بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی زراعت

بررسی تاثیر هورمون پرایمینگ بر عملکرد کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی

نگارنده : **مریم حسین نیا**

استاد راهنما

دکترحمید عباس‌دخت

استاد مشاور

دکتراحمد غلامی

دکترحمیدرضا اصغری

آبان ۱۳۹۶

شماره: ۱۲۵۰/ک
تاریخ: ۹۶/۸/۳۰

باسمه‌تعالی

دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم مریم حسین نیا با شماره دانشجویی ۹۴۰۵۹۰۴ رشته مهندسی کشاورزی گرایش زراعت . تحت عنوان بررسی تاثیر هورمون پرایمینگ بر عملکرد کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی که در تاریخ ۹۶/۸/۱۵ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

قبول (با درجه: عالی) ☑ مردود ☐

نوع تحقیق: نظری ☐ عملی ☑

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	دکتر حمید عباس دخت	دانشیار	
۲- استادراهنمای دوم			
۳- استاد مشاور	دکتر احمد غلامی	دانشیار	
استاد مشاور۲	دکتر حمیدرضا اصغری	دانشیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر پرویز حیدری	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر حسن مکاریان	دانشیار	
۶-ـ استاد ممتحن دوم	دکتر منوچهر قلی پور	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

سپاس از وجود مقدسش

در کمال افتخار و امتنان ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که از آموختن الفبای زندگی تا سپری شدن این مرحله از زندگی ام در کنارم بودند و بدون وجود با ارزششان، طی این مراحل برایم رویایی بیش نبود.

تقدیم به روان پاک پدرم

و زیباترین نگاه زندگی ام ... به مادرم

و تقدیم به تمامی کسانی که با تمام وجود درجهت ارتقای علم، خدمت به بشر و گسترش رفاه و تعالی گام برمی‌دارند.

تشکر و قدردانی

اکنون که به کمک الطاف بیکران خداوندی توانستم تحقیقات خود را در این پایان‌نامه به سرانجام رسانم، بر خود واجب میدانم ، از زحمات بی دریغ و راهنمایی‌های ارزنده جناب آقای دکتر حمید عباس دخت ، تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید محترم مشاورجناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر حمیدرضا اصغری کمال سپاس را دارم.

از اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر حسن مکاریان و جنای آقای دکتر منوچهر قلی پور که زحمت داوری این پایان‌نامه را تقبل نموده و با مطالعه دقیق، زمینه بهبود و ارتقای آن را فراهم نمودند نهایت سپاسگزاری را دارم. همچنین مراتب سپاسگزاری خود را از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر پرویز حیدری ابرازمی دارم.

از مسئولین محترم پژوهش سرای جابربن حیان و اداره هواشناسی شهرستان جاجرم که نهایت همکاری را داشتند، صمیمانه قدرانی می کنم.

همچنین از خانواده عزیزم، برادران و خواهران مهربانم به پاس گرمای امید بخش وجودشان که در طول مدت تحصیلم صبورانه و مهربانانه یاری‌ام نمودند، صمیمانه سپاسگزارم.

از دوستان عزیزم سرکارخانم ها مهندس عرب ، مهندس نوذری راد و مهندس جلالی به دلیل همراهی در طول انجام پایان‌نامه، صمیمانه قدرانی می‌کنم.

تعهد نامه

اینجانب **مریم حسین نیا** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مهندسی کشاورزی / زراعت** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه **صنعتی شاهرود** نویسنده پایان نامه **بررسی تاثیر هورمون پرایمینگ بر عملکرد کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی** تحت راهنمائی آقای **دکتر حمید عباس دخت** متعهد می شوم .

تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .

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

تاریخ ۹۶/۰۸/۳۰

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

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

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر هورمون پرایمینگ بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش خشکی، آزمایشی در سال ۱۳۹۵ به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، تنش خشکی در دو سطح ۷ روز آبیاری (عدم تنش) و ۱۴ روز آبیاری (تنش) بود. فاکتور فرعی شامل ۷ سطح پرایمینگ هورمونی بود. سطوح پرایمینگ هورمونی شامل شاهد، اسید جیبرلیک در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام، اسید آبسیزیک در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام بود. تیمار پرایمینگ قبل از کاشت بذور انجام شد. تیمار تنش بعد از استقرار کامل بوته‌ها شروع و تا پایان فصل رویش ادامه داشت. در این آزمایش تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع ساقه، قطر ساقه، وزن خشک کل و کلروفیل سویا شد. محتوای نسبی آب در شرایط تنش ۱۲/۳۳ درصد کاهش یافت و میزان خسارت به غشاء ۱۱/۱۱ درصد افزایش نشان داد. تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه تحت تنش خشکی کاهش نشان داد. درصد روغن دانه سویا در شرایط تنش ۰/۹ درصد کاهش یافت و درصد پروتئین ۱/۸۲ درصد افزایش نشان داد. پرایمینگ با ۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک و ۱۰۰ پی پی ام اسید جیبرلیک سبب افزایش ارتفاع سویا شد. کاربرد هورمون پرایمینگ در این تحقیق شاخص سطح برگ و وزن خشک کل سویا را افزایش داد. با کاربرد هورمون اسید آبسیزیک و اسید جیبرلیک به صورت پرایمینگ، میزان نسبی آب افزایش و خسارت به غشاء کاهش نشان داد. عملکرد دانه و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه سویا با هورمون پرایمینگ افزایش نشان داد. درصد روغن دانه با کاربرد هورمون‌ها ۰/۳۱ درصد افزایش یافت. کاربرد هورمون‌ها در شرایط تنش خشکی از کاهش محتوای نسبی آب و افزایش خسارت به غشاء جلوگیری کرد. هورمون پرایمینگ از کاهش وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی جلوگیری کرد. در نهایت در محدوده پژوهش انجام شده کاربرد ۱۰۰ پی پی ام اسید جیبرلیک و ۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک را می‌توان به عنوان بهترین غلظت معرفی کرد.

کلمات کلیدی: اسید آبسیزیک، جیبرلین، سویا، تنش خشکی.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

مریم حسین نیا، حمید عباس‌دخت، احمد غلامی، حمیدرضا اصغری. ۱۳۹۶. بررسی تاثیر هورمون پرایمینگ بر عملکرد و برخی صفات سویا تحت تنش خشکی. پنجمین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی. ۸ و ۹ شهریور. دانشگاه زنجان.

مریم حسین نیا، حمید عباس‌دخت، احمد غلامی، حمیدرضا اصغری. ۱۳۹۶. بررسی اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا تحت تنش خشکی. پنجمین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی. ۸ و ۹ شهریور. دانشگاه زنجان.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱ مقدمه	۲
فصل دوم: بررسی منابع	۷
۲-۱- سویا	۸
۲-۱-۱- تاریخچه	۸
۲-۱-۲- اهمیت	۸
۲-۱-۳- گیاه‌شناسی	۹
۲-۱-۴- مراحل نمو	۱۰
۲-۱-۵- سازگاری	۱۳
۲-۱-۶- اکولوژی سویا	۱۴
۲-۲- تنش خشکی	۱۵
۲-۲-۱- تعریف تنش	۱۵

۲-۲-۲- تأثیر تنش خشکی بر پارامترهای رشدی سویا ۱۶
۲-۳- پرایمینگ بذر ۱۷
۲-۳-۱- انواع پرایمینگ بذر ۱۸
۲-۳-۲- فواید پرایمینگ ۱۸
۲-۳-۲-۱- بهبود تغذیه گیاهان زراعی ۱۸
۲-۳-۲-۲- افزایش جوانه زنی و سبز شدن و یکنواختی در سبز شدن ۱۹
۲-۳-۲-۳- افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها ۱۹
۲-۳-۲-۴- بهبود عملکرد در شرایط مطلوب ۱۹
۲-۴- هورمون های گیاهی ۲۰
۲-۴-۱- کلیات ۲۰
۲-۴-۲- تاریخچه استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهان ۲۲
۲-۴-۳- تنظیم کننده‌های رشد گیاهی ۲۳
۲-۴-۳-۱- جیبرلین‌ها ۲۳
۲-۴-۳-۱-۱- کلیات ۲۳
۲-۴-۳-۱-۲- بیوسنتز جیبرلین‌ها ۲۴
۲-٤-۳-۱-۳- اثرات کاربرد جیبرلین بر گیاهان ۲۶
۲-۴-۴- بازدارنده‌های رشد ۲۹
۲-۴-۴-۱- اسید آبسیزیک ۳۰
۲-۴-۴-۱-۱ کلیات ۳۰
۲-۴-۴-۱-۲- بیوسنتز اسید آبسیزیک ۳۱
۲-۴-۴-۱-۳- اثرات کاربرد اسید آبسیزیک بر گیاهان ۳۲
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۳۵
۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش ۳۶
۳-۲- مشخصات طرح آزمایشی ۳۶
۳-۳- عملیات اجرایی ۳۷

۳-۳-۱- آماده‌سازی زمین ۳۷
۳-۳-۲- کاشت ۳۸
۳-۳-۳- داشت ۳۸
۳-۳-۴- اعمال تیمارها ۳۸
۳-۳-۵- برداشت ۳۹
۳-۴- نمونه برداری جهت صفات مرفولوژیکی ۳۹
۳-۵- صفات زراعی و مرفولوژیک ۳۹
۳-۵-۱- وزن خشک ۳۹
۳-۵-۲- شاخص سطح برگ ۳۹
۳-۵-۳- قطر و ارتفاع ساقه ۴۰
۳-۶- صفات فیزیولوژیک ۴۰
۳-۶-۱- مقدار نسبی آب برگ ۴۰
۳-۶-۲- خسارت غشای پلاسمایی ۴۱
۳-۶-۳- کلروفیل ۴۱
۳-۷- عملکرد ۴۲
۳-۸- صفات کیفی ۴۲
۳-۸-۱- درصد روغن ۴۲
۳-۸-۲- درصد پروتئین ۴۳
۳-۹- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۴۴
فصل چهارم: نتایج و بحث ۴۵
۴-۱- صفات مورفولوژیک ۴۶
۴-۱-۱- ارتفاع ساقه ۴۶
۴-۱-۲- قطر ساقه ۴۹
۴-۱-۳- شاخص سطح برگ ۵۱
۴-۱-۴- وزن خشک کل ۵۴

۴-۲- صفات فیزیولوژیک ۵۶
۴-۲-۱- محتوای نسبی آب ۵۶
۴-۲-۲- خسارت غشاء ۶۰
۴-۲-۳- کلروفیل ۶۲
۴-۳- عملکرد و اجزای عملکرد ۶۴
۴-۳-۱- تعداد غلاف در بوته ۶۴
۴-۳-۲- تعداد دانه در غلاف ۶۶
۴-۳-۳- وزن هزار دانه ۶۹
۴-۳-۴- عملکرد دانه ۷۱
۴-۴- صفات کیفی ۷۵
۴-۴-۱- درصد روغن ۷۵
۴-۴-۲- درصد پروتئین ۷۸
۴-۵- نتیجه گیری نهایی ۸۱
۴-۶- پیشنهادات ۸۳
منابع ۸۴

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱ مسیرمالونیک اسید برای بیوسنتزی جیبرلین ها، سایتوکنین و اسیدآبسیزیک در گیاهان	۲۶
شکل ۴-۱- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی	۴۸
شکل ۴-۲- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر پرایمینگ	۴۸
شکل ۴-۳- مقایسه میانگین قطر ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی	۵۱
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ سویا تحت تاثیر تنش خشکی	۵۳
شکل ۴-۵- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ سویا تحت تاثیر تنش خشکی	۵۴
شکل ۴-۶- مقایسه میانگین وزن خشک کل سویا تحت تاثیر تنش خشکی	۵۶
شکل ۴-۷- مقایسه میانگین وزن خشک کل سویا تحت تاثیر پرایمینگ	۵۶
شکل ۴-۸- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ	۵۹
شکل ۴-۹- مقایسه میانگین خسارت غشاء تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ	۶۱

شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین کلروفیل سویا تحت تاثیر تنش خشکی ۶۴
شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر تنش خشکی ۶۶
شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر پرایمینگ ۶۶
شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۹
شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تاثیر تنش خشکی ۷۱
شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تاثیر پرایمینگ ۷۱
شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۴
شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین روغن دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی ۷۷
شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین روغن دانه سویا تحت تاثیر پرایمینگ ۷۷
شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین پروتئین دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی ۸۰
شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین پروتئین دانه سویا تحت تاثیر پرایمینگ ۸۰

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱- مراحل رشد و نمو سویا براساس تقیم بندی فهر و کاونیس(۱۹۹۷)	۱۲
جدول ۲-۲- رده بندی هورمون های رشد طبق انجمن علمی کشاورزی آمریکا	۲۲
جدول ۳-۱- نتایج فیزیکیو شیمیایی خاک محل آزمایش	۳۷
جدول ۴-۱- میانگین مربعات ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ	۴۷
جدول ۴-۲- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ	۴۷
جدول ۴-۳- میانگین مربعات قطر ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ	۵۰
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین قطر ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ	۵۰
جدول ۴-۵- میانگین مربعات شاخص سطح برگ تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ	۵۲
جدول ۴-۶- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ	۵۳

جدول ۴-۷- میانگین مربعات وزن خشک کل سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۵۵
جدول ۴-۸- مقایسه میانگین وزن خشک کل سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۵۵
جدول ۴-۹- میانگین مربعات محتوای آب نسبی سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۵۸
جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۵۹
جدول ۴-۱۱- میانگین مربعات خسارت غشاء در سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۰
جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین خسارت غشاء در سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۱
جدول ۴-۱۳- میانگین مربعات کلروفیل سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۳
جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین کلروفیل سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۳
جدول ۴-۱۵- میانگین مربعات تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۵
جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۵
جدول ۴-۱۷- میانگین مربعات تعداد دانه در غلاف سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۸
جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۶۸
جدول ۴-۱۹- میانگین مربعات وزن هزار دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۰
جدول ۴-۲۰- مقایسه میانگین وزن هزار دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۰
جدول ۴-۲۱- میانگین مربعات عملکرد دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۳
جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۴
جدول ۴-۲۳- میانگین مربعات روغن دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۶
جدول ۴-۲۴- مقایسه میانگین روغن دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۶
جدول ۴-۲۵- میانگین مربعات پروتئین دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۹
جدول ۴-۲۶- مقایسه میانگین پروتئین دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ ۷۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

زندگی در روی زمین به آب وابسته است. آب فراوان‌ترین ماده روی زمین است ولی در عین حال کمبود آن مهم‌ترین عامل محدودیت تولید محصولات کشاورزی در جهان می‌باشد. چنین تضاد عمیقی به علت چگونگی توزیع جغرافیایی و کیفیت مصرف آب آبیاری است. در هر حال ادامه حیات در روی زمین مستلزم وجود آب می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۳۸۷). آب در اندام‌های گیاهی، محیطی را فراهم می‌سازد که در آن محیط تماس بسیاری از ترکیبات و عناصر بیشتر شده و فعل و انفعالات بیوشیمیایی در این چنین محیطی امکان‌پذیرتر می‌شود. هم‌چنین نقش دیگر آن به ویژه در گیاهان تسریع انتقال مواد غذایی از مکان جذب ریشه به سایر اندام‌ها می‌باشد (اردکانی، ۱۳۸۸). رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده متعدد محدود می‌گردد، به همین علت اختلاف قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه محصولات زراعی دیده می‌شود. خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد در گیاهان است که واکنش‌های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی متعددی را در گیاهان القاء می‌کند. یکی از تغییرات بیوشیمیایی که در تنش‌های محیطی از جمله تنش کم‌آبی رخ می‌دهد، تولید انواع اکسیژن فعال[۱] در پی بسته شدن زنجیر انتقال الکترون کلروپلاستی می‌باشد. کاهش آب در بافت‌های گیاهی سبب کاهش رشد، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز، تحت تاثیر قرار گرفتن تنفس، کاهش فضای بین سلولی، تخریب پروتئین‌ها، تخریب آنزیم‌ها کاهش تشدید کننده‌های رشد و تجمع پرولین می‌شود (گارات و همکاران، ۲۰۰۲).گیاه از طریق مکانیسم‌های مختلف از جمله بستن روزنه‌ها، ضخیم شدن کوتیکول، کاهش سطح تعرق کننده، افزایش وزن و طول ریشه، جلوگیری از کاهش پروتئین، بالا نگه داشتن فتوسنتز، و کاهش تنفس و تنظیم اسمزی، افزایش پرولین می‌تواند در برابر خشکی مقاومت کند (صفایی و غدیری، ۱۳۷۴).

[۱] - ROS

پیش تیمار بذر یک استراتژی برای افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن بذر تحت شرایط نامساعد محیطی می‌باشد. خیساندن بذر یا همان پرایمینگ به تعدادی از روش‌های مختلف بهبود دهنده اطلاق می‌شود که در تمامی آن‌ها، آبدهی کنترل شده بذر (تا قبل از خروج ریشه چه) اعمال می‌شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶). در جریان پرایمینگ، بذرها معمولا اجازه می‌یابند تا حدی (تا قبل از خروج ریشه چه) کمی آب جذب کنند سپس از محیط آب خارج می‌شوند. مقدار این آب آنقدر اندک است که مانع از کامل شدن فرآیند جوانه‌زنی می‌شود، اما امکان وقوع یکسری فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پیش از جوانه‌زنی را فراهم می‌کند. رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ شامل هیدروپرایمینگ و اسمو پرایمینگ می‌باشد. در روش هیدروپرایمینگ بذرها با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند که این نوع پرایمینگ بسیار ارزان و ساده و مقدار جذب آب از طریق مدت زمانی که بذرها در تماس با آب هستند، کنترل می‌شوند (جودی و شریف زاده، ۲۰۰۶).

