۳٪) به بخش کشاورزی، ۵/۵ میلیارد متر مکعب صرف مصارف خانگی (۶٪) و مابقی به بخش صنعت و نیازهای متفرقه دیگر اختصاص دارد. به رغم محدودیت منابع آب و توزیع مکانی نامناسبآن در پهنه جغرافیایی کشور، متأسفانه بهره وری و کارایی استفاده از این منابع بسیار پائین است. تجزیه و تحلیل شاخص های مصرف آب در بخش کشاورزی نشان دهنده تلفات زیاد آب در این بخش است که قسمتی از آن اجتناب ناپذیر بوده ولی قسمت زیادی از آن را می توان با اتخاذ راهبردهای صحیح و کارآمد، اصلاح کرد (علیزاده، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۴).

۲-۲- نقش آب در گیاه

در بین تمام منابع لازم برای رشد و فعالیت گیاه، آب به عنوان فراوان ترین و در عین حال محدودترین منبع برای کشاورزی محسوب می شود. آب فراوان ترین جزء تشکیل دهنده سلول های زنده گیاه است. در گیاهان چوبی (درختان) حدود ۵۰٪، در گیاهان علفی حدود ۸۰٪ و حدود ۹۵-۸۵٪ حجم بافت در حال رشد گیاهان را آب تشکیل می دهد. آب برخلاف تعدادی دیگر از مواد درون گیاهی، یک جزء موقت محسوب می شود، زیرا گیاه به طور دائم آب را جذب کرده و از دست می‌دهد. تقریبا ۹۵٪ آب از طریق تعرق از گیاه خارج می گردد و تنها کمتر از ۵٪ آب در معادلات مختلف گیاهی شرکت می کنند (سلطانی، ۱۳۸۶؛ علیزاده، ۱۳۸۲).

در هر صورت، آب به دلیل ویژگی های فیزیک و شیمیایی خاص خود، نظیر وجود پیوندهای هیدروژنی، گرمای نهان ذوب، ظرفیت گرمایی ویژه، گرمای نهان تبخیر، ویسکوزیته، ثابت دی الکتریک و نیروهای کششی بین ملکول های خود و دیواره های ظرف، توانسته نقش اساسی در گیاه داشته باشد. آب در اساسی ترین واکنش حیات،یعنی فتوسنتز، به عنوان تأمین کننده الکترون و هیدروژن و اکسیژن نقش دارد. آب به عنوان عاملی در حفظ اسکلت گیاهی مطرح است. یک عامل اصلی سرپا بودن گیاهان علفی فشار آماس ناشی از آب و اعمال نیرو به دیواره های سلولی است. آب به عنوان فراوانترین و بهترین حلال مناسب و بستر انجام بسیاری از واکنش های بیوشیمیایی است. آب تأثیر بسزایی بر ساختمان ملکول ها و خصوصیات پروتئین ها، غشاها و نوکلئیک اسیدها دارد. از جهت دیگر آب در خنک شدن گیاه و پراکنش انرژی و کمک به تداوم حیات گیاه نقش اساسی دارد که این کار از طریق تعرق صورت می گیرد (تایز و زایگر، ۲۰۰۶؛ کافی و دامغانی، ۱۳۸۱؛ علیزاده، ۱۳۸۲؛ سلطانی، ۱۳۸۶).

وجود آب برای جوانه زنی و سبز شدن، حفظ آماس برگ به ویژه در مرحله گیاهچه، جلوگیری از پژمردگی و به حداکثر رساندن فتوسنتز و عملکرد بالقوه ضروری می باشد (جهاد اکبر و همکاران، ۱۳۷۹). در اکثر گیاهان نگهداری و ادامه رشد و نمو به حفظ مقادیر آب نسبتا بالا در پروتوپلاسم بستگی دارد زیرا فرآیندهای فیزیولوژیکی بسیار مهم مانند گسترش سطح برگ، باز و بسته شدن روزنه ها و انجام فتوسنتز در اثر کاهش پتانسیل آب برگ تحت تأثیر قرار می گیرند (بیلورای و همکاران، ۱۹۸۳).

۲-۳- ذرت

۲-۳-۱- تاریخچه

کشت ذرت از قرنها پیش در آمریکا رایج و تا کشف آمریکا در سایر مناطق وجود نداشت و پس از آن به سایر کشورها برده شد. ذرت یکی از با ارزش ترین گیاهان زراعی و به عنوان سلطان غلات معروف است و تولید آن در جهان بعد از گندم و برنج می باشد و سالیانه یکصد و بیست میلیون هکتار از اراضی زراعی جهان به کشت ذرت اختصاص دارد که حدود نیمی از آن در آمریکا کشت می شود. ذرت چه از نظر مقدار محصول و چه از نظر ارزش غذایی دارای اهمیت خاصی است. دانه ذرت به مصرف خوراک انسان و دام و علوفه سبز آن نیز به صورت تازه و سیلو شده یکی از بهترین غذاهای دامی است. کریستوف کلمب در اولین مسافرت خود به آمریکا در سال ۱۴۹۲ ذرت را در اراضی وسیعی مشاهده کرد که اهالی آن سرزمین از دانه آن تغذیه می کردند. در هنگامی که ذرت در آمریکا شناخته شده بود کشورهای اروپا و آفریقا از آن اطلاعی نداشتند و در کشورهای آسیایی هم آثار و شواهدی حاکی از وجود این گیاه در دوره قبل از کلمب بدست نیامده است (رستگار، ۱۳۸۳).

امروزه ذرت در تغذیه بسیاری از مردم دنیا نقش اساسی دارد و بین محصولات زراعی با تولید ۸۲۶ میلیون تن (وبیش از ۱۶۰ میلیون هکتار) بعد از برنج و گندم مقام سوم را دارد همچنین از لحاظ سطح زیر کشت سوم، ولی از لحاظ تولید اول است(فائو، ۲۰۱۰). مهمترین کشورهای صادرکننده ذرت در جهان، آمریکا، آرژانتین، فرانسه و چین می باشند که در مجموع حدود ۹۱/۵ درصد از کل صادرات جهانی این محصول را دراختیار دارند و کشورهای ژاپن، کرۀ جنوبی، مکزیک، چین و اروپای غربی از مهم ترین وارد کنندگان دانۀ ذرت محسوب می شوند. در ایران کشت ذرت برای تغذیه دام و طیور (تقریباً ۷۰-۶۵ درصد جیرۀ غذایی طیور کشور را ذرت دانه ای تشکیل می دهد) توسعۀ زیادی یافته است، که معمولا در استان های گلستان، گیلان و مازندران، کرمانشاه، لرستان، ایلام، خوزستان، فارس، کرمان، اصفهان، تهران، خراسان و غیره تولید می گردد. استان های فارس، خوزستان و کرمانشاه از لحاظ سطح زیر کشت و تولید ذرت مقام اول تا سوم را دارند. هم اکنون از ۲/۷ میلیون تن ذرت دانه ای مورد نیاز کشور حدود ۶۰-۵۰ درصد آن وارداتی است و پیش بینی می شود که تقاضا برای دانه ذرت در حال افزایش است و توسعه آن در اکثر نقاط ایران به علت هوای آفتابی و به شرط تأمین آب در فلات مرکزی، مناطق گرمسیر و معتدل (فارس و کرمان) غرب کشور امکان پذیر است. در نواحی معتدل فلات مرکزی در صورت وجود آب کافی، برداشت دو محصول گندم (یا جو) و ذرت طی یک سال با عملکردی بین ۴-۲/۵ تن گندم و ۷۵-۴۵ تن علوفه ذرت ممکن است. سطح زیر کشت ذرت در ایران حدود ۴۹۰ هزار هکتار است (که حدود ۳۴ درصد سطح زیر کشت مربوط به محصولات علوفه ای می باشد)، پیش بینی می شود تولید آن به صورت دانه ای به ۱/۶۴ میلیون تن (فائو، ۲۰۱۰) و به صورت ذرت علوفه ای به ۱۰-۸ میلیون تن برسد، که این رقم حاکی از ارتقاء کمی و کیفی تولید، افزایش دانش کشاورزان، استفاده از بذر مطلوب و تکنولوژی نوین است (مجنون حسینی، ۱۳۹۰).

۲-۳-۲- اهمیت ذرت

بی تردید انسان های اولیه گیاهان مختلفی را برای تأمین غذای مورد نیاز خود تجربه کرده اند، اما غلات به دلیل ویژگیهای خاص خود نظیر انرژی و پروتئین زیاد، دامنه سازگاری وسیع به شرایط محیطی مختلف، کارایی تولید زیاد بر حسب میزان محصول در واحد کار یا انرژی صرف شده، سادگی کشت و کار و تولید، سهولت ذخیره و حمل ونقل، به صورت منبع مطمئنی برای تأمین غذای انسان های اولیه و بشر امروزی درآمده اند. تقریبا ۵۵ درصد از پروتئین، ۱۵ درصد از چربی، ۷۰ درصد از قندها و به طور کلی ۵۵-۵۰ درصد کالری مورد نیاز انسان در دنیا با غلات تأمین می شود (مجنون حسینی، ۱۳۹۰).

ذرت بیشتر برای استفاده از دانه و همچنین برای سیلو کردن کشت می شود. نزدیک به ۲۵ درصد از تولید جهانی ذرت به طور مستقیم به شکل های مختلف (آرد ذرت، کنسرو، شیرینی) در تغذیه انسان است و ۷۰-۶۰ درصد ذرت به صورت های مختلف دانه، پودر و سیلو... درتغذیه دام و طیور مصرف دارد. علاوه بر این حدود ۵ درصد تولید ذرت فرآوردهای صنعتی است. مثلا از ذرت نشاسته، شربت قند، روغن، خوراک دام و الکل استخراج می شود. ذرت یکی از ارزان ترین و خالص ترین منابع آلی جهت مصارف صنعتی می باشد. در صنایع تقطیری، الکل از ذرت تخمیر شده و روغن از جوانه آن استخراج می شود. امروزه بیش از ۵۰۰ نوع فرآورده درجه دوم از ذرت بدست می آید (وینسر و بالدوین، ۲۰۰۴). از ساقه های آن در کاغذ و مقوا سازی، از چوب بلال نیز در تهیه اسید سیتریک، قطران زغال سنگ و فورفورال استفاده می شود (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

۲-۳-۳- گیاه شناسی ذرت

ذرت گیاهی یکساله، از جنس و گونه *Zea mays*، خانواده گندمیان و زیر خانواده Maydeae است. ذرت دارای ریشه های افشان و انبوه و در عین حال سطحی است و می تواند به استقامت گیاه کمک نماید. ریشه اولیه ذرت که بعد از جوانه زدن بذر تولید می شود ۳ تا ۵ عدد است و در عمق ۳ تا ۵ سانتی متری خاک ریشه های ثانویه به تعداد زیاد و حدود ۲۰ عدد از گره هایی در عمق خاک خارج می گردد. همچنین از گره هایی که در سطح خاک قرار دارند نیز ریشه هایی خارج و وارد خاک می شوند. ریشه ها به طرف عمق زمین و اطراف پراکنده شده و بتدریج بر طول آنها اضافه می گردد که ممکن است تا عمق ۲ تا ۳ متری خاک نفوذ نماید (رستگار، ۱۳۸۳). ساقه ذرت بند بند (گره دار) و معمولا استوانه ای با میانگره توپر است و طولش بسته به رقم از ۳۰ سانتی متر تا ۶ متر (در برخی نیمه استوایی و استوایی) متغیر است. طول معمول ذرت حدود ۲/۵-۱/۵ متر است. تعداد میانگره ها بین ۲۱-۸ و معمولا ۱۴ عدد است و فاصله بین دو گره در انواع مختلف ذرت بین ۲۰-۶ سانتی متر متغییر خواهد بود. ساقه ذرت به عکس سایر غلات معمولا پنجه تولید نمی کند (بدون انشعاب است). البته، بعضی ارقام ذرت بسته به حاصلخیزی خاک و شرایط آب و هوایی ممکن است ساقه های فرعی تولید کنند. ذرت دندان اسبی و ذرت سخت (بلوری) بدون پنجه (تک ساقه) هستند، اما در ذرت های دانه درشت بلوری انواع تک ساقه تا فرم بوته ای دیده می شود (مجنون حسینی، ۱۳۹۰). در هر گره ساقه یک برگ قرار دارد و گره ها همانند سایر غلات به طور متناوب در دو طرف طول ساقه قرار می گیرند. برگها از غلاف و پهنک تشکیل یافته اند. طول برگها۸۰-۵۰ سانتی متر و عرض آنها ۱۲-۴ سانتی متر است. رگبرگ موازی بوده و رگبرگ میانی توسعه بسیار زیادی یافته و برجسته است.

لیگول برگ ذرت به طول ۵-۳ میلی متر می باشد. سطح زیرین پهنک برگ صاف و روی آن پرزدار است. تعداد برگها از خصوصیات تقریبا ثابت هر هیبرید می باشد و بین ۸-۶ در ارقام خیلی زودرس و تا ۴۸ در ارقام خیلی دیر رس است و تحت تاثیر شرایط محیطی قرار نمی گیرد همچنین بین تعداد برگ در ساقه اصلی و طول دوره رشد گیاه رابطه مثبتی بدین صورت وجود دارد که تعداد برگها در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای زودرس می باشد (نور محمدی و همکاران، ۱۳۸۹).

گل آذین ذرت از گل آذین گندم و جو متمایز است. اندام های نر و ماده در نقاط گوناگون بوته قرار گرفته اند. در قسمت فوقانی بوته و در زاویه بین برگ و ساقه یک یا در مواردی دو برجستگی وجود دارند. این مجموعه به گل آذین ماده ختم می شود که در نهایت تبدیل به یک بلال می شود و به خوبی توسط برگ های غلاف پوشیده می شود. این قسمت محل ذخیره مواد غذایی گیاه است. موقعی که ارتفاع ساقه ذرت به ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی متر رسید، کلاله های ابریشم مانند کاکل ذرت به تعداد دانه های ذرت موجود در بلال، نمایان می شوند (پور صالح، ۱۳۷۳).

ذرت گیاهی یک پایه است که گل های نر و ماده آن جدا از هم و به ترتیب در انتهای طول ساقه و در محل گره ها یا در مجاورت برگ ها تشکیل می شود. گل آذین نر آرایش خوشه ای منشعب دارد و گل آذین ماده سنبله است. هر گل آذین نر حدود ۳۰۰ سنبلچه دارد و بالغ بر ۴/۵ میلیون دانه گرده تولید می کند. در هر سنبلچه گل آذین نر دو گل یافت می شود که فقط گل بالایی بارور می شود. هر گل دارای سه پرچم، دو نوشگاه. پوشه و پوشینه و یک مادگی تکامل نیافته است. گل آذین دارای محور قطوری به نام چوب بلال است، که مشتمل بر ۳۰-۸ ردیف سنبلچه های زوج می باشد هر مادگی دارای تخمدانی با خامه بلند به نام کاکل ذرت یا ابریشم و کلاله دو شاخه است. تعداد دانه های ذرت روی هر چوب بلال حدود ۱۰۰۰-۳۰۰ عدد می رسد. گرده افشانی در گیاه ذرت غیر مستقیم (دگرگشن) و به کمک باد انجام می گیرد. گاهی حدود ۵ درصد خود گشنی دیده می شود.

دانه های گرده ۳-۱ روز قبل از خارج شدن ازکاکل ذرت از گل آذین ماده، آزاد می شوند. هوای گرم زمان گرده افشانی را به جلو و هوای سرد آن را به تأخیر می اندازد (دمای مطلوب گرده افشانی ۲۵ درجه سانتی گراد است). همچنین، خشکی و کمبود نیتروژن ظهور گل آذین ماده ذرت را به تأخیر می اندازد. رشد کامل دانه ذرت در روی بلال ۲۰-۱۰ روز پس از گرده افشانی صورت می گیرد. که ابتدا به صورت دانه شیری ظاهر می شوند و سپس مراحل خمیری، سفت و دندانه شدن دانه ها طی ۴۰-۲۰ روز بعد انجام خواهد گرفت (مجنون حسینی، ۱۳۹۰).

میوه ذرت همانند گندم و جو، گندمه است. دانه شامل پریکارپ، لایه آلرون، آندوسپرم و جنین است. پریکارپ و مابقی پوشش های دانه ۵ درصد کل دانه را تشکیل می دهند. جنین و اسکوتلم حدود ۱۰ درصد و آندوسپرم ۸۵-۸۰درصد کل دانه را تشکیل می دهد (تولنار و ادویر، ۱۹۹۹).

۲-۴- انواع ذرت

براساس ویژگیهای بافت آندوسپرم، شکل ظاهری، کیفیت دانه و مورد مصرف، دانه ذرت به ۷ گروه زیر طبقه بندی شده است.

۲-۴-۱- ذرت دندان اسبی

این ذرت واریته (Zea mays indentata) بوده و اندوخته نشاسته ذرت فقط در اطراف دانه سخت و دارای مقطع شیشه ای می باشد و در قسمت وسط دارای مقطع آردی است و در وسط باعث فرورفتگی شده و به شکل دندان اسب شده و دانه های این ذرت درشت و بوته ها دارای شاخ و برگ زیاد و از ارقام دیر رس می باشد و اکثرا به عنوان ذرت سیلو و علوفه ای استفاده می شود.

۲-۴-۲- ذرت سخت یا بلوری

این ذرت از واریته indurata از گونه Zea mays می باشد. اندوخته آن از نشاسته تشکیل شده و مقطع آن شیشه ای و سخت است. شکل دانه کروی بزرگ و به ذرت چماقی معروف است. دوره رشد و نمو آن طولانی است و شاخ و برگ زیاد تولید می کند (رستگار،۱۳۸۳).

۲-۴-۳- ذرت نرم یا آردی

در ذرت آردی بخش عمده آندوسپرم نشاسته نرم است، و تنها لایه نازکی از آندوسپرم سخت این نشاسته را در بر می گیرد. از ذرت آردی به علت دارا بودن نشاسته زیاد در کارخانه های نشاسته و الکل سازی استفاده می شود. همچنین چون آندوسپرم نرمی دارد آن را می توان به همان شکل و بدون خرد و له کردن در تغذیه دام به کار برد.

۲-۴-۴- ذرت پاپ کرن یا بو داده

در این ذرت، لایه ضخیمی از آندوسپرم سخت، آندوسپرم نشاسته ای را در بر گرفته است. دانه های نشاسته ای آندوسپرم با جذب رطوبت، موقع حرارت دادن منبسط می شوند و به صورت یک توده نرم اسفنجی و سفید (یا پف کرده) از لایه بیرونی سخت آندوسپرم خارج می شوند. این ذرت معمولا برای تهیه ذرت بو داده (پاپ کرن) مورد استفاده قرار می گیرد.

۲-۴-۵- ذرت شیرین یا قندی

آندوسپرم این نوع ذرت، شیرین و براق است برخلاف ذرت های دیگر، حالت نشاسته ای ندارد. پریکارپ آن نازک است و در زمان رسیدن دانه مواد قندی آن به نشاسته و سپس دکسترین تبدیل می شود. ذرت شیرین انواع مختلفی دارد که به صورت تازه، کنسرو شده و منجمد مصرف می شود (مجنون حسینی، ۱۳۹۰).

۲-۴-۶- ذرت مومی

در این ذرت سطح دانه ها از موم پوشیده شده و چسبناک است و آندوسپرم آن نرم می باشد و دانه به راحتی می شکند. ذرت مومی سطح زیر کشت تجاری ندارد. نشاسته این نوع ذرت تنها از آمیلوپکتین ساخته شده است، در حالی که در دانه های ذرت بلوری یا دندان اسبی ۷۰ درصد نشاسته را آمیلوپکتین و بقیه را آمیلوز تشکیل می دهد (سیادت و شایگان، ۱۳۷۳).

۲-۴-۷- ذرت گلوم دار (پوشینه دار- غلاف دار)

در این ذرت، گلوم ها رشد بسیار زیادی دارند و تمام سطح دانه را می پوشانند.

۲-۵- دوره رشد و نمو ذرت

بر اساس نظریه هانوی (۱۹۶۳) گیاه ذرت سه مرحله مختلف رشد و نمو دارد.

الف) رشد رویشی- از زمان سبز شدن شروع می شود و تا خروج کامل گل آذین نر از برگ پرچم (۲۰-۱۵ روز بعد از ظهور گل های نر) ادامه دارد. در این دوره وزن گیاه و حساسیت آن به کم آبی به حداکثر می رسد.

ب) رشد زایشی- دوره رشد سریع شامل ظهور گل آذین نر و ماده می باشد. که تا حدود ۱۰ روز قبل از شیری شدن دانه ها ادامه دارد.

ج) دوره رسیدگی- شامل رشد بلال کامل، تورم دانه (مرحله شیری)، مرحله خمیری، سفت شدن، فرورفتگی (دندانه شدن) و خشک شدن دانه است. این مرحله که دوره کاهش شدید وزن خشک است پس از اتمام دوره دوم شروع می شود و تا رسیدن کامل دانه ها طول می کشد.

امروزه تقریبا تمامی بذر ذرت هیبرید مورد استفاده در کشورهای پیشرفته سینگل کراس و تعدادی نیز دابل کراس و تری وی کراس است. طول دوره رشد و نمو ذرت بین ۳۳۰-۶۰ روز متغیر است و از این نظر آن را به سه گروه تقسیم می کنند:

الف) ارقام زودرس- این ارقام مناسب مناطق کوهستانی و سرد، با طول دوره رویش کوتاه (۱۱۰روز) هستند مانند ذرت دابل کراس ۳۷۰ و ۴۴۸، سینگل کراس ۱۰۸ و سینگل کراس ۳۰۱.

ب) ارقام متوسط رس- این ارقام در اکثر نقاط ایران کشت می شوند و دوره رویش آنها بین۱۲۵-۱۱۰ روز است مانند ذرت دابل کراس۵۸۴، سینگل کراس۴۶، سینگل کراس۶۰۴.

ج) ارقام دیررس- برای مناطق گرم به خصوص در تولید علوفه علوفه مناسب هستند و دوره رویش آنها بین ۱۴۰-۱۲۵ روز است مانند ذرت دابل کراس ۷۵۵ و ۷۹۰، سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس ۷۱۱ (مجنون حسینی، ۱۳۹۰).

۲-۶- نیاز اکولوژیکی ذرت

گیاهی روز کوتاه و نیازمند نور و درجه حرارت بالا می باشد (سیادت و شایگان، ۱۳۷۳). ذرت گیاه بومی مناطق گرمسیر است اما وسعت درجه سازگاری و تطابق آن باعث شده است که در نواحی معتدل و سرد نیز کشت آن میسر باشد. به طوری که در حال حاضر نواحی وسیع تولید ذرت جهان در مناطق معتدل آمریکا موسوم به کمربند ذرت واقع گردد. کشت ذرت از ۵۸ درجه عرض شمالی در کانادا، اروپای شمال و روسیه تا ۳۸ درجه عرض جنوبی در آرژانتین و ۴۲ درجه عرض جنوبی در نیوزیلند وسعت دارد. کشت ذرت دانه ای در این محدوده است ولی ذرت علوفه ای را می توان در خارج از این محدوده هم کشت کرد (میر هادی، ۱۳۸۴).

۲-۶-۱- درجه حرارت

ذرت با وجود آن که یک گیاه گرمسیری است، نمی تواند آب و هوای بسیار گرم را تحمل کند. مناسب ترین محیط برای کشت آن، ناحیه ای است که دمای آن حداقل به مدت ۳ تا ۴ ماه متوالی، ۳۲-۲۱ درجه سانتی گراد باشد. در صورتی که دمای اواسط تابستان ناحیه کشت ذرت، کمتر از ۱۸ درجه سانتی گراد باشد یا میانگین دمای تابستان کمتر از ۱۳ درجه باشد، میزان رشد گیاه کاهش یافته و در صورت طولانی شدن کاهش دما، کشت ذرت غیرممکن خواهد بود. در واقع باید گفت ذرت گیاهی است که در طول دوره فعال زندگی خود به گرما نیاز دارد و نسبت به یخبندان حساس است. تحمل ذرت نسبت به گوناگونی دما در مراحل مختلف رشد متفاوت است. درجه حرارت مطلوب برای جوانه زنی ۱۸ درجه سانتی گراد است و درجه حرارت کمتر از ۱۲/۸ جوانه زنی بذور ذرت به کندی انجام می شود (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

حداقل درجه حرارت لازم برای جوانه زنی ذرت ۱۰ درجه سانتی گراد است. این گیاه بعد از سبز شدن تحمل درجه حرارت حدود صفر را ندارد و از آن صدمه شدید می بیند (کریمی، ۱۳۸۳). در شریطی که رطوبت کافی وجود داشته باشد، هر چه درجه حرارت خاک بالاتر رود، جوانه زنی و سایر مراحل فنولوژی رشد در مدت زمان کمتری صورت می پذیرد. بالعکس درجه حرارت پایین خاک، رویش بذر را به تأخیر می اندازد. بعد از سبز شدن، ذرت به گرمای بیشتری نیاز دارد. رشد سریع ذرت در دمای بالاتر از ۱۶-۱۵ درجه سانتی گراد انجام می گیرد (نور محمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

در شرایطی که رطوبت کافی باشد حداکثر سرعت رشد در گرمای ۳۰-۲۴ درجه سانتی گراد انجام می شود. در حرارت های بالا میزان تنفس افزایش یافته و ذخیره سازی مواد حاصل از فتوسنتز کاهش می یابد. در دماهای بیش از ۳۷ درجه، تلقیح گل ها با مشکل روبه رو شده و پوکی دانه ها زیاد می شود. ذرت هایی که در نواحی گرمسیر کشت می شوند، در مقایسه با ذرت های نواحی معتدل تعداد برگ بیشتری در هر بوته تولید می کنند. دلیل این امر عدم محدودیت دما در طول فصل رشد این ذرت هاست (سیادت و شایگان، ۱۳۷۳).

۲-۶-۲- نور

ذرت گیاهی روز کوتاه بوده و گل دهی در شرایط روز کوتاهی سریع تر می شود. در مناطقی با روزهای بلند، اندازه بوته ها بزرگ شده و تعداد برگ ها افزایش می یابد و گل دهی آن تا فرا رسیدن روزهای کوتاه به تأخیر می افتد. میزان رشد ذرت نه تنها به طول روز، بلکه به شدت و کیفیت نور نیز بستگی دارد. در روزهای کوتاه و شدت نور زیاد ارتفاع بوته و تعداد برگ های ذرت کاهش می یابد و بلال ها در گره های پایین تر تشکیل می شوند (حسینی، ۱۳۸۳).

ذرت به عنوان یک گیاه از گروه گیاهان چهار کربنه (C4) می تواند با وجود درجه حرارت مناسب در دوره رشد، از انرژی خورشیدی حداکثر استفاده را در مقایسه با گیاهان سه کربنه(C3) نماید.

کارایی فتوسنتز برگ ها در روزهای گرم تابستان بستگی زیادی به میزان شدت نور و با افزایش شدت نور، بازده خالص فتوسنتز کاهش می یابد (نور محمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

۲-۶-۳- رطوبت

گیاه ذرت سازگاری وسیعی نسبت به شرایط محیطی دارد، به طوری که در نواحی نسبتا کم آب با بارندگی سالیانه ۲۵۰-۲۰۰ میلی متر تا جایی که بارندگی سالیانه ممکن است بیش از ۴۰۰ میلی متر باشد، رشد می نماید. نیازهای رطوبتی گیاه ذرت در دوره های اولیه رشد کم بوده، اما تا مرحله گل دهی به سرعت افزایش می یابد و قبل از رسیدن و تکامل گیاه مجددا کاهش می یابد. معمولا در مراحل گسترش برگ ها، گرده افشانی و تشکیل دانه که اغلب در ماه های تابستان صورت می پذیرد، گیاه ذرت نیاز به آب زیادی دارد. ذرت به خصوص در دوره گل دهی به کمبود آب حساس است. کمبود رطوبت خاک در زمان گلدهی که سبب پژمرده شده ذرت برای ۲-۱ روز گردد، کاهش شدید محصول را به دنبال خواهد داشت. باید توجه داشت که آبیاری بعدی جبران خسارت محصول را نخواهد کرد (میر هادی، ۱۳۸۰).

کمبود آب در مرحله ظهور گل های تاجی باعث می گردد که تلقیح به طور کامل انجام نشود و حساس ترین مرحله زندگی ذرت به کم آبی، مرحله بین ظهور سنبله ها تا پایان پر شدن دانه ها از مواد غذایی (مرحله خمیری) می باشد که این مدت حدودا ۵۰ روز است. در این مرحله ذرت بیشترین نیاز به آب را دارد. کمبود آب حتی به مدت بسیار کوتاه باعث کاهش عملکرد می گردد. میزان این کاهش به مقدار کمبود آب و مدت زمان آن بستگی دارد (سیادت و شایگان، ۱۳۷۳).

از نقطه نظر فیزیولوژیک، ذرت خصوصیات برتر زیادی دارد که از همه مهمتر کارایی تعرق آن می باشد، به ازای هر واحد ۱۰۰۰ واحد آب مصرفی ذرت به طور متوسط۲/۸۷ واحد ماده خشک تولید می کند. بنابراین نسبت تعرق حدود ۳۵۰ می باشد.

در محصولاتی مانند برنج، جو، گندم، یولاف و چاودار تقریبا به ازای دو برابر این آب، یک واحد ماده خشک تولید می کنند. میزان آب موردنیاز ذرت بسته به شرایط محیطی و غذایی بین ۴ تا ۷ و حداکثر ۹ هزار متر مکعب در هکتار می باشد (خدابنده، ۱۳۷۷).