تاخیر و کاهش در رویش و برآمدگی گیاهچه باعث تشکیل ناهمگونی در گیاه، عدم یکدستی و برخورد گیاه با شرایط نامساعد می‌شود، که پیش تیمار بذر با کاهش دادن زمان جوانه‌زنی و رخ دادن جوانه‌زنی در یک دوره کوتاه در بهبود زنده‌مانی، افزایش درصد جوانه‌زنی و نیز گلدهی و بلوغ زودرس و بالاخره تولید بالا در سویا را موجب می‌شود (افضل و همکاران، ۲۰۰۶).

تحت شرایط نامساعد استفاده از پیش تیمار بذرها با استفاده از هورمون‌ها و هیدرو پرایمینگ می-تواند مقاومت در برابر تنش، در گیاهان را افزایش دهد (گوزمن و اولاو، ۲۰۰۴؛ انصاری و شریف زاده، ۲۰۱۲؛ پاتاده و همکاران، ۲۰۱۱). پرایمینگ از جمله مهم‌ترین تکنیک‌های بهبود کمی وکیفی محصول در ارتقای رشد قابل قبول برای کشاورزان، به دلیل کم هزینه و ساده بودن می‌باشد.

اسید آبسیزیک یکی از هورمون‌های مهم گیاهی است که نقش عمده‌ای در چرخه زندگی گیاه داشته و بسیاری از فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی، نموی و هم‌چنین عکس‌العمل‌های سازگاری گیاه به محیط-های تنشی را تنظیم می‌کند. تنش‌های محیطی سیستم هورمونی گیاهان را تحت تاثیر قرار داده و آن را افزایش می‌دهد یا اینکه حساسیت گیاه به تنش را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تغییرات هورمونی اغلب با تغییرات ایجاد شده در رفتار گیاه همبستگی دارد. اسید آبسیزیک در تنش‌های مختلف (سرما، خشکی و سمیت علف‌کش‌ها) یک نقش مهم دارد (دوین، ۲۰۰۴). اگر اسید آبسیزیک روی شاخ و برگ گیاه پاشیده شود، نوعی تنش مصنوعی القا می‌گردد که باعث تغییرات فیزیولوژیک می‌گردد. به طور کلی عقیده بر این است که هورمون‌های گیاهی از قبیل اسید آبسیزیک، ارتباط نزدیکی با نمو دانه دارند که از طریق وساطت در تقسیم و بزرگ شدن سلول‌های آندوسپرم و یا کنترل ورود و خروج مواد پرورده به دانه، اندازه مخزن را تعیین می‌کنند (هانسن و گراسمن، ۲۰۰۰). در صورت وقوع تنش در دوره رشد رویشی در بسیاری از گیاهان، اسید آبسیزیک به سرعت در ریشه گیاه سنتز و به بخش-های هوایی منتقل می‌شود، اگر چه گزارش‌هایی نیز وجود دارد که اسید آبسیزیک تقریبا در تمام بافت‌هایی که دارای کلروپلاست و آمیلو پلاست هستند، ساخته می‌شود. مطالعات متعدد نشان داده است که اسید آبسیزیک در این رابطه به عنوان یک واسطه در واکنش پذیری گیاه به محرک‌های محیطی، عمل می‌نماید (کافی و همکاران، ۱۳۸۵). در یک آزمایش نایار و والیا (۲۰۰۴) اثر القا کنندگی تنش خشکی توسط اسید آبسیزیک را در مرحله پر شدن دانه بر دو رقم گندم بررسی کردند. در این آزمایش در اثر القا اسید آبسیزیک محتوای کل قند گیاه و پرولین نسبت به شاهد افزایش نشان داد.

امروزه جیبرلین‌ها به عنوان یکی از مهم ترین تنظیم کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده‌اند که به طور طبیعی در گیاهان عالی وجود دارد. در حال حاضر ۱۲۵ نوع جیبرلین مختلف در گیاهان عالی و یا قارچ‌های تولید کننده جیبرلین شناخته شده است (رادماچر، ۲۰۰۰). که تنها تعداد کمی از آن‌ها

دارای فعالیت زیستی می‌باشند. نتایج تحقیقات نشان داده است که بافت‌های منبع این توانایی را دارند که فرآورده‌های حاصل از فتوسنتز را در بافت‌های آبکش انباشته کنند و آن را برای مسافت‌های طولانی‌تر انتقال دهند. استعمال برگی GA_3 انباشته شدن مواد فتوسنتزی را در آوندهای آبکش تسریع می‌کند (بتراند و ارنستن، ۲۰۰۱).

سویا یا لوبیای روغنی (*Glycine max* L.) گیاهی زراعی و یکساله از تیره بقولات[۱] است. دامنه سازگاری این گیاه نسبتا وسیع می‌باشد که محدوده گسترده‌ای از شرایط اقلیمی و رشد را در بر می‌گیرد (خواجه پور، ۱۳۸۷). دانه های سویا روغنی دارای حدود ۲۲-۱۹ درصد روغن خوراکی بسیار مرغوب و ۴۰-۳۶ درصد پروتئین می‌باشد که در آسیای شرقی آن را به مناسبت زیادی پروتئین، گوشت مزارع نامیده‌اند (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۸).

سویا گیاه خاص مناطق آب و هوایی گرم و روز کوتاه است، شرایط آب و هوایی مرطوب را دوست دارد و در این شرایط کمتر دچار آفت می‌شود (ناصری، ۱۳۷۵). وقوع کمبود آب در طول دوره رشد سبب کاهش رشد و عملکرد این گیاه می‌شود. به ویژه در گرمای شدید تابستان در دوره رشد رویشی نیز تنش وارده به گیاه را تشدید خواهد کرد. از این رو یافتن راهکاری برای کاهش میزان تنش وارده به گیاه ضروری به نظر می‌رسد. از آن‌جایی که تا حدودی نقش حفاظتی هورمون‌های اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک در شرایط تنش به اثبات رسیده است. هم‌چنین احتمال اینکه پرایمینگ با استفاده از این هورمون‌ها مفیدتر خواهد بود، بنابراین کاربرد این مواد روی سویا و مطالعه اثرات آن‌ها با کاهش شدت تنش به عنوان سوال اصلی این تحقیق مطرح و پژوهش حاضر برای پاسخ گویی به این سوال و فرضیات به وجود آمده طراحی گردید.

[۱] - Legominosea

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- سویا

۲-۱-۱- تاریخچه

لوبیا روغنی که در ایران آن را با نام سویا یا سوژا نیز می‌شناسند، از دانه‌های روغنی است که از قدیم الایام و حداقل از حدود ۲۸۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در چین کاشته می‌شد و در آنجا از گیاهان مقدس به شمار می‌رفت. لوبیا روغنی در قرن هجدهم به اروپا و در اوایل قرن نوزدهم به آمریکا برده شد. امروزه ایالات متحده آمریکا بزرگترین اصلاح کننده و تولید کننده لوبیا روغنی در جهان به شمار می‌رود. سایر کشورهای مهم تولید کننده لوبیا روغنی در جهان برزیل، آرژانتین و چین می-باشند. بر اساس گزارش فائو، مقدار تولید لوبیا روغنی در جهان در سال ۲۰۱۰ حدود ۱۸۱ میلیون تن با میانگین عملکرد ۲۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. لوبیا روغنی در دهه دوم قرن اخیر به ایران آورده شد، ولی بررسی‌های انجام شده روی این گیاه موفقیت آمیز نبود (خواجه پور، ۱۳۸۷). مهم‌ترین مناطق کشت سویا در شمال کشور، گرگان، گنبد، بابل و ساری می‌باشند. علاوه بر نواحی شمالی این محصول در استان‌های لرستان، آذربیجان غربی و اردبیل (دشت مغان) کشت می‌شود. این گیاه چون از خانواده بقولات است می‌توان از آن به عنوان منبع ازت جهت تقویت خاک برای کشت بعدی استفاده نمود (میرزائی، ۱۳۸۳).

۲-۱-۲- اهمیت

اصولا سه بازار عمده برای دانه، روغن و کنجاله موجود است. روغن سویا یکی از اجزای اصلی بازار روغن خوراکی است و برای خوراک انسان به شکل‌های مختلفی به خصوص مارگارین و روغن جامد تبدیل می‌گردد که از این نظر قابل رقابت با سایر روغن‌های نباتی است. کنجاله سویا به عنوان یک منبع پروتئین جهت اختلاط با سایر خوراک‌های دام و طیور به شدت مورد تقاضا است. کنجاله حدود ۷۹ درصد کل دانه سویا را تشکیل می‌دهد که مقدار پروتئین آن حدود ۵۰ درصد می‌باشد.

کنجاله سویا به عنوان یک منبع پروتئینی مانند کنجاله پنبه دانه، آشغال گوشت، پودر ماهی و گلوتن حدود ۱۰ درصد نیاز حیوان بـه پـروتئین را تـأمین مـی‌کنـد. روغـن سـویا پـس از تصـفیه در تولیـد فرآورده‌های گوناگون برای تغذیه انسان مصرف می‌شود. مصارف اصلی در فرم روغن مایع برای آشپزی، سالاد، مارگارین و روغن جامد می‌باشد (لطیفی، ۱۳۷۲).

مصارف صنعتی شامل خواص چسبندگی، معرف‌های تجزیه‌ای، آنتی‌بیوتیک، امولسیون آسفالت، مواد آرایشی، مواد تخمیری، فیلم‌های بسته بندی، چرم و پوست، رنگ‌نقاشی، پلاستیک و پلی‌استر و مواددارویی و مواد قارچ‌کش و حشره‌کش ازجمله فرآورده‌های دارای مصارف صنعتی حاصل از سویا می‌باشند. مصارف خوراکی شامل گوشتی، نانوایی، کیک، کلوچه، بیسکویت، غذای رژیمی، لبنیات، سوسیس، کالباس، سوپ، شیرینی‌سازی و غیره که از مهم‌ترین مصارف خوراکی سویا است. شیر سویا با توجه به اینکه از نظر تغذیه می‌تواند جانشین شیر گاو شود به عنوان یک غذای مناسب برای تغذیه نوزادان محسوب می‌شود. لسیتین که یک فسفاتید است توسط حلال از روغن خام سویا استخراج می-شود و در تولید مواد تثبیت کننده و مرطوب کننده مصرف می‌شود. سویا قادر به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن هوا می‌باشد. این عمل توسط همزیستی ریشه‌های گیاه با باکتری ریزوبیوم انجام می‌شود که از دیدگاه حاصل‌خیزی خاک بسیار مهم می‌باشد (لطیفی، ۱۳۷۲).

۲-۱-۳- گیاه‌شناسی

سویا یا سوژا و یا لوبیایی روغنی (*Glycine max* L. *Merrill*) گیاهی است زراعی و یکساله از تیره بقولات[۱] ، زیر خانواده *Popilionidea* و طایفه *Phaseolea* که از گیاهان بومی چین می‌باشد و احتمالا از *Glycine ussuriensis* مشتق شده است که این گونه نیز در آسیای شرقی رشد می‌کند (خواجه پور، ۱۳۸۷). واژه *Glycine* از کلمه یونانی *Ghykys* به معنی شیرین گرفته شده است که

[۱] - *Legominosea*

توسط لینه معرفی گردیده و هم‌چنین *G.max* در سال۱۹۱۷ توسط *Merrill* ارائه شده و به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت. سویا گیاهی است دیپلوئید و دارای مسیر فتوسنتزی سه کربنه که به صورت گیاهی استوار و نسبتا پربرگ رشد می‌کند. میانگین ارتفاع گیاه از ۶۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر متغیر است. میزان رشد رویشی و طول دوره رشد آن به نوع رقم، طول روز، دمای محیط و تاریخ کاشت بستگی زیادی دارد، ولی بسیاری از ارقام مورد کاشت در ایران سیکل حیاطی خود را طی ۱۰۰ تا ۱۵۰ روز به اتمام می‌رسانند (آلیاری، ۱۳۷۹). اولین جفت برگی که در گیاهچه و در گره بالای لپه-ها به ظهور می‌رسد تک برگچه‌ای است و با آرایش متقابل قرار گرفته‌اند. برگ‌های بعدی سه برگچه‌ای هستند که دمبرگ بلندی دارند و به طور متناوب روی ساقه قرار می‌گیرند. گیاه دارای کرک‌های ریزی است. برگ‌ها با رسیدن محصول ریزش پیدا می‌کنند یعنی بوته رسیده برگ ندارد. گل‌ها به رنگ سفید و بنفش با گل آذین خوشه‌ای است که در زاویه داخلی برگ ظاهر می‌شوند. سویا گیاهی خود گشن است که میزان دگرگشنی به فعالیت حشرات بستگی دارد. تعداد نیام در بوته به رقابت قسمت-های رویشی با زایشی، تراکم بوته و ظرفیت تولیدی محیط بستگی دارد. نیام‌های رسیده به رنگ‌های زرد، خاکستری، قهوه‌ای و یا سیاه است و در هر نیام ۲ تا ۵ دانه مشاهده می‌شود به طوری که میانگین تعداد دانه در نیام به ندرت از ۲/۷ بیشتر می‌شود (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۸). دانه‌ها گرد تا لوبیایی شکل و به رنگ‌های سبز کم رنگ، زرد تا قهوه‌ای تیره و یا زرد با لکه‌های قهوه‌ای تا سیاه می-باشند. ارقام سویا از لحاظ مصرف در سه گروه علوفه‌ای، روغنی و حبوبات (مصرف به صورت دانه) قرار می‌گیرند. ارقام روغنی به رنگ زرد، ارقام علوفه‌ای به رنگ قهوه‌ای و ارقام خوراکی به رنگ زرد کاهی یا سبز زیتونی می‌باشند. وزن هزار دانه ۶۰ تا ۲۰۰ گرم با میانگین حدود ۱۵۰ گرم است. روغن و پروتئین در لپه‌ها ذخیره شده‌اند (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۸).

۲-۱-۴- مراحل نمو

دوران رشد سویا را از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک بر اساس پیدایش اندام یا فرآیندهای خاص تقسیم بندی نموده‌اند. استفاده از طبقه بندی ارائه شده توسط فهر (۱۹۷۷) که برای ارقام رشد محدود می‌باشد، بسیار معمول است (خواجه پور، ۱۳۸۷). در این طبقه بندی مراحل رشد و نمو سویا به دو دوره رویشی و زایشی تقسیم شده است که تعیین مراحل رشد رویشی و زایشی نیازمند تشخیص گره‌ها می‌باشد (جدول ۲-۱). گره قسمتی از ساقه است که برگ‌ها روی آن رشد می‌کنند. برگ‌ها و گره‌ها به صورت یک زائده کوچک مشخص می‌شوند (فهر و کاونیس، ۱۹۷۷). رشد رویشی از ابتدای جوانه زدن تا ظهور گل‌ها و رشد زایشی از ابتدای ظهور گل‌ها شروع و تا رسیدن دانه‌ها ادامه خواهد داشت. ریشه‌چه حدود ۱ تا ۲ روز بعد از کشت از شکاف ایجاد شده در پوسته بذر نزدیک میکروپیل از بذر خارج می‌شود و به طرف پایین رشد می‌کند (لطیفی، ۱۳۷۲).

پس از آن که ریشه اصلی به طول ۲ تا ۳ سانتی‌متر رشد کرد، ریشه‌های جانبی ظاهر می‌شوند و گیاه جوان در خاک محکم می‌شود. محور هیپوکوتیل پوسته بذر را شکافته و به محض خروج از خاک راست می‌شود. تشکیل کلروفیل در لپه‌ها بعد از خروج آن‌ها از خاک به سرعت آغاز می‌شود و گیاهچه انرژی ذخیره شده در لپه‌ها را با فتوسنتز جایگزین می‌کند. رشد و نمو قسمت‌های هوایی گیاه با خروج محور لپه‌ها از خاک شروع می‌شود و با تکامل دانه پایان می‌یابد. افزایش وزن خشک ابتدا به آهستگی صورت می‌گیرد و سپس با گذشت زمان ادامه می‌یابد. رشد رویشی تقریبا کاملا با تکامل دانه متوقف می‌گردد (لطیفی، ۱۳۷۲). مراحل نمو سویا به خصوص ارقام رشد نامحدود و در شرایط فراوانی رطوبت و پائینی دمای هوا ممکن است با یکدیگر تداخل پیدا کنند. مثلا شروع نیام‌بندی قبل از مرحله گل-دهی کامل باشد و یا شروع دانه‌بندی قبل از نیام کامل باشد. در چنین شرایطی معیار مناسب برای تصمیم‌گیری‌های زراعی ممکن است زمان شروع هر مرحله از نمو باشد (خواجه پور، ۱۳۸۷).

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

مراحل رشد	عنوان مرحله	توصیف
رویشی(V)		
V_e	**سبز شدن**	لپه‌ها در سطح خاک ظاهر می‌شوند.
Vc	**لپه ای**	برگ ساده گره به اندازه کافی باز شده است.
$V_۱$	**اولین گره**	برگ‌های ساده گره به اندازه کافی بازشده اند، زیرا لبه‌های برگ به هم متصل نیستند.
$V_۲$	**دومین گره**	برگ‌های سه برگچه ای در بالای گره برگ‌های ساده به اندازه کافی توسعه یافته‌اند.
$V_۳$	**سومین گره**	سه گره در ساقه اصلی با برگ‌های کاملا توسعه یافته وجود دارد، شمارش از گره برگ‌های ساده آغاز می‌شود.
V_n	**گره n ام**	تعداد n گره با برگ‌های توسعه یافته روی ساقه اصلی وجود دارد. n می‌تواند هر شماره ای را شامل گردد در صورتی که از مرحله اولین گره شمارش شده باشد.
زایشی(R)		
$R_۱$	**شروع گلدهی**	حداقل یک گل باز شده در یکی از گره‌های ساقه اصلی دیده می شود.
$R_۲$	**پایان گلدهی**	گل باز شده در یکی از دو گره انتهایی ساقه اصلی با برگ توسعه یافته کامل دیده می‌شود.
$R_۳$	**شروع نیام دهی**	نیامی با طول ۵ میلی متر در یکی از ۴گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می‌شود.
$R_۴$	**پایان نیام دهی**	نیامی در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می‌شود.
$R_۵$	**شروع تشکیل دانه**	بذری با طول ۳ میلی‌متر در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می‌شود.
$R_۶$	**پرشدن کامل نیام ها**	نیام حاوی یک بذر سبز است که حفره نیام را پر کرده و در یکی از ۴ گره انتهایی ساقه اصلی دارای برگ توسعه یافته دیده می‌شود.
$R_۷$	**شروع رسیدگی**	یک نیام دارای رنگ رسیدگی در ساقه اصلی دیده می شود.
$R_۸$	**رسیدگی کامل**	۹۵ درصد از نیام‌ها رسیده‌اند.

۲-۱-۵- سازگاری

سویا از عرض جغرافیایی ۴۰ درجه جنوبی تا بیش از ۵۰ درجه شمالی و از ارتفاع صفر تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا (بسته به عرض جغرافیایی) کاشته می‌شود. سویا گیاهی روز کوتاه است که بیش از هر گیاه زراعی دیگر نسبت به طول روز حساسیت نشان می‌دهد ولی عکس‌العمل ارقام بسیار متفاوت می‌باشد. سویا گیاهی گرما دوست است و در همان مناطقی که ذرت کشت می‌شود، قابل کشت است. به گرما و نور فراوان احتیاج دارد و به سایه اندازی علف‌های هرز حساسیت دارد (خواجه پور، ۱۳۸۷).

مقاومت سویا به خشکی کمی از آفتابگردان کمتر است و همانند ذرت در گروه گیاهان حساس به خشکی قرار می‌گیرد. ظاهرا ارقام پر کرک به خشکی مقاوم‌ترند. حداکثر عملکرد سویا زمانی به دست می‌آید که رطوبت خاک طی تمامی فصل رشد از ۵۰ درصد حد ظرفیت مزرعه پائین‌تر نرود. نیاز سویا به رطوبت خاک از شروع گلدهی تا شروع رسیدگی زیاد است. مقدار آب مورد نیاز برای رشد سویا را بین ۴۵۰۰ تا ۸۲۵۰ متر مکعب در هکتار تخمین زده‌اند. کشت دیم سویا در نواحی ساحل خزر با حدود ۱۰۰۰ میلی‌متر باران سالیانه یا بیشتر امکان‌پذیر می‌باشد. واضح است که کلیه عوامل اقلیمی-خاکی بر این تصمیم‌گیری موثرند (لطیفی، ۱۳۷۲).

سویا بر خلاف تصور، مقاومت زیادی به خشکی هوا دارد. واضح است که در مناطق با رطوبت نسبی کمتر از ۳۰ درصد گیاه نباید با کمبود رطوبت در خاک روبرو گردد. مقاومت سویا به باد خوب است. ارقام رشد محدود و نامحدود مورد کاشت در ایران به ندرت دچار خوابیدگی می‌گردند، مگر اینکه فراوانی رطوبت خاک و تراکم بوته موجب ارتفاع بیش از حد بوته‌ها گردد (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۸).

سویا به سله و تراکم خاک بسیار حساس است. به همین جهت گیاه مناسبی برای خاک‌های سنگین نیست. بهترین رشد آن در بافت‌های متوسط مانند لوم، لوم شنی ریز، لوم سیلتی و سیلتی با

زهکش خوب به دست می‌آید. مقاومت سویا به کمبود اکسیژن در خاک متوسط به شمار می‌رود با این حال به آب ایستادگی حساس است. وقوع چند روز آب ایستادگی طی دوران رشد رویشی می‌تواند موجب نقصان عملکرد دانه به میزان حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد گردد. مرطوب ماندن لایه سطحی خاک موجب توسعه بیماری‌های پوسیدگی طوقه و ریشه مانند بوته‌میری می‌شود (خواجه پور، ۱۳۸۷).

اسیدیته حدود خنثی تا کمی اسیدی برای سویا مناسب می‌باشد. در خاک‌های با اسیدیته کمتر از ۵/۵ لازم است با مصرف ترکیبات کلسیم و منیزیم به ۶ رسانده شود. سویا در گروه گیاهان حساس به شوری قرار دارد. به فراونی عنصر بر در خاک بسیار حساس است و عملکرد آن حتی با مقادیر حدود ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک کاهش می‌یابد (لطیفی، ۱۳۷۲).

۲-۱-۶- اکولوژی سویا

دامنه سازگاری این گیاه نسبتا وسیع می‌باشد که محدوده گسترده‌ای از شرایط اقلیمی و رشد را در بر می‌گیرد و چنین به نظر می‌رسد که دامنه سازگاری گیاه توسط واکنش آن به متغیرهای محیطی و توانایی انسان در اصلاح ژنتیکی آن به منظور تحمل تنش‌های محیطی تعیین می‌گردد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۵). به طور کلی سویا گیاهی است که در طول رشد خود احتیاج به بارندگی دارد ولی در زمان رسیدن بهتر است که هوا آفتابی باشد. سویا شرایط مرطوب آب و هوایی را دوست دارد و در این شرایط کمتر دچار آفت می‌شود.

سویا گیاهی روز کوتاه (شب بلند) و به مدت زمان تاریکی حساس است بطوری که در پاره‌ای از ارقام به منظور گلدهی وقوع ۱۰ ساعت یا بیشتر تاریکی در ۲۴ ساعت ضروری می‌باشد. بنابراین هر رقم از سویا که در طول شبانه روز ۱۴ تا ۱۶ ساعت تاریکی ببیند زودتر به گل خواهد نشست. با در نظر گرفتن این خصوصیت، سویا گیاهی است روز کوتاه، از این رو در مناطقی که عرض جغرافیایی بیشتری دارند باید از ارقام زودرس که قادر به گلدهی سریع‌تر هستند، استفاده نمود، چرا که وقوع سرما و درجه حرارت‌های پایین در چنین مناطقی زودتر صورت می‌پذیرد (شاهمرادی،۱۳۸۲). ارقام

سویا از لحاظ زودرسی و دیررسی در ۱۲ گروه طبقه بندی می‌شوند: گروه‌های دو صفر(۰۰)، یک صفر(۰)، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰. ارقام گروه‌های دو صفر و یک صفر را در نواحی شمال آمریکا، کانادا و اروپا که طول روزهای بلندی دارند کاشته می‌شوند. ارقام گره‌های ۸ به بالا در مناطق خط استوا که طول روز کوتاهی دارند، زراعت می‌گردند. بین رسیدن محصول و ارتفاع گیاه همبستگی مثبت وجود دارد به شرحی که ارقام کم ارتفاع، زودرس و ارقام با ارتفاع زیاد، دیررس می‌باشند. در کشور ما ارقام گروه‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ با توجه به نواحی مختلف و شرایط آب و هوایی منطقه تطابق بیشتری را نشان می‌دهند (آلیاری، ۱۳۷۹).

۲-۲- تنش خشکی

۲-۲-۱- تعریف تنش

خشکی از دیدگاه علوم مختلف تعاریف خاصی دارد. از دیدگاه هواشناسی به معنی کمبود بارش در یک منطقه برای یک دوره زمانی خاص است. از دیدگاه هیدرولوژیکی دوره‌ای است که در آن منبع آب سطحی و زیر سطحی ناکافی است. از دیدگاه اجتماعی- اقتصادی کاهش منابع مختلف آب و به دنبال آن کاهش یک محصول مهم اقتصادی است و از دیدگاه زراعی دوره‌ای همراه با کاهش رطوبت خاک و عملکرد محصول است (اشوک میشرا و ویجای سینگ، ۲۰۱۰).

از دیدگاه لویت (۱۹۸۰) خشکی یک اصطلاح هواشناسی بوده و به معنای دوره‌ای است که در آن مقدار بارندگی از مقدار تبخیر و تعرق بالقوه کمتر باشد. خشکی پدیده‌ای بحرانی و اجتناب‌ناپذیر است که همه ساله در بخش‌هایی از دنیا در زمان‌های مختلف با دامنه و شدت متفاوت به تولید موفقیت‌آمیز محصول آسیب می‌رساند. خشکی اغلب بر اثر مجموعه‌ای از فرآیندهای فیزیکی محیطی که گیاه را با تنش آبی مواجه می‌سازند به وجود می‌آید و تولید محصول را کاهش می‌دهد (احمدی و جاویدفر،

۱۳۷۹). ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک طبقه‌بندی می‌شود (آذری نصرآبادی، ۲۰۰۰).

از آنجا که ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان است و میزان نزولات آسمانی کم و پراکنش آن‌ها نامنظم می‌باشد، مزارع تولید بذر گیاهان زراعی، ناخواسته تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند. بنابراین استفاده از راهبردهایی برای کاهش اثر منفی تنش خشکی از اهمیت قابل ملاحظه-ای برخوردار می‌باشد.

۲-۲-۲- تأثیر تنش خشکی بر پارامترهای رشدی سویا

تنش‌های محیطی موجب تغییراتی در گیاه می‌شوند این تغییرات شامل تغییر در بیان ژن و متابولیسم سلولی می‌شود و تا پیری برگ و ایجاد پژمردگی دائم پیش می‌رود و در نهایت منجر به تغییراتی در رشد و عملکرد گیاه می‌شود. تنش کمبود آب اثرات فیزیولوژیکی مختلفی بر گیاه می-گذارد که نوع و میزان خسارت آن به شدت و مقاومت گیاه بستگی دارد (خزاعی، ۱۳۸۱).

وقتی گیاهان در شرایط کمبود آب قرار می‌گیرند تغییرات ساختاری و فیزیولوژیکی متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. بعضی دوره زندگی خود را قبل از کاهش رطوبت خاک تکمیل می‌کنند و بدین سان از خشکی فرار می‌کنند و برخی دیگر از راه ایجاد سیستم ریشه‌ای انبوه و عمیق، کاهش رشد شاخه‌ها، کاهش سطح برگ‌ها، کاهش تعداد روزنه‌ها و افزایش تراکم کرک‌ها در اپیدرم برگ با تنش خشکی مقابله می‌کنند (داون و همکاران، ۲۰۰۷).

سویا دارای ریشه‌ای حجیم است. توان ارثی سویا در تولید ریشه مانند لوبیا چشم بلبلی و سورگوم دانه‌ای است. جذب آب توسط ریشه از عمق ۱۵۰تا۱۸۰ سانتی‌متر در خاک‌هایی که مانعی در مسیر نفوذ ریشه وجود ندارد، گزارش شده است. بنابراین آبیاری سویا در ابتدای فصل در صورت وجود

رطوبت کافی در خاک در زمان کاشت و عدم وجود مانع در مسیر رشد ریشه چندان موجب ازدیاد محصول نخواهد شد (لطیفی، ۱۳۷۲).

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

مرحله پرشدن نیام‌ها در سویا یک مرحله بحرانی است و نسبت به سایر مراحل رشد گیاه از حساسیت بیشتری به تنش خشکی برخوردار است، کمبود آب مورد نیاز گیاه در مرحله تشکیل نیام سبب ریزش تعداد زیادی از نیام‌ها می‌گردد (کموداینی و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج حاصل از اجرای آزمایش رزمی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه کاهش یافت. خشوعی و همکاران (۱۳۸۹) نیز اظهار داشتند که عملکرد دانه، تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در گیاه تحت تاثیر تنش خشکی کاهش یافتند. پژوهش جنوبی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و درصد روغن دانه تحت تاثیر تنش کم آبی کاهش یافت.

۲-۳- پرایمینگ بذر

پرایمینگ تکنیکی است که باعث بهبود استقرار گیاهچه در محیط می‌شود. در چنین شرایطی بذور در شرایط کنترل شده از نظر رطوبت، تهویه و درجه حرارت قرار می‌گیرند (عباس‌دخت، ۱۳۹۵).

از حدود چهل سال پیش پرایمینگ بذور 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 گرفته است (اشرف و فود، ۲۰۰۶). 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. سودمندی پرایمینگ بر رشد و نمو گیاهان مربوط به اثرات مستقیم و غیر مستقیم این فرآیند است (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). اثرات غیر مستقیم پرایمینگ سرعت رشد گیاهان بیش از اثرات مستقیم آن می‌باشد. در زمان انجام پرایمینگ، بذور نباید در درون آب جوانه بزنند، بذور بایستی قبل از ظهور ریشه چه و در مرحله انتقال از آب خارج گردند. اساساً بذوری که در زمان عملیات پرایمینگ جوانه بزنند، پس از خشک شدن نمی توانند سریع جوانه زده و توسعه یابند. اثرات سودمند پرایمینگ پس از خشک کردن بذر می تواند برای یک دوره زمانی معینی حفظ شود (اشرف و فود، ۲۰۰۶).

۲-۳-۱- انواع پرایمینگ بذر

تعدادی از روش‌های پرایمینگ شامل هیدروترمال پرایمینگ، اسمو پرایمینگ، هالو پرایمینگ، ماتریک پرایمینگ، ترمو پرایمینگ و غیره می‌باشد.

۲-۳-۲- فواید پرایمینگ

۲-۳-۲-۱- بهبود تغذیه گیاهان زراعی

در آزمایشات اولیه‌ای که توسط رشید و همکاران (۲۰۰۲) صورت پذیرفت، پرایمینگ بذر گندم با محلول رقیق سولفات روی که حاوی ۰/۴٪ روی بود، باعث بهبود استقرار گیاهچه ها گردید. در آزمایشات دیگری که در سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ انجام شد، بذور پرایم شده با محلول سولفات روی به مدت ۱۰ ساعت، افزایش عملکردی به میزان ۲۱٪ نسبت به گیاهان غیر پرایم نشان دادند. هریس و همکاران (۲۰۰۱)، تفاوتی را در رنگ شاخه و برگ پرایم و غیر پرایم مشاهده کردند به این صورت که

رنگ شاخه و برگ گیاهان پرایم، سبز تیره بود. این محققین نتیجه گرفتند که گیاهان پرایم به علت رشد اولیه خیلی سریع گیاه، نیتروژن بیشتری از خاک جذب می‌کنند. بر اساس برخی از مطالعات، پرایمینگ بذر با محلول رقیق فسفات ممکن است به جذب بهتر فسفر توسط گندم کمک کند.

۲-۳-۲-۲- افزایش جوانه زنی و سبز شدن و یکنواختی در سبز شدن

پرایمینگ بذر باعث جوانه زنی سریع بذور در زمان آبگیری مجدد می‌گردد و درصد سبز شدن گیاهچه‌ها را افزایش می‌دهد. در مطالعات انجام شده روی گندم مشخص شد که هیدروپرایمینگ بذور باعث افزایش سرعت و میزان جوانه زنی بذور می‌گردد بدون اینکه اثر منفی بر درصد جوانه زنی نهایی داشته باشد (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). در آزمایشی مشخص شد که بذور هیدروپرایم شده لوبیا از جوانه‌زنی و سبز شدن سریع‌تر و کامل‌تری نسبت به بذور غیر پرایم برخوردار هستند (رشید و همکاران، ۲۰۰۲). پرایمینگ بذور هم‌چنین باعث توسعه سریع ریشه‌ها گردیده و گیاه می‌تواند از رطوبت موجود در خاک قبل از خشک شدن لایه سطحی خاک استفاده کند (هریس و همکاران، ۲۰۰۱).

۲-۳-۲-۳- افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها

رشید و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که پرایمینگ بذور لوبیا به مدت ۸ ساعت با آب موجب افزایش مقاومت گیاهان به موزائیک زرد لوبیا گردید که در این شرایط عملکرد دانه در گیاهان پرایم به صورت معنی‌داری افزایش نشان داد. پرایمینگ بذور ارزن مروارید به مدت ۸ ساعت با آب موجب کاهش بیماری سفیدک کرکی در ارقام ارزن مرواریدی گردید (هریس و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۳-۲-۴- بهبود عملکرد در شرایط مطلوب

هیدروپرایمینگ بذور ذرت باعث بهبود استقرار، رشد و عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی و دماهای بالا گردید (کلارک و همکاران، ۲۰۰۱). رشید و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که

پرایمینگ بذور جو به وسیله محلول نمک طعام باعث افزایش مقاومت گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم به خاک‌های شور و استقرار و عملکرد بالاتر این گیاهان در شرایط شوری نسبت به گیاهان حاصل از بذور غیر پرایم می‌گردد.