۲-۶-۴- خاک

خاک مناسب برای کاشت ذرت باید عمیق، نرم و نفوذپذیر باشد (خاک لومی و هوموس دار مناسب است). ذرت نسبت به کمبود اکسیزن که ناشی از رطوبت زیاد یا وجود لایه های فشرده زیرزمینی باشد، بسیار حساس است. زمین های خیلی سبک و خیلی سنگین برای کشت ذرت مناسب نیست و این نوع خاک ها باید به وسیله کودهای سبز و دامی قبل از کاشت اصلاح شوند. ذرت به شوری خاک حساس است (شوری تا ۱/۷ میلی موس بر سانتی متر را تحمل می کند). به طوری که در هدایت الکتریکیEC=۹/۵ و EC=۱۰ به ترتیب محصول آن به میزان ۵۰ و ۱۰۰ درصد کاهش دارد. ذرت در خاک هایی با واکنش اسیدیته (pH) ۶-۷/۵ رشد و نمو خوبی دارد، اما در اسیدیته کمتر از ۶، معمولا میزان جذب کلسیم در گیاه کاهش می یابد (مجنون حسینی،۱۳۹۰).

۲-۷-تناوب (گردش زراعی)

ذرت معمولا در گردش زراعی بعد از گیاهانی قرار می گیرد که این گیاهان بتوانند مواد غذایی کافی در زمین باقی گذاشته و زمین را نرم و قابل نفوذ نمایند، بنابراین ذرت مانند گیاهان وجینی بهتر است در اول تناوب قرار داده شود. پس از کاشت ذرت، کشت گندم و یا جو نتیجه رضایت بخشی خواهد داد. هیچگاه نباید چند سال متوالی در یک زمین ذرت کشت کرد، زیرا علاوه بر آنکه علف های هرز و آفات زیاد می گردند، بیماریهای مخصوص ذرت تا حد زیادی انتشار یافته و در مقابل مواد غذایی زمین در اثر کشت پی در پی کاهش می یابد (خدابنده،۱۳۶۸).

۲-۸- عملیات زراعی کشت و کار ذرت

۲-۸-۱- تهیه زمین

عملیات تهیه زمین در زراعت ذرت اگر به خوبی صورت پذیرد باعث نرم شدن خاک در عمق مورد نیاز ذخیره آب و ایجاد محیط مطلوب رشد ریشه ها، فعالیت میکروارگانیسم ها، دفع علف های هرز و زیر خاک فرو رفتن گیاهان قبلی می گردد. خرد شدن لایه های سطحی خاک شرایط مطلوبی را برای جوانه زنی و سبز کردن ذرت فراهم می آورد. در نواحی معتدله عملیات تهیه زمین بسته به زمان برداشت گیاهان قبلی در پاییز یا تابستان سال قبل انجام می گیرد. فقط در اراضی سبک به طور استثنائی می توان عملیات تهیه زمین را در بهار انجام داد. شخم پائیزه باعث نرم شدن بافت خاک به عمق۳۰-۲۰ سانتی متر انجام می گیرد. شخم پائیزه باعث نرم شدن بافت خاک شده و بقایای گیاه قبلی و علفهای هرز و کودهای مختلفی را که در سطح خاک پخش شده است را به زیر خاک می برد تا با تبدیل مواد آلی به مواد معدنی، مواد غذایی مورد نیاز ذرت را تأمین نماید (نور محمدی و همکاران،۱۳۸۰).

۲-۸-۲- عملیات کاشت

از نظر نوع تهیه بستر بذر، کشت ذرت به صورت ردیفی، کرتی و کشت روی مرز و حاشیه موسوم است. کشت ردیفی در زمین های بزرگ و زراعت های مکانیزه معمول است و بذر در ردیف های موازی با فاصله معینی توسط ردیف کار ذرت کشت می شود، آبیاری در این روش به صورت جوی و پشته یا بارانی انجام می شود. زمان کاشت ذرت به عواملی چون دمای محیط و خاک بستگی دارد که در نواحی مختلف فرق می کند. بهترین موقع کشت زمانی است که دمای خاک حدود ۸-۶ درجه و دمای محیط تقریبا ۱۲-۱۰ درجه سانتی گراد باشد تا محصول از سرمای بهاره آسیب نبیند.

در ذرت کاری معمولا وزن بذر در واحد سطح اهمیت چندانی ندارد و دانه بر حسب تعداد در متر مربع یا هکتار محاسبه و کشت می شود. وزن هزار دانه ذرت از ۴۰۰-۱۰۰ گرم و تراکم بوته معمولا از ۱۰۰-۵۰ هزار بوته در هکتار متغیر است. عمق کاشت بذر ذرت بسته به زمان کاشت، عوامل محیطی و شرایط خاک به طور متوسط ۷-۵ سانتی متر در نظر گرفته می شود.

۲-۸-۳- عملیات داشت

گیاه ذرت در حین رشد و نمو به مراقبت هایی مانند آبیاری کافی و به موقع، کود دهی، مبارزه با آفات، بیماریها و علف های هرز، تنک کردن، خاک دادن پای بوته ها، سله شکنی، کولتیواتور زدن و غیره برای تولید محصول بالا و با کیفیت نیاز دارد.

مقدار آب و مراحل آبیاری ذرت بسته به شرایط جوی محیط، بافت خاک و رطوبت موجود در خاک متغییر است. کمبود رطوبت به هنگام کاشت موجب عدم یکنواختی جوانه زنی و استقرار نامناسب گیاهچه ها می شود. دوره های بحرانی نیاز آب ذرت از زمان ظهور گل های نر تا پیدایش کاکل ذرت و مرحله تشکیل دانه های شیری است.

کودهای شیمیایی دارای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، و گوگرد و همچنین منگنز، آهن، روی و مولیبدن برای بالا بردن سطح تولید ذرت بسیار ضروری هستند. مناسب ترین زمان برای استفاده از کودهای شیمیایی، در بهار و قبل از بذر کاری یا هم زمان با آن است. بهترین روش برای کاربرد کود، روش جایگذاری با فاصله ۵ سانتی متر و به عمق ۵-۳ سانتیمتر از بذر است.

۲-۸-۴- عملیات برداشت

تعیین زمان برداشت از نظر زراعی به نوع رقم، مقدار کود، جنس خاک و غیره بستگی دارد. برداشت ذرت زمانی باید صورت گیرد که گیاه از نظر فیزیولوژیکی و زراعت کاملا رسیده باشد، یعنی هنگامی که دانه ها سخت شده و رطوبت آنها به کمتر از ۳۰ درصد تقلیل یافته باشد، همچنین رطوبت سایر اندام ها به ۷۵-۶۰ درصد رسیده باشد.

محصول ذرت در هنگام گل دهی از نظر کیفیت علوفه مرغوب است. برداشت ذرت علوفه ای هنگامی مناسب است که رطوبت بوته کامل حدود ۷۵-۷۰ درصد باشد ماشین های برداشت ذرت علوفه سیلوئی، چاپر نام دارد که دارای یک خرد کننده و محورهای هدایت است. چاپر تمام اندام های هوایی ذرت را از نزدیک سطح زمین قطع می کند و به صورت قطعات کوچک در می آورد و از قسمت آخر دستگاه خارج می کند و به درون تریلر یا کامیون برای حمل به سیلو بار می زند (مظاهری و مجنون حسینی، ۱۳۸۹).

۲-۹- تنش خشکی

۲-۹-۱- تعاریف تنش خشکی

به طور کلی، تنش به معنای فشار شدید اثرات منفی برخی نیروهاست که منجر به توقف عملکرد نظام های طبیعی می شود. به عبارتی، تنش به عنوان کاهش رشد کمی یا کیفی یک گیاه خاص تعریف می شود که در اثر تغییرات خارج از دامنه مطلوب عوامل محیطی ایجاد می شود (کافی و دامغانی، ۱۳۸۱؛ لویت، ۱۹۸۰).

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 می شود. از نظر یک هیدرولوژیست خشکی به عنوان کاهش ذخایر آب های سطحی و زیرزمینی در اثر کاهش نزولات جوی است. خشکسالی اقتصادی- اجتماعی نتیجه بحران آب و کاهش تولیدات کشاورزی است که اثرات منفی بر کل اقتصاد جامعه می گذارد (آسیائی، ۱۳۸۵).

در کشاورزی خشکسالی عبارت از یک دوره خشکی است که باعث کاهش عملکرد محصول در مقایسه با شرایط فراهمی آب می شود. از نظر ترنر به شرایطی که در نتیجه آن، رطوبت موجود در خاک به نقطه ای می رسد که گیاه قادر به جذب آب با سرعت کافی برای جبران تعرق نباشد، خشکی می گویند (ترنر، ۱۹۸۰).

کرامر (۱۹۸۳) خشکی را به عنوان فقدان یا کمبود نزولات جوی و به عبارتی کمبود رطوبت در محیط ریشه تعریف نموده که موجب کاهش محصول می شود. به نظر او میزان خسارت وارده وابسته به نوع گیاه، ظرفیت نگهداری آب گیاه و خاک و شرایط جوی مؤثر بر میزان تبخیر و تعرق می باشد. گاهی بعضی محققان برای تنش آب دو واژه تنش رطوبتی و تنش خشکی به کار می برند؛ واژه اول به تنش جزئی آب در مناطق مرطوب و واژه دوم به تنش های شدیدتر که در مناطق خشک بروز می کند، اشاره دارند (لویت، ۱۹۸۰).

خشکی یک بلای طبیعی محسوب می شود ولی به دلایل زیر با سایر بلایای طبیعی تفاوت دارد:

۱- تعیین زمان شروع و پایان خشکی مشکل است و اثرات آن طی چند سال بروز می یابد. به همین دلیل یک بلای طبیعی خزنده نامیده می شود.

۲- تعریف خشکی و عوامل ایجادکننده آن در مقیاس جهانی سخت است.

۳- اثرات شدید خشکی اغلب غیر ساختاری بوده و فراتر از مرزهای جغرافیایی واقع می شوند.

۴- فعالیت های انسان می تواند مستقیما با خشکی مرتبط بوده و در ایجاد آن نقش داشته باشد. از جمله می توان قطع درختان جنگل و بهره برداری بیش از حد آب های زیرزمینی را نام برد (ویلهیت، ۲۰۰۰).

از نظر فیزیولوژیست گیاهی، خشکی چیزی فراتر از فقدان بارندگی است و از این منظر پاسخ گیاه به تنش در نظر گرفته می شود، یعنی زمانی خشکی ظهور کرده که اندام های مختلف گیاه تحت تأثیر قرار گرفته باشند. به عنوان مثال خشکی در گیاه با کاهش رشد و فتوسنتز، ایجاد رادیکال های آزاد در نتیجه بازدارندگی نوری، سخت شدن خاک به همراه کاهش رشد ریشه و... همراه است. در این شرایط معمولا تبخیر و تعرق بیشتر از مقدار فراهمی آب برای گیاه است. تنش خشکی در گیاه نیز همراه با به هم خوردن شیب پتانسیل آب، از دست رفتن فشار آماس و درنهایت از دست رفتن شکل طبیعی پروتئین ها است.

واژه تنش خشکی در مواردی که تنش در اثر عدم وقوع بارندگی مفید و به طور طبیعی ایجاد شده باشد به کار می رود در حالی که اگر گیاه به طور مصنوعی در معرض کمبود آب قرار گیرد از واژه تنش کمبود آب استفاده می شود (سرمدنیا، ۱۳۷۳ و شکاری، ۱۳۸۰). چنانچه در اثر خشکی هوا رطوبت داخلی گیاه به کمتر از ۵۰ درصد مقدار عادی خود برسد در این صورت گیاه دچار آب کشیدگی خواهد شد و اگر رطوبت داخلی گیاه کمتر از مقدار عادی ولی بالاتر از ۵۰ درصد باشد، در این صورت گیاه دچار پسابیدگی می گردد. اگر تنش خشکی موجب از دست دادن آب به صورت مایع گردد، آن را تنش اسمزی می نامند (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۱).

بررسی ها نشان داده که همراه تنش خشکی، دست کم هفت تنش ثانویه دیگر ایجاد می شود (کافی و دامغانی، ۱۳۸۱).۱-کاهش رطوبت قابل دسترس خاک در محیط ریشه ۲- افزایش تبخیر و تعرق نسبت به جذب آب ۳-افزایش تنفس سلولی و خسارت به فرایندهای متابولیکی و ساختمانی سلول ۴- بازدارندگی نوری، اکسیداسیون نوری و سرانجام مرگ برگ ها ۵- افزایش سختی خاک ناشی از خشک شدن و اثر بر رشد ریشه، کاهش رشد برگ ها و فتوسنتز ۶- غیر قابل دسترس شدن مواد غذایی در محیط ریشه ۷- تجمع نمک ها در لایه های بالایی خاک و اطراف ریشه و مسمومیت عناصر معدنی

به طور کلی توانایی گیاهان برای پاسخ به تنش و بقا در شرایط کمبود آب به مجموع راهکارهای پاسخ های 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 سلولی و به ساختار آن بستگی دارد (برای، ۱۹۹۷؛ لویت، ۱۹۸۰). پاسخ گیاه به تنش آب در بعد زمانی می تواند در چند ثانیه، دقیقه، ساعت، روزها، هفته ها و ماهها باشد (برای، ۱۹۹۷).

چندین شاخص برای خشکی تعریف شده اند که در آنها عوامل مختلف از جمله مدت، شدت، فاصله زمانی، وسعت، کمیت و کیفیت خشکی و مقیاس ماه یا سال در نظر گرفته شده است. از جمله این شاخص ها می توان به شاخص شدت پالمر، شاخص بارندگی نامتعارف، شاخص رطوبت محصول، شاخص خشکی بالمی و مولی ، شاخص دسترسی به آب سطحی ، شاخص خشکی رطوبت خاک، شاخص بارش محلی، شاخص بارش استاندارد و شاخص خشکی استردادی اشاره کرد (اشوک میشرا و ویجای سینگ، ۲۰۱۰).

۲-۹-۲- اثرات تنش خشکی

نیلسن (۲۰۰۱) عقیده دارد واکنش های سازگاری در برابر کم آبی به شدت و مدت دوره کم آبی، مرحله تکاملی و پارامترهای مرفولوژیکی، آناتومیکی گیاه بستگی دارد. سلول های تمام جانداران دارای گیرنده ها، فرستنده ها و تنظیم کننده هایی برای محرک ها می باشند. دستگاه های پاسخ سلولی شامل: مواد انتقال دهنده، محلول های مثل اکواپورین ها، فعال کننده های رونویسی یا رونوشت برداری، آنزیم های سنتز کننده محلول های سازگار، تخریب کننده ی اکسیژن فعال و پروتئین های محافظ می باشد.

دو مکانیسم مؤثر جهت زندگی و تجمع در آشیانه های اکولوژیک کم آبی سنتز ملکول های محافظ در مرحله آب کشیدگی برای جلوگیری خشکی از صدمه و فعال شدن مکانیسم جبرانی در طی جذب مجدد آب جهت خنثی سازی و جبران صدمات است (فلیپس و همکاران، ۲۰۰۲). پیام دهنده های ویژه کلسیمی (پیام دهنده های ثانویه)، میزان کلسیم، سیگنال های فسفوریلاسیون، کانال های یونی ویژه، و ترانسپورترها و نیز تشخیص زمان بسته شدن روزنه ها را تحت اثر القایی اسید آبسیزیک (که خود واسطه کاهش فشار تورگر سلول های محافظ صورت می گیرد) تنظیم می نمایند (شرودر و همکاران، ۲۰۰۱).

واکنش های گیاهان به تنش ها، با مدت شدت تنش، ژنوتیپ، سن، مرحله نموی، اندام و نوع سلول گیاه در معرض تنش، رابطه دارد. اثرات متقابل گیرنده – لیگاند و پروتئین –DNA و تغییر پروتئین ها از مکانیسم کنترل تنش است. فسفوریلاسیون مکانیسم مؤثر و سریع برای تغییرات پس از ترجمه می باشد. سیگنال دهی کلسیم با افزایش موقتی غلظت یون های کلسیم در واکنش به یک سری از محرک های زنده و غیر زنده در گیاه مشاهده می شود (اوانز و همکاران، ۲۰۰۱). تغییر در سیالیت غشای سلولی باعث تغییر فعالیت کانال های یونی کلسیم و تغییر غلظت یون های کلسیم در سیتوزول یکی از واکنشهای اولیه به تنش خشکی است (ساندرز و همکاران، ۱۹۹۹). تجمع ساکارز در نتیجه آب کشیدگی با تحمل به خشکی ارتباط دارد. پاسخ گیاهان عالی به تنش خشکی پیچیده است که به اثرات تنش و پاسخ های گیاه در شرایط محیط بر می گردد. پاسخ های گیاهان به خشکی بصورت غیر مستقیم توسط فرآیند های پاسخ به کمبود آب و فشارهای وابسته به آن (مثل گرمای برگ) در گیاه اتفاق می افتد (بلوم، ۱۹۹۶).

واکنش های گیاه به تنش آب در سطح سلول بصورت کاهش پتانسیل آب یا فعالیت سلولی، افت فشار تورژسانس سلول، تراکم ملکول های کوچک و درشت (حجم سلول در اثر افت تورژسانس کاهش می یابد)، به هم خوردن روابط فضای پلاسمایی، تونوپلاست و غشاهای اندام ها بر اثر تغییرات حجمی و تغییر در ساختمان و شکل ماکرومولوکول ها (تغییر ساختمان آب پیوندی) مشاهده می گردد.

تنش خشکی سیستم اسیدهای نوکلئیک را که ارتباط نزدیکی با ساخت پروتئین دارند مختل می کند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۶ب). واکوئل ها به سرعت در برخورد با خشکی آب خود را از دست می دهند. آب سیتوپلاسم با ثبات تر از آب واکوئل است و کلروپلاست حداکثر قدرت حفظ آب را دارد (حیدری شریف آباد، ۲۰۰۸). در شرایط تنش کمبود آب، سلول و بافت گیاه آماس کامل ندارد (علیزاده، ۱۳۸۳). کاهش رشد بر اثر کاهش آماس سلولی از عمده ترین آسیب های وارده به گیاه بر اثر کمبود آب است که تا حدودی قابل برگشت می باشد.

تقسیم واندازه سلول به تنش خشکی حساس است. ولی تعداد سلول برگ در گیاهان تحت تنش و غیر تنش مشابه بوده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۶ب). انتقال فسفر از برگ های مسن به ساقه و بافت های مریستمی از اولین علائم تنش خشکی است. جذب فسفر به علت از بین رفتن ریشه در شرایط تنش خشکی کاهش می یابد (فورد، ۱۹۷۲).

تنش خشکی باعث کاهش پتانسیل آب برگ و وزن خشک دانه در ژنوتیپ های لوبیای معمولی می شود (سانتوز و همکاران، ۲۰۰۶). کاهش فتوسنتز بر اثر افت پتانسیل آب ناشی از کاهش هدایت روزنه ای برگ ها و افت میزان کلروفیل صورت می گیرد. تنش خشکی با ارسال پیامهای ویژه ای باعث تبدیل فرم رویشی به زایشی در گیاه می شود که مراحل رشدی گیاه تسریع می گردد (دسکلاکس و همکاران، ۲۰۰۰). طول دوره رشد و تغییر مراحل رشد باعث تغییر اجزاء عملکرد در شرایط مختلف رطوبتی گیاه می شود (رزالس سرنا و همکاران، ۲۰۰۴). معمولا در اثر آب مقدار کل ریشه کاهش می یابد. ولی نسبت ریشه به شاخه و برگ افزایش می یابد (سینگ، ۱۹۹۱). تاثیر مهم تنش خشکی در مرحله جوانه زنی و سبز شدن، کاهش تعداد بوته در واحد سطح است. با افزایش مقدار رطوبت خاک، درصد سبز شدن افزایش یافته و زمان لازم تا رسیدن به حداقل ۵۰ درصد سبز شدن کاهش می یابد. اهمیت کمبود آب، زمانی بیشتر است که آب کافی برای جوانه زنی وجود داشته باشد ولی رشد جوانه ها و گیاهچه های تازه استقرار یافته با کمبود آب مواجه گردد (فرجی، ۱۳۸۸). تنش رطوبت و کمبود مولیبدن باعث کاهش مقدار تثبیت نیتروژن می شود (اسواراج، ۱۹۸۷).

خشکی با سه روش عملکرد گیاه را کاهش می دهد: ۱- با کاهش سطح برگ که ناشی از پژمردگی و جمع شدن پهنک برگ در شرایط تنش شدید و در نهایت پیری زودرس برگ های گیاه می باشد و جذب تشعشات فعال فتوسنتزی توسط کانوپی کاهش می یابد (ایرل و دیویس، ۲۰۰۳). ۲- کارایی مصرف نور به ازای واحد نور جذب شده کاهش می یابد. این کاهش توسط سنجش میزان ماده خشک تجمع یافته به ازای واحد نور جذبی در یک دوره زمانی خاص بدست می آید (استون و همکاران، ۲۰۰۲). ۳- کاهش سریع گاز کربنیک تبادلی به ازای واحد نور جذب شده (کرامر، ۱۹۸۳).

در تحقیق سه ساله که روی ارقام لوبیا صورت گرفت تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه، میزان تجمع بیوماس، سرعت تجمع ماده خشک و شاخص برداشت شد (پادیلا-رامیرزو همکاران، ۲۰۰۵). فرجی (۱۳۸۸) گزارش نمود کمبود آب در دوره گلدهی کلزا، از طریق کاهش سطح برگ، دوام سطح برگ، تعرق، فتوسنتز و تولید ماده خشک، طول دوره گلدهی، تعداد شاخه های فرعی، تعدادغلاف، طول غلاف و تعداد دانه در غلاف باعث کاهش عملکرد محصول می شود. تنش کمبود آب در طی مرحله رویشی ممکن است سبب تحریک و سرعت بخشیدن به رشد زایشی شود (فرجی، ۱۳۸۸). خشکی اغلب با درجه حرارت های بالا و کمبود مواد غذایی، باعث افت شدید عملکرد گاه می شود (علیزاده، ۱۳۸۳). تنش خشکی از شرایط محیطی موثر بر تغییر مقدار تثبیت انرژی خورشید در نباتات است (وفابخش و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۹-۳- واکنش گیاه به تنش

کمبود آب یکی از اساسی ترین عوامل محیطی محدود کننده تولیدات گیاهی است. گیاهان زراعی درطی دوره زندگی خود به طور مکرر با تنش رطوبتی مواجه می شوند، لیکن مراحل معینی از رشد از قبیل جوانه زنی، رشد گیاهچه و گلدهی از بحرانی ترین مراحل مواجهه با خسارت های ناشی از تنش رطوبتی به شمار می آیند (کافی و رستمی، ۱۳۸۶؛ معصومی و همکاران، ۱۳۸۷).

کمبود آب با تأثیر آماس سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه ها، فرایندهای فتوسنتز، تنفس و تعرق را تحت تأثیر قرار داده و از طرف دیگر، با تأثیر بر فرایندهای آنزیمی که به طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می شوند، بر رشد گیاه اثر منفی می گذارند (کافی و همکاران، ۱۳۸۴).

توانایی زنده ماندن و ادامه رشد و نمو و فتوسنتز گیاه در تنش های محیطی به پتانسیل ژنتیکی گیاه وابسته است که به صورت پاسخ های فیریولوژیکی و ملکولی بروز می یابند. برخی از مواد تنظیم کننده رشد خارج از گیاه می توانند گیاه را از طریق فتوسنتز بیشتر در مرحله گیاهچه ای، برای تحمل تنش تواناتر سازند. عکس العمل گیاه به تنش آب با فعالیت متابولیکی، مرفولوژیکی، مرحله رشد و عملکرد پتانسیل گیاه در ارتباط است (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۲). گزارش های متعددی حاکی از آن است که بذرهایی که بتوانند در مرحله ی جوانه زنی واکنش مناسبی به تنش خشکی نشان دهند، در مرحله ی گیاهچه ای رشد بهتری داشته و سیستم ریشه ای قوی تری تولید می کنند (کوچکی، ۱۳۶۷).

واکنش های کلی به تنش آب تقریبا همیشه منجر به تطابق گیاه با مصرف و ذخیره آب می شود، به گونه ای که به کامل شدن چرخه زندگی کمک کرده و تکثیر گونه ها را تضمین می کند (کرمی، ۱۳۷۷). بر اساس گزارش هیسائو (۱۹۷۳)، واکنش های گیاه به تنش خشکی شامل مکانیسم های زیر است:۱- کاهش پتانسیل آب یا فعالیت آب سلولی ۲- کاهش فشار تورژسانس سلول ۳- تراکم ملکول های کوچک و درشت، هنگامی که حجم سلول در اثر کاهش فشار آماس تقلیل می یابد ۴- به هم خوردن روابط فضایی پلاسمایی، تونوپلاست و غشاهای ارگانلی در اثر تغییرات حجمی ۵- تغییر در ساختمان و شکل ماکرومولکول ها با حذف آب هیدراسیون و یا از طریق تغییر ساختمان آب پیوندی.

گیاهان در جای خود ثابت هستند، بنابراین شیوه های دفاعی مختلفی در آنها برای مقاومت در برابر تنش ها به وجود می آید. این روش های مقاومت یا به صورت ژنتیکی در گیاه وجود دارند یا تحت تأثیر عوامل محیطی یا تنش جهت سازگاری در گیاه ایجاد می شوند و شامل موارد زیر هستند:۱- گیاه بدون آسیب شدید تنش را تحمل می کند ۲- گیاه در برابر عامل تنش با ایجاد روش های حفاظتی مناسب دفاع می کند ۳- گیاه با حذف اثرات تنش به اصلاح و بازسازی بخش های آسیب دیده می پردازد (کرمی، ۱۳۷۷).

تلاش های زیادی برای تعریف و طبقه بندی مقاومت به خشکی شده است. مقاومت به خشکی در حقیقت عبارت از توانایی گونه ها یا ارقام زراعی از نظر رشد و تولید در شرایط خشکی است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). به عقیده می و میلتورپ (۱۹۲۶) و لویت (۱۹۸۰)، گیاهان با یکی از راهبردهای زیر به مقابله با خشکی می پردازند:

۱- فرار از خشکی: توانایی گیاه زراعی از نظر تکمیل چرخه زندگی خود قبل از توسعه کمبود آب و یا به صورت حالت رکود و در نتیجه زنده ماندن در فصل خشک می باشد.

۲- تحمل به خشکی: گیاه به دو طریق خشکی را تحمل می نماید:

۲-۱- اجتناب از پسابیدگی: توانایی گیاه زراعی از نظر تحمل به دوره خشکی طولانی است و از طریق ادامه جذب آب، حفظ آب به مقدار زیاد در بافت های خود و یا کاهش در میزان اتلاف آب از گیاه تحقق می یابد.

۲-۲- تحمل پسابیدگی: توانایی گیاه زراعی نسبت به تحمل خشکی طولانی، با وجود مقدار آب کم در بافت های خود می باشد.

تولید گیاهان در شرایط کم آبی به مقدار دسترسی آب و کارایی مصرف آب بستگی دارد. گیاهی که قادر است آب بیشتری را جذب کند و یا کارایی مصرف آب بیشتری داشته باشد از مقاومت به خشکی بیشتری برخوردار خواهد بود (تایز و زایگر، ۱۹۹۱).

یکی از مسائل مهم و قابل توجه در مورد ذرت تأمین آب و مراحل مختلف آبیاری این گیاه است. در مناطقی که در طول رشد، بارندگی کافی برای تأمین مقدار آبی که این گیاه احتیاج دارد وجود نداشته باشد، بایستی مزارع ذرت را به موقع آبیاری نمود. مقدار آب و مراحل آبیاری بسته به شرایط جوی محیط، بافت خاک و مقدار رطوبت موجود در خاک دارد (خدابنده، ۱۳۶۸).

مقدار رطوبت هوا و میزان نزولات آسمانی و زمان آن نقش مهمی در عملکرد ذرت دارد و کمبود نزولات یکی از عوامل محدود کننده کشت این گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک بشمار می آید.

مقاومت به خشکی در ذرت در مراحل اولیه زندگی از مراحل بعدی آن بیشتر است. برای مثال در مرحله رشد رویشی و تولید برگ نیاز آبی کمتر و در مراحل ظهور گل آذین نر و ماده، گرده افشانی و رسیدن دانه (مرحله شیری و خمیری دانه) نیاز آبی افزایش می یابد و به حد بحرانی می رسد. خشکی شدید در مراحل اولیه رشد و نمو موجب کوتاهی بوته، پژمردگی و پیچ خوردگی برگ ها، به تعویق افتادن ظهور گل آذین نر و ماده، عقیم شدن سنبلچه ها و در نتیجه کاهش تعداد و وزن دانه خواهد شد (مجنون حسینی، ۱۳۹۰).

۲-۹-۴- تنش خشکی و استقرار گیاه

تنش آب مهمترین عامل ناتوانی بذور برای جوانه زنی در شرایط مزرعه می باشد زیرا این تنش سرعت و درصد جوانه زنی را کاهش داده و در نهایت استقرار گیاهچه را به تأخیر می اندازد. کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک باعث کاهش دسترسی بذر به آب می شود. بنابراین، پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و جوانه زنی دارد (رحیمیان و همکاران، ۱۳۷۰). عواملی مثل کنترل ژنی، اندازه دانه، پوست دانه، قوه نامیه، کشت و کار عمیق، رطوبت پائین و پوسته سخت بذر از عواملی هستند که جوانه زنی، ظهور و توان گیاهچه را کاهش می دهند (راجاسکاران و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-۹-۵- تنش خشکی وخصوصیات برگ

رشد برگ یکی از پارامترهایی است که به شدت به عوامل محیطی وابسته است. منفی شدن پتانسیل آب بافت های مریستمی در طول روز غالبا موجب کاهش فشار تورژسانس به حد پایین تر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول می گردد، بنابراین عموما گونه های گیاهی حداکثر رشد خود را در شب یعنی در زمانی که پتانسیل منفی سلول کمتر می شود انجام می دهند.