۲-۴- هورمون‌های گیاهی

۲-۴-۱- کلیات

واژه هورمون به مواد معینی اطلاق می‌شود که در بخشی از موجود زنده ساخته شده و پس از انتقال اثرات فیزیولوژیکی محسوسی در دیگر قسمت‌های آن به جا می‌گذارد و در تراکم‌های بسیار کم فعالند. در گیاهان ترکیبات مترادف ولی از نظر شیمیایی کاملاً متفاوت یافت می‌شود و واژه هورمون بطور صحیح آن‌ها را در بر می‌گیرد هورمون‌های گیاهی که اغلب فیتو هورمون خوانده می‌شود در بافت‌های مریستمی و یا لااقل جوان از هر نوع ساخته می‌شوند و غالبا اثرخود را پس از انتقال می-گذارند که تا حدودی دورتر از بافتی که ساخته شده‌اند. هورمون ها با آنزیم‌ها و تیامین‌ها و DNA در این خاصیت مشترکند که به غلظت بسیار کم یا ناچیز باعث ایجاد اثرات فیزیولوژیکی عمیق می‌شوند. اصولاً واژه هورمون باید به ترکیباتی محدود شود که به طور طبیعی در درون موجود زنده ساخته می-شود (فردریک و فیشل، ۲۰۰۹). لذا در تعریف هورمون گیاهی می‌توان گفت مواد آلی می‌باشد که توسط گیاهان تولید می‌شود و در غلظت‌های کم، فرآیند فیزیولوژیکی را تنظیم می‌کند. آن‌ها در درون گیاه، از محل تولید به محل اثر، انتقال می‌یابد اما گاهاً موادی که بطور طبیعی در گیاه وجود ندارند اثرات مشابه و بعضی اوقات عیناً نظیر یکی از هورمون‌های طبیعی گیاهی را دارند که از نام نهادن هورمون گیاهی می‌بایست خود داری نمود بلکه واژه برتر برای این چنین ترکیباتی که اثر هورمون مانند روی گیاه دارند تنظیم کننده رشد می‌باشد و در تعریف آن می‌توان گفت ترکیبات سنتز شده یا

هورمون‌های گیاهی هستند که فرآیندهای فیزیولوژیکی را تغییر می‌دهد این مواد تقلید کردن از هورمون‌ها، تاثیر روی (سنتز شدن) هورمون‌ها و از بین بردن و یا انتقال و یا (به احتمال) تغییر دادن محل تاثیر هورمونی رشد را تنظیم می‌کند. با این وصف برای متمایز کردن آن‌ها می‌توان گفت تمام هورمون‌ها، تنظیم کننده رشد هستند اما تمام تنظیم کننده‌های رشد هورمون نیستند (اشرف و کریم، ۲۰۰۲).

رشد و نمو گیاهان تا حدود زیادی مربوط به تشکیل آنزیم‌هایی است که تحت تأثیر اسیدهای نوکلئیک در سلول‌ها به وجود می‌آیند. از طرف دیگر فعالیت آنزیم‌ها وابسته به هورمون‌ها است. تشکیل هورمون‌های گیاهی خود تابع شرایط محیطی است. بدین ترتیب شرایط محیطی بر رشد و نمو گیاهان موثر می‌باشد. مکانیسم عمل هورمون‌ها در سلول به طور کامل تاکنون شناخته نشده است (اشرف و کریم، ۲۰۰۲). شرکت هورمون‌ها در فتوتروپیسم و ژیوتروپیسم سال‌ها پیش مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات جدید نشان داده است که بسیاری از فعالیت‌های مربوط به رشد و نمو گیاهان از جمله رشد ساقه، ریشه و برگ‌ها، تشکیل ریشه‌های نابجا ، ریشه‌های غده‌ای، تشکیل گل، تشکیل و تکمیل میوه، آغاز دوره خواب جوانه‌ها و بذرها و بسیاری از پدیده‌های دیگر تحت تأثیر هورمون‌های گیاهی است (پرمون، ۲۰۱۴).

علاوه بر مواد تنظیم کننده رشد مواد دیگری در گیاهان یافت شده است که این مواد صرفاً از رشد و نمو گیاهان جلوگیری می‌کنند. در حقیقت باعث خنثی شدن هورمون‌های طبیعی گیاهان می‌باشند. بر طبق انجمن علمی کشاورزی آمریکا هورمون‌های تنظیم کننده رشد به ۶ رده مهم طبقه‌بندی شدند (جدول ۲-۱). که یکی از رده‌های مهم این طبقه‌بندی رده کند کننده‌های رشد است. سایکوسل و پاکلوبوترازول هم در این رده قرار می‌گیرند که باعث کاهش رشد در گیاهان می‌شوند. در حال حاضر در دنیا پنج گروه مختلف هورمون‌های گیاهی شناخته شده که بسیاری از آن‌ها دارای کاربردهای عملی متعدد و مهمی در کشاورزی هستند.

این گروه‌ها عبارتند از: اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکنین‌ها، اتیلن و مواد بازدارنده رشد.

جدول ۲-۲- رده بندی هورمون های رشد طبق انجمن علمی کشاورزی آمریکا

رده	عملکرد	کاربرد
اکسین	طویل شدن شاخه	کم پشت کردن درختان میوه ، افزایش ریشه زایی و تشکیل گل
جیبرلین	تحریک تمایز، طویل شدن سلول	افزایش طول ساقه ، اندازه گل و میوه
سیتوکنین	تحریک تمایز سلولی	افزایش عمر گلجایی گل و سبزیجات و تمایز جوانه
اتیلن	عمل رسیدن	القاء یکنواختی رسیدگی در میوه و سبزیجات
بازدارنده های رشد	جلوگیری از رشد	افزایش تولید گل به وسیله کوتاه کردن میانگره ها
کندکننده های رشد	کند کردن رشد	کاهش رشد

۲-۴-۲- تاریخچه استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهان

استفاده از هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاهان در تولیدات کشاورزی از سال ۱۹۳۰ در ایالات متحده شروع شد. اولین هورمون‌هایی که کشف و استفاده شد استیلن و اتیلن بودند که تولید گل را در آناناس افزایش دادند متعاقبا استفاده به عنوان تنظیم‌کننده رشد، آن‌ها را تبدیل به یک ترکیب مهم در تولید محصولات کشاورزی کرد. برخی از علف‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها اثرات تنظیم‌کننده‌های رشد را دارند ولی نمی‌توان آن‌ها را در رده هورمون‌های تنظیم کننده آورد (فردریک و فیشل، ۲۰۰۹).

گروه‌های مختلف تنظیم کننده رشد مانند سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها، اسید آبسزیک و مواد فنولیکی روی ریشه‌زایی اثر دارند. از این مواد اکسین‌ها بیشترین اثر را روی تشکیل ریشه در قلمه دارند. علاوه بر این برخی مواد طبیعی مانند باز دارنده‌ها و تسهیل کننده‌های گوناگون، ممکن است سهم مستقیم کمتری در ریشه زایی نابجا داشته باشند (بتراند و ارنستن، ۲۰۰۱).

۲-۴-۳- تنظیم کننده‌های رشد گیاهی

۲-۴-۳-۱- جیبرلین‌ها

۲-۴-۳-۱-۱- کلیات

جیبرلین‌ها تنها گروه هورمون‌های گیاهی‌اند که می‌توان آن‌ها را بیش از آن‌که از طریق فعالیت‌های بیولوژیکی شناخت، بر اساس ساختمان شیمیایی تعریف کرد. جیبرلین‌ها یک خانواده بزرگ شیمیایی-اند که اساس ساختارشان انت-جیبرلان[۱] است. بیش از ۸۰ جیبرلین تا کنون شناخته شده‌اند و تقریبا هر ساله تعداد جدیدی نیز شناخته می‌شوند. کمی بیش از یک سوم جیبرلین‌هایی که تا امروز شناخته شده‌اند، هر ۲۰ عدد اتم کربن را حفظ کرده و از این رو به آن‌ها جیبرلین‌های C_{20} می‌گویند. بقیه جیبرلین‌ها اتم کربن شماره ۲۰ خود را از دست داده‌اند و از این رو به آن‌ها جیبرلین‌های C_{19} می‌گویند (اشرف و کریم، ۲۰۰۲).

درسال ۱۹۳۵ یابونا ماده‌ای کریستالی شکل فعال را از محیط کشت استریل تصفیه شده جیبرلا فوجیکوری جدا کرد (یابونا، ۱۹۳۵). این ماده هنگامی که در ریشه‌های گیاهچه‌های برنج به کار رفت باعث تحریک رشد آن شد و جیبرلین A نامیده شد. این اولین باری بود که اصطلاح جیبرلین در منابع علمی مورد استفاده قرار می‌گرفت. یاباتا و سیمیکی (۱۹۸۳) در کریستاله کردن جیبرلین A و جیبرلین B موفق بودند اما به علت جنگ، مطالعه بر روی جیبرلین کنار گذاشته شد. در دهه ۱۹۵۰ مطالعات متمرکزی توسط دانشمندان انگلیسی، آمریکایی و ژاپنی بر روی خواص تنظیم‌کنندگی رشد، جیبرلیک اسید و شناسایی جیبرلین در عصاره قارچی صورت گرفت و آنها سرانجام این ترکیب را در گیاهان عالی کشف کردند.

جیبرلین‌ها گروهی از مواد رشد گیاهی می‌باشند که از نظر ساختاری دارای اسکلتی از جیبرلان می‌باشند. این مواد، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول را تحریک می‌کنند و دیگر اعمال تنظیم-کنندگی آن‌ها به روشی مشابه جیبرلیک اسید انجام می شود.

---

[۱] - Ent-gibberellane

GA_3 اولین جیبرلین تجارتی قابل دسترس بود. این ترکیب از لحاظ قدمت تاریخی نیز اسید جیبرلیک نامیده شده است و در سیستم‌های سنجش زیستی به عنوان یک شاخص استاندارد از آن استفاده شده است و به همین دلیل فرمول ساختمانی این ترکیب نماینده بیش از ۹۰ نوع جیبرلین شناخته شده امروزی است.

به طور کلی پذیرفته شده است که جیبرلین‌ها از طریق مسیر مالونیک اسید در شاخه‌های متوسط جوان در حال رشد فعال و دانه‌های در حال نمو سنتز می‌شوند. نشان داده شده است که جیبرلین‌ها در تعدادی از فرآبندهای فیزیولوژیک گیاهان به کار گرفته می‌شوند. اما جنس و گونه به همراه دیگر عوامل تعیین خواهند کرد که کدام یک از جیبرلین‌ها بیشترین تاثیر در انجام پاسخ را در گیاهان دارد.

۲-۴-۳-۱-۲- بیوسنتز جیبرلین‌ها

جیبرلین‌ها از دی‌ترپنوئیدها[۱] هستند، از لحاظ بیوسنتزی به کارتنوئیدها و سایر مشتقات ایزوپرن وابسته‌اند. جیبرلین‌ها از طریق تبدیل به فرم‌های غیر فعال از بخش ذخیره فعال هورمونی حذف و تبدیل به فرم غیر فعال می‌شوند یا از طریق ۲ بتا هیدروکسیلاسیون تبدیل به فرم‌های پیوندی گلوکوزید می‌شوند. عموما پذیرفته شده است که سه مکان اصلی برای بیوسنتز جیبرلین‌ها وجود دارد: بذور و میوه‌های در حال نمو، برگ‌های جوان جوانه‌های انتهایی در حال نمو و بخش‌های هوایی در حال طویل شدن و نواحی انتهایی ریشه‌ها. بذور و میوه‌های نابالغ مکان‌های بارز بیوسنتز جیبرلین هستند. زیرا مشاهده می‌شود که میوه‌ها، بذور جوان و بخش‌های مختلف بذر به خصوص در طی افزایش سریع اندازه حاوی مقادیر زیادی جیبرلین هستند. به علاوه محتویات تهیه شده از سلول بسیاری از بذور، به عنوان مثال نخود قادر به سنتز فعال جیبرلین می‌باشد. محل بیوسنتز جیبرلین ممکن است اندوسپرم در حال توسعه، همانند کدوییان، لپه‌های جوان لگوم‌ها یا اسکوتلوم دانه غلات

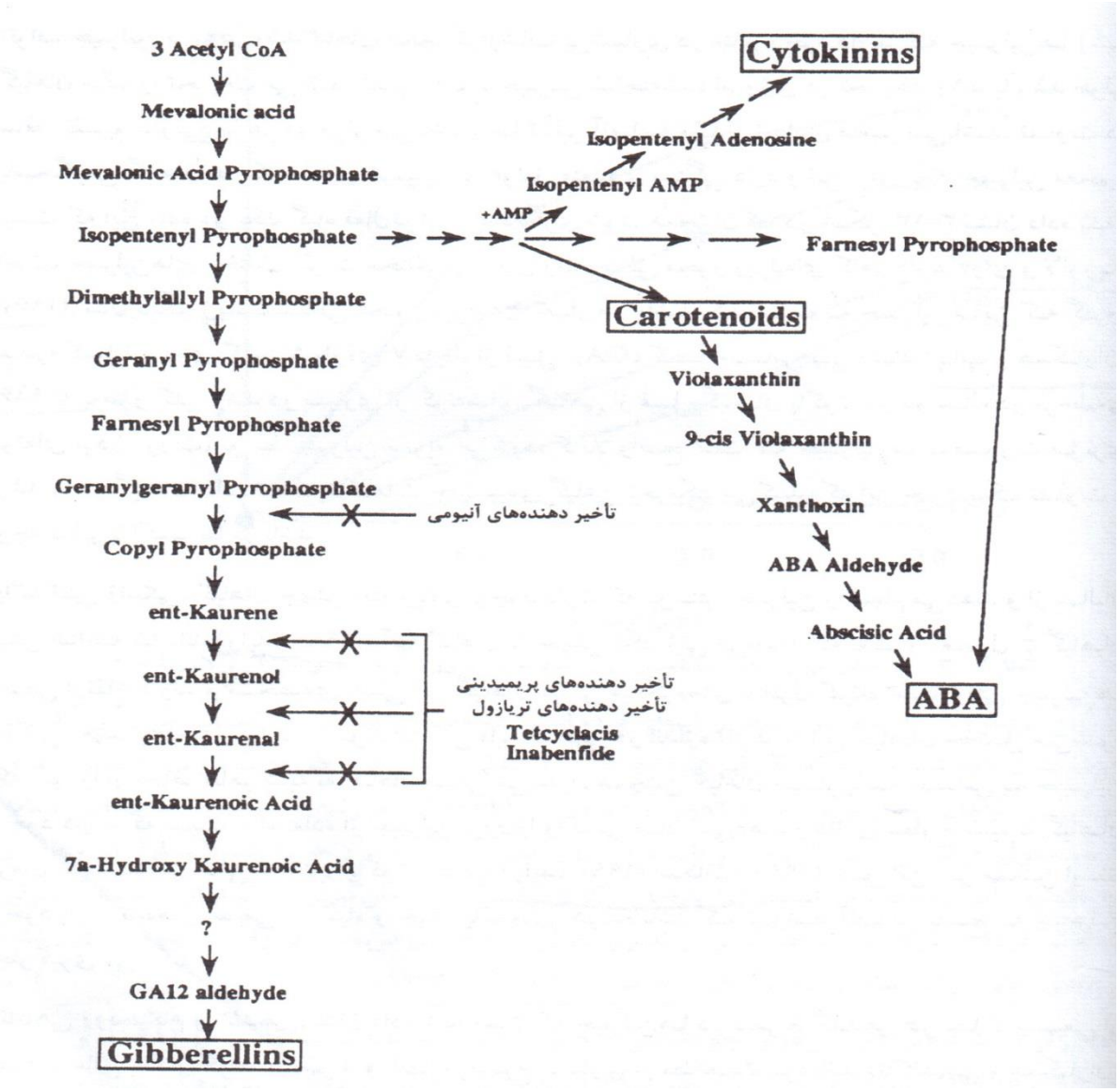
[۱] - Diterpenoid acid

باشد. هم‌چنان که بذر به سمت بلوغ پیش می‌رود، متابولیسم هورمون به سمت تشکیل فرم‌های پیوندی جیبرلین- قند افزایش می‌یابد (جلر و همکاران، ۲۰۰۱).

جیبرلین‌ها اسیدهای دی‌ترپنوئید هستند که از نظر شیمیایی به گروه بزرگی از ترکیبات طبیعی که ترپنوئید نامیده می‌شوند، تعلق دارند. ترپنوئیدها معمولا بر اساس ساختار شیمیایی‌شان که ممکن است از تعداد مناسبی از واحدهای پنج کربنی ایزوپرن تشکیل شده باشند، تشخیص داده شوند.