همچنین فرایند تقسیم و طویل شدن سلول نسبت به خشکی بسیار حساس است. به طور کلی، تنش خشکی در طول دوره رویشی باعث کوچک تر شدن برگ ها می شود. همچنین شاخص سطح برگ، دوره رسیدن محصول و میزان جذب نور توسط گیاه کاهش می یابد (لویت، ۱۹۸۰).

یکی از راهکارهای در زمان وقوع تنش کاهش سطح و تعداد برگ ها می باشد. برگ ها به عنوان واحد فتوسنتزی در گیاه نقش ویژه ای دارد، ژنوتیب های با تعداد برگ بیشتر در شرایط تنش توان فتوسنتزی بالایی دارند، اما این موضوع با تعرق بیشتر گیاه در این شرایط در تقابل است. شواهد نشان می دهد ارتباط ضعیفی بین ویژگی اندام های هوایی در کاهش تعرق آب و افزایش عملکرد وجود دارد (پالد و همکاران، ۱۹۸۵). گیاهان در شرایط مزرعه ممکن است در برخی مراحل رشد درجاتی از کمبود آب را تجربه کنند که برخی شاخص های فیزیولوژیکی مهم مانند سطح برگ و میزان کلروفیل اثر مستقیم کمبود آب، رشد گیاه، سطح برگ و در نهایت فتوسنتز را کاهش می دهد (فرناندز و همکاران، ۱۹۹۶). برخی از محققان گزارش کردند که تنش خشکی در نخود موجب کاهش ارتفاع بوته، کوچک شدن و ضخیم شدن برگ ها و ریزش زود هنگام آنها می شود (معصومی و همکاران، ۱۳۸۴).

بلوم (۱۹۹۶) نیز اشاره کرد که تغییر سطح برگ فرایند مهمی است که محصولات زراعی تحت تنش از طریق آن آب مورد نیاز خود را حفظ می کنند و از طریق تعدیل سطح برگ، کاهش آب را از پوشش گیاهی با توجه به مقدار آن در خاک تنظیم می نماید و خشکی از طریق کاهش تعداد برگ های فعال، سطح جذب دی اکسید کربن را کاهش می دهد.

مطالعات گسترده نشان داده است کاهش هدایت روزنه ای برگ تا حد زیادی به افزایش سطح آبسیزیک اسید در آوند چوبی بستگی دارد. بنابراین آبسیزیک اسید تولیدی به عنوان یک علامت تنش خشکی، هدایت روزنه ای را تنظیم می کند (تاردیو و همکاران، ۱۹۹۲).

غلظت های زیاد آبسیزیک اسید موجب کاهش رشد برگ می شود (ژانگ و دیویس، ۱۹۹۰). در نتیجه کاهش سطح برگ سبب کاهش فتوسنتز خالص می شود (پسرکلی، ۱۹۹۹). محدودیت رطوبت در خاک از طریق کاهش سطح برگ و متعاقب آن کاهش فتوسنتز و کاهش انتقال مواد به ریشه گیاهان زراعی مؤثر خواهد بود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸).

تشدید کمبود آب در اوایل دوره رشد تا اواسط دوره گلدهی موجب کوچک شدن گیاه، گره های کمتر و شاخه های میوه دهنده و شاخص سطح برگ کمتر در پنبه می شود (بارک و اوماهونی، ۲۰۰۱). تنش رطوبتی در زمان نمو دانه در گندم موجب پژمرده شدن برگ ها و کاهش شدید فتوسنتز شد (واردلاو، ۱۹۶۷). در مطالعه ای روی گندم دوروم، تحت شرایط تنش و کنترل رطوبت مشاهده شد که تنش خشکی موجب کاهش حداکثر مقدار سطح برگ در شرایط تنش گردید (گیونتا و همکاران، ۱۹۹۵).

۲-۹-۶- اثر تنش خشکی برفتوسنتزو کلروفیل

افزایش تنش خشکی فتوسنتز را کاهش می دهد. البته سرعت کاهش آن به اندازه کاهش سرعت برگ نیست. عوامل محدود کننده فتوسنتز در تنش خشکی در دو گروه قرار دارند. اول عوامل محدود کننده روزنه ای هستند. به این صورت که در تنش خشکی با بسته شدن روزنه ها غلظت دی اکسید کربن در داخل برگ و انتقال آن به کلروپلاست کاهش می یابد و فتوسنتز محدود می گردد. دوم عوامل محدود کننده غیر روزنه ای هستند که شامل عوامل زیست شیمیایی فتوسنتز مانند کلروفیل (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۱). مقدار و فعالیت آنزیم روبیسکو (فلیکاز و مدرادو، ۲۰۰۲)، انتقال الکترون فتوسنتزی، فتوفسفوریلاسیون و مقدار متابولیت ها می باشند (گیمنز و همکاران، ۱۹۹۲).

تنش خشکی بر هدایت مزوفیلی که از عوامل غیر روزنه ای مؤثر در فتوسنتز است نیز اثر نامطلوبی دارد (پسرکلی، ۱۹۹۹).

تنش خشکی ملایم فتوسنتز را به طور عمده از طریق عوامل قابل برگشت روزنه ای کاهش می دهد، اما در شرایط شدیدتر، یا در تنش طولانی مدت، عوامل غیر روزنه ای نیز مزید بر علت می گردند (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹).

محسن زاده و همکاران (۱۳۸۲) نشان دادند که دو هفته تنش خشکی موجب کاهش کلروفیل در برگ های گندم می شود. کاستونگای و مارکاهارات (۱۹۹۲) اظهار داشتند که واکنش اولیه لوبیا به تنش رطوبتی بسته شدن روزنه ها می باشد که موجب کاهش سرعت فتوسنتز تحت این شرایط و کاهش فشار جزئی دی اکسید کربن داخل برگ می شود. سنجش مقدار کلروفیل محتوی برگ نیز نشان داد که پس از ۱۴ روز تنش خشکی، مقدار کلروفیل a و b به طور معنی داری کاهش یافت (محسن زاده و همکاران، ۱۳۸۲). کاهش کلروفیل که به عنوان محدود کننده غیر روزنه ای فتوسنتز محسوب می شود (صالحی، ۲۰۰۴) در تنش خشکی شدید به دلیل افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز (مجوندار و همکاران، ۱۹۹۱) و پراکسیداز (اشرف و همکاران، ۱۹۹۴) اتفاق می افتد. مایورال و همکاران (۱۹۸۱)، نشان دادند که تنش رطوبتی میزان کلروفیل برگ را کاهش می دهد. کاهش سبزینگی برگ در شرایط تنش طولانی مدت ممکن است تا حدودی به دلیل کاهش جریان نیتروژن به بافت ها و متابولیسم نیترات رداکتاز باشد (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹).

پایداری کلروفیل به عنوان یک معیار مقاومت به خشکی برای انتخاب ارقام مقاوم شناخته شده است. شاخص پایداری بالا به معنی بی تأثیر بودن تنش بر گیاه می باشد و موجب دسترسی بهتر گیاه به کلروفیل می شود (مودهان و همکاران، ۲۰۰۰). امن و همکاران (۱۹۹۹) میزان کلروفیل پرچم در گیاه گندم تحت شرایط تنش خشکی، در مرحله گرده افشانی را توسط کلروفیل متر اندازه گرفتند و نشان دادند که برخلاف انتظار، میزان کلروفیل با افزایش تنش به طور معنی داری افزایش می یابد.

کریدمن (۱۹۸۲) اشاره کرده است در زمانی که کمبود آب در برگ ها بین ۱۰ تا ۱۵٪ است، شدت فتوسنتز ۱۵ تا ۱۸٪ کاهش می یابد و هنگامی که کمبود آب در برگ ها تا ۲۰٪ است، فتوسنتز تا ۴۰٪ کاهش می یابد.

خشکی همچنین باعث شکسته شدن کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل می گردد. گیاهانی که حساسیت بیشتری به خشکی دارند، کمپلکس کلروفیل-پروتئین و لیپید آنها ناپایدارتر می باشد. در اثر خشکی، تشکیل پلاستید های جدید کلروفیلa، کلروفیلb، کاروتن، ویولو گزانتین و نئو گزانتین کاهش می یابد و نسبت کلروفیلa به کلروفیلb تغییر می کند (لاولر، ۱۹۷۹).

۲-۹-۷- بیوماس (تر و خشک) و عملکرد

تولید بیوماس بالا در شرایط محدودیت رطوبت از صفات مطلوب در گیاه به شکار می رود. زیرا تنش خشکی موجب کاهش در میزان بیوماس گیاه می شود (فروغ و همکاران، ۲۰۰۹). عملکرد گیاه تحت شرایط تنش خشکی شدیدا به فرآیندهای تسهیم ماده خشک و توزیع زمانی بیوماس وابسته است (کیج و همکاران، ۲۰۰۴). در آفتابگردان در اثر تنش خشکی کاهش در مقدار بیوماس مشاهده شد (تاهیر و مهید، ۲۰۰۱). همچنین در سویا (اسپیچ و همکاران، ۲۰۰۱) و لوبیا سبز (ویبر و همکاران، ۲۰۰۶) تنش کم آبیاری موجب کاهش بیوماس شد.

وزن خشک شاخص خوبی برای ارزیابی رشد و عملکرد گیاه محسوب می شود (غفاری پور، ۲۰۰۵). لاهو و گواتار (۲۰۰۳) کاهش در وزن خشک ساقه و برگ را در سیب زمینی تحت تأثیر تنش خشکی گزارش کردند. نتیجه تحقیق غفاری پور (۲۰۰۵) نیز بیانگر کاهش وزن خشک ساقه و برگ در شرایط کم آبی است. تنش ملایم در چغندرقند وزن خشک ساقه را تحت تأثیر 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 تأثیر تنش خشکی قرار می گیرند. کمبود آب موجب کاهش در صفات مربوط به عملکرد می شود که دلیل آن را می توان اختلال در تبادلات گازی برگ دانست که نه تنها سبب محدودیت در اندازه منبع و مخزن می شود بلکه در جذب و انتقال مواد و تسهیم ماده خشک ایجاد اختلال می کند (انجوم و همکاران، ۲۰۱۱).

کومار و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که در کلزا تنش کم آبی سبب کاهش تعداد دانه در غلاف شد در حالی که وزن دانه ها را افزایش داد.

تنش خشکی بیشتر از طریق کاهش تعداد غلاف در متر مربع به دلیل کاهش تسهیم زیست توده به غلاف، کاهش ظرفیت فتوسنتزی یا قدرت منبع بر اثر بسته شدن روزنه ها و کاهش ماده خشک کل گیاه، عملکرد را کاهش می دهد (مرادی، ۲۰۰۵).

۲-۹-۸- تأثیر تنش خشکی بر فرایندهای فیزیولوژیک گیاه

۲-۹-۸-۱- تأثیر تنش خشکی بر مقدار آب نسبی برگ و دمبرگ

حداقل مقدار آب در بافت های گیاهی با عبارات مختلفی همچون محتوی نسبی آب گیاه سنجیده می شود (دال و دایلس، ۱۹۹۵). مقدار آب نسبی برگ با سرعت تعرق ارتباط دارد. لذا از این مؤلفه به مقدار زیادی جهت تعیین اختلاف ارقام از نظر تحمل به خشکی استفاده می شود (علیمرادی و همکاران، ۱۳۷۷). تنش های محیطی با تغییر ساختمان غشا از نظر کمیت و کیفیت اسیدهای چرب و پروتئین ها، می تواند رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهند. در گیاهان تحت تنش، وزن اولیه برگ ها کاهش می یابد و برای رسیدن به حالت تورژسانس کامل آب بیشتری جذب نموده و افزایش وزن تر بیشتری خواهند داشت (اهدایی، ۱۳۷۲). مقدار آب نسبی برگ در سیب زمینی برای گیاهان آبیاری شده بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد و برای گیاهان آبیاری نشده بین ۷۶ تا ۸۷ درصد است (لوون، ۱۹۸۱). تغییرات مقدار آب نسبی برگ تحت شرایط تنش خشکی، در ارقام مختلف به قابلیت نگهداری آماس برگ تحت شرایط تنش خشکی بستگی دارد (بانسال و ناجاراجان، ۱۹۸۳).

۲-۱۰- پرایمینگ بذر

از حدود چهل سال پیش پرایمینگ بذر با مواد مختلف شروع شده و این تیمار بذر برای افزایش سرعت و یکنواختی سبز شدن در تعدادی از سبزیجات، گل ها و برخی گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گرفت. این تمهیدات به عنوان عاملیسودمند در کیفیت بذر، جوانه زنی، استقرار محصول، رشد و عملکرد مطرح می باشد.

این تیمارها و مشخصات آنها توسط برخی محققین مورد بررسی قرار گرفته است (کان، ۱۹۹۲ و اشرف و فود، ۲۰۰۶). پرایمینگ بذر دوره کاشت تا استقرار گیاهجه را کوتاه کرده و صدمات ناشی از قرار گیری بذر در شرایط نامساعد محیطی را کاهش می دهد (کان و همکاران، ۱۹۷۸). این تکنیک شامل فرآیندهایی است که طی آن بذر آب جذب کرده و پس از خشک کردن بذور، آنها را برای مدت تعیین شده در محیطی با دمای خاص قرار می دهند (بردفورد، ۱۹۹۶). هریس (۱۹۹۹) اذعان داشت که پرایمینگ شامل جذب آب و خشک شدن مجدد بذر می باشد، که باعث تغییرات بیوشیمیایی در درون بذر به هنگام جذب آب و همچنین بعد از کاشت می گردد. سودمندی پرایمینگ بر رشد و نمو گیاهان مربوط به اثرات مستقیم و غیر مستقیم این فرایند است (هریس و همکاران، ۱۹۹۹، ۲۰۰۱). اثرات غیر مستقیم پرایمینگ سرعت رشد گیاهان بیش از اثرات مستقیم آن می باشد. چانگ و سانگ (۱۹۹۸) گزارش کردند که بذور پرایم نسبت به بذور غیر پرایم از طول عمر بیشتری برخوردار هستند. تغییر در ترکیب قندهای محلول ممکن است یکی از عوامل مؤثر بر طول عمر بذر باشد پرایمینگ باعث مقاومت به دماهای بالا و کاهش صدمات وارده به بذر می شود.

۲-۱۰-۱- فواید پرایمینگ

- افزایش جوانه زنی و سبز شدن و یکنواختی در سبز شدن
- بهبود تغذیه گیاهان زراعی
- بهبود عملکرد در شرایط نامطلوب

- افزایش مقاومت به آفات و بیماری ها
- تأثیر مثبت بر رشد و عملکرد گیاه
- تأثیر مطلوب بر زودرسی گیاه

۲-۱۰-۲- انواع پرایمینگ بذر

تعدادی از زوش های پرایمینگ شامل هیدروپرایمینگ، هیدروترمال پرایمینگ، اسمو پرایمینگ، هالو پرایمینگ، بیو پرایمینگ، ماتریک پرایمینگ، ترمو پرایمینگ، هورمون پرایمینگ و... می باشد.

۲-۱۱- اسید سالیسیلیک

۲-۱۱-۱- کلیات

یونانیان قدیم و آمریکایی ها دریافتند که برگ ها و پوست درختان بید، تب و درد جرئی را از بین می بردند. در سال ۱۸۲۱، یوهان بوخنر که در آلمان کار می کرد، اولین کسی بود که مقادیر مشخصی از سالیسیلین را جدا ساخت. این ماده شامل مقداری سالیسیلات غالب در پوست بود. شخصی به نام رافائل پیریا این ترکیب فعال موجود در پوست بید را اسید سالیسیلیک نامید که از اسم لاتین Salix به معنی بید گرفته شده است. تولید تجاری این ماده در سال ۱۸۷۴ در آلمان آغاز شد و برای تولید و تجارت دارو در آلمان به کار می رفت (هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

اسید سالیسیلک یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید، گروهی از هورمون های گیاهی (راسکین، ۱۹۹۲) و ترکیبی درون زا است و به یک گروه از ترکیبات فنلی تعلق دارد و دارای یک حلقه آروماتیک همراه با یک گروه هیدروکسیل می باشد (التایب، ۲۰۰۵) که به وسیله سلول های ریشه و میکرواورگانیسم های مختلف تولید شده و به اشکال مختلف در هوا، سطح برگ و اطراف سلول های ریشه وجود دارد. این ماده در بسیاری از گیاهان وجود دارد و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مانند رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند (پاپوا و همکاران، ۲۰۰۳ و التایب، ۲۰۰۵).

اسید سالیسیلیک در حالت آزاد به صورت پودر کریستاله سفید رنگ وجود دارد که نقطه ذوب آن ۱۵۷ تا ۱۵۹ درجه سانتی گراد و pH آن ۲/۴ و سوزش آور می باشد.

فرمول ملکولی این ماده C7H6O3 می باشد. جرم ملکولی آن ۱۳۸/۱۲ گرم بر مول و چگالی آن ۱/۴۴۳ گرم بر سانتی متر مکعب است. یکی از مشتقات اسید سالیسیلیک، استیل اسید سالیسیلیک یا آسپرین می باشد که پس از جذب سریعا به اسید سالیسیلیک تبدیل می شود. در محیط آبی، استیل اسید سالیسیلک به راحتی به اسید سالیسیلیک تبدیل می شود. امروزه اسید سالیسیلیک در اشکال متنوع و به صورت گسترده ای در گیاهان شناخته شده است. پیش ماده بیوسنتز اسید سالیسیلیک، اسید شیکیمیک است میکرواورگانیسم های مختلف، اسید سالیسیلک را از مسیر اسید کوریزومیک که یک حد واسط مهم مسیر اسید شیکیمیک است، سنتز و ترشح می کنند (استیچر و همکاران، ۱۹۹۷). مقدار زیادی اسید سالیسیلیک در نمونه های خاک برداشت شده از رایزوسفر ذرت و لوبیا گزارش شده است (الطایب، ۲۰۰۵). در تحقیقی روی یولاف گزارش شد که میزان مهار کنندگی اسید سالیسیلیک به غلظت این ماده و pH وابسته است (هارپر و بالک، ۱۹۸۱). زیرا جذب اسید سالیسیلیک تحت تأثیر pH است به طوری که با کاهش pH خاصیت مهار کنندگی اسید سالیسیلیک افزایش خواهد می یابد.

اسید سالیسیلیک در تنظیم رشد، نمو و عمل متقابل با میکرواورگانیسم ها و پاسخ به تنش های محیطی در گیاهان نقش دارد (یالپانی و همکاران، ۱۹۹۴ و سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲). علاوه بر این در جوانه زنی دانه ها، عملکرد میوه، گلدهی، و گلیکولیز در گیاهان (هایات و همکاران، ۲۰۱۰)، جذب و انتقال یون (هارپر و بالک، ۱۹۸۱)، سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه ای و تعرق نقش دارد (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). اسید سالیسیلیک، یک مولکول سیگنالی اساسی در مقاومت به بیماری در گیاهان در پاسخ به حملات پاتوژنی گوناگون است (آلورز، ۲۰۰۰) و در مقاومت به محدوده وسیعی از تنش های اکسیداتیو در گیاهان نقش دارد. کاربرد خارجی این ماده در تولید زیستی، رشد و فعالیت آنزیم

های گوناگون در گیاهان در مقابل تنش هـای زیسـتی و غیـر زیسـتی مختلـف نقـش دارد (هایـات و همکاران، ۲۰۱۰).

اسید سالیسیلک تولید شده توسط گیاهان اثر آللوپاتیک روی گیاهان اعمال می نماید. همچنـین اثـر مهارکنندگی روی بیوسنتز اتیلن دارد که این اثر نیز به pH محیط عمل وابسته است و این اثـر را از طریق تأثیر بر آنزیم ۱- آمینو سیکلو پروپان ۱- کربوکسـیلات سـنتتاز (ACC سـنتتاز) اعمـال مـی نماید (الطایب، ۲۰۰۵). اسید سالیسیلیک به دلیل داشتن گـروه OH- هیدروکسـیل آزاد روی حلقـه بنزوئیک اسید، قادر به شلاته کردن یا کلاته کردن فلزات می باشـد. بنـابراین بـا شـلاته کـردن آهـن موجود در آنزیمی به نام ۱-آمینو سیکلو پروپان ۱-کربوکسیلات اکسـیداز (ACC اکسـیداز)، موجـب بلوکه کردن این آنزیم و در نهایت مهار بیوسنتز اتیلن می شود (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). عـلاوه بـر این اسید سالیسیلیک بر آنزیم ACC سنتتاز نیز اثر می گذارد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲).

اسید سالیسیلیک معمولا با اثر بر هورمون های آبسیزیک اسید (سنارانتا و همکـاران، ۲۰۰۲) و اتـیلن (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲) بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و رشد گیاه را تنظیم می کند. از جملـه با اثر روی آبسیزیک اسید و تجمع این هورمون در گیاه باعث سازگاری گیـاه نسـبت بـه تـنش هـای محیطی می شود (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). بین اثر اسید سالیسـیلیک و اتـیلن بـر مقـدار مـالون د آلدئید، رابطه آنتاگونیسـتی وجـود دارد (مجـد و همکـاران، ۱۳۸۵). در پـژوهش انجـام شـده توسـط مظـاهری تیرانـی و همکـاران (۱۳۸۷)، تیمـار تـوأم ۵۰ پـی پـی ام اتـیلن و ۰/۵ میلـی مـول اسـید سالیسیلیک، مقدار کارتنوئید را افزایش داد. کارتنوئیدها قادرند انرژی زیاد طـول مـوج هـای کوتـاه را گرفته و با گرفتن رادیکال های اکسیژن تولید شده نقش آنتی اکسـیدانی خـود را ایفـا کننـد (اینـز و مونتاگو، ۲۰۰۰). اسید سالیسیلیک موجب تجمع آبسیزیک اسید و ایندول استیک اسید نیز می شـود ولی روی سیتوکینین اثری ندارد. اسید سالیسیلیک گسترش، تقسیم و مرگ سلولی را تنظیم کـرده و در واقع بین رشد و پیری تعادل ایجاد می کند (پاپوا و همکاران، ۲۰۰۳).

اسید سالیسیلیک در ایجاد پاسخ های گیاهان در برابر تنش های محیطی نقش دارد (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). کات و کلسیگ (۱۹۹۲)، نشان دادند که اسید سالیسیلک در جوانه زنی نقش دارد. کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک باعث تحریک جوانه زنی بذر می شود (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). به گزارش الطایب (۲۰۰۵) درصد جوانه زنی بذرهای جو در محلول یک میلی مول اسید سالیسیلک نسبت به شاهد افزایش معنی داری نشان داد. پژوهش انجام شده توسط مظاهری تیرانی و منوچهری کلانتری (۱۳۸۵) نشان داد که درصد جوانه زنی بذر کلزا در غلظت های بیشتر از یک میلی مول اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد در تیمار با اسید سالیسیلیک کاهش معنی دار دارد. به عقیده مظاهری تیرانی و همکاران (۱۳۸۷) اسید سالیسیلیک در غلظت های یک میلی مول و پایین تر به عنوان ترکیب ضد تنشی موجب کاهش اثرات اکسیداتیو ناشی از تولید اتیلن می شود ولی غلظت ۱/۵ میلی مول اسید سالیسیلیک اثرات تنشی ناشی از اتیلن را تشدید می کند. البته گزارش شده است که این ماده در غلظت های بیشتر از یک میلی مول در رفع آسیب های ناشی از تنش اکسیداتیو طی جوانه زنی دخالت دارد (لوپز و همکاران، ۱۹۹۹). در مقایسه ای که روی تیپ وحشی جهش یافته آرابیدوپسین انجام گرفت، اسید سالیسیلیک را به عنوان برطرف کننده آسیب های اکسیداتیو طی جوانه زنی بذر معرفی کردند (هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

اسید سالیسیک در تنظیم و ایجاد علامت هایی برای تجلی ژن ها در زمان پیری در گیاه آرابیدوپسین نقش دارد. این ماده مانع رسیدگی میوه ها می شود (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). ثابت شده که اسید سالیسیلیک نقش دوگانه در آرابیدوپسین دارد. از یک طرف اسید سالیسیلیک از طریق اثر بر حوضچه های گلوتاتیون دفاع آنتی اکسیدانی را فعال می کند و با اثر بر آنزیم های آنتی اکسیدان موجب مقاومت گیاه به تنش های محیطی می شود. از طرف دیگر، مرگ برنامه ریزی شده سلول را از طریق O3 فعال می کند (گیجو و همکاران، ۲۰۰۲). اسید سالیسیلک موجب جلوگیری از صدمه به اسیدهای چرب غیر اشباع، کاهش نفوذپذیری غشا و حفاظت از غشای تیلاکوئیدی در زمان تنش در گیاهچه های آرابیدوپسین می شود (بورسانیو و همکاران، ۲۰۰۱).

اسید سالیسیلیک با اثر بر H_2O_2، توان آنتی اکسیدانی را افزایش داده و از گیاه در برابر تنش های اکسیداتیو محافظت می کند (جانسن و توماس، ۲۰۰۱ و دیویس، ۲۰۰۵). مظاهری تیرانی و همکاران (۱۳۸۷) نتیجه گرفتند که سالیسیلیک افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای ناشی از اتیلن را کاهش می دهد. بنابراین اسید سالیسیلیک به نوعی با کاهش پراکسیداسیون لیپیدها از طریق اثر بر مکانیسم های دفاع آنزیمی و غیر آنزیمی، گیاه کلزا را در مقابل تنش اکسیداتیو محافظت می کند. اسید سالیسیلیک در گیاهچه های گندم از طریق افزایش مقدار آبسیزیک اسید باعث پیش سازگاری نسبت به استرس های اکسیداتیو می شود. این ماده با اثر بر مقدار آبسیزیک اسید باعث تکامل واکنش های ضد تنش (تجمع پرولین) در گیاهچه های گندم می شود (شکیروا و ساهابوتینوا، ۲۰۰۳). کاربرد اسید سالیسیلیک موجب کاهش خسارت کمبود آب و شوری روی گیاهچه و تسریع در تجدید فرآیندهای رشد در گندم گردیده است (ساهابوتینوا و همکاران، ۲۰۰۴).

گزارشات متعددی مبنی بر نقش اسید سالیسیلیک بر کاهش اثرات ناشی از تنش ها وجود دارد. اسید سالیسیلیک با اثر بر آنزیم های آنتی اکسیدان مانند کاتالاز (اسلای مارکر و همکاران، ۲۰۰۲)، سوپر اکسیددیسموتاز (دت و همکاران، ۱۹۹۸)، پلی فنل اکسیداز (دت و همکاران، ۱۹۹۸) اثرات ناشی از تنش های خشکی (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲)، گرما (دت و همکاران، ۱۹۹۸)، سرما (تاسجین و همکاران، ۲۰۰۳)، شوری (الطایب، ۲۰۰۵)، فلزات سنگین (چادوری و پاندا، ۲۰۰۴) و بیماریهای گیاهی (دیویس، ۲۰۰۵) را کاهش می دهد همچنین، اسید سالیسیلیک می تواند نقش محوری در مقاومت گیاهان به بیماری داشته باشد. در توتون و کدو، مقدار اسید سالیسیلیک بعد از آلوده شدن گیاه به عامل بیماری زا تا چند برابر افزایش می یابد (امبوراب، ۲۰۰۲).

اسید سالیسیک در گوجه فرنگی و لوبیا سبب افزایش مقاوت به دمای پایین و بالا می شود (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین سبب کاهش آسیب عناصر سنگین در برنج و تغییر در فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان در زمان سرما زدگی در ذرت می شود (هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

تجمع لکتین ها در گندم نیز به اسید سالیسیلیک نسبت داده می شود (شکیروا و بیزراکوا، ۱۹۹۷). کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک سبب ایجاد تحمل به تنش های گرما (دت و همکاران، ۱۹۹۸)، سرمازدگی (هایات و همکاران، ۲۰۱۰) و شوری در دو لپه ای ها نیز می گردد (بورسانیو و همکاران، ۲۰۰۱).

حسین و همکاران (۲۰۰۸) اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و گلایسین بتائین روی اصلاح روابط آبی وکارایی مصرف آب در آفتابگردان را طی دو سال متوالی بررسی کردند و برای این کار غلظت ۰/۷۲۴ میلی مول اسید سالیسیلیک و ۱۰۰ میلی مول گلایسین بتائین، دو روش کاشت سطحی و شیاری و دو زمان جوانه زنی و گلدهی استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک اثر معنی داری روی پارامترهای روابط آبی طی هر دو سال داشت. به گزارش حسین و همکاران (۲۰۰۸) کاربرد خارجی محلول های سازگار می تواند موجب رشد موفق گیاهان زراعی با مصرف آب پایین شود. در ضمن پرایمینگ بذر همراه با اسید سالیسیلیک، تحمل به تنش دمای پایین در ذرت هیبرید را توسط فعالیت آنتی اکسیدان و بقای محتوای آب بافت بالا بهبود بخشید (فاروغ و همکاران، ۲۰۰۸). به طور کلی، اسید سالیسیلیک دارای اثرات کلیدی در گیاهان می باشد که از آن جمله می توان به تأثیر در پایداری غشا (گلاس و دانلوپ، ۱۹۷۴)، جذب عناصر غذایی (گلاس، ۱۹۷۵)، روابط آبی (باروکسی و اینهلگ، ۱۹۹۳)، عملکرد روزنه ها (آلدسکدی و همکاران، ۱۹۹۸) و افزایش رشد (راجاسکارن و بلک، ۱۹۹۹) اشاره کرد. البته کاربرد خارجی اسید سالیسیلک در غلظت های زیاد می تواند موجب افزایش سطح تنش در گیاهان شود (هایات و همکاران، ۲۰۱۰)، اسید سالیسیلیک در همزیستی لگوم ها و رایزوبیوم ها نقش مهمی دارد (راسماس و همکاران، ۱۹۹۱).

۲-۱۱-۲- بیوسنتز و متابولیسم

حدود سال ۱۹۶۰ پیشنهاد شد که اسید سلیسیلیک در گیاهان از اسید سینامیک و توسط دو مسیر مهم سنتز می شود (شکل ۲-۲).

یکی مسیر دکربوکسیلاسیون اسید سینامیک از اسید بنزوئیک است که برای مثال در برنج (هایات و همکاران، ۲۰۱۰) و تنباکو (یالپانی و همکاران، ۱۹۹۴) وجود دارد. آنزیمی که تبدیل اسید سینامیک به اسید بنزوئیک را کاتالیز می کنددر گیاه *Quercus pedunculata* شناسایی شده است. مسیر دیگر، ۲- هیدروکسیلاسیون از سینامیک اسید به ا- کوماریک اسید و سپس دکربوکسیله شدن به اسید سالیسیلیک است که توسط آنزیم ترانس- سینامیک- ۴- هیدروکسیلات کاتالیز می شود و ابتدا در گیاهچه های نخود فرنگی مشاهده شد (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). اسید سالیسیلیک از مجموعه ای از ملکول های مختلف تشکیل شده است (ابراهیم و تاورس، ۱۹۵۹). ترکیبی از اسید سالیسیلیک به نام بتا- گلوکوزید- اسید سالیسیلیک در ریشه های گیاهچه های یولاف شناسایی شده است (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). آنزیمی که فرایند متابولیسم اسید سالیسیلیک به ترکیب بتا- گلوکوزید- اسید سالیسیلیک را کاتالیز می کند، اسید سالیسیلیک- گلوکوزیل ترانسفراز (Gtase) نام دارد (یالپانی و همکاران، ۱۹۹۴). اسید سالیسیلیک می تواند به ۲ و ۳- هیدروبنزوئیک اسید یا ۲ و ۵- دهیدروبنزوئیک اسید متابولیزه شود که در برگ های *Astibe sinesis* شناسایی شده است (هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

۲-۱۱-۳- سیگنال شدن و انتقال

اسید سالیسیلیک معمولا به صورت یک ملکول سیگنالی است که در ایجاد و سیگنال شدن پاسخ های دفاعی در برابر حملات پاتوژن های گوناگون نقش دارد (دارنر و همکاران، ۱۹۹۷) و موجب تحریک سیستم مقاومت در گیاهان می شود. سنتز اسید سالیسیلیک می تواند آزادانه در داخل سلول و یا خارج سلول و بافت ها و اندامک ها صورت بگیرد (هایات و همکاران، ۲۰۱۰) و در نهایت توسط رادیکال های آزاد اکسیژن و کلسیم تنظیم می شود (چن و همکاران، ۲۰۰۱). اسید سالیسیلیک به عنوان یک ملکول سیگنالی و تنظیم کننده کلروپلاست نقش دارد (ازونوا و پاپوا، ۲۰۰۰).

همچنین در فعالیت های فتوسنتزی (فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳) و بازدارندگی رسیدن میوه ها (هایات و همکاران، ۲۰۱۰) نقش دارد.

اسید سالیسیلک به صورت متیله در لایه کوتیکولی وجود دارد. متیل سالیسیلات یک ملکول سیگنالی است که در بافت های آوند آبکش وجود دارد. متیل سالیسیلات از اسید سالیسیلیک در تنباکو و بعد از ابتلا به بیماری و شروع پاسخ های دفاعی سنتز می شود. سطوح متیل سالیسیلات در بافت های گیاهی در شرایط مقابله با باکتری ها و ویروس ها افزایش می یابد (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). در تنباکو، دو آنزیم اسید سالیسیلیک باندینگ پروتئین ۲ (SABP2) و اسید سالیسیلیک متیل ترانسفراز ۱ را از حالت غیر فعال به حالت فعال بر می گرداند (فروهر و همکاران، ۲۰۰۵) و اسید سالیسیلیک متیل ترانسفراز۱ (SAMT1) شکل گیری متیل سالیسیلات از اسید سالیسیلیک را کاتالیز می کند. متیل سالیسیلات به عنوان یک سیگنال SAR در تنباکو نقش دارد. بر اساس SABP2 و یا SAMT1 در گیاهان، سیستم مقاومت بلوکه یا تحریک می شود (پارک و همکاران، ۲۰۰۹).

۲-۱۱- ۴- اثر اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز و روابط آبی

هایات و همکاران (۲۰۱۰)، گزارش کردند که در گندم، پیش تیمار دانه ها با غلظت های پایین اسید سالیسیلیک (۰/۰۰۰۰۱ مول)، محتوای پیگمان ها را به طور معنی داری افزایش داد در حالی که غلظت های بالاتر مفید نبود. غوطه ور کردن بذر در اسید سالیسیلیک موجب افزایش پیگمان در کلزا شد (گای و همکاران، ۲۰۰۲) در حالی که غلظت های بالاتر اثر بازدارنده داشت (فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳) و موجب کاهش کلروفیل در گیاهان پیش تیمار با اسید سالیسیلیک شد (آناندمی و راماناجان، ۱۹۹۷). اسید سالیسیلیک سنتز کارتنوئیدها و زانتوفیل ها را فعال و سرعت فتوسنتز را در گندم افزایش داد و این افزایش همراه با کاهش پیگمان های کلروفیل و نسبت کلروفیل a/b در گندم بود (هایات و همکاران، ۲۰۱۰).

غوطه ور کردن دانه های گندم در غلظت های پایین روی برگ، فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز را به طور معنی داریافزایش داد (هایات و همکاران، ۲۰۱۰). با این حال تیمار با غلظت های بالاتر اسید سالیسیلیک، فعالیت برخی از آنزیم ها را کاهش داد. با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، فعالیت آنزیم ریبولوز ۱ و ۵- بیس فسفات کربوکسیلاز / اکسیژناز در جو کاهش یافت و این کاهش همراه با افزایش فعالیت آنزیم فسفو انول پیرووات کربوکسیلاز بود که منجر به کاهش فتوسنتز شد.

فصل سوم

مواد و روشها

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- آزاد شهر) اجرا شد. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶ متر است. منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه در این منطقه بین ۱۵۰ تا ۱۶۰ میلی متر است و بارندگی ها عمدتا در فصل پاییز و زمستان رخ می دهد. حداقل و حداکثر دمای منطقه به ترتیب ۹/۶- و ۴۰ درجه سانتی گراد است. براساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی در سال زراعی۹۳-۹۲ مجموع بارندگی در این منطقه ۲۰۳/۷ میلی متر و میانگین حداقل و میانگین حداکثر دمای روزانه به ترتیب ۵/۹ و ۱۹/۵ درجه سانتی گراد بوده است.

۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

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

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

	درصد	واحد
درصد اشباع	۳۲/۲	درصد
قابلیت هدایت الکتریکی	۰/۶۵	دسی زیمنس بر متر
اسیدیته گل اشباع	۷/۰۵	-
درصد مواد خنثی شونده	۲۶/۵	درصد
کربن آلی	۰/۵۵	درصد
نیتروژن کل	۰/۰۲۰۵	درصد
فسفر قابل جذب	۴۲/۵	پی پی ام
پتاسیم قابل جذب	۱۲۱/۰	پی پی ام
رس	۳۴	درصد
لای	۵۰/۰	درصد
شن	۱۶/۰	درصد
درصد رطوبت	۳/۳	درصد
نسبت جذب سدیم	۲/۸	-
مجموع کاتیون ها	۶۴/۰	میلی اکی والان درلیتر
Na^{+}	۲۰/۰	میلی اکی والان درلیتر
Mg^{2+}	۲۲/۰	میلی اکی والان درلیتر
Ca^{2+}	۴۲/۰	میلی اکی والان درلیتر
مجموع آنیون ها	۶۳/۲	میلی اکی والان درلیتر
SO_4^{2-}	۴۸/۰	میلی اکی والان درلیتر
Cl^{-}	۲۰/۰	میلی اکی والان درلیتر
HCO_3^{-}	۷/۲	میلی اکی والان درلیتر
CO_3^{2-}	۰	میلی اکی والان درلیتر

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

این تحقیق در دو شرایط آزمایشگاهی و مزرعه ای بر روی ذرت انجام شد.

۳-۳-۱- مرحله آزمایشگاهی

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار به اجرا درآمد، در این پژوهش بذرهای ذرت با هیپوکلریت ۵ درصد به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر آبشویی شد، همچنین پتری دیش ها هم توسط وایتکس کاملا ضدعفونی شدند. برای پیش تیمار بذر با محلول اسید سالیسیلیک، بذرها به مدت ۲۴ ساعت درون محلول قرار گرفتند، پس از آن بذرها به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق خشک شدند. به منظور آزمون جوانه زنی بذرهای تیمار شده، بذرها درون پتری دیش های حاوی کاغذ صافی نم دار بود قرار گرفتند و به داخل ژرميناتور با دمای ۲۰ درجه و رطوبت نسبی ۴۵ درصد منتقل شدند. بذرها هر ۸ ساعت یکبار مورد بازبینی و تعداد بذرهای جوانه زده مورد شمارش قرار گرفتند و سپس درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی در آزمایشگاه محاسبه گردید.

شاخص های مورد بررسی در مرحله آزمایشگاهی به شرح ذیل بود.

سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن خشک ریشه چه، وزن خشک ساقه چه محاسبه شد.

۳-۳-۲- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده ها حاصل از آزمایش با استفاده ار نرم افزار SAS و MSTATC انجام و برای مقایسه میانگین ها از آزمون LSD استفاده گردید و شکل ها توسط نرم افزار Excel ترسیم شد.

۳-۳-۳- مرحله مزرعه ای

آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در۳ تکرار انجام شد. و فاکتور اصلی ۳ سطح تنش خشکی (A)، شامل عدم تنش (a_1)، قطع آبیاری در۳ هفته قبل گلدهی (a_2) و قطع آبیاری در ۳ هفته بعد گلدهی (a_3) است. فاکتور فرعی ۵ غلظت اسید سالیسیلیک (B)، شامل غلظت صفر (b_1)، ۵۰۰ (b_2)، ۱۰۰۰ (b_3)، ۱۵۰۰ (b_4)، ۲۰۰۰ (b_5) میکرو مولار می باشد (جدول۳-۲). تعداد تیمارها در مجموع ۱۵ و تعداد کل کرت های آزمایش ۴۵ کرت بود.

۳-۴- عملیات اجرایی

۳-۴-۱- آماده سازی زمین

زمین در سال قبل به صورت آیش و سال قبل از آن زیر کشت گندم بود. در تاریخ ۲۰ تیر ۱۳۹۲ اقدام به آماده سازی زمین با استفاده از گاوآهن برگردان دار و دیسک گردید. سپس ابعاد کرت ها معین شد. هر کرت شامل ۵ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله خطوط ۷۰ سانتی متر بود. دو خط کناری به عنوان حاشیه و دو خط وسط جهت تعیین پارامترهای آزمایش در نظر گرفته شد. بین کرت‌های اصلی، دو خط به صورت نکاشت قرار داده شد.

جدول ۳-۲- ترکیبات تیماری مورداستفاده درآزمایش

پیش تیمار با آب در شرایط عدم تنش	a_1b_1
پیش تیمار با غلظت ۵۰۰ میکرو مولار در شرایط عدم تنش	a_1b_2
پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرو مولار در شرایط عدم تنش	a_1b_3
پیش تیمار با غلظت ۱۵۰۰ میکرو مولار در شرایط عدم تنش	a_1b_4
پیش تیمار با غلظت ۲۰۰۰ میکرو مولار در شرایط عدم تنش	a_1b_5
پیش تیمار با آب در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی	a_2b_1
پیش تیمار با غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی	a_2b_2
پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی	a_2b_3
پیش تیمار با غلظت ۱۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی	a_2b_4
پیش تیمار با غلظت ۲۰۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی	a_2b_5
پیش تیمار با آب در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته بعد گلدهی	a_3b_1
پیش تیمار با غلظت ۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته بعد گلدهی	a_3b_2
پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در شریط اعمال تنش در ۳ هفته بعد گلدهی	a_3b_3
پیش تیمار با غلظت ۱۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته بعد گلدهی	a_3b_4
پیش تیمار با غلظت ۲۰۰۰ میکرو مولار اسید سالیسسیلیک در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته بعد گلدهی	a_3b_5

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

شکل ۳-۱- نقشه کاشت طرح آزمایشی مورد استفاده

۳-۴-۲- کاشت

عملیات کاشت در تاریخ ۵ مرداد ۱۳۹۲ با دست و در عمق ۷-۵ سانتی متری انجام شد. فاصله دو بوته روی ردیف ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. بذر ذرت مورد استفاده رقم زودرس NS5043 بود.

۳-۴-۳- داشت

قبل از کاشت زمین آبیاری شد و بعد از کاشت سه مرحله آبیاری به صورت جوی و پشته هر ۷ روز یکبار انجام شد و آبیاری های بعدی هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. مقادیر آب مصرفی تا استقرار کامل گیاه برای تمام تیمارها یکسان بود. طی دوران داشت، وجین علف های هرز در کل دوره رشد به صورت دستی انجام شد. مهمترین گونه های علف هرز مزرعه به ترتیب فراوانی آنها در سطح زمین شامل پیچک صحرایی، خرفه، تاج ریزی و خارشتر بودند. آفت و بیماری خاصی در مزرعه در طول فصل رشد مشاهده نگردید.حدودا دو هفته پس از کاشت عمل واکاری در نقاطی که بذور سبز نشده بود صورت گرفت و همزمان در نقاطی که هر دو بذر کشت شده سبز گردید بودند عمل تنک کردن صورت گرفت و بوته های ضعیف تر حذف گردید.

۳-۴-۴- برداشت

برداشت جهت تعیین عملکرد در تاریخ ۱۳۹۲/۷/۲۰ صورت گرفت. به این ترتیب بوته از نزدیک سطح زمین قطع گردید و برای اندازه گیری صفات مورد بررسی به آزمایشگاه انتقال داده شدند و نمونه ها درون پاکت های شماره دار در داخل آون خارج و به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه در هوای آزمایشگاه نگهداری شدند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند.

۳-۵- سرعت جوانه زنی

با استفاده از رابطه زیر سرعت جوانه زنی محاسبه گردید

$$\text{سرعت جوانه زنی} = \sum_{1}^{j} ni/Di$$

ni: تعداد بذر جوانه زده در روز i ام و Di تعداد روز پس از شروع آزمایش می باشد.

۳-۶- سرعت سبز شدن

سرعت سبز شدن از فرمول زیر محاسبه گردید

$$(EI= dn\times E1) + (dn\text{-}1 \times E2) +\ldots..+ (dn - (n\text{-}1) \times En$$

dn: آخرین روزی که بذور سبز کردند و تعداد گیاهچه های ظاهر شده در کرت مربوط بصورت ثابت باقی ماند

En: تعداد بذور سبز کرده در همان روز

۳-۷- صفات زراعی و مورفولوژیک

۳-۷-۱- ارتفاع و قطر ساقه

به هنگام برداشت، تعداد ۵ بوته از هر کرت پس از در نظر گرفتن حاشیه انتخاب شد. ارتفاع بوته به وسیله متر و بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد. سپس از ارتفاع این بوته ها میانگین گرفته شد و به عنوان ارتفاع بوته های آن ترکیب تیماری در نظر گرفته شد. قطر ساقه اصلی از فاصله ۵ سانتی متری از سطح زمین، با استفاده از کولیس روی ۴ بوته اندازه گیری شد، سپس میانگین آن محاسبه گردید.

۳-۷-۲- وزن خشک برگ و ساقه

به منظور اندازه گیری وزن خشک، ۳ بوته به عنوان نمونه از هر کرت برداشت شد. نمونه های منتقل شده به آزمایشگاه به دو بخش برگ و ساقه تفکیک شدند. اجزاء تفکیک شده به طور مجزا در پاکت

قرار داده شده و به منظور تعین وزن خشک، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجـه سـانتی گـراد در آون قرار گرفتند در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند.

۳-۷-۳- شاخص سطح برگ (LAI)

از آن جا که تشعشع خورشیدی به طور یکنواختی روی سطح زمین پخش مـی شـود لـذا LAI یـک معیار تقریبی از مساحت برگ ها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آنها قابل دسترس می باشد. به عبارت ساده تر، LAI نشان می دهد که در یک متر مربع زمین چند متر مربع بـرگ وجـود دارد. میزان سطح برگ تعیین کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است و افزایش شاخص سـطح بـرگ بـه دلیل ارتباط تنگاتنگ و مثبتی که با جذب تشعشع دارد، عملکرد ماده خشک را افـزایش مـی دهـد و این هم بستگی تا رسیدن به شاخص سطح برگ بحرانی ادامه دارد. اندازه گیری شاخص سطح برگ در مرحله گرده افشانی صورت گرفت. جهت تعیین میزان سطح برگ از فرمول (بیشـترین طـول بـرگ × بیشترین عرض برگ × ۰/۷۵) استفاده شد.

۳-۸- صفات فیزیولوژیک

۳-۸-۱- محتوی نسبی آب (RWC)

مقدار آب نسبی برگ بعد از اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی بر حسب درصد اندازه گیری شد. به منظور تعیین محتوی نسبی آب برگ، بین ساعات ۱۱ تا ۱۴ وارد مزرعه شده و در هر کرت ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و هر برگ به عنوان یک واحد نمونه گیری در نظر گرفته شد. مقدار ۰/۳ گرم از برگ مربوطه جدا گردید و سپس به مدت ۲۴ سـاعت (حبیبـی، ۱۳۷۲) در آب مقطر و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شدند (کرامر، ۱۹۸۳).

پس از این مدت برگ ها را از آب مقطر خارج و بعد از اینکه آب روی آنها با کاغذ صافی خشـک شـد وزن شدند (وزن اشباع). پس از آن به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سـانتی گـراد قـرار داده شد و سپس وزن شدند (وزن خشک).

محاسبه مقدار آب نسبی با استفاده از رابطه زیر صورت گرفت (توحیدلو، ۱۳۷۸)

فرمول (۳-۵)

{(وزن خشک – وزن اشباع) / (وزن خشک - وزن تر)}=مقدار آب نسبی

۳-۸-۲- کلروفیل

اندازه گیری کلروفیل بعد از اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی انجام شد. هر کرت تعداد ۳ بوته به عنوان معیار کرت انتخاب و علامت گذاری شدند. در هر اندازه گیری تعداد سه برگ (جدید، معمولی و قدیمی) از هر بوته انتخاب و کلروفیل آن توسط دستگاه SPAD تعیین شد.سپس میانگین آنها محاسبه گردید. در نهایت میانگین کلروفیل ۳ بوته در هر کرت بر حسب واحد SPAD (هیسکوکس و ایسرالیستام، ۱۹۷۸) برای محاسبات تعیین شد.

۳-۹- تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTATC و رسم شکل ها توسط نرم افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD صورت پذیرفت.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- مرحله آزمایشگاهی

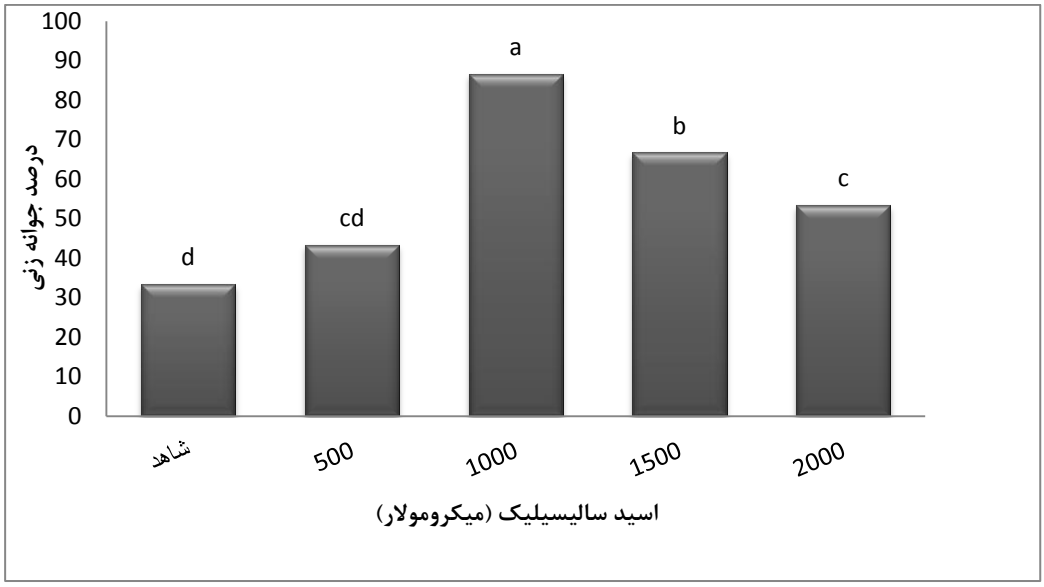
۴-۱-۱- درصد جوانه زنی

اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر درصد جوانه زنی در سطح ۱٪ معنی داری بود (جدول پیوست ۱). استفاده از پیش تیمار اسید سالیسیلیک در تمامی سطوح بجز ۵۰۰ میکرومولار باعث افزایش معنی دار درصد جوانه زنی نسبت به عدم پیش تیمار شد (شکل۴-۱). پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرمولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش ۵۳.۳۳ درصدی نسبت به شاهد گردید. با افزایش غلظت از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرومولار درصد جوانه زنی افزایش و از آن به بعد، افزایش غلظت باعث کاهش درصد جوانه زنی شد.همچنین بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی بترتیب در سطح ۱۰۰۰ میکرومولار و صفر میکرومولار غلظت های اسید سالیسیلیک حاصل شد (جدول پیوست ۲).

التایب (۲۰۰۵) گزارش کرد که پیش تیمار جو با اسید سالیسیلیک باعث افزایش درصد جوانه زنی آن شد. مظاهری و کلانتری (۱۳۸۵) نیز گزارش کردند که استفاده از اسید سالیسیلیک در سطح بیش از ۱ میلی مولاراثر کاهنده بر درصد جوانه زنی گیاه کلزا داشت و میزان کمتر از آن باعث افزایش درصد جوانه زنی شد. گزارش فریدا و همکاران (۲۰۰۳) حاکی از آن است که بخاطر تأثیرات هورمونی اسید سالیسیلیک است که در غلظت های مختلف اثرات متفاوتی نشان می دهد و با افزایش آن تا مقدار مشخصی اثرات مثبت و از آن به بعد اثر منفی بر رشد دارد.

تکنیک پرایمینگ، باعث افزایش بنیه بذر می شود و نشانه آن هم بهبود قدرت رشد جنین و درصد جوانه زنی است (تیلکوسکا و همکاران، ۲۰۰۱). گزارشات زیادی اثرات مثبت پرایمینگ بذر را روی سرعت و درصد جوانه زنی نشان داده اند. پیش تیمار بذر با یک ماده اسمزی می تواند تعداد روزهایی را که خاک باید جهت استقرار گیاهچه مرطوب بماند، کاهش دهد. این فرایند می تواند استقرار گیاهان زراعی را در نواحی خشک و نیمه خشک بهبود بخشد (خان و همکاران، ۲۰۰۱).

علت افزایش درصد جوانه زنی در بذور پرایم شده می تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم های تجزیه کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی و ارتقاء عملکرد میتوکندری ها باشد (نظامی و همکاران، ۱۳۸۴).



شکل ۴-۱- مقایسه میانگین درصد جوانه زنی در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک

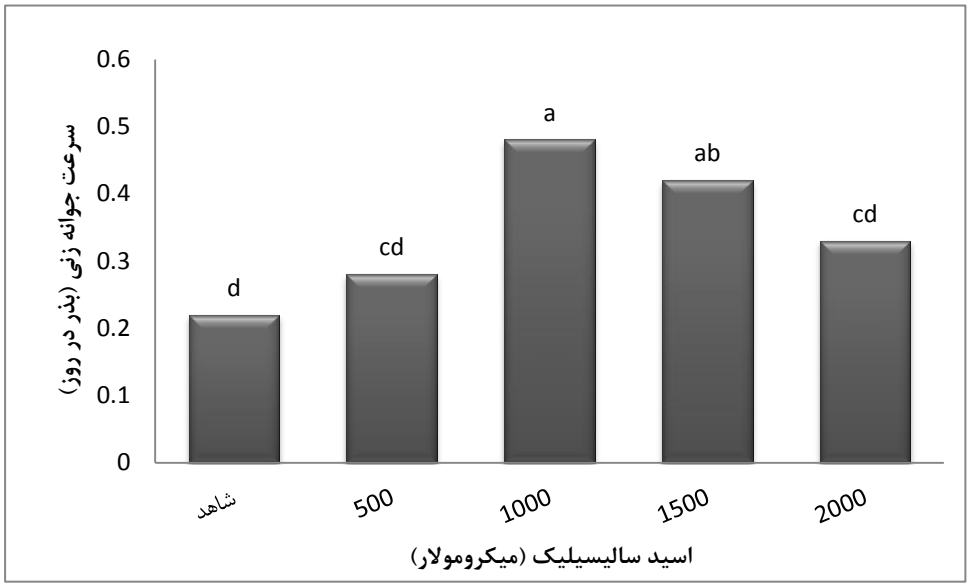
۴-۱-۲- سرعت جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس در (جدول پیوست ۱) معنی دار بودن اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر سرعت جوانه زنی را در سطح احتمال ۱٪ نشان می دهد. غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک بجز ۵۰۰ میکرومولار از نظر این صفت اختلاف معنی داری را با شاهد داشت بطوریکه که پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرو مولار و صفر میکرو مولار بترتیب بیشترین و کمترین سرعت جوانه زنی را داشتند. همچنین پیش تیمار بذر با غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار باعث افزایش ۲۶ درصدی نسبت به شاهد گردید و از لحاظ آماری بین سطوح مختلف اسید سالیسیلیک به میزان ۲۰۰۰ میکرومولار، ۵۰۰ میکرومولار و عدم پیش تیمار (شاهد) اختلاف غیر معنی داری مشاهده گردید (شکل ۴-۲).

کاربردهای خاص پرایمینگ عبارت است از: افزایش درصد جوانه زنی، افزایش سرعت جوانه زنی، جوانه زنی در دامنه وسیع تری از شرایط محیطی و بهبود بنیه و رشد گیاهچه می باشد (جای لی و همکاران، ۲۰۰۲).ژانگ و همکاران (۱۹۹۴) نیز مشاهده نمودند که پرایمینگ بذور کلزا باعث افزایش سرعت و درصد جوانه زنی شد.

در مطالعات گوناگون نشان داده شده است که خیساندن بذور در محلول های نمک، هورمون های گیاهی و دیگر مواد شیمیایی باعث افزایش جوانه زنی می شود. پرایمینگ بذر یا آبگیری کنترل شده، عموما باعث موفقیت در افزایش سرعت، یکنواختی و درصد جوانه زنی شده است (جای لی و همکاران، ۲۰۰۲).

در بذور پرایم شده پاره ای تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی به نفع جوانه زنی تحقق می یابد. برای مثال در این بذور بخشی از پروتئین ها و کربوهیدرات ها در اثر آنزیم ها و واکنش های هیدرولیز کننده شکسته شده و آماده شرکت در فرایند جوانه زنی می شوند. این مسئله می تواند توجیهی برای تسریع جوانه زنی و کاهش متوسط زمان جوانه زنی باشد (بنجامین و همکاران، ۲۰۰۶).



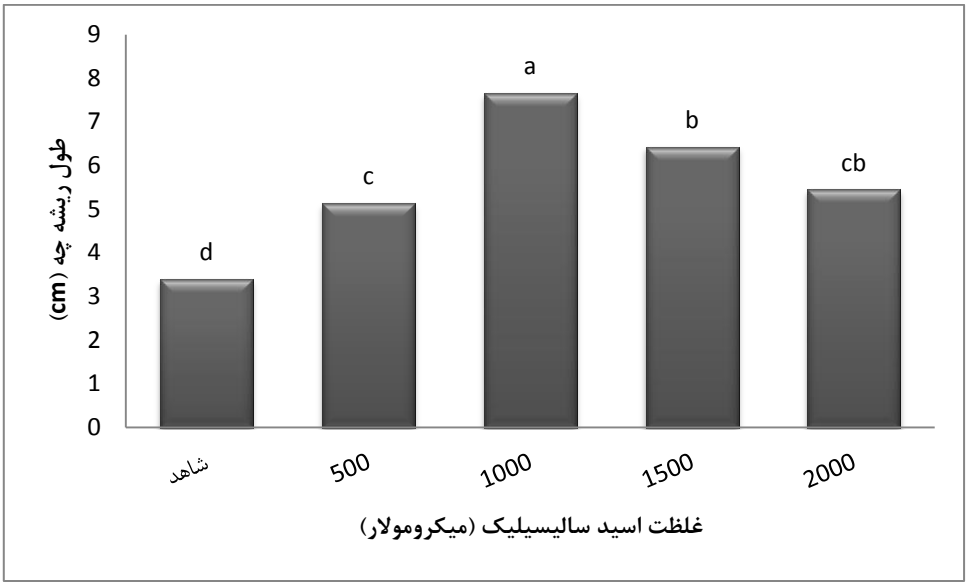
شکل ۴-۲- مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک

۴-۱-۳- طول ریشه چه

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر اعمال پرایمینگ بر طول ریشه چه در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۱). بذوری که توسط اسید سالیسیلیک پیش تیمار شدند، نسبت به عدم پیش تیمار طول ریشه چه بیشتری داشتند. استفاده از پیش تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار نسبت به عدم استفاده ۵۰/۶۷ درصد طول ریشه چه بیشتری تولید کرد (شکل۴-۳). بیشترین طول ریشه چه مربوط به پیش تیمار با ۱۰۰۰ میکرومولار به میزان ۷/۶۵ سانتی متر و کمترین طول ریشه چه در بذور عدم پیش تیمار به میزان ۳/۳۹ سانتی متر مشاهده گردید (جدول پیوست ۲).