برای سادگی، بیوسنتز جیبرلین‌ها در سه مرحله مورد بررسی قرار می‌گیرد. مرحله اول در سنتز جیبرلین‌ها همان مسیر موالونیک اسید که منجر به ایجاد سایر ترپنوئیدها می‌شود. در این مسیر واحد ایزوپرنوئید[۱] ۵-کربنه ایزوپنتنیل پیروفسفات از استیل کوآنزیم آ ساخته می‌شود و در تشکیل گرانیل گرانیل پیروفسفات[۲] بیست کربنه مورد استفاده قرار می‌گیرد. مرحله دوم در سنتز جیبرلین‌ها بیوسنتز انت کائورن از GGPP و تبدیل آن به $GA_{۱۲}$- ۷- آلدئید است. $GA_{۱۲}$- ۷- آلدئید نخستین ترکیب این مسیر است که دارای سیستم حلقوی جیبرلین است و اعتقاد بر این است که پیش ماده سایر جیبرلین‌های شناخته شده است. مسیر $GA_{۱۲}$ – ۷ آلدئید به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته است و به نظر می‌رسد که این مسیر در قارچ *G. fujikuri* و تمام گیاهان عالی‌تر مورد مطالعه، مشابه است. مرحله سوم بیوسنتز تمام جیبرلین‌ها از $GA_{۱۲}$ – ۷- آلدئید است (اشرف و کریم، ۲۰۰۲).

[۱] - Isopernoid
[۲] - GGPP



شکل ۲-۱- مسیر مالونیک اسید برای بیوسنتزی جبرلین‌ها، سایتوکنین‌ها و اسید آبسیزیک در گیاهان

۲-٤-۳-۱-۳- اثرات کاربرد جیبرلین بر گیاهان

جیبرلین‌ها سبب افزایش رشد در گیاهان می‌شوند. رشد طولی اندام‌های هوایی که به واسطه جیبرلین‌ها در گیاهان مختلف رخ می‌دهد، در نتیجه افزایش تقسیم سلولی، طویل شدن سلول‌ها و یا هر دو با هم می‌باشد. به واسطه GA۱ فعالیت آنزیم اینورتاز در گیاه نخود افزایش یافته که این امر

موجب افزایش هگزوزهای مورد نیاز برای رشد دیواره سلولی می‌شود و به این ترتیب موجب رشد طولی بخش هوایی می‌شود (بتراند و ارنستن، ۲۰۰۱). استفاده از اسید جیبرلیک سبب بهبود ویژگی-های رشد از جمله ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک و تر می‌گردد (سیریپورنادولسید و همکاران، ۲۰۰۲).

جیبرلین علاوه بر تحریک رشد، موجب افزایش توان فتوسنتز (اشرف و کریم، ۲۰۰۲)، افزایش رشد طولی برگ (ماهسوایر، ۲۰۰۰) و بردباری در برابر تنش خشکی (جلر و همکاران، ۲۰۰۱) می-شود. پرمون (۲۰۱۴) اثر پیش تیمار هورمونی را بر جوانه زنی و رشد گیاهچه بابونه در شرایط تنش بررسی کردند نتیجه گرفتند که پیش تیمار اسید جیبرلیک- سالیسیلیک بیشترین تاثیر را بر درصد جوانه زنی و فعالیت آنزیم کاتالاز دارد. افزایش ساخت و آزاد سازی هورمون اسید جیبرلیک در بذر موجب شکسته شدن نشاسته بذر و تبدیل آن به مواد قابل استفاده جنین شده و جوانه زنی شروع می‌شود. اسید جیبرلیک باعث فعال سازی متابولیسم، هضم مواد ذخیره‌ای و انتقال به جنین، تقسیم رشد سلولی شده و هم‌چنین در تنظیم فرآیندهایی مانند رشد ساقه‌چه و جوانه زنی نقش به سزایی دارد (پرمون، ۲۰۱۴).

پازکی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی گزارش کردند که کاربرد جیبرلین سبب افزایش وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی، تعداد شاخه فرعی و سطح برگ در گیاه آویشن گردید.
جیبرلین‌ها سبب افزایش رشد در گیاهان کامل می‌شوند. رشد طولی اندام‌های هوایی که به واسطه جیبرلین‌ها در گیاهان مختلف رخ می‌دهد، در نتیجه افزایش تقسیم سلولی، طویل شدن سلول‌ها و یا هر دو با هم می‌باشد. به واسطه جیبرلین فعالیت آنزیم اینورتاز در گیاه نخود افزایش یافته است که این امر موجب افزایش هگزوزهای مورد نیاز برای رشد دیواره سلولی می‌شود و به این ترتیب موجب رشد طولی بخش هوایی می‌شود (بتراند و ارنستن، ۲۰۰۱).

فریس و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که جیبرلین در تنظیم میزان رشد اندام هوایی و گلدهی و بسیاری از فرآیندهای مهم چرخه زندگی گیاهان نقش دارند.

زارع و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که کاربرد جیبرلیک اسید سبب افـزایش محتـوای آب در گیاهچه‌های در حال رشد و افزایش طول ساقه‌چه گندم تحت تنش شوری گردید اما بـر وزن خشـک گیاه تاثیری نشان نداد.

طباطبایی (۱۳۹۱) طی تحقیقی گزارش کرد که پیش تیمار بذور ذرت با اسـید جیبرلیـک باعـث افزایش درصد جوانه زنی، افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در گیاهان تحـت تـنش خشکی شد.

نوش‌آبادی و شریف زاده (۱۳۹۴) گزارش کردند که پیش تیمـار بـا اسـید جیبرلیـک سـبب بهبـود کارایی جوانه زنی بذر علف گندمی به ویژه در شرایط تنش خشکی می‌شود.

عیسوند و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که پیش تیمار اسـید جیبرلیـک موجـب افـزایش طـول ریشه‌چه در گیاه می‌شود.

آزادی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر شاخص‌های جوانه-زنی چاودار گزارش کردند که تیمار ۵۰ پی پی ام اسید جیبرلیک توانست شاخص‌های جوانه زنی را به طور معنی داری افزایش دهد.

حمزه‌ئی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی که به بررسی تاثیر پرایمینگ بـر چغندرقنـد پرداختنـد گزارش کردند که تیمار جیبرلیک اسید در چغندرقند سبب افزایش عملکرد قند ناخالص و قند خالص گردید.

محققان در تحقیقی بذرهای چغندرقند را توسط هورمون اسید جیبرلیک پرایم نموده و گزارش کردند که پرایمینگ موجب افزایش درصد نهایی جوانه زنی و سرعت آن گردید و مقدار جذب آب توسط بذر به هنگام جوانه زنی نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود و هم‌چنین، پیش تیمار، رشد سـریعتر گیـاه را

موجب شد (جمیل و رها، ۲۰۰۷). محققان گزارش کردند، بذور نخود که با اسید جیبرلیک پیش تیمار شدند سطح برگ و عملکرد اقتصادی بالاتری را نشان دادند (آذرنیا و عیسوند، ۱۳۹۲).

شارما و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که تیمار اسید جیبرلیک سبب افزایش اسید فسفاتاز در جنین و کاهش این آنزیم در اندوسپرم بذر سورگوم می‌شود.

قهرمانی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به بررسی تاثیر اسید جیبرلیک بر فعالیت بذور کدوی تخم کاغذی پرداختند. نتایج نشان داد که این تیمار سبب کاهش تاثیر فرسودگی و بهبود درصد و سرعت جوانه زنی گردید.

طی یک آزمایش که روی گیاه ذرت تحت تنش شوری انجام شد، گزارش گردید که تنش شوری موجب افزایش پرولین در برگ و ریشه کلزا می‌شود و با کاربرد هورمون اسید جیبرلیک، افزایش بیشتری در میزان پرولین مشاهده گردید (تونا و همکاران، ۲۰۰۷).

اسدی آقبلاغی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی اعلام کردند که کاربرد اسید جیبرلیک به صورت پرایمینگ، سبب بهبود شاخص‌های جوانه زنی و افزایش در فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در آفتابگردان گردید.

در تحقیقی که به بررسی تاثیر اسید جیبرلیک بر کلزا تحت تنش شوری پرداخته شد، نتایج حاکی از آن بود که پیش تیمار با اسید جیبرلیک سبب افزایش شاخص سطح برگ، افزایش یون پتاسیم و کاهش یون سدیم در گیاهان تحت تنش گردید (نظر بیگی و ناصری، ۱۳۹۳).

۲-۴-۴- بازدارنده‌های رشد

بیشتر مواد تنظیم کننده رشد، عموما رشد و نمو را تحریک می‌کنند و اما برخی از تنظیم کننده های رشد هستند که تا حدی از رشد گیاه جلوگیری می‌کنند. این مواد، بازدارنده‌های رشد نامیده می‌شوند. رایج‌ترین بازدارنده‌ها ترکیبات حلقوی مثل فنول‌ها و لاکتون‌ها هستند. اما آلکالوئیدها، بعضی از الکل-

ها، اسیدهای آلی و چرب و حتی یون‌های فلزی هم می‌توانند به عنوان بازدارنده‌ها عمل کنند. به طور خلاصه بازدارنده‌های رشد را معمولا به ۳ دسته تقسیم می‌کنند: ۱- فیتوهورمون‌ها، ترپنوئیدها مثل اسید آبسیزیک[۱] ۲- بازدارنده‌های طبیعی دیگر شامل مشتقات اسیدهای فنولیک و بنزوئیک و لاکتون‌ها ۳- مواد مصنوعی شامل آمونیوم[۲] و کلرمکوات کلرید[۳] و مورفاکتین‌ها (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۴-۴-۱- اسید آبسیزیک

۲-۴-۴-۱-۱- کلیات

اسید آبسیزیک یک سزکوئی‌ترپنوئید ۱۵ کربنه است که از مسیر موالونیک اسید سنتز می‌شود. اسید آبسیزیک یک بازدارنده رشد گیاهی است که اثرات فیزیولوژیکی زیادی بر رشد و تمایز گیاهان دارد. اسید آبسیزیک یک هورمون تنش است که در سازگاری گیاه به محیط‌های تحت تنش دارای نقش‌های متفاوتی است. این هورمون به عنوان یک پیام‌رسان، در پاسخ به تنش‌های خشکی و سایر تنش‌های محیطی و نیز در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل فتوسنتز و تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها نقش دارد. اسید آبسیزیک از موالونیک اسید در برگ‌های بالغ سنتز می‌شود که مخصوصا در پاسخ به تنش آبی بیشتر است. اسید آبسیزیک از برگ‌ها به آوند آبکش منتقل شده و از طریق آوند آبکش در ریشه‌ها می‌چرخد و از طریق آوند چوبی به شاخه‌ها باز می‌گردد. در صورت وقوع تنش در دوره رشد رویشی گیاهان، اسید آبسیزیک به سرعت در ریشه گیاه سنتز و به بخش‌های هوایی منتقل می‌شود، اگرچه گزارش‌هایی نیز وجود دارد که اسید آبسیزیک تقریبا در تمام بافت‌هایی که دارای کلروپلاست و آمیلوپلاست هستند، ساخته می‌شود. مطالعات متعدد نشان داده است که اسید آبسیزیک در این رابطه به عنوان یک واسطه در واکنش پذیری گیاه به محرک‌های محیطی، عمل می-

[۱] ABA
[۲] - Amo- ۱۶۱۸
[۳] - CCC

کند. این پدیده در گیاهانی مثل برنج، جو، سویا، گوجه فرنگی و پنبه نشان داده شده است (کافی و همکاران، ۱۳۸۶).

۲-۴-۴-۱-۲- بیوسنتز اسید آبسیزیک

اسید آبسیزیک یک مشتق ایزوپرن ۱۵- کربنه است که به نظر می‌رسد از طریق جدا شدن از پیش ماده کارتنوئید ۴۰ کربنه سنتز می‌شود. اطلاعات نسبتا کمی در مورد محل بیوسنتز اسید آبسیزیک وجود دارد. به نظر می‌رسد اسید آبسیزیک عمدتا در برگ‌های سبز بالغ وجود داشته باشد و احتمالا در کلروپلاست ساخته می‌شود. کلروپلاست‌ها احتمالا محل عمده، اما نه انحصاری سنتز اسید آبسیزیک هستند.

اسید آبسیزیک یک سسکوئی ترپن ۱۵- کربنه است، این تعداد و ترتیب اتم‌های کربن نشان می‌دهد که اسید آبسیزیک از موالونیک اسید مشتق شده است. به هر حال، جدای از تبدیل موالونیک اسید نشان‌دار شده با مواد رادیو اکتیو به اسید آبسیزیک، جزئیات مسیر بیوسنتر مبهم مانده است. پیشرفت کم در این زمینه، ممکن است به چند دلیل باشد. همانند سایر هورمون‌ها، اسید آبسیزیک در غلظت-های بسیار کم در بافت‌های گیاهی، به میزان ۱۰ تا ۵۰ نانو گرم در گرم وزن تازه وجود دارد. فقط در برگ‌های تحت تنش خشکی، غلظت ممکن است به ۴۰۰ نانو گرم در گرم وزن تازه برسد. در بذور در حال نمو غلظت اسید آبسیزیک از این هم تجاوز می‌کند. به علاوه، پیش ماده‌های فرضی به سادگی به اسید آبسیزیک تبدیل نمی‌شود. این امر ممکن است به دلیل حلالیت محدود و یا جذب به نواحی سلولی باشد که در آن‌ها سنتز اتفاق می‌افتد. علت دیگر ممکن است حلقه پسخوری باشد که در اثر آن وقتی سلول احساس کند غلظت اسید آبسیزیک کافی است، تشکیل آن را متوقف می‌کند. اگر این مورد صادق باشد و سلول قبلا حاوی سطوح نرمال اسید آبسیزیک باشد، اسید آبسیزیک اندکی پس از افزودن پیش ماده‌ها ساخته می‌شود (یانگ و همکاران، ۲۰۰۴).

به نظر می‌رسد دو مسیر عمده برای سنتز اسید آبسیزیک وجود دارد: ۱- سنتز مستقیم از یک پیش ماده ۱۵ کربنه ۲- شکسته شدن یک ترکیب ۴۰ کربنه به نام زانتوفیل (یک کارتنوئید اکسیژنه شده). محتمل‌ترین ماده واسطه برای سنتز مستقیم اسید آبسیزیک ترکیب ۱۵ کربنه فارنسیل پیروفسفات است، هر چند مدارک کمی در حمایت از مسیر مستقیم وجود دارد. از طرفی شواهد روز افزونی مبنی بر سنتز اسید آبسیزیک از وایولازانتین[۱] وجود دارد. دلیل اول اینکه اسکلت کربنی اسید آبسیزیک و موقعیت گروه‌های حاوی اکسیژن بسیار شبیه به وایولازانتین است (یانگ و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۴-۴-۱-۳- اثرات کاربرد اسید آبسیزیک بر گیاهان

گزارش‌های متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد اسید آبسیزیک در تنظیم نمو دانه نقش دارد (هانسن و گراسمن، ۲۰۰۰). ژانگ و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که اسید آبسیزیک نقش مهمی در سازگاری به تنش آب در انواع مختلف تنش ایفا می‌کند و بقای گیاه را با تغییر دادن فیزیولوژی و رشد تضمین می‌کند. اعتقاد بر این است که اسید آبسیزیک تنظیم کننده اصلی فرآیند پیری و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه است (یانگ و همکاران، ۲۰۰۳). تنش خشکی تجمع اسید آبسیزیک را در دانه افزایش می‌دهد و مقدار حداکثر آن به طور معنی داری هماهنگ با حداکثر سرعت پر شدن دانه است. فعالیت برخی از آنزیم‌های کلیدی دخیل در تبدیل ساکارز به نشاسته به طور معنی‌داری در طول تنش خشکی افزایش می‌یابد که فعالیت این آنزیم‌ها به طور مثبت و معنی داری با محتوای اسید آبسیزیک هماهنگ است (یانگ و همکاران، ۲۰۰۴). ژانگ و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند افزایش سطح اسید آبسیزیک به طور منفی و معنی داری مرتبط با محتوای نشاسته در برنج است اما تجمع پروتئین را بهبود می‌دهد. با کاهش یا افزایش مقدار رطوبت خاک هورمون‌ها به عنوان عوامل سیگنالی در این شرایط غلظت داخلی‌شان افزایش می‌یابد، بنابراین ممکن است نقش مهمی در فرآیندهای رشد و نمو شامل ساخت و تجمع نشاسته در دانه‌ها ایفا کنند.

---

[۱] - Violaxanthin

محققان به بررسی تاثیر اسید آبسیزیک بر گیاه کلزا پرداختند. نتایج نشان داد که اسید آبسیزیک سبب ترمیم پذیری بذرهای زوال یافته کلزا شد که این امر منجر به افزایش درصد جوانه زنی نسبت به بذور بدون پرایم شد (توکل افشاری و همکاران، ۲۰۰۷). محققان گزارش کردند که محلول پاشی اسید آبسیزیک سبب شد که وزن خشک ریشه و برگ و شاخص سطح برگ گیاه آویشن به طور معنی داری افزایش نشان دهد (پازکی و همکاران، ۱۳۹۱).

در یک آزمایش (نایار و همکاران، ۲۰۰۴) اثر القا کنندگی تنش خشکی توسط اسید آبسیزیک در مرحله پر شدن دانه بر دو رقم گندم بررسی گردید. در این آزمایش در اثر القا اسید آبسیزیک محتوای کل قند گیاه و پرولین نسبت به شاهد افزایش نشان داد. در یک مطالعه دیگر برای ایجاد تنش خشکی و ارزیابی پتانسیل اسمزی در ارقام گندم از پاشیدن اسید آبسیزیک بر برگ‌های گیاه گندم استفاد گردید (کیرخام، ۲۰۰۶).