هنان (۲۰۰۷) نیز گزارش کرد که تیمار با اسید سالیسیلیک باعث افزایش طول ریشه چه در گیاه گندم و جو می شود. در پی اعمال تیمارهای پیش از کاشت بذر بر روی ذرت شیرین مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه زنی، طول ریشه چه، متوسط زمان ظهور گیاهچه به طور معنی داری بهبود یافت. علاوه بر این، سبز شدن مزرعه و یکنواختی جوانه زنی حاصل از این بذور نیز در وضعیت مطلوب و قابل قبولی قرار داشت (ساکسنا، ۱۹۸۱).

در گیاهچه حاصل از بذور پرایم شده، طول ریشه چه افزایش نشان می دهد. سرعت رشد و توسعه ریشه در گیاهان حاصل از بذور پرایم بیشتر می باشد. به طوری که تقسیمات سلولی در کلاهک ریشه در این شرایط شدت بیشتری داشته و این مسئله در کنار جذب بهتر آب و مواد غذایی سبب بهبود استقرار این گیاهان می شود. این موضوع در ارتباط با ریشه های گوجه فرنگی، ذرت و برنج به اثبات رسیده است (تیلکوسکوا، ۲۰۰۱).



شکل ۴-۳- مقایسه میانگین طول ریشه چه در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک

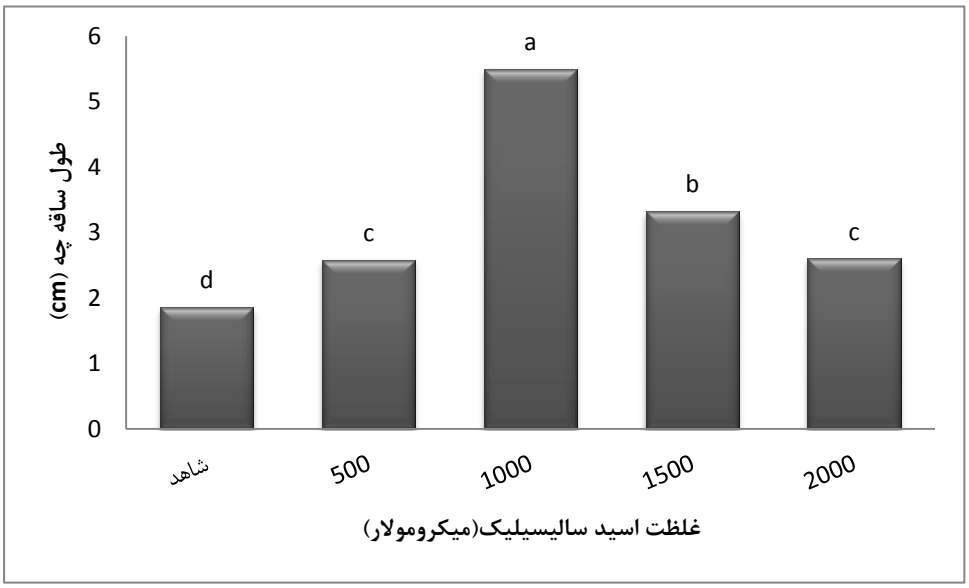
۴-۱-۴- طول ساقه چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان داد که اثر تیمار پرایمینگ بر طول ساقه چه معنی دار بود. در پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک، غلظت ۱۰۰۰ و صفر میکرو مولار به ترتیب بیشترین و کمترین طول ساقه را دارا بودند. بطوریکه که از سطح ۰ تا ۱۰۰۰ میکرومولار اندازه ساقه چه روند افزایشی و از آن به بعد روند کاهشی داشت(شکل۴-۴).

آزمایشات مختلفی افزایش طول ساقه چه را در شرایط تیمار با اسید سالیسیلیک گزارش کردند(مظاهری و همکاران، ۱۳۸۵؛ التایب، ۲۰۰۵ و هنان، ۲۰۰۷).

افزایش طول ساقه چه مربوط به افزایش سرعت جوانه زنی بذرهای تیمار شده می باشد که در این صورت فرصت بیشتری برای رشد در اختیار دارند. چندین عامل موجب افزایش سرعت جوانه زنی بذرهای تیمار شده است که شامل افزایش سرعت فعال سازی آنزیم ها و انبساط سلولی می باشد (خان و همکاران، ۱۹۸۳).

یکی از دلایل کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه (ها) به جنین است (کافی و همکاران، ۱۳۸۴). علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون ها و فعالیت آنزیم ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (شامل ساقه چه و ریشه چه) می شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۴). مظاهری و کلانتری (۱۳۸۵) نیز گزارش کردند که سطوح بالای اسید سالیسیلیک، بر خلاف غلظت های پایین باعث کاهش طول ساقه چه شدند. آزمایشات مختلف بیانگر این مطلب است که در شرایط تنش، میزان تجمع ماده خشک در بافت ساقه چه گیاهچه های متحمل افزایش می یابد و ارقامی که بتوانند در شرایط تنش طول ساقه چه خود را بیشتر افزایش دهند یا افت طول ساقه چه در آنها با افزایش تنش کم باشد، گیاهچه های مقاوم در برابر تنش به شمار می آیند (برومند و همکاران، ۱۳۸۴؛ کافی و همکاران، ۱۳۸۴ و تاکل و همکاران، ۲۰۰۰).



شکل ۴-۴- مقایسه میانگین طول ساقه چه در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک

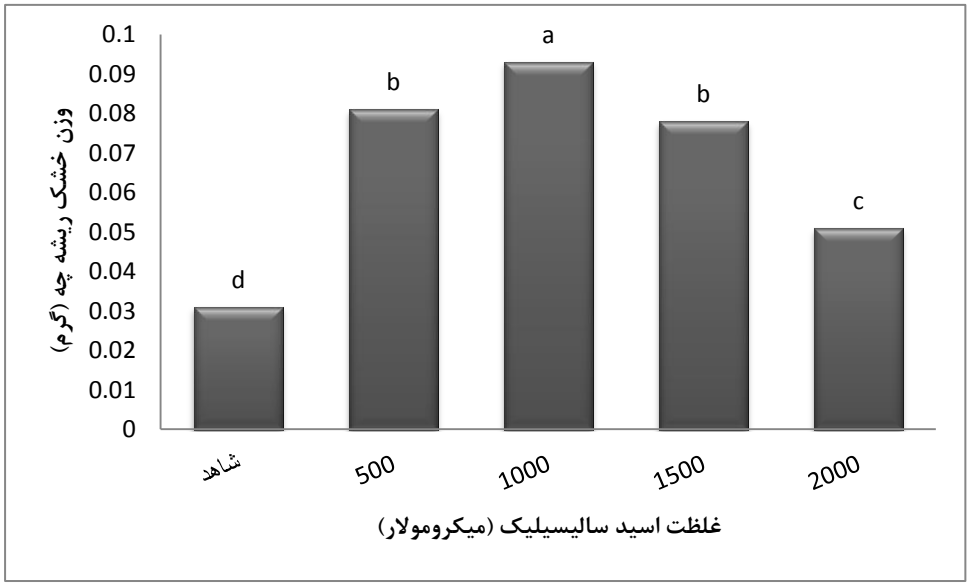
۴-۱-۵- وزن خشک ریشه چه

اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر وزن خشک ریشه چه در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۱). پیش تیمار بذرهای ذرت با اسید سالیسیلیک از نظر وزن خشک ریشه چه اختلاف معنی داری را با شرایطعدم پیش تیمار نشان دادند (جدول پیوست ۲). پیش تیمار به میزان ۱۰۰۰ میکرومولار منجر به افزایش ۶۶/۶۷ درصدی این صفت گردید (شکل ۴-۵). سطح ۱۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک بیشترین وزن خشک ریشه چه (۰/۰۹گرم) و بعد از تیمار شاهد، سطح ۲۰۰۰ میکرومولار کمترین میزان وزن خشک ریشه چه (۰/۰۵ گرم) را به خود اختصاص دادند. بطوریکه با افزایش میزان اسید سالیسیلیک تا سطح ۱۰۰۰ میکرومولار وزن خشک ریشه چه افزایش یافت و پس از آن کاهش پیدا کرد (جدول پیوست ۲).

التایب (۲۰۰۵) در بررسی پیش تیمار گیاه جو با اسید سالیسیلیک به این نتیجه رسید که این امر باعث افزایش میزان وزن خشک ریشه چه در شرایط تنش شوری می شود و از کاهش زیاد وزن ریشه چه در شرایط تنش شوری می کاهد. هنان (۲۰۰۷) گزارش کرد که پیش تیمار با اسید سالیسیلیک میزان وزن خشک ریشه چه جو و گندم را در هر دو شرایط وجود و عدم وجود تنش شوری افزایش داد. همچنین گزارش شده است که مصرف اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن خشک گیاهچه های گندم می شود (سینگ و همکاران، ۲۰۰۳).

ساز و کاری که اسید سالیسیلیک رشد ریشه و بخش هوائی را در برخی گیاهان افزایش می دهد بخوبی شناخته نشده است اما احتمال داده می شود که اسید سالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم نماید (شکیروا، ۲۰۰۳). از طرفی اسید سالیسیلیک از اکسیداسیون اکسین جلوگیری می کند (فریدالدین و همکاران، ۲۰۰۳) که به نظر می رسد افزایش وزن خشک گیاهچه در ارتباط با افزایش طول ریشه چه و ساقه چه تحت تأثیر اسید سالیسیلیک باشد. زیرا تنش شوری سبب کاهش تقسیم سلولی می شود. اسید سالیسیلیک در سنتز

پروتئین های خاص بنام پروتئین کیناز نقش دارد این پروتئین ها نقش مهمی در تنظیم تقسیم، تمایز و ریخت زائی سلول بازی می کنند.

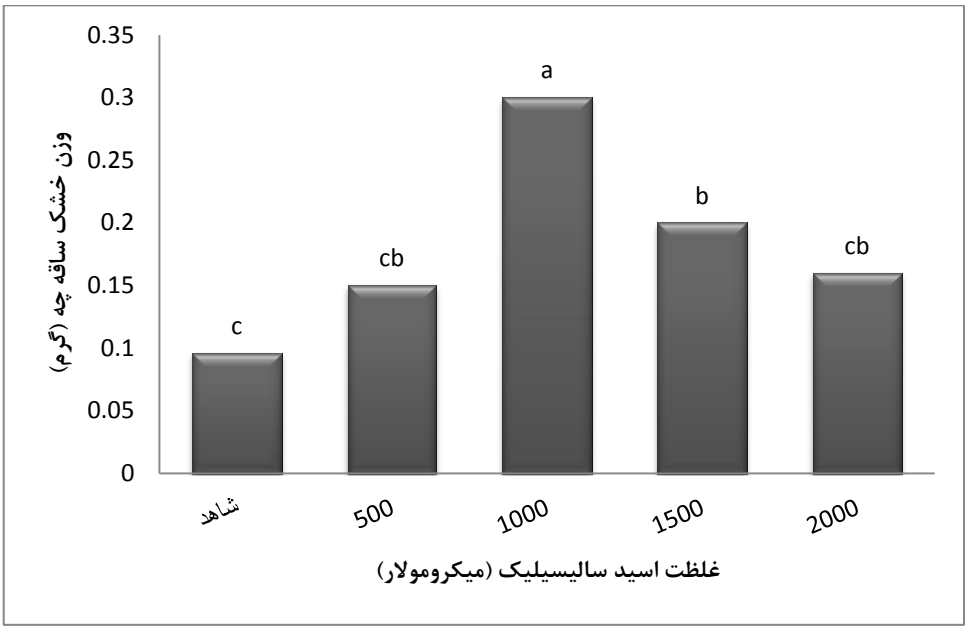


شکل ۴-۵- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه چه در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک

۴-۱-۶- وزن خشک ساقه چه

وزن خشک ساقه چه تحت تأثیر کلیه غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک قرار گرفت (جدول پیوست ۱). تیمار بذرها با اسید سالیسیلیک بجز ۵۰۰ میکرومولار اختلاف معنی داری با عدم تیمار از نظر وزن خشک ساقه چه نشان داد (جدول پیوست۲). پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک منجر به افزایش ۷۰ درصدی این صفت گردید غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک بالاترین و غلظت صفر میکرومولار (شاهد) آن کمترین میزان وزن خشک ساقه چه را دار بودند (شکل۴-۶).

آزمایشات زیادی افزایش وزن خشک ساقه چه را در شرایط پیش تیمار با اسید سالیسیلیک گزارش کرده اند (مظاهری و همکاران، ۱۳۸۵؛ التایب، ۲۰۰۵ و هنان، ۲۰۰۷).در تحقیقی که کومارو و همکاران (۲۰۰۱) در مورد تأثیر تکنیک های مختلف پرایمینگ بر روی ماش انجام دادند در تمامی تیمارها به طور مشخص درصد جوانه زنی، طول ساقه چه و طول ریشه، شاخص بنیه بذر و وزن خشک دانه بهبود یافت.

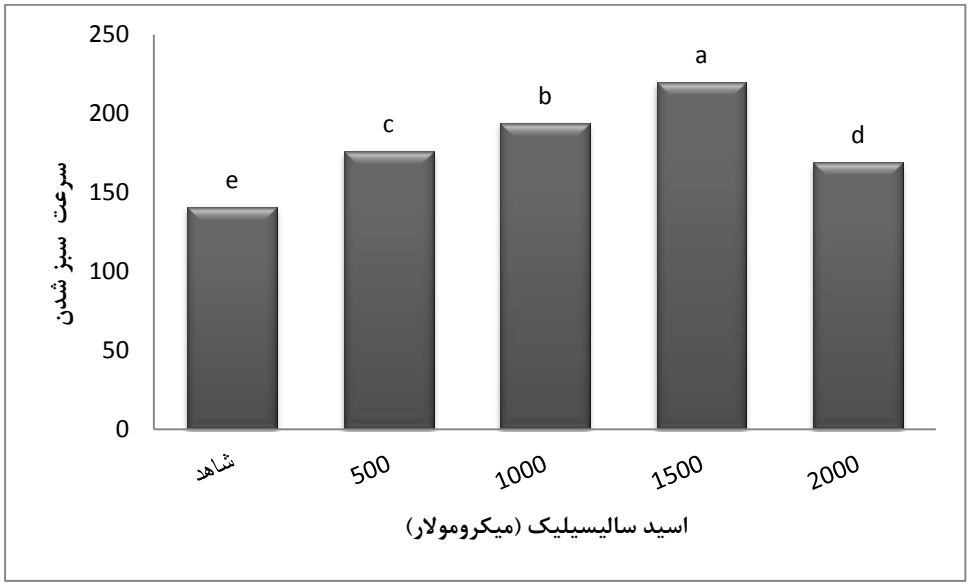


شکل ۴-۶- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه چه در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک

۴-۲- سرعت سبز شدن

سرعت سبز شدن در مزرعه به طور معنی داری تحت تأثیر غلظت های اسید سالیسیلیک قرار گرفت (جدول پیوست ۳). تیمار بذرها با اسید سالیسیلیک اختلاف معنی داری با عدم تیمار از نظر سرعت سبز شدن در مزرعه نشان داد (شکل ۴-۷).غلظت ۱۵۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک بالاترین و غلظت صفر میکرو مولار (شاهد) آن کمترین میزان سرعت سبز شدن را دار بودند (شکل ۴-۷). همان طور که در شکل دیده می شود بین تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار و شاهد اختلاف معنی داری وجود دارد با افزیش غلظت تا ۱۵۰۰ میکرومولار سرعت سبز شدن افزایش می یابددر مقابل پیش تیمارهای

۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰و ۲۰۰۰ اسید سالیسیلیک به ترتیب میزان سبز شدن را ۲۵، ۳۷/۸، ۵۶/۲ و۱۹/۹درصد نسبت به شاهد افزایش داده اند (شکل ۴-۷)



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین سرعت سبز شدن در سطوح مختلف اسید سالیسیلیک

۴-۳- صفات فیزیولوژیک

۴-۳-۱- کلروفیل

مقدار کلروفیل به طور معنی داری (در سطح احتمال ۱٪) تحت تأثیر فاکتورهای مورد آزمایش قرار گرفت (جدول پیوست ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد اعمال تنش در مرحله ۳ هفته قبل و بعد گلدهی کلروفیل برگ را بترتیب ۱۴/۹۲ و ۲۱/۵۵ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. بطوریکه بیشترین میزان کلروفیل متعلق به عدم تنش (۴۵/۲۹عدد اسپد) و کمترین کلروفیل در شرایط تنش ۳ هفته بعد گلدهی (۳۷/۲۶عدد اسپد) حاصل شد که اختلاف چندانی با اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی نداشت (شکل ۴-۸).

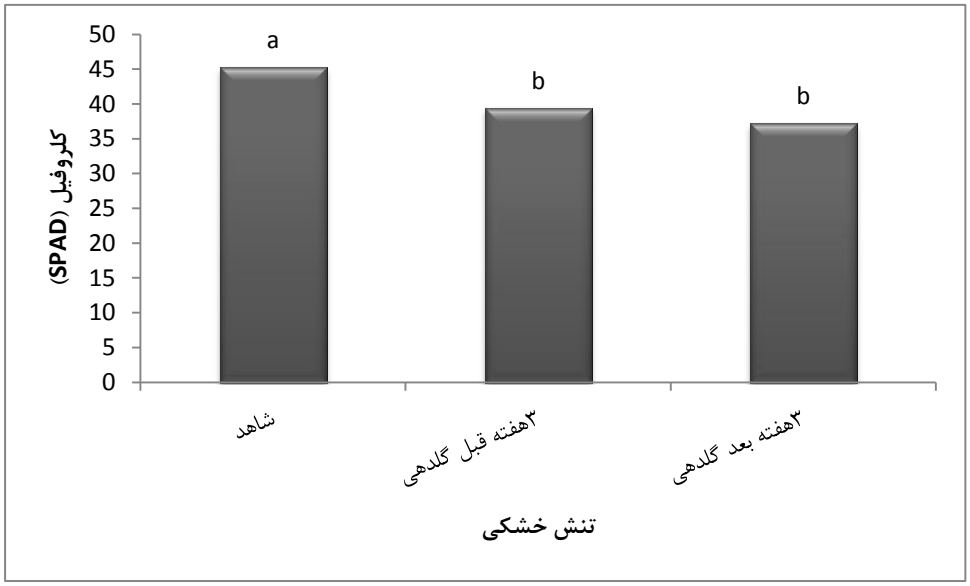
تأثیر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر مقدار کلروفیل بسیار معنی دار بود (جدول پیوست ۴). مقدار کلروفیل گیاهان پیش تیمار شده با اسید سالیسیلیک به طور معنی داری در مقایسه با عدم پیش تیمار به عنوان شاهد افزایش یافتند. همانطور که مشاهده می شود پیش تیمار با ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک به ترتیب باعث افزایش ۴/۷، ۸، ۱۳/۶و ۱۵/۵درصدی کلروفیل نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۴-۹). بیشترین مقدار کلروفیل مربوط به پیش تیمار با غلظت ۲۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک حاصل شد که اختلاف معنی داری با شاهد دارد.

اثر متقابل تنش خشکی و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد به طور معنی داری بر کلروفیل تأثیر داشت (جدول پیوست ۶). بیشترین مقدار کلروفیل (۴۸/۲۷ قرائت اسپد) از عدم تنش خشکی و غلظت ۲۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک حاصل شد (شکل ۴-۱۰).

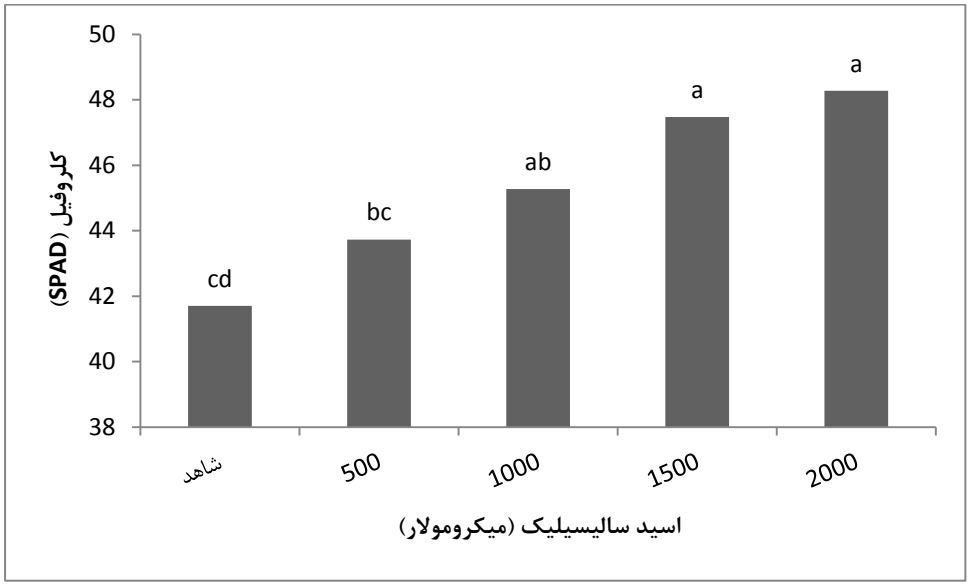
در شرایط تنش پیش ماده سنتز کلروفیل (اسید گلوتامیک) به سمت تولید پرولین تمایل پیدا می کند و این امر موجب کاهش محتوای کلروفیل برگ می گردد (برادران فیروزآبادی، ۱۳۸۷). بلوچ و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود نشان دادند که تنش خشکی موجب کاهش کلروفیل چغندرقند می شود. کاهش کلروفیل بر اثر تنش خشکی در مریم گلی نیز گزارش شده است (الیزابتابرائور و مانیبوش، ۲۰۰۸). سینها و همکاران (۱۹۹۳) نیز گزارش کردند که اسید سالیسیلیک باعث افزایش محتوی کلروفیل و کارتنوئید در گیاه ذرت گردید.

اسید سالیسیلیک معمولا با اثر بر هورمون های آبسیزیک اسید و اتیلن بسیاری از روندهای فیزیولوژیک و رشد گیاه را تنظیم می کند؛ از جمله با اثر روی هورمون آبسیزیک اسید و تجمع این هورمون در گیاه باعث سازگاری گیاهان نسبت به تنش های محیطی می شود (چوشباچت و همکاران، ۱۳۹۱). کاربرد اسید سالیسیلیک در سطوح هورمون گیاهی تأثیر می گذارد و این می تواند دلیلی برای اثرات مشاهده شده اسید سالیسیلیک برای حفاظت گیاهان تحت شرایط تنش باشد (شاکیروا و همکاران، ۲۰۰۳). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک موجب افزایش میزان آنتوسیانین ها و محتوی کلروفیل در اسپیرودلا شده است (پوپوا و همکاران، ۱۹۹۷). پسر کلی (۱۹۹۹) بیان کرد که

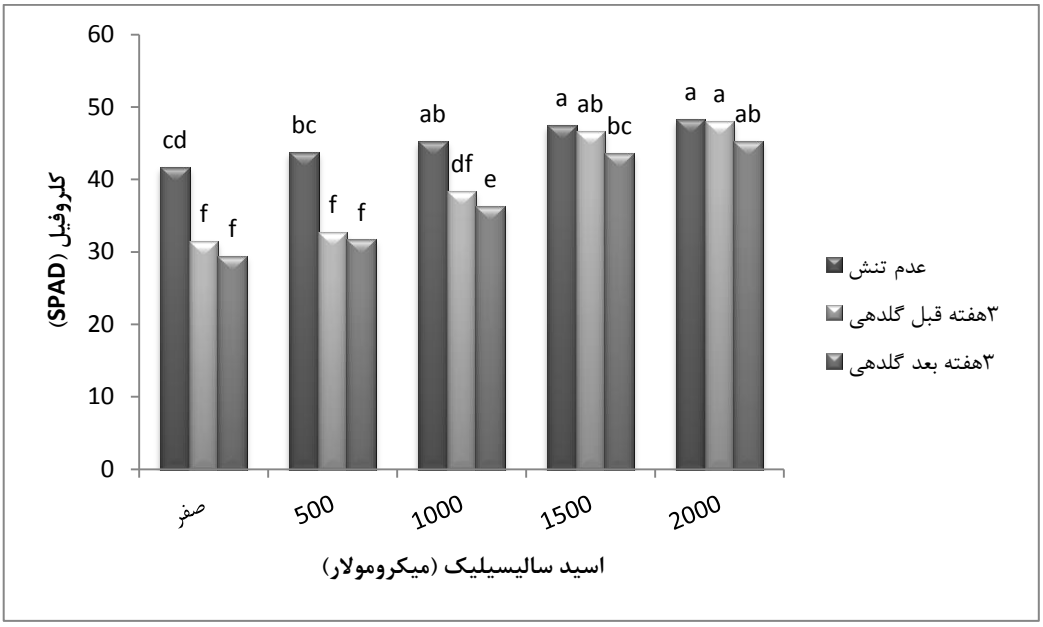
دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت تأثیر شرایط تنش خشکی از جمله شاخص های فیزیولوژیک مناسب جهت مقاومت به تنش خشکی هستند.



شکل۴-۸- مقایسه میانگین کلروفیل در شرایط تنش خشکی(قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی)



شکل۴-۹- مقایسه میانگین کلروفیل در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالسیلیک



شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین کلروفیل برای ترکیبات تیماری سه سطح تنش خشکی و پنج سطح پیش تیمار با اسید سالیسیلیک

۴-۳-۲- محتوی نسبی آب برگ

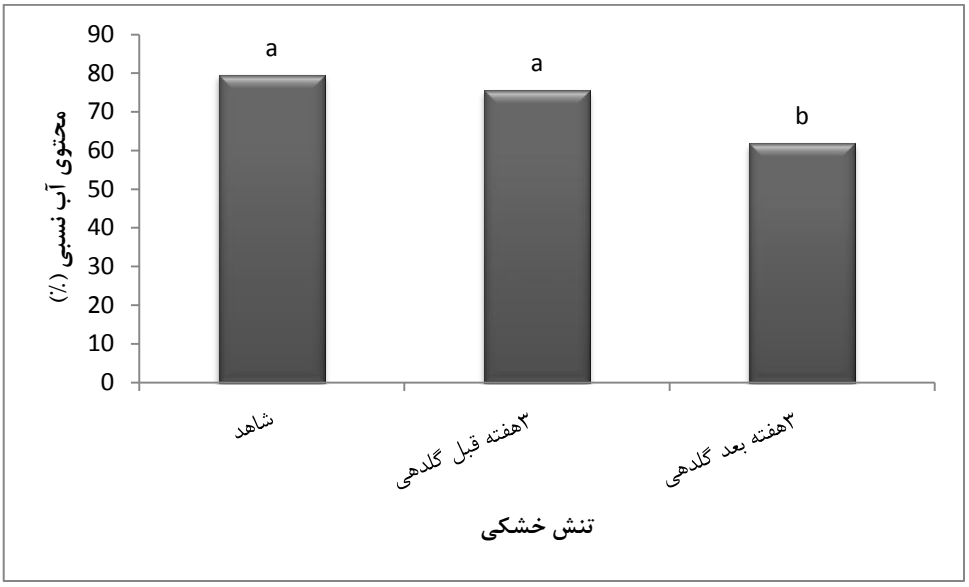
با توجه به نتایج، اعمال تنش خشکی بر محتوی نسبی آب برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است (جدول پیوست ۴). نتایج دال بر آنست که محتوی نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی کاهش شدیدی پیدا کرد.با قطع آبیاری در ۳ هفته بعد گلدهی محتوی آب نسبی ۲۸ درصد کمتر از شاهد بود (شکل ۴-۱۰). بیشترین میزان نسبی آب مربوط به تیمار عدم تنش۷۱/۵۱ و کمترین مقدار نیز مربوط به تیمار تنش ۳ هفته بعد گلدهی ۶۱/۷۹ بود (شکل ۴-۱۱).

اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر محتوی نسبی آب در سطح آماری ۱٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۴). پیش تیمار با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار باعث افزایش ۱۱ درصدی محتوی آب نسبی نسبت به شاهد گردید. بیشترین میزان ۷۷/۶ درصد در گیاهان پیش تیمار شده با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک حاصل شد که اختلاف معنی داری با سطوح مختلف عامل مورد بررسی بجز پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار داشت (شکل ۴-۱۲).

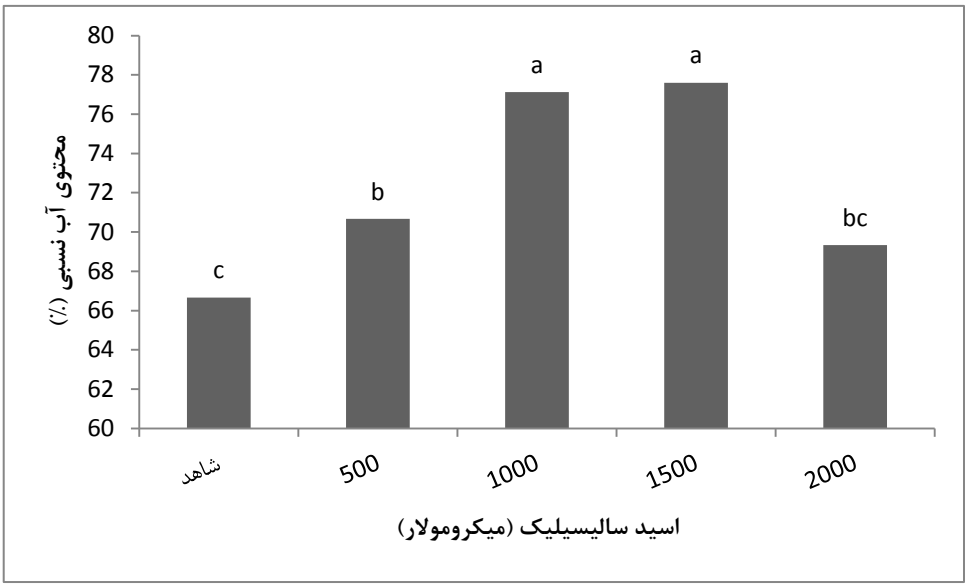
اثر متقابل اسید سالیسیلیک و تنش خشکی بر مقدار آب نسبی برگ معنی دار نبود (جدول ۴-۴).

کاهش محتوی نسبی آب برگ در اثر تنش خشکی از یک طرف به دلیل کاهش جذب آب توسط ریشه ها و از طرف دیگر افزایش تعرق آب از طریق برگ ها می باشد که در نهایت منجر به بسته شدن روزنه های برگ می گردد. چنانچه مقدار آب نسبی بین ۷۰ تا ۱۰۰ درصد باشد، تنش وارده به گیاه جزئی بوده و به دلیل بسته شدن روزنه ها کاهش موقتی فتوسنتز رخ می دهد که به سرعت قابل برگشت است ولی اگر مقدار نسبی آب بین ۳۵ تا ۷۰ درصد باشد تنش وارده به حدی است که ظرفیت فتوسنتزی برگ به ویژه در شدت های بالای نور کاهش قابل توجهی پیدا می کند و این وضعیت فقط با آب گیری مجدد و به کندی بهبود می یابد. در مقادیر پایین تر از ۳۵ درصد صدمه وارده به دستگاه فتوسنتزی غیر قابل برگشت است (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۱). سیدیکو و همکاران (۲۰۰۰) کاهش محتوی نسبی آب سلول را با اعمال تنش خشکی گزارش دادند.

افزایش محتوی نسبی آب توسط اسید سالیسیلیک و مشتقات آن می توان به نقش اسید سالیسیلیک در افزایش قدرت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی و کاهش تنش اکسیداتیو و افزایش همبستگی و پایداری غشا و تعدیل و تنظیم اسمزی از طریق افزایش مقدار پتاسیم به عنوان یون بسیار مهم در حفظ فشار تورژسانس سلولی نسبت داد (باندورسکا و استرونسکی، ۲۰۰۵ ؛ کورکماز و همکاران، ۲۰۰۷). در تحقیق هایات و همکاران (۲۰۰۸) کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش کم آبی مقدار نسبی آب برگ در گوجه فرنگی را افزایش داد.



شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین مقدار آب نسبی برگ در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی)

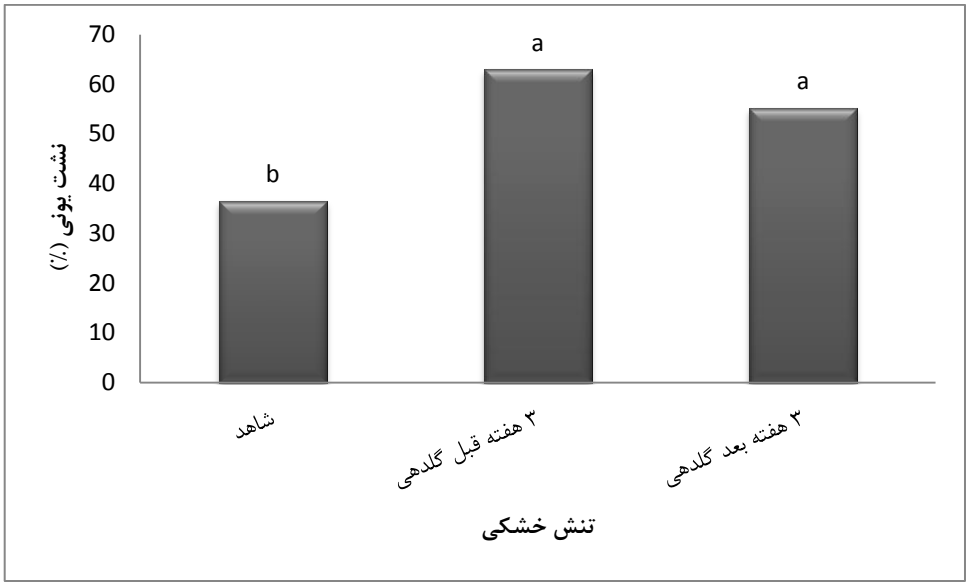


شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین محتوی نسبی آب برگ در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک

۴-۳-۳- نشت یونی

بر اساس تجزیه آماری داده ها در این آزمایش (جدول پیوست ۴) تأثیر تنش خشکی بر نشت یونی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. میزان نشت یونی در نتیجه اعمال تنش خشکی در قبل و بعد گلدهی به ترتیب ۲۶/۵۱ و ۱۸/۷۸ درصد نسبت به شاهد (آبیاری کامل) افزایش پیدا کرد (شکل۴-۱۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان نشت یونی در نتیجه اعمال تنش خشکی در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی بترتیب ۶۲/۸۸ و ۵۵/۱۵ بدست آمد که اختلاف چندانی با همدیگر نداشتند (شکل ۴-۱۳). در این تحقیق اثر اسید سالیسیلیک و اثر متقابل آنها بر این صفت تأثیر نداشت (جدول پیوست ۴).

افزایش توانایی گیاهان برای حفظ تورژسانس از راه پایداری غشاء سیتوپلاسمی بر تحمل گیاه در مقابل تنش های محیطی می افزاید (اینگرام و بارتلس، ۱۹۹۶). اولین بخش از سلول که در برابر تنش خشکی آسیب می بیند، غشا سلول است که از بین رفتن یکپارچگی آن منجر به افزایش نشت الکترولیت می شود (اینز و مونتاگو، ۱۹۹۵). در نتیجه صدمه به غشاء سلولی، تراوائی افزایش یافته و بدین ترتیب نشت الکترولیتی از سلول باعث پژمردگی گیاه می شود (بلام و ابرکون، ۱۹۸۱) در شرایط تنش خشکی محتویات بیشتری از سلول در اثر تخریب غشا به بیرون ترواش می کنند. تغییراتی که در ساختار غشای سلول در اثر تغییر چربی ها و تغییرات دیگر ایجاد می شود، سبب افزایش نفوذپذیری غشا نسبت به یون ها و ماکروملکول ها می گردد. کمبود آب از یک طرف با تأثیر بر ساختار غشای سلول سبب افزایش نفوذپذیری غشا نسبت به یون ها و ماکرومولکول ها می گردد و از طرف دیگر با افت محتوی رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ زمینه کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ را فراهم آورد. افزایش در نشت یونی در گیاه نخود تحت تنش کادمیوم نیز گزارش شده است (پوپوا و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش شده است شاخص پایداری غشا که به عنوان نشت الکترولیتی تخمین زده شده، تحت تنش شوری کاهش می یابد (رنولت و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین نشت یونی در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی)

۴-۴- صفات مورفولوژیک

۴-۴-۱- ارتفاع بوته

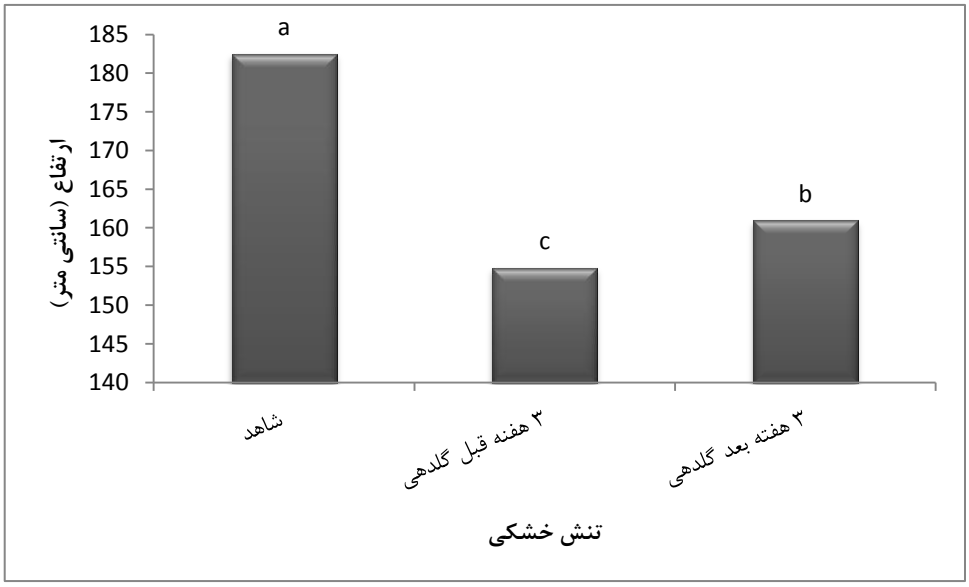
نتایج تجزیه واریانس تأثیر عوامل مورد آزمایش بر ارتفاع بوته ذرت در جدول پیوست ۴ نشان داده است. نتایج نشان گر آنست که اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین برتری شاهد مشهود بود به طوری که کمیت این صفت در اثر تنش به ترتیب ۱۷/۸ و ۱۳/۴ درصد کاهش در ارتفاع دیده شده است (شکل ۴-۱۴). مقایسه میانگین به وضوح نشان می دهد که ارتفاع بوته های شاهد اختلاف معنی داری با بوته های تحت تنش خشکی داشته و بیشترین ارتفاع بوته در شرایط عدم وجود تنش (۱۸۲/۵ سانتی متر) به دست آمد (شکل ۴-۱۴).

اسید سالیسیلیک ارتفاع بوته ذرت را نیز به طور معنی داری متأثر نمود (جدول پیوست ۴). اعمال پیش تیمار ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک به ترتیب باعث افزایش ۱۲/۴۶، ۲۳/۹، ۲۳، ۶/۲ درصدی ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۴-۱۵).). بیشترین میزان ارتفاع بوته مربوط به پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار به میزان ۱۸۱/۹ سانتی متر و کمترین ارتفاع در بوته های عدم پیش تیمار با اسید سالیسیلیک به میزان ۱۴۶/۸ سانتی متر مشاهده شده و همچنین در غلظت های بالاتر از ۱۰۰۰ میکرومولار ارتفاع بوته به تدریج کاهش یافت.

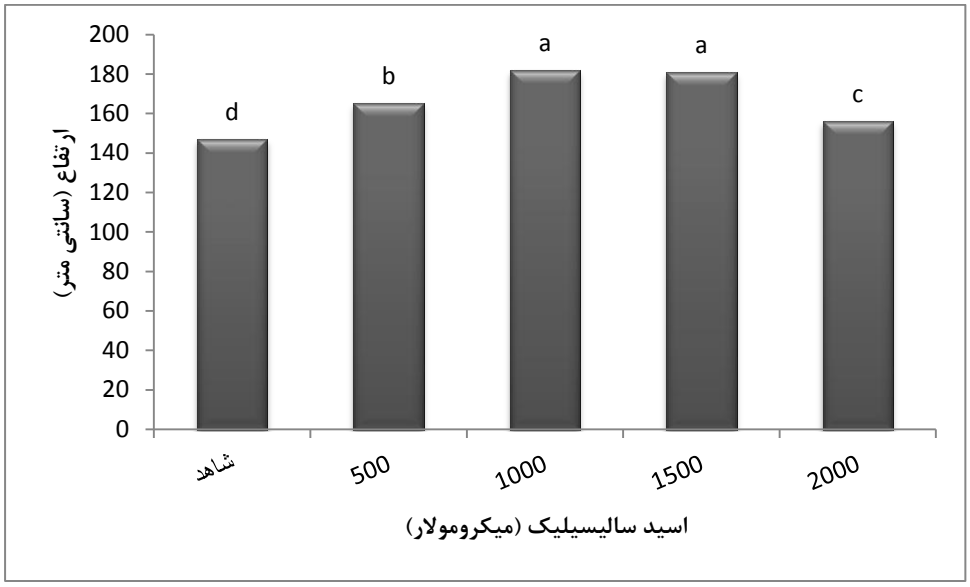
اثر متقابل تنش خشکی و پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۴). بلندترین بوته (۱۹۴/۲) در شرایطی به دست امد که هیچ گونه تنشی به گیاه اعمال نشد و گیاه تحت تأثیر پیش تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار قرار گرفته بود. بر همین اساس کمترین میزان (۱۴۳ سانتی متر) در شرایط اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی و عدم پیش تیمار مشاهده شده است (جدول پیوست ۶).

ارتفاع نهایی بوته گیاه معمولا تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می باشد ولی محیط نیز ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می دهد. ارتفاع جزء مهمی در تعیین عملکرد نمی باشد، ولی احتمالا ارقام با ارتفاع بلندتر عملکرد ماده خشک بیشتری دارند (سلیمی، ۱۳۸۹). دانشمند (۱۳۸۵) بیان کرد، اعمال تنش خشکی در دوره رشد زایشی کلزا موجب کاهش معنی دار ارتفاع بوته شد. برادران (۱۳۸۵) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مرفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد ارقام پاییزه کلزا به این نتیجه رسید که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته شد. تنش خشکی از طریق کاهش رشد سلول (کاهش تقسیم سلول و کاهش اندازه سلول) در مرحله رشد رویشی باعث کاهش رشد گیاه از جمله ارتفاع گیاه می گردد. سه و زموره (۲۰۰۵) نیز در تحقیقات خود کاهش ارتفاع گیاه را با اعمال تنش خشکی بیان نمودند.

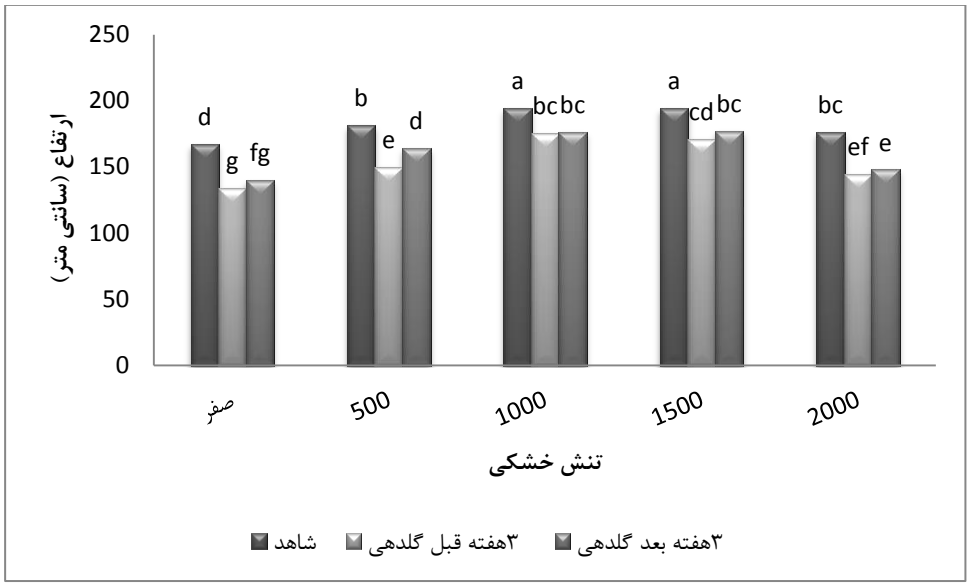
همان طور که مشاهده می شود گزارش شده است که اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را درون مریستم گیاهچه گندم افزایش داد و رشد گیاه را بهبود بخشید (شکیروا و همکاران، ۲۰۰۳) همچنین اسید سالیسیلیک سبب افزایش ارتفاع گیاه سویا در شرایط گلخانه و مزرعه گردید (گوتیرز کرونادو و همکاران، ۱۹۹۸). کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت اسپری برگی در گیاه ذرت باعث افزایش سطح برگ، تعداد برگ، ارتفاع، وزن خشک گیاه و ریشه می شود (خوداری، ۲۰۰۴). همچنین استفاده از اسید سالیسیلیک به صورت اسپری برگی باعث افزایش رشد و ارتفاع گیاهان جو می شود (پانچوا و همکاران، ۱۹۹۶).



شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی)



شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک



شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین ارتفاع بوته برای ترکیبات تیماری سطوح تنش خشکی و اسید سالیسیلیک

۴-۴-۲- قطر ساقه

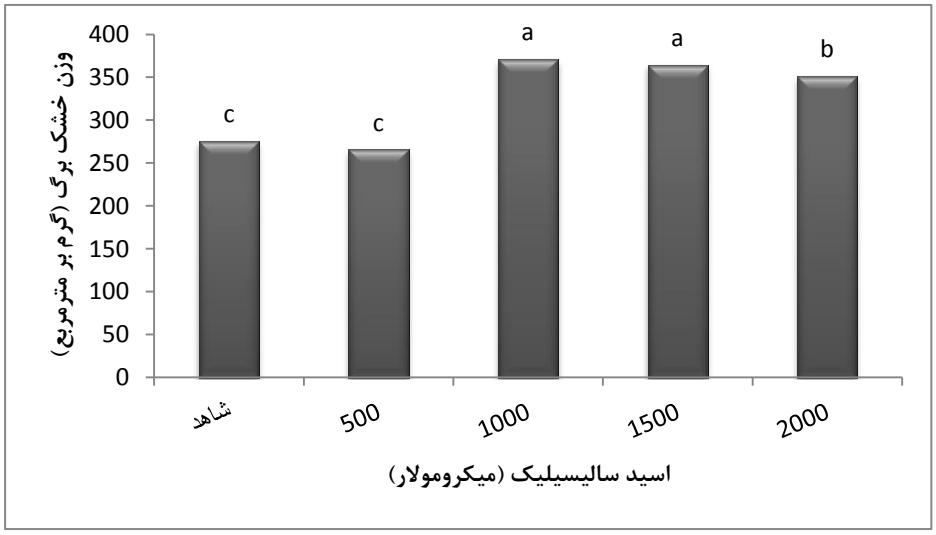
نتایج این بررسی نشان داد اثرات اصلی تنش خشکی و اسید سالیسیلیک و اثر متقابل آنها نسبت به یکدیگر بر قطر ساقه معنی دار نشد (جدول پیوست ۴)

قاعدتا در شرایط تنش ملایم کم آبی، گیاهان با کمک مکانیسم های مختلف قادر به جلوگیری و یا تحمل پسابیدگی و ممانعت از کاهش شدید رشد می باشند، ولی در شرایط تنش شدید به دلیل کاهش شدید آماس سلولی، رشد و تقسیم سلول ها منجر به کاهش رشد رویشی گیاه می شود (رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین اسید سالیسیلیک باعث افزایش مقادیر لیگنین در ساختار دیواره سلولی می شود که می تواند عاملی در افزایش قطر ساقه گیاهان در معرض تنش خشکی باشد (الحکیمی، ۲۰۰۸).

۴-۴-۳- وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک از نظر وزن خشک برگ اختلاف معنی داری در سطح آماری ۱ درصد وجود داشت (جدول پیوست ۴). نتایج میانگین صفات دلالت بر آن دارد که از لحاظ آماری پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار بیشترین وزن خشک برگ با میانگین ۳۷۱/۲ گرم در متر مربع را دارا بود که با بقیه ی تیمارها بجز پیش تیمار با ۱۵۰۰ میکرومولار تفاوت معنی دار داشت (شکل ۴-۱۷). کمترین وزن خشک برگ با میانگین ۲۶۵/۶ گرم در متر مربع مربوط به تیمار ۵۰۰ میکرومولار بود. همچنین با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک وزن خشک برگ نیز کاهش پیدا کرد طبق شکل ۴-۱۷ پیش تیمار با اسید سالیسیلیک بذر ذرت نسبت به عدم استفاده، بجز پیش تیمار با ۵۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک موجب افزایش وزن خشک برگ گردید. در این تحقیق اثر تنش خشکی و اثر متقابل آنها بر این صفت تأثیر نداشت (جدول پیوست ۴).

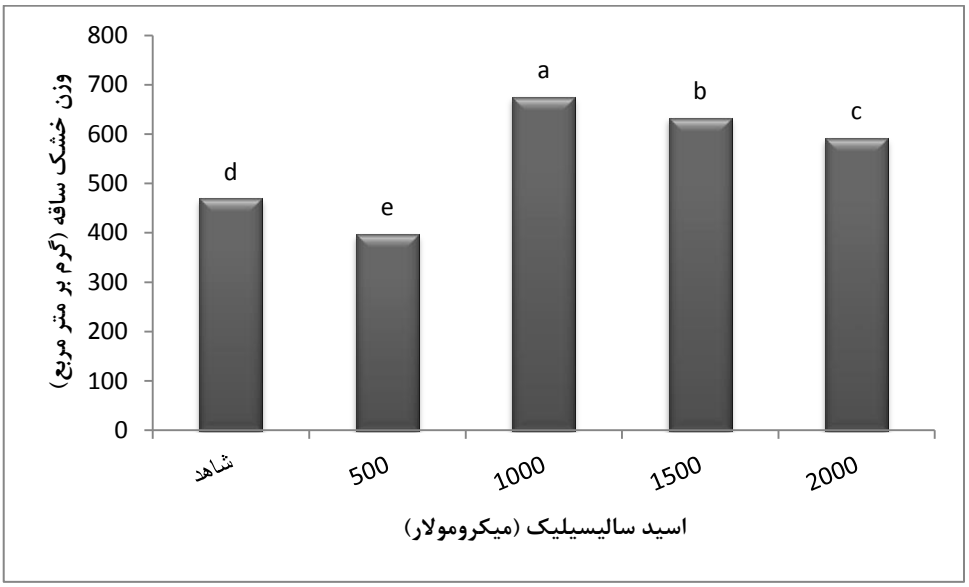
طی تنش خشکی تعداد روزنه ها کاهش و این امر بر میزان سنتز ماده خشک در اندام هوایی تأثیر گذاشته و باعث کاهش وزن خشک گیاهان می شود (حاجبی و همکاران، ۱۳۸۴). در برخی گونه های گیاهی، پرایمینگ بذر با مواد رشدی، نشان داده که اثرات مضر تنش را روی رشد و عملکرد نهایی، تخفیف می دهد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). برای مثال پرایمینگ بذور گندم با اسید سالیسیلیک ارتفاع بوته، وزن خشک و تر ساقه و برگ ها، تحت شرایطی خشکی را افزایش داد. خیساندن بذر در ۱۰۰ppm استیل اسید سالیسلیک، برای ۶ ساعت قبل از کاشت، نه تنها تأثیرات ممانعت کنندگی خشکی را کاهش داد، بلکه تأثیر تحریک کنندگی هم بر افزایش وزن خشک، هم در قسمتهای هوایی و هم ریشه ها داشت (هامادا، ۱۹۹۸).



شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین وزن خشک برگ در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک

۴-۴-۴- وزن خشک ساقه

میانگین مربعات صفات نشان داد که بین تیمارهای مختلف پیش تیمار اسید سالیسیلیک از نظر وزن خشک ساقه اختلاف معنی داری وجود داشت و در سطح آماری ۱ درصد معنی دار بود (جدول پیوست ۴). به طوری که بیشترین مقدار وزن خشک مربوط به پیش تیمار با ۱۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک (۶۷۵ گرم بر متر مربع) و کمترین مقدار (۴۶۹/۲ گرم بر متر مربع) مربوط به تیمار شاهد است (شکل۴-۱۸). با در نظر گرفتن مقایسه میانگین ها به روشنی می توان گفت که پیش تیمار ۱۰۰۰ میکرومولار باعث افزایش ۳۰/۴۹ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به عدم پیش تیمار گردید (شکل ۴-۱۸). اثر اصلی تنش خشکی و برهمکنش اسید سالیسیلیک و تنش خشکی بر وزن خشک ساقه معنی دار نشد (جدول پیوست ۴).



شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک

۴-۴-۵- شاخص سطح برگ

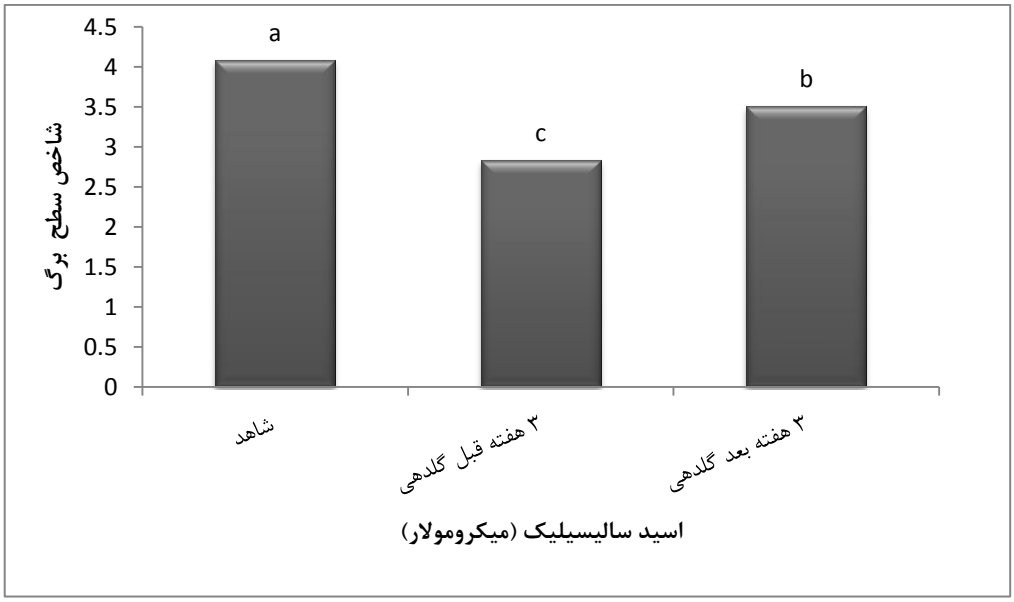
بر اساس تجزیه آماری داده ها در این آزمایش (جدول پیوست ۴) تأثیر تنش خشکی بر سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. در نتیجه اعمال تنش خشکی در مرحله ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی میزان شاخص سطح برگ به ترتیب ۴۴/۱۶ و ۱۶/۲۳ درصد نسبت به شاهد (آبیاری کامل) کاهش داد (شکل ۴-۱۹). بیشترین سطح برگ مربوط به شرایط عدم تنش (۴/۰۸۷) و کمترین مربوط به اعمال تنش در مرحله ۳ هفته قبل گلدهی مشاهده شد (شکل ۴-۱۹).

اثر اسید سالیسیلیک بر سطح برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۴). با مشاهده شکل ۴-۲۰ معلوم شد که بیشترین سطح برگ (۳/۷۰۶) و کمترین آن (۳/۱۷۶) به ترتیب در سطوح ۱۵۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و عدم کاربرد (شاهد) بدست آمد. پیش تیمار با غلظت ۱۵۰۰ میکرومولار منجر به افزایش ۱۴/۳۱ درصدی این صفت گردید (جدول پیوست ۵).