مجد و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی گزارش کردند که کاربرد اسید آبسیزیک موجب افزایش شدت چوبی شدن، کاهش ضخامت منطقه پارانشیم پوستی و بی آب شدن سلول‌های پارانشیمی در ساقه و برگ گیاهان کلزا تحت تیمارهای سنگین اسید آبسیزیک می‌شود.

آذرنیا و عیسوند (۱۳۹۲) در تحقیقی گزارش کردند که پرایمینگ بذور نخود با اسید آبسیزیک سبب افزایش تعداد شاخه ثانویه، سطح برگ، عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت شد.

توکل افشاری و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی به بررسی پیش تیمار اسید آبسیزیک بر گیاه گندم پرداختند. این محققان گزارش کردند که تیمار اسید آبسیزیک موجب القای خواب معادل ۴ هفته پس‌رسی شد و فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز تحت تاثیر این تیمار کاهش یافت.

عیسی نژاد و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق گزارش کردند که پیش تیمار ترکیبی اسید جیبرلیک با غلظت ۵۰۰ میکرو مولار و اسید آبسیزیک ۳٪ بیشترین تاثیر را بر درصد جوانه زنی، طول گیاه و وزن خشک گیاه گلرنگ تحت تنش شوری داشت.

محققان در تحقیقی به بررسی تاثیر اسید جیبرلیک و اسـید آبسـیزیک بـر گیـاه دارویـی عـدس الملک[1] پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد همزمان این دو هورمون سبب افزایش درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی طول گیاهچه و یکنواختی جوانه زنی گردید (عطایی و همکاران، ۱۳۹۴).

[1] - *Securigera secorida*

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

آزمایش در سال ۱۳۹۵ در مزرعه مرکز تحقیقات شهر جاجرم اجرا شد. شهر جاجرم در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و ۵۶ درجه و ۲۳ دقیقه طول شمالی واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۰۰ متر است. این منطقه دارای اقلیم گرم و خشک است. بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی جاجرم، در سال زراعی ۹۵-۹۴ مجموع بارندگی در این منطقه ۲۷۳/۳ میلی‌متر و میانگین حداقل و حداکثر دمای روزانه به ترتیب ۴/۱ و ۲۰/۹ درجه سانتی-گراد بوده است. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه نیز در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری گردید که در جدول ۳-۱ نشان داده شده است.

۳-۲- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، تنش خشکی در دو سطح ۷ روز آبیاری (عدم تنش) و ۱۴ روز آبیاری (تنش) بود. فاکتور فرعی شامل ۷ سطح پرایمینگ هورمونی بود. سطوح پرایمینگ هورمونی شامل شاهد، اسید جیبرلیک در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام، اسید آبسیزیک در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام بود و تعداد تیمارها در مجموع ۱۴ و تعداد کل کرت‌های آزمایشی ۴۲ کرت بود.

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

درصد اشباع(SP)	۴۸/۲	درصد
هدایت الکتریکی($Ec\times 10^{3}$)	۷/۴۰	دسی‌زیمنس بر متر
اسیدیته گل اشباع(pH of pasta)	۷/۸۷	-
درصد مواد خنثی شونده(T.N.V.)	۲۲/۱۴	درصد
کربن آلی(O.C)	۰/۰۷۵	درصد
ازت کل(Total N)	۰/۰۰۶	درصد
فسفر قابل جذب (ava) P	۲/۰	میلی گرم در کیلوگرم
پتاسیم قابل جذب (ava) K	۲۲۰/۰	پی‌پی‌ام
رس (Clay)	۱۶	درصد
لای (Silt)	۴۱/۰	درصد
شن (Sand)	۴۳/۰	درصد
درصد رطوبت	۲/۳	درصد
نسبت جذب سدیم (SAR)	۱/۸	-
مجموع کاتیون‌ها	۷۴/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
Na^{+}	۱۰/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
Mg^{2+}	۱۲/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
Ca^{2+}	۵۲/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
مجموع آنیون‌ها	۷۳/۲	میلی‌اکی‌والان در لیتر
SO_4^{2-}	۳۸/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
Cl^{-}	۳۰/۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر
HCO_3^{-}	۵/۲	میلی‌اکی‌والان در لیتر
CO_3^{-}	۰	میلی‌اکی‌والان در لیتر

۳-۳- عملیات اجرایی

۳-۳-۱- آماده‌سازی زمین

زمین در سال قبل به صورت آیش بود. ده روز قبل از کاشت در تاریخ ۱۰ اردیبهشت ۱۳۹۵ اقدام به آماده‌سازی زمین با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک گردید. سپس ابعاد کرت‌ها تعیین شد. هرکرت آزمایشی شامل ۴ردیف به طول ۸ متر و فاصله ۵۰ سانتی متر بود و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۱/۵ متر بود. دو خط کناری به عنوان حاشیه و دو خط وسط جهت تعیین پارامترهای آزمایش در نظر گرفته شد.

۳-۳-۲- کاشت

عملیات کاشت در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۵ با دست و در عمق ۴ سانتی‌متری انجام شد. بذر سویا مورد استفاده، رقم دی پی ایکس[۱] بود که بذر با قارچ‌کش تیمار شده بود. این رقم در سال ۱۳۷۸ از کشور امریکا وارد ایران شد. این ژنوتیپ دارای مقاومت نسبی به بیماری‌ها و همچنین مقاوم به خوابیدگی بوته و ریزش دانه است. گل‌ها به رنگ بنفش و کرک‌ها به رنگ قهوه‌ای و دارای بذر به رنگ زرد روشن و ناف سیاه تیره است. تعداد دانه در غلاف ۳ عدد ولی غلاف‌های ۴ دانه‌ای هم در آن مشاهده می‌شود و وزن هزار دانه آن حدود ۱۷۰ گرم است. شکل برگ‌ها به صورت ۳ برگچه‌ای پهن و فرم شاخه‌بندی به صورت پر شاخه است. دارای ارتفاع حدود ۹۰ سانتی‌متر و به عنوان یک رقم پابلند محسوب می‌شود. این ژنوتیپ دارای یکنواختی مطلوبی در زمان رسیدن است و با توجه به تجمع غلاف‌ها در گره‌های انتهایی، برای برداشت مکانیزه مناسب است. از ویژگی‌های مهم این ژنوتیپ، توانایی تولید گل‌های جدید و در نتیجه کاهش و جبران خسارت ناشی از ریزش گل در اثر عوامل مختلف است (هزارجریبی و همکاران، ۱۳۹۱).

۳-۳-۳- داشت

آبیاری به صورت جوی و پشته، از هنگام کاشت تا استقرار کامل بوته‌ها به طور مرتب هر ۸ روز یکبار انجام شد. سه بار وجین کامل علف‌های هرز توسط دست صورت گرفت.

۳-۳-۴- اعمال تیمار ها

تیمار پرایمینگ قبل از کاشت بذور انجام شد. تیمار تنش بعد از استقرار کامل بوته‌ها شروع و تا پایان فصل رویش ادامه داشت.

[۱] - DPX

۳-۳-۵- برداشت

در تاریخ ۲۰ شهریور (۱۲۰ روز پس از کاشت) تعداد ۵ بوته به طور تصادفی از هر کرت توسط دست برداشت شد و نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد و صفات مورد نظر، بررسی و اندازه‌گیری گردید.

۳-۴- نمونه برداری جهت صفات مرفولوژیکی

پس از اعمال کلیه تیمارها، نمونه برداری‌ها به روش تخریبی در طول فصل رشد انجام شد. از هر کرت پس از حذف یک ردیف از گیاهانی که در رقابت شرکت نداشتند (به عنوان حاشیه)، ۵ بوته به عنوان معیار آن کرت برداشت گردید. نمونه‌ها پس از برداشت در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شدند و جهت تعیین برخی صفات به آزمایشگاه انتقال داده شد.

۳-۵- صفات زراعی و مرفولوژیک

۳-۵-۱- وزن خشک

نمونه‌های منتقل شده به آزمایشگاه در پاکت قرار داده شده و توسط دستگاه آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ وزن شدند. مقادیر به دست آمده بر حسب گرم در متر مربع محاسبه گردیدند.

۳-۵-۲- شاخص سطح برگ

صفت شاخص سطح برگ به منظور بررسی نسبت سطح سبز برای تولید مواد فتوسنتزی در مزرعه اندازه‌گیری می‌شود. در آزمایشگاه جهت تعیین میزان سطح برگ از دستگاه سطح سنج برگ مدل A۳ Light box, Made in England استفاده شد.

۳-۵-۳- قطر و ارتفاع ساقه

قطر ساقه اصلی از فاصله ۵ سانتی‌متری از سطح زمین، با استفاده از کولیس دیجیتالی روی ۵ بوته اندازه‌گیری شد. سپس میانگین آن محاسبه گردید. ارتفاع ساقه اصلی در هر ۵ بوته با استفاده از خط‌کش معمولی اندازه‌گیری شد و سپس میانگین آن‌ها محاسبه گردید و مورد استفاده قرار گرفت.

۳-۶- صفات فیزیولوژیک

۳-۶-۱- مقدار نسبی آب برگ[۱]

مقدار نسبی آب برگ در ۸۴ روز پس از کاشت قبل از انجام آبیاری اندازه‌گیری شد. برای این منظور در هر کرت چند بوته به طور تصادفی انتخاب شدند و از قسمت یک سوم بالای گیاه، برگ‌های هم‌سن قطع گردیدند. برگ‌های مربوط به هر کرت به طور مجزا در یک پوشش پلاستیکی داخل یخدان به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آزمایشگاه با ترازوی با دقت ۰/۰۱ وزن گردیدند (وزن تر) و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر و در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (کرامر، ۱۹۸۳). پس از این مدت برگ‌ها از آب مقطر خارج شدند و بعد از این که آب روی آن‌ها با کاغذ صافی خشک شد مجدداً وزن شدند (وزن اشباع). پس از آن به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و سپس وزن شدند (وزن خشک). محاسبه مقدار آب نسبی با استفاده از رابطه زیر صورت گرفت.

فرمول (۳-۱) ۱۰۰* ((وزن خشک – وزن اشباع) / (وزن خشک – وزن تر)) = مقدار نسبی آب برگ

[۱] - RWC: Relative Water Content

۳-۶-۲- خسارت غشای پلاسمایی

چند گیاه از هر کرت۸۴ روز پس از کاشت به طور تصادفی انتخاب شد و از قسمت یک سوم بالایی کانوپی برگ‌های همسن برداشت گردیدند و به طور مجزا درون پاکت‌های پلاستیکی قرار داده شدند و به وسیله یخدان به آزمایشگاه منتقل شدند. از نمونه‌ها دیسک برگی تهیه شد و مقدار ۰/۱ گرم از آن درون فالکون تیوپ قرار گرفت و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر روی آن‌ها ریخته شد. فالکون تیوپ‌ها به مدت ۱۵ دقیقه درون اتوکلاو در دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شدند. به طور مشابه یکسری دیگر نمونه در فالکون تیوپ قرار گرفتند و به مدت نیم ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها از آون و اتوکلاو خارج شدند و در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند تا دمای آن به ۲۵ درجه سانتی‌گراد برسد. بعد با استفاده از دستگاه EC متر، EC مربوط به هر فالکون تیوپ اندازه‌گیری شد و در نهایت با استفاده از فرمول ۳-۲ شاخص خسارت غشاء محاسبه گردید.

فرمول (۳-۲) شاخص خسارت غشای پلاسمایی = (۱ − c_1/c_2) *۱۰۰

در این فرمول c_1 و c_2 به ترتیب مقدار Ec در دمای ۴۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می باشد.

۳-۶-۳- کلروفیل

به منظور اندازه‌گیری کلروفیل برگ، در ۸۳ روز پس از کاشت به طور تصادفی از چند گیاه در هر کرت انجام شد. از هر کرت تعداد ۳ بوته به عنوان معیار انتخاب و علامت گذاری گردیدند. در هر اندازه گیری تعداد ۳ برگ بالا از هر بوته انتخاب شد و کلروفیل آن توسط دستگاه Minolta SPAD ۵۰۲-Japan تعیین و میانگین آن‌ها بر حسب واحد SPAD (هیسکوکس و ایسرالیستام، ۱۹۷۸) برای محاسبات ثبت گردید.

۳-۷- عملکرد

مهم‌ترین عامل در تولید گیاهان زراعی میزان عملکرد دانه محسوب می‌شود. عملکرد توسط تعداد ۱۰ بوته برداشت شده از هر کرت تعیین گردید. به این صورت که غلاف‌های هر بوته جدا شد و سپس دانه‌های موجود در هر غلاف جداسازی شد و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد و در نهایت عملکرد بر حسب تن در هکتار محاسبه گردید.

۳-۸- صفات کیفی

۳-۸-۱- درصد روغن

روغن موجود در بذر گلرنگ با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین گردید. برای این منظور نمونه‌ها از قبل به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس پودر شدند. مقدار ۳ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده و داخل اکسترکتور دستگاه قرار داده شد. بالن‌ها به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک شدند. سپس به دسیکاتور منتقل و پس از هم دما شدن با محیط توزین شدند و روی صفحه گرم کننده[۱] دستگاه قرار گرفتند. داخل بالن‌ها با مقدار مشخصی پترولیوم اتر به عنوان حلال آلی پر شد. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد روی اکسترکتور قرار داده شد. دستگاه با کلید اصلی روشن و دما برای همه نمونه‌ها روی ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج ۸ ساعت به طول انجامید. پس از این مدت، دستگاه خاموش و حلال جمع شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه خارج گردید. بالن‌ها به زیر هود منتقل شدند تا باقی مانده اتر از بین برود. آن‌ها را به داخل آون منتقل کرده و به مدت ۱ ساعت با دمای ۷۰ و سپس به مدت ۱/۵ ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سانتی-

[۱] -Hot plate

گراد حرارت داده شدند. بالن‌ها به دیسکاتور منتقل و بعد از سرد شدن توزین گردیدند. برای محاسبه درصد روغن موجود در نمونه‌ها از فرمول ۳- ۳ استفاده گردید.

فرمول(۳- ۳) ۱۰۰ * (وزن ثانویه بالن- وزن اولیه بالن) = درصد روغن موجود در نمونه

۳-۸-۲- درصد پروتئین

درصد پروتئین با استفاده از دستگاه کجلدال مدل گرهارت[۱] ساخت آلمان اندازه‌گیری گردید. به این صورت که ۰/۵ گرم نمونه آسیاب شده به همراه ۸ گرم کاتالیزور و ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد در تیوپ دستگاه ریخته شد و تیوپ در دستگاه هضم کجلدال قرار گرفت. ابتدا درجه دستگاه هضم روی ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. بعد از آن به تدریج دما به ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و از زمانی که دمای ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد ثابت شد حدود یک ساعت و نیم عمل هضم ادامه یافت. با مشاهده رنگ محلول سبز شفاف مرحله هضم به اتمام رسیده پس از سرد شدن محلول‌ها، محلول سفید رنگی به دست آمد. در مرحله بعد تیوپ‌های حاصل از مرحله هضم پروتئین، در دستگاه تقطیر قرار گرفتند. در ارلن جمع آوری کننده گازها، ۶۰ میلی لیتر اسید بوریک ۲ درصد به همراه معرف متیل رد، بروموکروزول سبز (۳ تا ۵ قطره) و سود سوز آور ۴۰ درصد وجود داشت.

در نهایت طی مرحله تیتراسیون، ارلن حاوی گازهای جمع‌آوری شده با اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال تیتر شد. سپس با استفاده از فرمول ۳-۴ درصد نیتروژن موجود در نمونه محاسبه گردید. درصد پروتئین با استفاده از ضریب ۶/۲۵ و مطابق فرمول ۳-۵ محاسبه گردید.