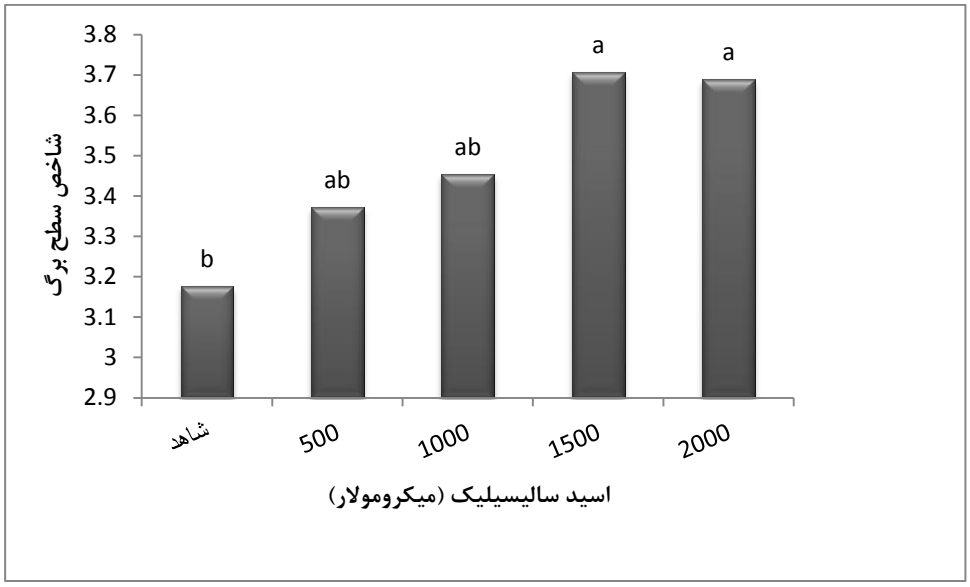
کاهش رشد سلول ها در اثر تنش خشکی در درجه اول باعث کاهش رشد برگ می گردد. به علاوه در شرایط تنش جذب مواد و عناصر غذایی کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه ی برگ ها محدود می شود. با کاهش سطح برگ، گیاه آب کمتری را از طریق تعرق از دست می دهد بنابراین محدود شدن سطح برگ را می توان به عنوان اولین ساز و کار دفاعی گیاه در برابر خشکی در نظر گرفت (لویت، ۱۹۸۰). تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ مهمترین اثر تنش خشکی محسوب می شود که در اثر کاهش تعداد برگ، کاهش اندازه برگ، ممانعت از توسعه و پیری برگ حاصل می شود. تنش خشکی، سطح ویژه برگ (SLA) و نسبت سطح برگ (LAR) لوبیا چشم بلبلی را به طور متوسط در حدود ۲۰-۵ درصد و سطح برگ و تعداد برگ ها را ۵۰-۴۰ درصد کاهش می دهد (آنیا و هرزوگ، ۲۰۰۴). از طرفی میزان تشعشع جذب شده به وسیله گیاه بستگی به شاخص سطح برگ و رشد کانوپی گیاه دارد. در بیشتر گیاهان هنگامی که شاخص سطح برگ به چهار تا پنج می رسد بیش از ۸۰ درصد تشعشع فعال فتوسنتزی توسط گیاه جذب می گردد. ارتباط قوی بین افزایش شاخص سطح برگ با مقدار تشعشع خورشیدی جذب شده و در نهایت تولید ماده خشک وجود دارد (شکاری

و همکاران، ۱۳۸۹). در مناطق خشک برگ های کوچک تر و ضخیم تر، از طریق کاهش سطح تبخیر، تلفات آب را کاهش می دهند و به بهبود روابط آبی کمک می کنند (پسرکلی، ۱۹۹۳).

خان و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند کاربرد اسید سالیسیلیک، استیل اسید سالیسیلیک یا دیگر ترکیبات اسید سالیسیلیک در برگ های ذرت و سویا موجب افزایش سطح برگ و بیوماس خشک این گیاهان گردید. در گیاهانی که بذورشان با اسید سالیسیلیک پیش تیمار شده بودند، اسید سالیسیلیک از طریق افزایش میزان LAI در این گیاهان جهت استفاده بهینه از تشعشعات خورشیدی و افزایش سرعت فتوسنتز خالص (بالجانی، ۱۳۸۹) باعث افزایش عملکرد دانه، درصد روغن و در شاخص برداشت دانه و روغن در گیاهان ذرت و سویا گردیده است.



شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی)



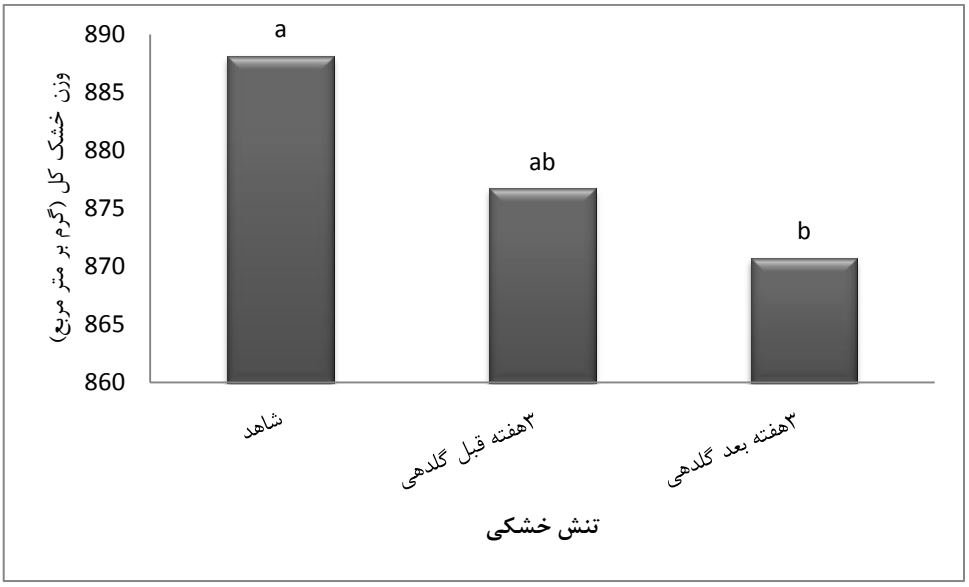
شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک

۴-۵- وزن خشک کل

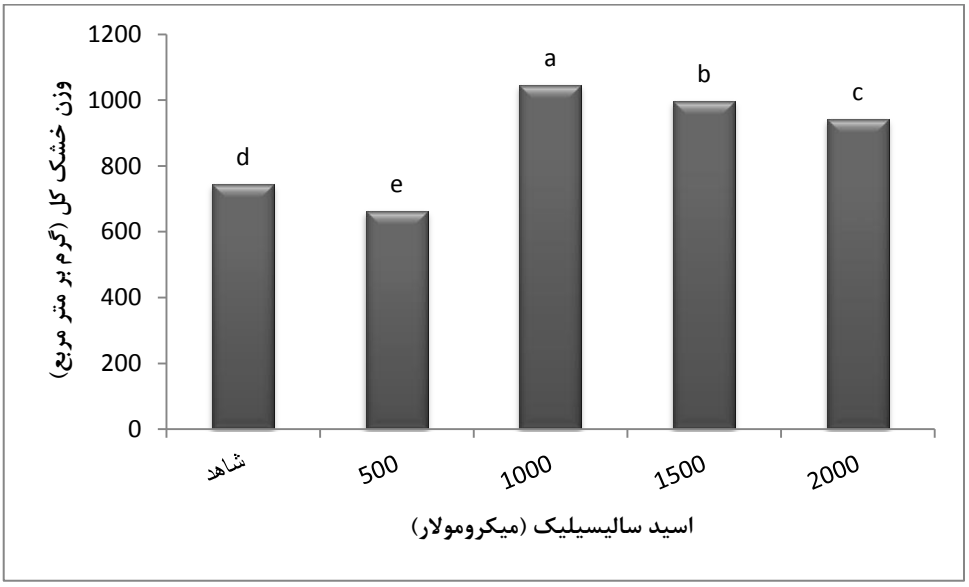
تنش خشکی تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ بر وزن خشک کل داشت (جدول پیوست ۴). در این زمان، بیشترین وزن خشک (۸۸۸/۱ گرم بر متر مربع) مربوط به عدم کمبود آب به عنوان شاهد و کمترین آن مربوط به شرایط تنش در ۳ هفته بعد گلدهی (۸۷۰/۷ گرم بر متر مربع) که اختلاف چندانی با شرایط تنش در مرحله ۳ هفته قبل گلدهی (۸۷۶/۷ گرم بر متر مربع) نداشت (شکل ۴-۲۱). در نتیجه اعمال تنش خشکی در مرحله ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی میزان وزن خشک به ترتیب ۱/۲۹ و ۱/۹۶ درصد نسبت به شاهد (آبیاری کامل) کاهش داشت (شکل ۴-۲۱).

سطوح مختلف اسید سالیسیلیک نیز تأثیرات متفاوتی را (در سطح احتمال ۱٪) بر وزن خشک به جای گذاردند (جدول پیوست ۴). به نحوی که بیشترین وزن خشک با استفاده از پیش تیمار با غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک به میزان ۸۸۸/۱ و کمترین وزن خشک با پیش تیمار ۵۰۰ میکرومولار به میزان ۶۶۲/۳ بدست آمد (جدول پیوست ۵).

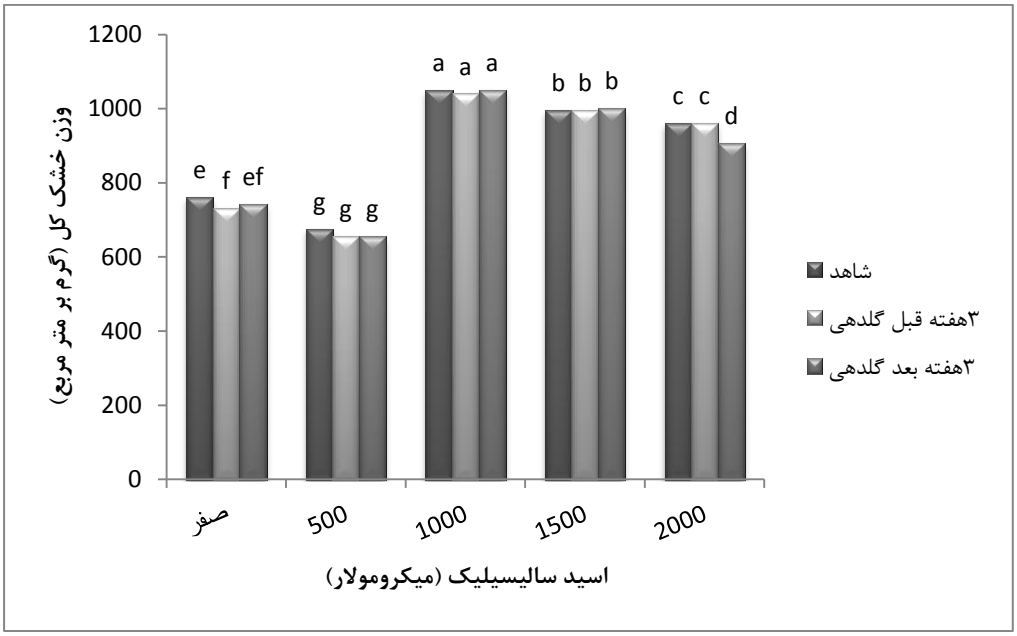
اثر متقابل تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر وزن خشک در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول پیوست ۴). بیشترین میزان وزن خشک مربوط به پیش تیمار با ۱۰۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و تنش در مرحله ۳ هفته بعد گلدهی حاصل شد که با شاهد (عدم تنش) و اعمال تنش در ۳ هفته قبل گلدهی تفاوت معنی داری نداشت و همچنین کمترین میزان مربوط به پیش تیمار ۵۰۰ میکرومولار و تنش ۳ هفته بعد گلدهی حاصل شد (جدول پیوست ۶).



شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین وزن خشک کل در شرایط تنش خشکی (قطع آبیاری در ۳ هفته قبل گلدهی و ۳ هفته بعد گلدهی)



شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین وزن خشک کل در شرایط پیش تیمار با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک



شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین وزن خشک کل برای ترکیبات تیماری سه سطح تنش خشکی و پنج سطح پیش تیمار با اسید سالیسیلیک

۴-۶- نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق به طور خلاصه شامل موارد زیر می باشد.

پرایم بذور ذرت با اسید سالیسیلیک موجب افزایش درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن خشک ریشه چه و وزن خشک ساقه چه نسبت به شاهد در شرایط آزمایشگاهی گردید.

۲- در اکثر صفات آزمایشگاهی پیش تیمار شده با اسید سالیسیلیک با افزایش غلظت اسید سالیسیلک میزان صفات کاهش پیدا کرد.

۳- تنش خشکی موجب کاهش کلروفیل، محتوی نسبی آب، ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک کل و همچنین موجب افزایش نشت یونی گردید.

۴- پیش تیمار اسید سالیسیلیک سبب افزایش سرعت سبز شدن، کلروفیل، محتوی آب نسبی برگ، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، سطح برگ و وزن خشک کل در مزرعه گردید.

۵- تنش خشکی ۳ هفته بعد گلدهی موجب کاهش بیشتری در وزن خشک کل و محتوی نسبی آب گردید.

۶- تنش خشکی ۳ هفته قبل گلدهی موجب کاهش بیشتری در ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ گردید.

۴-۷- پیشنهاد ها

این تحقیق در یک سال زراعی، یک مکان و روی یک رقم انجام گرفت و به این دلیل موارد زیر برای حصول نتایج تکمیلی پیشنهاد می گردد:

۱- تکرار این تحقیق در شرایط مشابه و نیز در مناطق مختلف و با دور آبیاری های مختلف می تواند مفید باشد.

۲- عکس العمل ارقام بیشتری از ذرت به پیش تیمار با اسید سالیسیلیک مورد آزمون قرار گیرد.

۳- تأثیر پیش تیمار اسید سالیسیلیک در مراحل مختلف رشد ذرت مورد بررسی قرار گیرد.

۴- دامنه ی وسیع تری از غلظت های اسید سالیسیلیک مورد بررسی قرار گیرد.

پیوست ها

جدول پیوست۱: نتایج تجزیه واریانس داده های صفات مورد بررسی درگیاه ذرت

		میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	وزن خشک ریشه چه	وزن خشک ساقه چه
غلظت سالیسیلیک اسید	۴	۱۳۰۰**	۰/۰۳۳**	۷/۵۰**	۵/۸۶**	۰/۰۰۲۱۲**	۰/۰۱۷**
خطا	۸	۳۰	۰/۰۰۲	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۲
٪C.V		۱۰/۱۸	۱۲/۹۷	۱۵/۱۰	۹/۲۵	۶/۸۱	۴/۸۰

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح 5٪ و 1٪ و ns عدم معنی داری را نشان می دهد

جدول پیوست۲: اثر غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید بر میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت

غلظت اسیدسالیسیلیک (میکرو مولار)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	طول ریشه چه (سانتی متر)	طول ساقه چه (سانتی متر)	وزن خشک ریشه چه (گرم)	وزن خشک ساقه چه (گرم)
۰	۳۳/۳۳d	۰/۲۲d	۳/۳۹d	۱/۸۶d	۰/۰۳d	۰/۰۹c
۵۰۰	۴۳/۳۳cd	۰/۲۸cd	۵/۱۳c	۲/۵۸c	۰/۰۸b	۰/۱۵bc
۱۰۰۰	۸۶/۶۶a	۰/۴۸a	۷/۶۵a	۵/۵۰a	۰/۰۹a	۰/۳۰a
۱۵۰۰	۶۶/۶۶b	۰/۴۲ab	۶/۴۲b	۳/۳۲b	۰/۰۷b	۰/۲۰b
۲۰۰۰	۵۳/۳۳c	۰/۳۳cb	۵/۴۴bc	۲/۶۰c	۰/۰۵c	۰/۱۶bc

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمونLSD در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نمی باشد

جدول پیوست ۳: میانگین مربعات سرعت سبز شدن در شرایط پیش تیمار اسید سالیسیلیک

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سبز شدن
بلوک	۲	۲۷۸/۱۵۷
اسید سالیسیلیک	۴	۷۷۲۷/۹۶۴**
خطا	۳۸	۴۶/۷۱۶
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۸۰۴

*، ** و n.s. به ترتیب بیان گر معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار می باشد

جدول پیوست۴: میانگین مربعات صفات ارزیابی شده درگیاه ذرت تیمارشده با تنش خشکی و اسید سالیسیلیک

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل	محتوی نسبی آب	نشت یونی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	سطح برگ	وزن خشک کل
بلوک	۲	۱۹/۲۸۶	۳۹/۱۳۶	۱۰/۴۸۳	۲۰/۶۰۷	۰۳۴/۰	۵۶/۷۵۹	۴۳/۴۰۱	۰/۱۴۱	۷۷/۰۹۱
تنش خشکی	۲	۲۵۸/۹۰۱**	۱۲۹/۸۱۵**	۲۷۸۷/۶۷۲**	۳۱۷۴/۵۴۷**	۰/۰۱۰ns	۳۸/۳۴۱ns	۴۳/۸۰۳ns	۵/۹۱۲**	۱۱۷۴/۵۲۷*
خطای اصلی	۴	۹/۱۷۵	۱۷/۹۱۶	۷۶/۵۲۰	۵/۶۲۷	۰/۰۳۱	۱۸/۵۷۷	۸/۲۷۱	۰/۰۵۱	۱۲۳/۱۲۲
اسید سالیسیلیک	۴	۳۰۰/۶۹۵**	۲۱۲/۸۵۹**	۵۹/۵۳۸ns	۲۲۱۰۶/۰۲۰**	۰/۰۳۹ns	۹۵۴/۳۴۲**	۱۳۰۷۵/۰۰۵**	۰/۴۴۹*	۲۴۹۶۵۲/۹۹۲**
تنش×سالیسیلیک	۸	۲۲/۹۵۲**	۲۲/۱۸۳ns	۹۸/۸۲۵ns	۴۸/۰۷۰*	۰/۰۳۶ns	۲۴/۸۳۷ns	۲۵/۵۵۱ns	۰/۱۳۵ns	۶۹۸/۳۵۱*
خطای فرعی	۲۴	۴/۳۵۱	۱۰/۲۸۴	۱۳۶/۴۵۹	۲۰/۸۴۳	۰/۰۳۸	۱۶/۷۹۴	۱۳/۱۴۳	۰/۱۶۱	۲۴۷/۶۹۵
ضریب تغییرات٪		۵/۱۳	۴/۴۴	۲۲/۷۰	۲/۷۵	۶/۸۴	۵/۵۲	۲/۲۳	۱۱/۵۲	۱/۷۹

* و** به ترتیب معنی داری در سطح ۵٪ و ۱٪ و ns عدم معنی داری را نشان می ده

جدول پیوست ۵: مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر اسید سالیسیلیک

اسید سالییلیک	سرعت سبز شدن (بذر در روز)	کلروفیل (اسپد)	محتوی نسبی آب (٪)	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک برگ (gr)	وزن خشک ساقه (gr)	شاخص سطح برگ	وزن خشک کل(gr)
صفر (شاهد)	۱۴۰/۷۶۷e	۴۱/۷cd	۶۶/۶۶c	۱۴۶/۸d	۲۷۵/۳c	۴۶۹/۲d	۳/۱۷۶b	۷۴۴/۶d
۵۰۰ میکرومولار	۱۷۵/۹۳۳c	۴۳/۷۳bc	۷۰/۶۷b	۱۶۵/۱b	۲۶۵/۶c	۳۹۶/۷e	۳/۳۷۲ab	۶۶۲/۳e
۱۰۰۰میکرومولار	۱۹۳/۹۴۴b	۴۵/۲۷ab	۷۷/۱۲a	۱۸۱/۹a	۳۷۱/۲a	۶۷۵a	۳/۴۵۴ab	۱۰۴۶a
۱۵۰۰میکرومولار	۲۱۹/۸۳۳a	۴۷/۴۷a	۷۷/۶a	۱۸۰/۷a	۳۶۴/۷a	۶۳۲/۶b	۳/۷۰۶a	۹۹۷/۲b
۲۰۰۰میکرومولار	۱۶۸/۸۱۱d	۴۷/۲۷a	۶۹/۳۴bc	۱۵۶b	۳۵۱/۳b	۵۹۱c	۳/۶۸۹a	۹۴۲/۳c

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمونLSD در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نمی باشد

جدول پیوست۶: مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و اسید سالیسیلیک برکلروفیل و ارتفاع بوته و وزن خشک کل

تنش خشکی	اسید سالیسیلیک	کلروفیل (اسپد)	ارتفاع بوته(cm)	وزن خشک کل(gr)
	صفر (شاهد)	۴۱/۷cd	۱۶۶/۹d	۷۶۰/۵e
	۵۰۰	۴۳/۷۳bc	۱۸۱/۳b	۶۷۵/۹g
شاهد	۱۰۰۰	۴۵/۲۷ab	۱۹۴/۲a	۱۰۴۹a
	۱۵۰۰۰	۴۷/۴۷a	۱۹۴/۱a	۹۹۵/۳b
	۲۰۰۰	۴۸/۲۷a	۱۷۶/۱bc	۹۶۰c
	صفر (شاهد)	۳۱/۴۳f	۱۳۴g	۷۳۱/۸f
	۵۰۰	۳۲/۷۳f	۱۴۹/۸e	۶۵۶/۲g
۳ هفته قبل گلدهی	۱۰۰۰	۳۸/۳df	۱۷۵/۳bc	۱۰۴۰a
	۱۵۰۰	۴۶/۶ab	۱۷۰/۹cd	۹۹۵/۸b
	۲۰۰۰	۴۸a	۱۴۴/۱ef	۹۵۹/۸c
	صفر (شاهد)	۲۹/۴۳f	۱۳۹/۶fg	۷۴۱/۳ef
	۵۰۰	۳۱/۶۷f	۱۶۴d	۶۵۴/۸g
۳ هفته بعد گلدهی	۱۰۰۰	۳۶/۳e	۱۷۶/۲bc	۱۰۵۰a
	۱۵۰۰	۴۳/۶bc	۱۷۷bc	۱۰۰۱b
	۲۰۰۰	۴۵/۳ab	۱۴۷/۸e	۹۰۷d

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمونLSD در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نمی باشد

منابع

احمد زاده، ا.(۱۳۷۶). تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در لاین های برگزیده ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

احمدی، ع. و بیکر، د. آ. (۱۳۷۹). عوامل روزنه ای و غیر روزنه ای مجدود کننده فتوسنتز ئر گندم در شرایط تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۴۱. شماره ۴. صفحات ۸۱۳ تا ۸۲۵.

آسیائی، م. (۱۳۸۵). شاخص های خشکسالی. انتشارات سخن گستر. ص. ۱۷۴.

اهدایی، ب. (۱۳۷۲). انتخاب برای مقاومت به خشکی در ارقام گندم. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نبات ایران. انتشارات دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

بالجانی، ر. (۱۳۸۹). تأثیر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بر نمو و خصوصیات فیزیولوژیک گلرنگ تحت تنش کم آبی پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

برادران ر، (۱۳۸۵). " بررسی تاثیر خشکی روی خصوصیات مرفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد ارقام پاییزه کلزا " پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت: دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات. تهران ۱۸۷ ص.

برادران فیروز آبادی، م. (۱۳۸۷). بررسی رابطه صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام چغندرقند با تنش خشکی پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

پور صالح، م. (۱۳۷۳). غلات (گندم، جو، برنج، ذرت). انتشارات صفار، تهران. چاپ دوم. ۱۴۴ صفحه.

جهاد اکبر، م. ر.؛ عقدائی، م. و ابراهیمیان، ح. ر. (۱۳۷۹). بررسی تأثیر تنش خشکی در مرحله رشد مقدماتی بر راندمان مصرف آب در زراعت چغندر. مجموعه مقالات (کشاورزی). بیست و دومین دوره سمینارهای سالانه کارخانه های قند و شکر ایران. انتشارات شرکت سهامی عام قند بیستون.

حاجبی،ع.، حیدری شریف آباد،ح .(۱۳۸۴). بررسی تاثیرخشکی برروی رشد وگره زایی سه گونه شبدر. مجله پژوهش وسازندگی درزراعت و باغبانی.66 : 21-13.

خدابنده، ن. (۱۳۶۸). زراعت غلات. انتشارات گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۴۰۱ صفحه.

خواجه پور، م. ر. اصول و مبانی زراعت (چاپ دوم).انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۸۶ صحفه.

دانشمند ع، شیرانی راد ا، م. و اردکانی م.ر، (۱۳۸۵) " ارزیابی تحمل به تنش کم آبی در ژنوتیپ-های بهاره کلزا" پژوهشنامه کشاورزی، فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، جلد ۱، شماره ۶۴، ۱ ص.

رحیمیان مشهدی، ح.، ع. باقری، ا. پاریاب. (۱۳۷۰). اثر پتانسیل های مختلف حاصل از پلی اتیلن گلایکول و کلروسدیم توأم با درجه حرارت بر جوانه زنی در توده های گندم دیم مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۵: ۴۵-۳۶.

رستگار، م. ع. (۱۳۸۳). زراعت نباتات علوفه ای. انتشارات برهمند تهران، ۴۴۸ص.

سرمدنیا، غ. ح. و کوچکی، ع. (۱۳۶۸). جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۶۰ صحفه.

سرمدنیا، غ. ح. (۱۳۷۳). اهمیت تنش های محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره علوم زراعت واصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی کرج. دانشگاه تهران.

سرمدنیا غ ح، و کوچکی ع ر (۱۳۸۶b) "*فیزیولوژی گیاهان زراعی* "، انتشارات جهاددانشگاهی مشهد، ص۴۰۰.

علیزاده ا (۱۳۸۳). "*رابطه آب،خاک و گیاه* "، دانشگاه امام رضا (ع)، ص۴۷۰.

سلطانی، ا. (۱۳۸۶). رابطه آب خاک و گیاه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۴۶ص.

سلیمی ح، (۱۳۸۹). پایان نامه کارشناسی ارشد "بررسی اثرات پرایمینگ، باکتری ریزوبیوم و کود آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود" دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

سیادت، س.ع.، و شایگان، ع. (۱۳۷۳). مقایسه عملکرد و برخی صفات زراعی ارقام ذرت تابستانه درتاریخ کشت های مختلف . درخوزستان . مجله علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد ۱۷ ، صفحات ۷۵ تا ۹۱.

شکاری، ف. (۱۳۸۰). بررسی تأثیر تنش خشکی بر فنولوژی، روابط آبی، رشد، عملکرد و کیفیت محصول کلزا. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

شکاری ف واسفندیاری ع، ظ. (۱۳۸۹) فیزیولوژی تولید درگیاهان زراعی .انتشارات دانشگاه مراغه..

عبداللهیان نوقابی، م. (۱۳۷۹). اکوفیزیولوژی ارقام چغندر و علف های هرز آن تحت شرایط تنش خشکی. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر کرج صفحات ۱۰۱ تا ۱۰۴.

علیزاده، ا. (۱۳۸۲) رابطه آب و خاک و گیاه. انشارات دانشگاه امام رضا. ۴۷۲ص.

علیزاده، ا. (۱۳۸۴) اصول هیدرولوژ کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا. ۸۰۰ص.

علیمرادی، ا.؛ دهقان شعار، م.؛ صادقیان مطهر، س. ی.؛ هاشمی، پ.؛ یاوری، ن.؛ گوهری، ج.؛ غالبی، س.؛ ارجمند، م. ن.؛ غدیری، و. ا.؛ یاوری، ن.؛ قلی زاده، ر. و شیخ الاسلامی، ر. (۱۳۷۷). چغندر قند از علم تا عمل(ترجمه). نشر علوم کشاورزی .۷۳۱ صحفه.

فرجی، ا (۱۳۸۸) "*مبانی کاربردی تاثیر تنش خشکی در کلزا* "، نشر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، ص ۲۶.

کافی،م.،ا .نظامی،ح .حسینی وع .معصومی .(۱۳۸۴). اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول برجوانه زنی ژنوتیپ های عدس .مجله پژوهش های زراعی ایران. ۳: ۷۹-۶۹.

کافی م، و. م. رستمی. (۱۳۸۶). اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد سه رقم گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور. پژوهش های زراعی ایران. ۵(۱):۱۳۰-۱۲۱.

کرمی، ف. (۱۳۷۷). واکنش های فیزیولوژیکی گیاهان به تنشهای رطوبتی. ماهنامه زیتون. شماره ۱۳۸. صفحات ۳۴ تا ۴۰.

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

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

کوچکی، ع. (۱۳۶۷). جنبه هایی از مقاومت به خشکی در سورگوم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۲. شماره ۲. صفحات ۷۷ تا ۸۱.

مجد، ا.؛ مداح، س. م.؛ فلاحیان، ف.؛ صباغ پور، س. ح. و چلبیان، ف. ۱۳۸۵. بررسی مقایسه ای اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و مقاومت دو رقم حساس و مقاوم نخود نسبت به قارچ Acochyta rabiei مجله زیست شناسی ایران. جلد ۱۹. شماره ۳. صفحات ۳۱۴ تا ۳۲۴.

مجنون حسینی، ن. (۱۳۹۰). زراعت غلات. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۲۴ ص.

محسن زاده، س.؛ فرهی آشتیانی، ص.؛ ملوبی، م. ع. و قناتی، ف. (۱۳۸۲). اثر تنش خشکی و کلرو کولین کلراید بر رشد و فتوسنتز گیاهچه دو رقم گندم (*Triticum aestivum*). مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۶۰. صفحات ۵۶ تا ۶۴.

مظاهری تیرانی، م. و خ. منوچهری کلانتری. (۱۳۸۵) . بررسی سه فاکتور سالیسیلیک اسید، تنش خشکی واتیلن و اثر متقابل آنها بر جوانه زنی بذر کلزا (*Brassica napus L*). مجله زیست شناسی ایران. ۹:۴۱۸-۴۰۸.

مظاهری، د. و ن. مجنون حسینی، (۱۳۸۹). مبانی زراعت عمومی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۰ صحفه.

کافی، م.، ع. دامغانی. (۱۳۸۱). مکانیسم مقاومت گیاهان به تنش های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

مظاهری تیرانی، م. و منوچهری کلانتری، خ. و حسیبی، ن. (۱۳۸۷). اثر متقابل اتیلن و اسید سالیسیلیک بر القای تنش اکسیداتیو و مکانیسم مقاومت به آن در گیاه کلز (*Brassica napus*). مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۱. شماره ۳. صفحات ۴۲۱ تا ۴۳۱.

معصومی، ع. م. کافی، و ح. ر. خزاعی. (۱۳۸۷). اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی نخود. پژوهش های زراعی ایران. ۶(۲):۴۵۳-۴۶۲.