فرمول (۳- ۴) وزن نمونه / $\{(V_s - V_b)$ * نرمالیته اسید مصرفی * ۱/۴۰۰۸ $\}$= درصد نیتروژن

V_s مقدار اسید مصرفی برای تیتراسیون نمونه (اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال)

[۱] - Gerhardt

V_b مقدار اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال مصرفی برای تیتراسیون نمونه شاهد

فرمول (۳-۵) ۶/۲۵ * درصد نیتروژن = درصد پروتئین

۳-۹- تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ و ۱درصد صورت پذیرفت.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- صفات مورفولوژیک

۴-۱-۱- ارتفاع ساقه

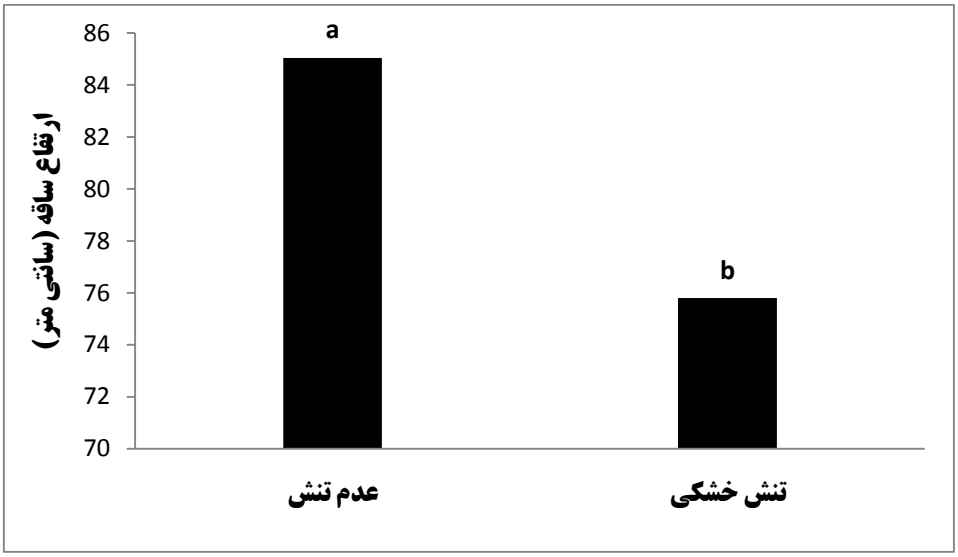
بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی در سطح ۱ درصد قرار گرفت. پرایمینگ تاثیری بر این صفت نشان نداد (جدول ۴-۱). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که تنش خشکی موجب شد تا ارتفاع گیاه به طور معنی داری از ۸۵/۰۴ سانتی‌متر در گیاهان شاهد به ۷۵/۸۰ سانتی‌متر کاهش یابد (شکل ۴-۱ و جدول ۴-۲). در شکل ۴-۲ مشاهده می شود که استفاده از ۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک توانست ارتفاع ساقه سویا را تا حد معنی داری افزایش دهد. سایر محققین نیز کاهش ارتفاع بوته سویا تحت تنش کم آبی را گزارش کردند (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۸، کارگر و همکاران، ۱۳۸۳). کومار (۲۰۰۰) و فرخی‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش کردند که تنش خشکی در مرحله رشد رویشی اغلب سبب کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. در آزمایشی که توسط امانی لاری و همکاران (۱۳۸۹) انجام شد نیز نتیجه مشابه به دست آمد. کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش خشکی یکی از بارزترین علائم است. مشخص شده است که تنش خشکی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه موجب کاهش ارتفاع می‌شود و هر چه زمان اعمال تنش به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیک‌تر باشد تنش تأثیر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد (رستمی و همکاران، ۲۰۰۳). به نظر می‌رسد که ارتفاع بیشتر بوته‌ها در شرایط تنش خشکی به قیمت کاهش عملکرد دانه تمام خواهد شد. در آزمایشی که فرخی‌نیا و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند تنش خشکی از طریق کاهش فتوسنتز و در نتیجه کمبود شیره پرورده موجب کوتاه شدن ارتفاع گیاه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود.

جدول ۴-۱- میانگین مربعات ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

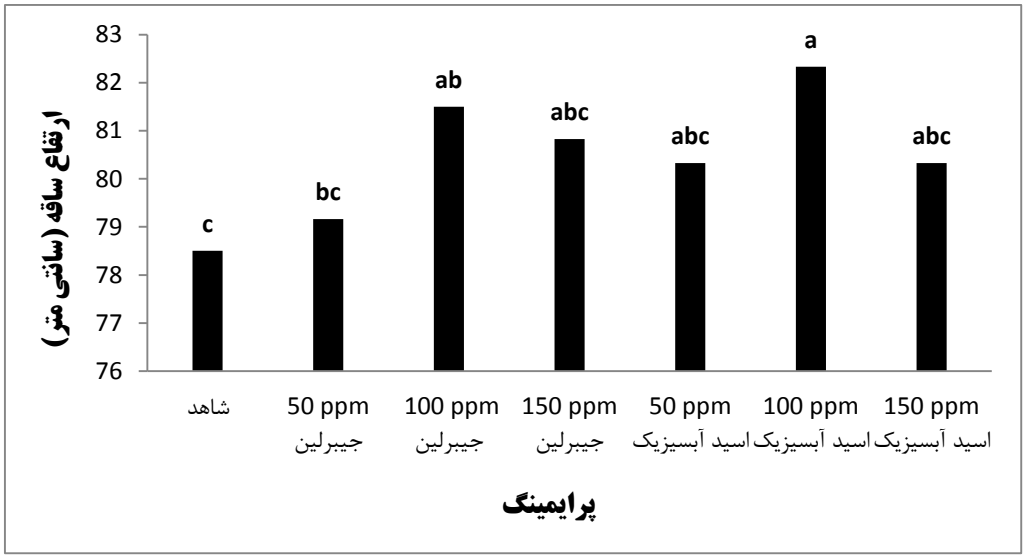
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ساقه
بلوک	۲	۱۲/۸۹
تنش خشکی	۱	۱۲۴/۰۸**
خطای اول	۲	۰/۰۳۵
پرایمینگ	۶	۱۰/۲۶
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۱۰/۴۲
خطای دوم	۲۴	۴/۸۱
Cv (درصد)		۱۲/۷۲

جدول ۴-۲- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	ارتفاع ساقه (سانتی متر)
تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۸۵/۰۴ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۷۵/۸۰ b
LSD ۱%	۳/۷۱۲
پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۷۸/۵۰ c
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۷۹/۱۶ bc
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۸۱/۵ ab
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۸۰/۸۳ abc
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۸۰/۳۳ abc
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۸۲/۳۳ a
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۸۰/۳۳ abc
LSD ۵٪	۲/۶۰۲



شکل ۴-۱- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی



شکل ۴-۲- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه سویا تحت تاثیر پرایمینگ

۴-۱-۲- قطر ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که قطر ساقه در گیاه سویا در این تحقیق تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت و پرایمینگ بر این صفت تاثیری نداشت (جدول ۴-۳). قطر ساقه در گیاهانی که با دور آبیاری ۱۴ روز آبیاری شدند، قطر ساقه کمتری (معادل ۴/۰۱ میلی‌متر) را نسبت به گیاهانی که با دور آبیاری ۷ روز آبیاری شدند (معادل ۵/۷۸ میلی‌متر) نشان دادند (شکل ۴-۳، جدول ۴-۴).

قطر ساقه به دلیل ذخیره اسمیلات در طول دوره رویشی و امکان انتقال این مواد در زمان پر شدن دانه‌ها نقش قابل ملاحظه‌ای دارد و هر قدر قطر ساقه بیشتر باشد، پتانسیل تولید مطلوب در گیاه افزایش می‌یابد (طباطبایی و شاکری، ۱۳۹۱).

احمدی و بهرامی (۲۰۰۹) گزارش نمودند واکنش به کمبود آب به وسیله کوتاه و کم کردن قطر ساقه صورت می‌گیرد. این محققان گزارش کردند که کاهش قطر ساقه نشان دهنده کاهش منابع ذخیره و تولید مواد فتوسنتزی در اثر تنش خشکی است.

خواجه‌پور (۲۰۰۴) نیز بیان کرد کاهش قطر ساقه در گیاهان می‌تواند به دلیل تراکم، ژنوتیپ و شرایط محیطی نظیر تنش خشکی و گرما و در نتیجه کاهش آب قابل دسترس برای گیاه باشد. به نظر می‌رسد گیاهانی که از قطر ساقه بیشتری برخوردار هستند، قادر به تامین تعداد واحد زایشی بیشتری بوده و ماده خشک بیشتری نیز به این واحدها تخصیص می‌دهند.

سنگ تراش و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که تنش خشکی در کلزا منجر به کاهش قطر ساقه شد.

جدول ۴-۳- میانگین مربعات قطر ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر ساقه
بلوک	۲	۰/۰۱۷
تنش خشکی	۱	۰/۰۶۲*
خطای اول	۲	۰/۱۸۸
پرایمینگ	۶	۰/۰۱۳
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۰/۰۱۷
خطای دوم	۲۴	۰/۰۱۳
Cv (درصد)		۱۲/۳۸

جدول ۴-۴- مقایسه میانگین قطر ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	قطر ساقه (میلی متر)
تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۵/۷۸ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۴/۰۱ b
LSD ۵٪	۱/۷۰۴
پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۴/۷۸ a
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۴/۷۸ a
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۴/۸۸ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۴/۸۸ a
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴/۹۰ a
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴/۸۵ a
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴/۸۵ a
LSD ۵٪	۰/۱۳۷

شکل ۴-۳- مقایسه میانگین قطر ساقه سویا تحت تاثیر تنش خشکی

۴-۱-۳- شاخص سطح برگ

همان‌طور که در جدول ۴-۵ مشاهده می‌شود، شاخص سطح برگ تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ در سطح ۱ درصد قرار گرفت. نتایج مقایسات میانگین حاکی از آن است که تنش خشکی موجب کاهش سطح برگ تا سطح ۱/۳۰گردید (شکل ۴-۴، جدول ۴-۶). گیاهانی که با جیبرلین و اسید آبسیزیک، تیمار شده بودند در سطح بالاتری نسبت به شاهد قرار گرفتند (شکل ۴-۵، جدول ۴-۶). در این میان بین کاربرد ۵۰ پی پی ام جیبرلین و عدم کاربرد هورمون، اختلاف معنی داری دیده نشد و ۵ تیمار دیگر (کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام جیبرلین و ۵۰،۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک بیشترین سطح برگ را تولید نمودند (شکل ۴-۵، جدول ۴-۶). در مطالعه روی گیاهان دیگر مشخص شده است که تنش کم‌آبی، شاخص سطح برگ را به دلیل کاهش اندازه و تولید برگ‌های جدید و افزایش ریزش آن‌ها کاهش می‌دهد و چنین نتیجه گیری شده است که تولید و گسترش برگ به تنش کم‌آبی خیلی حساس می‌باشند و بنابراین در اثر تنش کمبود آب شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد (بیتز و همکاران، ۲۰۰۳).

افزایش شاخص سطح برگ می‌تواند ناشی از حفظ برگها به مدت طولانی‌تر و لذا افزایش شاخص سطح برگ باشد. اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک تاثیر مثبتی بر تقسیم و افزایش طول سلول داشته که این باعث افزایش توسعه برگ شده و به این ترتیب سطح برگ سبز بیشتری بدست می‌آید (صالحی ساردویی و همکاران، ۲۰۱۴).

ماهسوایر (۲۰۰۰) گزارش کرد که جیبرلین سبب افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد.

محققان گزارش کردند که کاربرد جیبرلین در آویشن سبب افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد (پازکی و همکاران، ۱۳۹۱). پازکی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی گزارش کردند که کاربرد اسید آبسیزیک سبب افزایش شاخص سطح برگ در گیاه آویشن تحت تنش خشکی گردید.

آذرنیا و عیسوند (۱۳۹۲) گزارش کردند که پرایمینگ با اسید آبسیزیک سبب افزایش شاخص سطح برگ در نخود تحت تنش شوری گردید. نتایج این محققان با نتایج تحقیق ما همخوانی دارد.

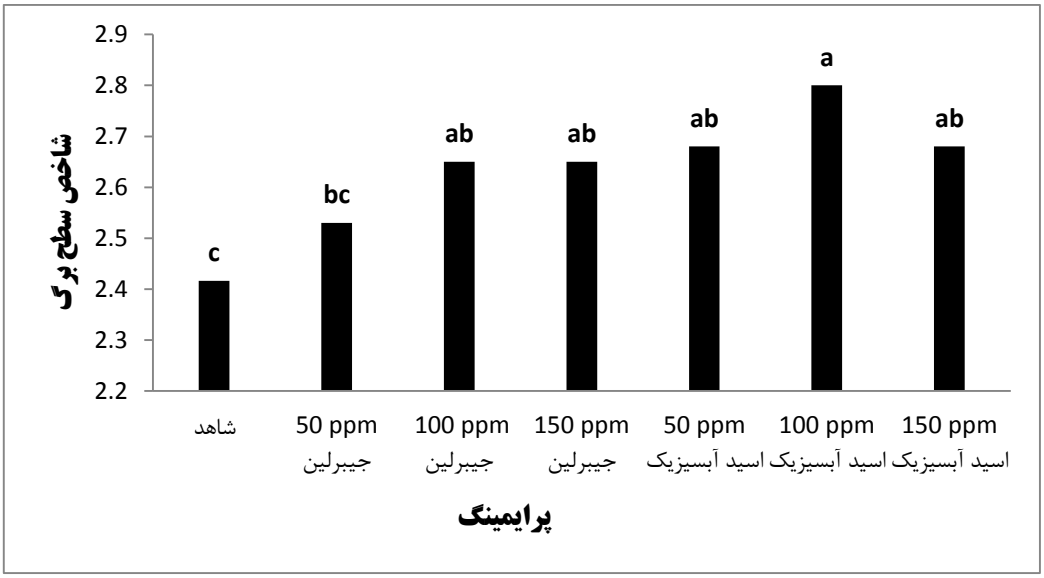
جدول ۴-۵- میانگین مربعات شاخص سطح برگ تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ
بلوک	۲	۰/۰۹۱
تنش خشکی	۱	۱/۶۹**
خطای اول	۲	۰/۲۸
پرایمینگ	۶	۰/۰۹۰**
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۰/۰۳۸
خطای دوم	۲۴	۰/۰۱۶
Cv (درصد)		۴/۸۷

جدول ۴-۶- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	شاخص سطح برگ
تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۲/۹۶a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۱/۳۰ b
LSD ۱%	۱/۰۷۴
پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۲/۴۱۶ c
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۲/۵۳ bc
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۲/۶۵ ab
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۲/۶۵ ab
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۲/۶۸ ab
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۲/۸۰ a
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۲/۶۸ ab
LSD ۱%	۰/۲۰۶

شکل ۴-۴- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ سویا تحت تاثیر تنش خشکی



شکل ۴-۵- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ سویا تحت تاثیر پرایمینگ

۴-۱-۴- وزن خشک کل

وزن خشک کل سویا (وزن ساقه و وزن برگ) در این پژوهش تحت تاثیر تنش خشکی (در سطح ۵ درصد) و پرایمینگ (در سطح ۱ درصد) قرار گرفت (جدول ۴-۷). اعمال تیمار تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک کل گردید و این صفت را از ۱۹۳/۹۰ گرم در متر مربع در گیاهان شاهد به ۱۰۰/۰۶ گرم در متر مربع کاهش داد (شکل ۴-۶، جدول ۴-۸). در مورد هورمون پرایمینگ نیز می-توان این‌طور بیان کرد که کاربرد ۱۰۰ پی پی ام جیبرلین، بالاترین میزان وزن خشک کل را به خود اختصاص داد که معادل ۱۶۰ گرم در متر مربع گردید. کمترین وزن خشک کل مربوط به گیاهان شاهد بود که ۱۴۴/۱۶ گرم در متر مربع بود. کاربرد سایر سطوح هورمن‌ها نیز این صفت را تا سطح معنی داری بهبود داد (شکل ۴-۷، جدول ۴-۸). لولر و کورنیک (۲۰۰۲) اظهار داشتند در شرایط تنش کمبود آب، کاهش ماده خشک اندام هوایی می‌تواند به دلیل کاهش فشار آماس سلول و یا ناشی از کاهش سطح برگ گیاه باشد. آروین (۱۳۹۴) گزارش کرد که جیبرلین بر طویل شدن و تقسیم سلولی اثر گذاشته و این امر منجر به طویل شدن میانگره‌های ساقه و به دنبال آن افزایش وزن تر و خشک اندام گیاه می‌گردد. چنین نتایجی توسط ردا و همکاران (۲۰۰۷) روی آویشن نیز گزارش

گردیده است. عبدل و همکاران (۲۰۰۸) نیز در گیاه سیب‌زمینی نشان دادند که کاربرد اسید جیبرلیک وزن تر و خشک کل گیاه و اندام‌های مختلف آن را افزایش داد.

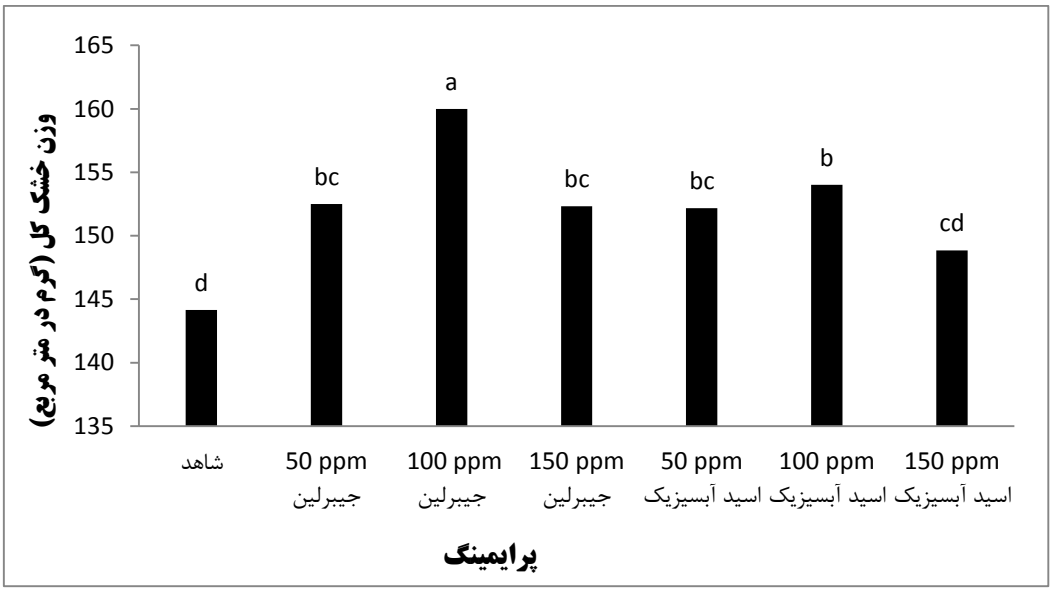
جدول ۴-۷- میانگین مربعات وزن خشک کل سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک کل
بلوک	۲	۲/۲۸
تنش خشکی	۱	۸۴/۹۱*
خطای اول	۲	۴۶۴/۱۱
پرایمینگ	۶	۱۳۹/۷۷**
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۱۵/۱۵
خطای دوم	۲۴	۱۶/۷۵
Cv (درصد)		۱۲/۶۹

جدول ۴-۸- مقایسه میانگین وزن خشک کل سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	وزن خشک کل (گرم در متر مربع)
تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۱۹۳/۹۰ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۱۰۰/۰۶ b
LSD ۵٪	۸۴/۴۷۹
پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۱۴۴/۱۶ d
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۱۵۲/۵ bc
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۱۶۰/۰۰ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۱۵۲/۳۳ bc
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۵۲/۱۶ bc
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۵۴/۰۰ b
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۴۸/۸۳ cd
LSD ۱%	۶/۵۶۶

شکل ۴-۶- مقایسه میانگین وزن خشک کل سویا تحت تاثیر تنش خشکی



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین وزن خشک کل سویا تحت تاثیر پرایمینگ

۴-۲- صفات فیزیولوژیک

۴-۲-۱- محتوای نسبی آب برگ

در این تحقیق، محتوای نسبی آب برگ تحت تاثیر تنش خشکی، پرایمینگ و اثر متقابل تنش خشکی در پرایمینگ در سطح آماری ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴-۹).