مهدوی دامغانی، ع.، ع. کوچکی، پ. رضوانی مقدم، م. نصیری محلاتی. (۱۳۸۴). مطالعه پایداری بوم شناختی نظام زراعی گندم- پنبه در استان خراسان. مجله پژوهش های زراعی ایران. ج ۳، شماره ۱. صص.۱۲۹-۱۴۲.

میر هادی، م.ج.، (۱۳۸۰). ذرت، نشر سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی. کرج. کل صفحات.

نظامی،ا .وع .باقری .(۱۳۸۴). اثرپذیری خصوصیات ژنوتیپهای نخود متحمل به سرما از کشتهای پاییزه و بهاره :خصوصیات فنولوژیکی و مورفولوژیکی .مجله پژوهشهای زراعی ایران،155 -143.

نور محمدی، ق.، سیادت، س.ع.، و کاشانی، ع. (۱۳۸۰). زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحه ۴۴۶.

وفابخش ج، نصیری محلاتی م، و کوچکی ع (۱۳۸۷). "اثر تنش خشکی بر عملکرد و کارایی مصرف نور در ارقام کلزا "، مجله پژوهش های زراعی ایران، ۶(۱):۲۰۴-۱۹۳.

Abreu, M. E., and Munne-Bosch, S. 2008. Salicylic acid may be involved in theregulation ofdrought-induced leaf senescence in perennials: A case study in fieldgrown*Salvia officinalis* L.plants. Environmental and Experimental Botany 1862:1-8.

Aldesuquy, H.S., Mankarios, A.T. and Award, H.A. 1998. Effect of some antitranspirants on growth, metabolism and productivity of saline treated wheat

plants. Indution of stomatal closure inhibition of transpiration and improvement of leaf turgidity. Acta. Bot. Hunganica. 41: 1- 10.

Al-Hakimi, A.M.A. 2008. Effect of salicylic acid on biochemical changes inwheat plants under khatleaves residues. Plant Soil Environ. 54: 288-293.

Alverez, A.L. 2000. Salicylic acid in machinery of hypersensitive cell death and disease resistance. Plant Mol. Biol. 44: 429- 442.

Amborabe, B.E. 2002. Antifungal effects of salicylic acid and benzoic acid derivatives towards Euty palata: stracture activity relationship. Plant Physiol. Biochem. 40: 1051-1060.

Anandi, S. and Ramanujam, M.P. 1997. Effect of salicylic acid on black gram (*Vigna mungo*) cultivars. Ind. J. Plant Physiol. 138- 141.

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

Anonymus. 2005. 20 selected indicators of food and agriculture development in asia pacific region (1994-2004). FAO, Rome, Italy.

Anyia, A. O., and H. Herzog. 2004. "Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought" Europ. J. Agron., 20, 339 pp 327.

Ashok Mishra, K. and Vijay Sing, P. 2010. A review of drought concepts. J. of Hydrology. 1: 1- 15.

Ashraf, **M. and Foolad**, **M.R. 2007.** Roles of glycine betain and proline in improving plant abiotic stress resistance environmental and experimental. Botany. 59: 206-216.

Ashraf, M., and Foolad, M. R. 2005. Pre-sowing seed treatment ashotgun approach toimprovegermination growth and crop yield undersaline and none-saline conditions. Advan. Agron. 88, 271-223.

Ashraf, **M.Y.**, **Azim**, **A.R.**, **Khan**, **A.H. and Ala**, **S.A. 1994.** Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyle content in wheat (*Triticem aestivum*). Acta Physiologia plantarum. 16: 185- 191.

Bansale, K.C. and Nagarajans, S. 1983. Measurment of dessication tolerance in potato leaves. Indian J. Plant Physiol. 264: 418-420.

Barkosky,R.R. and Einhelling, F.A. 1993. Effects of salicylic acid on plant- water relationships. J. Chem. Ecol. 19: 237- 247.

Belhassan E. (Ed). 1996. Drought in higher plants: Genetical, physiological and Molecular biological analysis. ENSA-INRA SGAP, Montpellier, France. 152 pp.

Benjamin J.G.and D.C.Nielsen.2006. Water deficit effects on root distribution of soybean، field pea and chickea. Fild crops Research 97:248-253.

Bieloriya, H., Matell, A. and Moresht, S. 1983. Water relation of cotton in water deficits and plant growth vol. VII. Kozwasei. T. T. PP. 49057. New York Academic Press. U.S.A.

Bloch, **D**., **Hoffman**, **C.M. and Martandar**, **B. 2006.** Impact of water supply on photosynthesis, water use and carbon isotope discrimination of suger beet genotypes. Euro.J. Agron. 24(3):218-225.

Blume, A. and Ebercon, A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heattolerance in wheat. Crop Sci. 27: 1.43 – 47.

Bieloraya, **H.**, **Matell**, **A. and Moresht**, **S. 1993.** Water relation of cotton in water deficits and plant growth vol.

Blum, **A.**, **1996.** Crop response to drought and the interpretation adaptaion. Plant Growth Regulation. 20:135-148.

Blum,A. 1996. "Crop responses to drought and the interpretation of adaptation". Plant Growth Regulation. 20:135-148.

Borsanio, O., Valpuesta, V. and Botella, M.A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by Nacl and osmatic stress in Arabidopsis seedling. Plants Physiol. 126:1024- 1030.

Bradford, K. J. 1996. Manipulation of seed water relations via osmotic priming toimprove germination under stress conditions. Hort. Sci. 21: 1105–1112.

Bray, A. E. 1997 Plant responses to water deficit. Trends in Plant Science 2: 45-54.

Burk, **J.J. and Omahony**, **J. 2001.** Protective role in acquired temotolerance of developmentally regulated heat shok proteins in cotton seeds. J. of Cotton Sci. 2: 147-183.

Chen, H.J., Hou, W.C. Kuc, J. and Lin, Y.H. 2001. Ca^{2+} dependent and Ca^{2+} independent excretion modes of salicylic acid in tobacco cell suspension culture. J. Exp. Bot. 52: 1219- 1226.

Choshbacht, N., A. Ramin and M. Baghbanha. 1391. Possible to reduce the effect of salinity on bean plants Use salicylic Acid. *Journal of Crop Production and Processing* 5:189-199 (In Farsi).

Costonguay, **Y. and Markharat**, **A.H. 1992.** Leaf gas exchange in water stressed common bean and tepary bean (*Phaseolus acutifolius*). Crop. Sci. 32:980-986.

Cutt, J.R. and Klessig, D.F. 1992. Salicylic acid in plants: A changing perspective. Pharmaceu. Technol. 16: 25- 34.

Chang, S. M., and Sung, J. M. 1998. Deteriorative changes in primed shrunken-2 sweet corn seeds during strorageSeed Sci. Technol. 26pp. 613-626.

Choudhury, S. and Panda, S.K. 2004. Role of salicylic acid in regulationg cadmium induced oxidative stress in Oryz sativa roots. Plant Physiol. 30 (3-4): 95- 110.

Dat, J.F., Foyer C.H. and Scott, I.M. 1998. Changes in salicyliv acid and antioxidants during induced thermotolerance in Mustard seedlings. Plant Physiol. 118: 1455-1461.

Desclaux, D., Huynh, T. T., and Roumet, P. (2000). "Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress". Crop Sci. 40:716-722.

Durner, J., Shah, J. and Klessing, D.F. 1997. Salicylic acid and disease resistance in plants. Trends Plant. Sci. 2: 266- 274.

Dvis, P.J. 2005. Plant hormones biosynthesis, signal transduction, action Springer. Germany. 750pp.

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant GrowthRegulation. 45: 215-225.

Evans, N. H., McAinsh. M. R., Hetherington. A. M. 2001. "*Calcium oscillations in higher plants*". Plant Biol. 4:415-420.

Elizabeth Abreu, **M. and Munne-Bosch**, **S. 2008.** Salicylic acid may be involved in the regulation od drought-induced leaf senescence in perennials:A case study in field-grown salvia officinalis. L. Plant. Environmental and Experimental Botany. 64 (2): 105-112.

Earl, H. J., and Davis, R. F. 2003. "Effect of drought stress on Leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of Maize". Agron. J. 95:688-696.

FAO. 2000. Tropical maize, improvement and production. food and agriculture organization of the united nations. Production and Protection Series. pp 28, 363.

Fariduddin, Q., Hayat S., Ahmad A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate,carboxylation efficiency,nitrate reductaseactivity and seed yield in *Brassica juncea*.Photosynthetica. 41 (2): 281-284.

Fernandez, **G.J.**, **Macinnes**, **K.J. and Cothern**, **T. 1996.** Water status and leaf area production in water and nitrogen stressed condition. Crop Science. 36:1224- 1233.

Flexas, J. and Medrado, H. 2002. Drought inhibitionOf photosynthesis in C_3- plant: Stomatal and non- stomatal limitation revisited. Ann. of Bot. 183: 183- 189.

Farooq, M., Wahid, A., Kobyashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A. 2009."Plant drought stress: effects, mechanisms and management"**Agron. Sustain. Dev.,** 29, 185 pp 212.

Farooq, M., Aziz, T., Basra, S.M.A., Cheema, M.A. and Rehman, H. 2008. Chiling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. Journal of Agronomy and Crop Science. 194: 161- 168.

Ford, S. C. M. 1972. "Effect of Dry Season on Uptake of Radioactive Phosphorus by Surface Root of the Sugar Beet". Agron.J.64:622-623.

Ghai, N., Setia, R.C. and Setia, N. 2002. Effects of Paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in Brassica napus L. (cv. GSL- l). Phyto morphology. 52: 83- 87.

Glass, A.D.M. 1975. Inhibation of phosphate uptake in barley roots by hydroxy benzoic acids. Phytochem. 14: 2127- 2130.

Glass, A.D.M. and Dunlop, J. 1974. Influence of phenolic acids on ion uptake. IV Depolarization of membrance potentials. Plant Physiol. 54: 855- 858.

Gutierrez-Coronado, M. A., Trejo-Lopez. C., and Larque-Saavedra, A. 1998.Effects ofsalicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry36(8): 563-565.

Ghaffaripor, A. 2005."Effects of drought stress on yield and quantitative and qualitative characteristics of new sunflower hybrid" M.Sc. thesis of Islamic Azad University of Karaj (in persian).

Giunta, **F.**, **Motzo**, **R. and Deidda**, **M. 1995.** Effect of drought on leaf area development, biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in a Mediterranean environmental. Aust .J. Agric. Res. 96: 99-111.

Hamada, A. M. 1998. Effects of exogenously added ascorbic acid,thiamin or aspirin onphotosynthesis and some related activities of droughtstressedwheat plants. In: Photosynthesis:Mechanisms and effects, G.,Garab ed., Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, Vol. 4 , pp. 2584-2581.

Hanan, E. D. 2007. Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Biological Research. 1: 40- 48.

Harper, S R. and Balk, N.E. 1981. Characterization of the inhibition of K^+ absorption in oats roots by salicylic acid. Plant Physiol. 68: 1349- 1353.

Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothkar, P., and Sodhi, P.S. 1999. On-farm seedpriming in semi-arid agriculture: Development and evaluation in maize (*Zea mays*),rice (*Oryza sativa*) and chickpea (*Cicer arietinum*) in India using participatory methods.Ep. Agric. 35: 15-29.

Harris, D., Raghuwanshi, B.S., Gangwar, J.S., Singh, S.C., Joshi, K.D., Rashid, A., and Hollington, P.A. 2001. Participatory evaluation by farmers of ‘on-farm’ seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. Ep Agric. 37: 403–415.

Harris, D., Rashid, A., Ali, S., and Hollington, P. A. 2004. On-farm seed priming withmaize in Pakistan. In: G. Srinivasan, P. H. Zaidi, B. M. Prasanna, F. Gonzalez and K.Lesnick, Editors, Proceedings of the ٨th Asian Regional Maize Workshop: NewTechnologies for the New Millennium held Bangkok, Thailand CIMMYT, Mexico,D.F. August 5-8, 2002, pp. 316-324.

Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review . Environ. and Experi . Botany. 68: 14- 25.

Hayat, **S.**, **Hasan**, **S.A.**, **Fariduddin**, **Q. and Ahmad**, **A. 2008.** Growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in response to salicylic acid under water stress. J. plant Int. 3 (4). 297-304.

Heidari Sharifabad, H. 2008. "Drought mitigation strategies for the agriculture sector". The 10th Iranian Congress of Crop Sci, 18-20 Aug. 2008, SPII, Karaj, Iran.

Hisao, **T.C. 1973.** Plant responses to water stress. Annu. Rev. Plant Physiol. 24: 519-570.

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

Hussain, M., Malik, M.A., Farooq, M., Ashraf, M.Y. and Cheema, M.A. 2008. Improving drought tolerance by exogenous application of glycine betaine and salicylic acid in sun flower. Journal of Agronomy and Crop Science. 194: 193-199.

Ibrahim, R.K. and Towers, G.H.N. 1959. Conversion of salicylic acid to gentisic acid and O- pyrocatechuic achd, all labeled with carbon- 1 4, in plants. Nature. 184-193.

Inze, D. and Montagu, M.V. 2000. Oxidative stress in plants . TJ International Ltd, Padstow, Cornawall. Great Britain. 321 pp.

Inze, D. and Van Montagu, M. 1995. Oxidative stress in plants. Curr. Opin.Biotechnol. 6: 153-158.

Ingram, J. and D. Bartels, 1996. The molecular basis of dehydration tolerance in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 47: 377-403.

Jie، L.، Gong She، L.، Dong Mei، O.، Fang Fang، L.، and En Hua، W. 2002. Effect of PEG on germination and active oxygen metabolism in wildrye (Leymu.7chinensis) seeds. Acta Pratacul Sinica. 11، 59-64.

Kage, H., Kochler, M. and Stutzel, H. 2004."Root growth and dry matter partitioning of cauliflower under drought stress conditions: mea surement and simulation" Europ. J. Agron., 20, 379 pp 394.

Khan .A.A.، N.HPeck، A.G.Taylor and c.Samimy .1983. Osmoconditioning of beet seeds toimprov emergence and yied in cold soil .Agrin. j.75:788-794.

Khan W, Prithiviraj B and Smith D, 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliarapplication of salicylates. J Plant Physiol 160: 485–492.

Khan، A. A، K. L. Tao، J. S. Knypl، B. Brokowska and L. E. Powell. 2001. Osmotic conditioning of seeds: Physiological and biochemical changes. Acta Horticulturae. 83: 267-278.

Khodary, S.F.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesisand carbohydratemetabolism in salt stressed maize plants. Int. J. Agric. Biol.6: 5-8.

Kramer, P. J. 1983. "*Water relations of plants*". Academic Press. P.342-415.

Kumr ، J.and S.Abbor .2001. Genetics of floweing time in checkpea and its bearing on productivity in semirid environments.Adv. Agron.72:107- 13.

Kumar, A., Singh, D.P. and Singh, P. 1994. "Influence of water stress on photosynthesis, transpiration, water use efficiency and yield of *Brassica juncea* L"**Field Crop. Res.,** 37, 95 pp 101.

Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. In Horticultural Reviews(J. Janick, Ed.), Pp. 131-181. John Wiley and Sons, New York.

Lahlou, O. and Quattar, S. 2003. "The effects of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato"**Agron. J.** 23, 3, 257 pp 268.

Lee، S; J. H. Kim، S. B. Hong، M. K. Kim & E. H. Park۲۰۰۰، . Optimum water potential، temperature and duration for priming of rice seeds. Korean Journal of Crop Science. 43(1): 1-5. (Abstracts).

Leviit, j .1980.stress terminology. In: n. c. tuner & p. j. Kramer.(esd.),adaptation of plant to water and high tempreture stress. Willay,new york. Pp. 437-439.

Leviit, j .1980.response of plants to environmental stresses. Vol.2.water, radiation, salt and other stresses academic press.

Lopez, M., Humara J.M., Casares, A. and Majada, J. 1999. The effect of temperature and water stress on laboratory germination of eucalyptus globulus labill. Seeds of different sizes. INRA. EDP Sciencse. 57: 245- 250.

Majundar, S., Ghosh, S., Glick, B.R. and Durnbroff, F.B. 1991. Activites of chlorophyllase phosphoenol pyruvate carboxylase and ribulase- 1, 5- bisphosphate carboxylase in the primary leaves of soybean during senescence and drought. Physical. Plant. 81:473-480

Mayoral, M., Atsman, L.D., Shimshi, D. and Gromete-Elhanan, Z. 1981. Effect of water stress of enzyme activites on wheat and related wild species: Carboxylase activity, electron transport and photophrylation in isolate chloroplasts. Aust. J. Plant Physiol. 8: 385-393.

Modhan, M.M., Narayanan, S.L. and Ibrahim, S.M. 2000. Chlorophyll stability indexes (CSI): its impacts on salt tolerance in rice. International Rice Res. Institute. Notes. 25. 2: 38-40.

Mohammadian, R., Moghaddam, M., Rahimian, H. and Sadeghian, S.Y.2005. Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugarbeet genotypes. Turkish"**J. Bot.,** 29, 357 pp 368.

Moradi, A. 2005. **"**Physiological response of Mungbean to severe and moderate water stress applied atdifferent growth stage" M.Sc. thesis, University of Tehran (In Farsi).

Nielsen, D. C. 2001. "*Production function for chickpea, field pea, and lentil in the centeral great plains".* Agronomy journal. 93:563-569.

Ommen, O.E., Donnelly, A., Vanhoutvin, S., Vanoijen, M. and Manderscheid, R. 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated co_2 concentration and other environmental stress whitin ESPACE- wheat project. Eur. J. Agron. 10: 197- 203.

Padilla-Ramirez, K. S., Acosta-Gallegos, K. A., Acosta- Diaz, E., Mayek-Perez, N., and Kelly, J. D. 2005."*Partitioning and partitioning rate to seed yield in drought stressed and non stressed dry bean genotypes*". Bean Improvement Cooperative.New York, 48: 153-153.

Palled Y. B., **A. M. Chandra Shekharaiah & G. D. Radder. 1985.** Response of Bengal gram to moisture stress. Indian Journal Agronomy. 30:104-106.

Pancheva, T.V., Popova, L.P. and Uzunova, A.M. 1996. Effect of salicylic acidon growth andphotosynthesis in barley plants. J. Plant Physiol. 149: 57-63.

Park, S.W., Liu, P.P., Forouhar, F., Vlot, A.C., Tong, L., Tietjen, K. and Klessig D.F. 2009. Use of salicylic acid analog to investigate the roles of methyle salicylate and its esterases in plant disease resistance. J. Biol. Chem. 248 (11). 7307- 7317.

Pessarakli, **M. 1999.** Handbook of plant and crop stress. Second Edition. Marcel Dekker. Inc. Zhang, J. and Davies, W.J. 1990. Does ABA in the xylem control the rate of leaf growth in soil-dried maize and sunflower plants? J.Exp. Bot. 41: 765-772.

Phillips, J. R., Oliver. M. J., and Bartels. D. 2002. "*Molecular genetics of desiccation and tolerant systems*". In: Black. M. Pritchard. H. W. (Eds). Desiccation and survival in plants: Drying without dying CAB Innternational.

Popova, L. P., Maslenkova. L. T., Yordanova, R. Y., Ivanova, A. P., Krantev, A. P.,Szalai,G., and Janda, T. 2009. Exogenous treatment with salicylic acidattenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry.

100-Popova, L., T. Pancheva and A. Uzunova. 1997. Salicylic acid: Properties, Biosynthesis and Physiological role.*Plant Physiology* 23: 85-93.

Porwanto, E. 2003. "Photosynthesis activity of soybean (Glycine ax L.)under drought stress" Agron. Sci., 5, 1, 18 pp 1.

Rajasekaran, L. R., A. Stiles, M.A. Surette, A.V. Sturz, T. J. Blake, C. Caldwell, and J.Nowak. 2002. Effects ofvarious temperature regimes on germination and therole of salicylates in promoting germination at lowtemperatures. Canadian Journal of Plant Science. 82: 443-450.

Rajasekaran, L.R. and Blake, T.J. 1999. New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of juck pine seedling. J Plant Growth Regul. 18: 175- 181.

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 43: 439-463.

Rasmussen, J.B., Hammerschmidt, R. and Zook, M.N. 1991. Systemic induction of salicylic acid accumulation in cucumber after inoculation with *Pseudomonas syringae pv. Syringae.* Plant Physiol. 97: 1342- 1347.

Renault, S., Croser, C., Franklin, J. A. andZwiazek, j. j 2001. Effects of NaCl andNa2SO4 on red-osier dogwood (*Cornusstolonifera* Michx) seedlings. *Plant andSoil*. 233: 261-268. 2001.

Rosales – Serna, Kohashi – Shibata, R. J., Acosta – Gallegos, J. A., Trejo – Lopez, C., Ortiz – Cereceres, J., and Kelly, J. D. 2004. "*Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought – stressed common bean cultivars*". Field Crop Res. 85:203-211.

Sah, S.K., and O.B. Zamora. 2005. Effect of water deficit at vegetative and reproductive stages of hybrid open pollinated variety and local maize. Juornal Institute Agriculture and Animal Science. 26: 37-42.

Sakhabutdinova, A.R., Fatkhutdinova, D.R. and Shakirova, F.M. 2004. Effect of salicylic acid on the activity of antioxidant enzyme in wheat under condition of salination. App. Biochem. Microbiol. 40: 501- 505.

Salehi, **M. 2004.** The effect of increase of co_2 and salinity, aridity and nitrogen stresses on some of physiological and morphological of spring wheat. M. Sc. Thesis, Agriculture Faculty of Ferdowsi University.

Sanders, D., Brownlee. C., and Harper. J. F. 1999. "Communicating with calcium". Plant Cell. 11:691-706.

Santos, M. G., Ribeiro, R. V., Oliverira, R. F., Machado, E. C., and Pimetel, C. (**2006**)."*The role of inorganicphosphate on photosynthesis recovery of common bean after a mild water deficit*". Plant Sci. 170: 659-664.

Saxena. M.s.agronomaic studies on winter chick pea 1981. In proceeding of the workshop on ascochyta blight and winter sowing of chickpea.4-7 may 1981 icarda . Aleppo.Syria.PP:123-133.1984.

Schroeder, J. I., Allen. G. J., Hugouvieux. V., Kwak. J. M., and Waner. D. 2001. "Guard cell signal transduction". Annal Rev Plant Physiol Plant Mol Biol. 52:627-658.

Senaranta, T., Teuchell, D., Bumm, E., and Dixon, K. 2002. Acetyl salicylic acid (asprin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation 30: 157-161.

Shakirova, F.M. and Bezrukova, M.V. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biology Bulletin. 24: 109- 112.

Shakirova, F.M., Sahabutdinova D.R 2003.Changes in the hormonal status of wheatseedlings induced by salicylic aicdand salinity.Plant Sci. 164: 317-322.

Shakirova, F. M., R. A. Sakhabutdinova, M. V. Bezrukova, R. A. Fatkhutdinova, and D. R. Fatkhutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science 164: 317-322.

Shakirova, F.M. and Sahabutdinova, A.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. Plant. Sci. 164: 317- 322.

Siddique, M.R.B., A. Hamid., and M.S. Islam. 2000. Drought stress effect on water relation of wheat. Botony Bulletin Academic Sinence. 41 (1): 35-39.

Singh, B and Usha K. 2003. Salicylic acidinduced physiological and biochemical changesin wheat seedlings under water stress. Plant. 39: 137–141.

Singh, P. 1991. "*Influence of water deficits on phenology, growth and dry matter allocation in chickpea (Cicer arietinum)*". Field Crops Res. 28:1-15.

Sinha, S. K., Srivastava, H. S., and Tripathi, R. D. 1993. Influence of some growthregulatorand cations on inhibition of chlorophyll biosynthesis by lead in maize.Bulletin of Environmental Contamination Toxicology 51: 241-246.

Slaymarker, D.H., Navarre, D.A., Clark, D., Pozo, O.D., Martin, G.B. and Klessig, D.F. 2002. The tobacco salicylic acid- banding protein 3 (SABP3) is the

chloroplast carbonic anhydrase, which exhibition antioxidant activity and plays a role in the hypersensitive defense response. PANS. 99 (18): 11640- 11645.

Specht, J.E., Chese, M., Macrander, G.L., Graef, J., Chung, J.P., Markwell, M., German, J.H. and Lark, K.G. 2001."Soybean response to water. AQTL analysis of drought tolerance"**Crop Sci.,** 41, 439 pp 509.

Sticher, L., Mauchmani B. and Metraux, J.P. 1997. Systemic acquired resistance. Annu. Rev. Phyto pathol. 35: 235- 270.

Stone, L. R., Goodrum, D. E., Jaafar, M. N., and Khan, A. H. 2002. "*Rooting Front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower*". Agronomy Journal 93:1105-1110

Swaraj, K. 1987. "*Environmental stress and symbiotic N2 fixation in legume*". Plant Physiol. Biochem. 14:117-130.

Tahir, M.H.S. and Mehid, S.S. 2001."Evaluation of open pollinated sunflower (*Helianthusannuus* L.) populations under water stress and normal conditions"**Int. J. Agric. Biol.,** 3, 236 pp 238.

Taize, **L. & E. Zeiger. 2006**. Plant Physiology. Forth Edition. Sinauer Associate, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts. Paper. 738.

Taiz, **L. and Zeiger**, **E. 1991.** Plant physiology. The Benjamin / Cumming Publishing Company. Inc. California. PP. 5650

Tardieu, **F.**, **Zhang**, **J.**, **Karergi**, **N.**, **Bethenod**, **O.**, **plamens**, **S. and Davies**, **W.J. 1992.** Xylem ABA controls the stomatal conductance of field grown maize subjected to soil compaction on soil drying. Plant Cell Environ. 15: 193-197.

Tasgin, E., Atici, O. and Nalbantoglu, B. 2003. Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves. Plant Growth Regul. 41: 231- 236.

Toker, C., and Canci, H. 2006. "Selection for drought and heat resistance in chickpea under terminal drought conditions". 4th International Food Legumes Research Conference: Food Legumes for Nutritional Security and Sustainable Agriculture. 18–22 October 2005. New Delhi, India, (in press).

Tollenaar, M., and Dwyer, L. 1999. Physiology of maile. In: D.L. Smith and C. Hamel (Eds).CropYield, Physiology and Processes. Springer-Verlag, pp.169-204.

Tylkowska، K.، and R.W. van den Bulk. 2001. Effects of osmo- and hydropriming on fungal infestation levels and germination of carrot (*Daucus carota L.*) seeds contaminated with Alternaria spp.، Seed Science and Technology 29: 365-375.

Uzunova, A.N. and Popova, L.P. 2000. Effect of salicylic acid on leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of barley plants. Photosynthetica. 38: 243- 250.

Wardlaw, **Z.F. 1967.** The effect of water stress on the translocation in relation to photosynthesis and growth. I. Effect during grain development in wheat. Aus. Bio Sci. 20: 25-39.

Webber, M.J., Barnett, B., Finlayson, B. and Wang, M. 2006."Pricing china's irrigation water working paper, school of anthropology, geography and environmental studies" the university of Melbourne, Victoria, Australia.

Wilhite, **D.A. 2000.** Drought: A global Assessment. Vols. 1 and 2. Routledge. New York. 89-104. 1 and 2. Routledge. New York. Pp. 129-448.

Yalpani, N., Enyedi, A.J., Leon, J. and Raskin, I. 1994. Ultraviolet light and ozone stimulat accumulation of salicylic acid, pathogenesis- related proteins and virus resistance in tobacco. Planta. 193: 372- 376.

Zhang, W., Curtin, C., Kikuchi, M. and Franco, C. 2002. Integration of jasmonic acid and light irradiation for enhancement of anthocyanin biosynthesis in Vitis vinifera suspension cultures. Plant Sci. 162: 459- 468.

Zheng، G.H; Wilen، R.W; Slinkard، A.E; and Gusta، L.V. 1994. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming Crop Science، 34(6): 1589-1593.

Abstract

Drought is one of the most important factors which affect on grow, yield and change some of physiological and morphological characteristics in plant. The application of new and non-destructive technologies for decreasing the negative effects of environmental stresses needs to new ways in agriculture. the use of pre-treatment of seeds by prime different solutions has increased seeds of plant speed and percentage of germination and ultimately caused better and faster establishment. In order to study the effect of pretreatment salicylic acid on germination and characteristics seedling growth of maizea a laboratory shut yon experiment as a completely randomized design with three replications was conducted at university of shahrood in 2013 and then an farm experiment as split plot in a randomized complete block design with three replications was conducted. Treatment consisted of three levels of drought stress including control (complete irrigation), no irrigation in the 3 weeks before flowering and no irrigation in 3 weeks after flowering and five levels salicylic acid control, 500, 1000, 1500 and 2000 is micromolar as sub plot. The results from laboratory study showed that priming significantly affected on germination so that acts of priming on germination percentage, germination rate, radicle length an plumule, root dry weight and stemlet at was significant at 1%. Results also this study showed that water stress during 3 weeks before and after flowering cause decrease chlorophyll, relative water content, leaf area and increased electrolyte leakage. Pretreatment of seeds, had positive impact on the speeds of emergence, chlorophyll, content relative water content, height plant, dry matter of leaf, dry matter of stem, leaf area and total dry matter. The interaction between salicylic acid and drought stress had significantly effect on chlorophyll, heigh plant and total dry matter. Pretreatment caused increasing dry matter in maize and decresed the drought stress.

Keywords: Dry matter, Priming, Maize

University of Shahrood

Faculty of Agriculture

The effect of different levels of salicylic acid on speed of germination and growth of corn in the conditions of water stress

Morteza hosseini

Supervisors:

Dr.Ahmad Gholami

Dr.Mostafa Heidari

september 2015