همان‌طور که جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد، گیاهانی که تنش خشکی را تجربه کردند، محتوای نسبی آب کمتری (معادل ۵۹/۷۱ درصد) نسبت به گیاهانی که ۷ روز یکبار آبیاری شدند (معادل ۷۲/۰۴ درصد) را نشان دادند (جدول ۴-۹). کاربرد هورمون‌ها در این تحقیق محتوای نسبی آب برگ را بهبود دادند (جدول ۴-۱۰).

بررسی شکل ۴-۸ نشان داد که کاربرد هورمون‌ها در شرایط تنش توانست از کاهش محتوای نسبی آب تا سطح معنی داری جلوگیری کند. کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک در شرایط عدم تنش بیشترین محتوای نسبی آب را نشان داد. استفاده از تمام سطوح هورمون‌ها در شرایط تنش موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ نسبت به عدم کاربرد هورمون در این شرایط گردید (شکل ۴-۸).

در مطالعه سایر محققین نیز گزارش شده‌است که تنش خشکی موجب کاهش مقدار نسبی آب برگ می‌شود (سادات اسیلان و حاجیلویی، ۱۳۸۹). کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش خشکی، دارای همبستگی مثبت و بالایی با محتوای رطوبتی خاک می‌باشد (نوتیال و همکاران، ۲۰۰۲). از عوامل دخیل در کاهش RWC ،تقلیل رشد و فعالیت ریشه و افزایش میزان تبخیر و تعرق جامعه گیاهی شناخته شده‌اند (تارومینگ کنگ و کوتو، ۲۰۰۳)، که در نهایت موجب کاهش فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌گردد (لک و همکاران، ۲۰۰۷).

کاهش محتوای نسبی آب برگ، تحت شرایط خشکی موجب محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی می‌گردد (جهانبین و همکاران، ۱۳۸۲). محققین زیادی با بررسی گیاهان مختلف اظهار داشتند که محتوای نسبی آب برگ به این دلیل که با حجم سلول مرتبط است، می‌تواند به عنوان شاخص سنجش میزان تنش مورد استفاده قرار گیرد و معیار بهتری برای بیان وضعیت آب

گیاه در مقایسه با پتانسیل آب باشد (خزاعی، ۱۳۸۱). در آزمایشی که توسط باغخانی و همکاران (۱۳۸۴) انجام شد گزارش شد که اعمال تنش خشکی موجب افت محتوای نسبی آب می‌گردد این نتیجه توسط باجی و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش شده است.

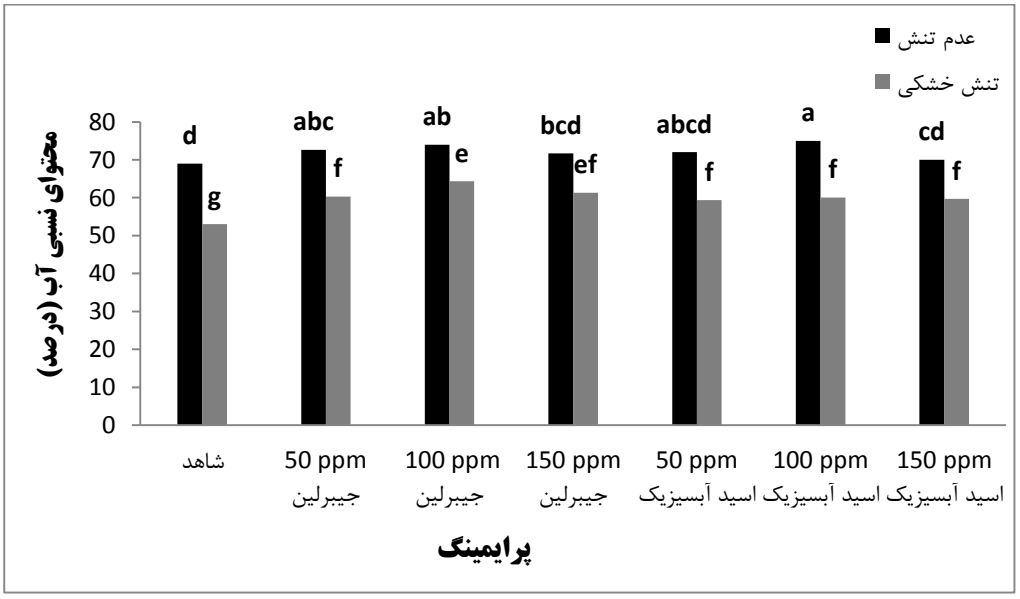
محققان گزارش کردند کاربرد جیبرلین سبب افزایش محتوای نسبی آب در گندم تحت تنش شوری گردید (زارع و همکاران، ۱۳۸۵). نظر بیگی و ناصری (۱۳۹۳) نیز گزارش کردند، اسید جیبرلیک سبب افزایش محتوای نسبی آب در کلزا تحت تنش شوری می‌گردد. عیسی نژاد و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق گزارش کردند که پیش تیمار بذر گلرنگ تحت تنش شوری، با اسید آبسیزیک و اسید جیبرلیک موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ گردید.

جدول ۴-۹- میانگین مربعات محتوای آب نسبی سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	محتوای آب نسبی
بلوک	۲	۲۸/۰۰
تنش خشکی	۱	۲۶۰/۹۸ **
خطای اول	۲	۱/۲۸
پرایمینگ	۶	۳۹/۱۵**
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۸/۹۴*
خطای دوم	۲۴	۳/۴۳
cv		۱۲/۸۱

جدول ۴-۱۰- مقایسه میانگین محتوای آب نسبی سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	محتوای آب نسبی (درصد)
تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۷۲/۰۴ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۵۹/۷۱ b
LSD ۱%	۱۰/۲۷۵
پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۶۱/۰۰ c
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۶۶/۵ ab
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۶۹/۱۶ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۶۶/۵۰ ab
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۶۵/۶۶ b
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۶۷/۵۰ ab
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۶۴/۸۳ b
LSD ۱%	۲/۹۷۴



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

۴-۲-۲- خسارت غشاء

خسارت غشاء تحت تاثیر تنش خشکی، پرایمینگ و اثر متقابل تنش خشکی در پرایمینگ در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴-۱۱).

تنش خشکی موجب افزایش خسارت به غشاء شد و این صفت را از ۳۳/۰۲ درصد در گیاهان شاهد به ۴۴/۱۳ درصد افزایش داد همچنین کاربرد هورمون پرایمینگ موجب کاهش این صفت شد (جدول ۴-۱۲).

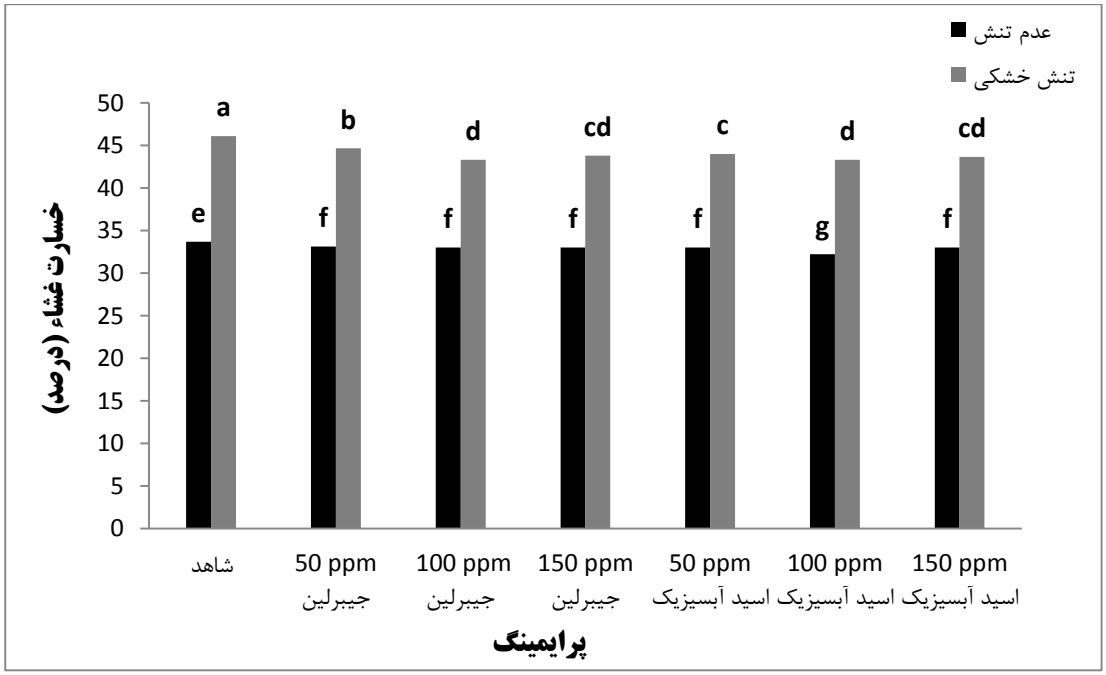
بررسی اثرات متقابل تنش خشکی در پرایمینگ نشان داد که استفاده از ۱۰۰ پی پی ام جیبرلین و اسید آبسیزیک توانست از خسارت غشاء در شرایط تنش جلوگیری کند. بیشترین خسارت غشاء مربوط به شرایط تنش خشکی و عدم کاربرد هورمون بود (شکل ۴-۹). کاهش پایداری غشای سلولی غالباً با کاهش محتوای نسبی آب برگ و کاهش میزان پتاسیم سلول‌ها همراه است و افزایش درصد آسیب سلولی احتمالاً به دلیل کاهش درصد آب در ساختمان غشای سلولی است زیرا ۳۰ تا ۵۰ درصد ساختمان غشاء را آب تشکیل می‌دهد (ظریف کتابی، ۱۳۷۶). عمان و همکاران (۱۳۸۵) نیز نتایج مشابهی را مبنی بر کاهش مقاومت غشاء سیتوپلاسمی در اثر تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان نشان دادند.

جدول ۴-۱۱- میانگین مربعات خسارت غشاء در سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	خسارت غشاء
بلوک	۲	۰/۰۶
تنش خشکی	۱	۱۸۰/۷۱ **
خطای اول	۲	۰/۰۲
پرایمینگ	۶	۲/۶۵**
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۴/۱۹**
خطای دوم	۲۴	۰/۱۱
cv		۲۱/۸۷

جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین خسارت غشاء در سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	خسارت غشاء (درصد)
تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۳۳/۰۲ b
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۴۴/۱۳ a
LSD ۱%	۳/۳۴۱
پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۳۹/۹۰ a
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۳۸/۹۰ b
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۳۸/۱۸ cd
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۳۸/۴۱ bc
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۳۸/۵۰ bc
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۳۷/۸۳ d
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۳۸/۳۳ cd
LSD ۱%	۰/۵۴۱



شکل ۴-۹- مقایسه میانگین خسارت غشاء تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

۴-۲-۳- کلروفیل

در این تحقیق میزان کلروفیل موجود در برگ سویا تنها تحت تاثیر تنش خشکی در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴-۱۳). بررسی اثرات متقابل نشان داد که میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی به طور معنی‌داری کاهش یافت و از ۴۶/۴۶ واحد اسپد در گیاهان شاهد به ۳۶/۰۰ واحد اسپد کاهش یافت (جدول ۴-۱۴ و شکل ۴-۱۰).

پیش ماده سنتز کلروفیل اسید گلوتامیک می باشد. این ماده به عنوان پیش ماده سنتز پرولین نیز نقش ایفا می کند. در شرایط تنش به ویژه تنش‌های شدید تولید ترکیباتی از قبیل پرولین برای کاهش اثرات ناشی از تنش افزایش می‌یابد. لذا ترجیح گیاه در این شرایط تولید پرولین است که به ضرر تولید کلروفیل تمام خواهد شد. از این رو میزان کلروفیل در شرایط تنش کاهش می‌یابد (اسکوئی و همکاران، ۱۳۸۹).

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

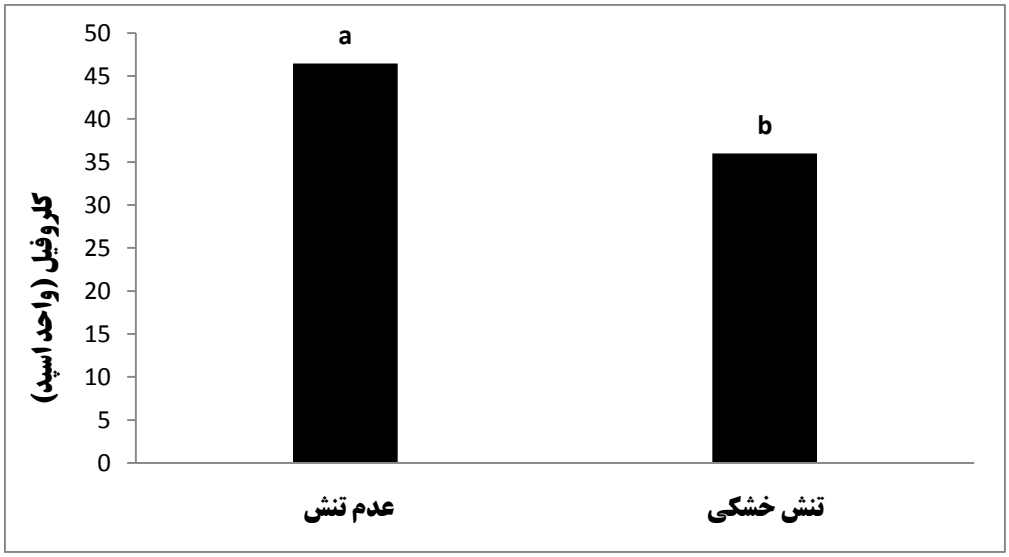
تنش کم‌آبی موجب تخریب رنگدانه‌های فتوسنتزی، کاهش مقدار کلروفیل برگ و در نهایت تخریب تشکیلات فتوسنتزی می‌گردد (کیرناک، ۲۰۰۱). خشکی، فتوسنتز گیاهان را محدود می‌کند و دلیل آن ایجاد تغییر در مقدار کلروفیل و خسارت به سیستم فتوسنتزی است (نایار و گوپتا، ۲۰۰۶). علاوه بر این خشکی فعالیت های فتوشیمیایی را محدود می‌کند و فعالیت آنزیم‌ها در سیکل کالوین را کاهش می‌دهد (ماناخوا و چرنیادو، ۲۰۰۲).

جدول ۴-۱۳- میانگین مربعات کلروفیل سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل
بلوک	۲	۰/۰۰۱
تنش خشکی	۱	۱۵۴/۶۰ **
خطای اول	۲	۰/۱۷
پرایمینگ	۶	۱/۱۵
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۱/۵۰
خطای دوم	۲۴	۱/۱۱
cv		۴/۵۵

جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین کلروفیل سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	کلروفیل (واحد اسپد)
تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۴۶/۴۶ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۳۶/۰۰ b
LSD ۱%	۸/۱۶۰
پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۴۱/۵۰ ab
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۴۱/۳۰ ab
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۴۲/۰۰ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۴۰/۶۶ a
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴۱/۱۶ ab
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴۰/۱۳ ab
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴۱/۱۶ ab
LSD ۵٪	۱/۲۵۱



شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین کلروفیل سویا تحت تاثیر تنش خشکی

۴-۳- عملکرد و اجزای عملکرد

۴-۳-۱- تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر تنش خشکی در سطح ۱ درصد و پرایمینگ در سطح ۵ درصد قرار گرفت (جدول ۴-۱۵).

گیاهانی که در شرایط تنش خشکی رشد کردند، تعداد غلاف در بوته کمتری را نشان دادند (معادل ۱۰/۶۱) (شکل ۴-۱۱). کاربرد هورمون‌ها به صورت پرایمینگ توانست تعداد غلاف در بوته را تا سطح معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۲، جدول ۴-۱۶).

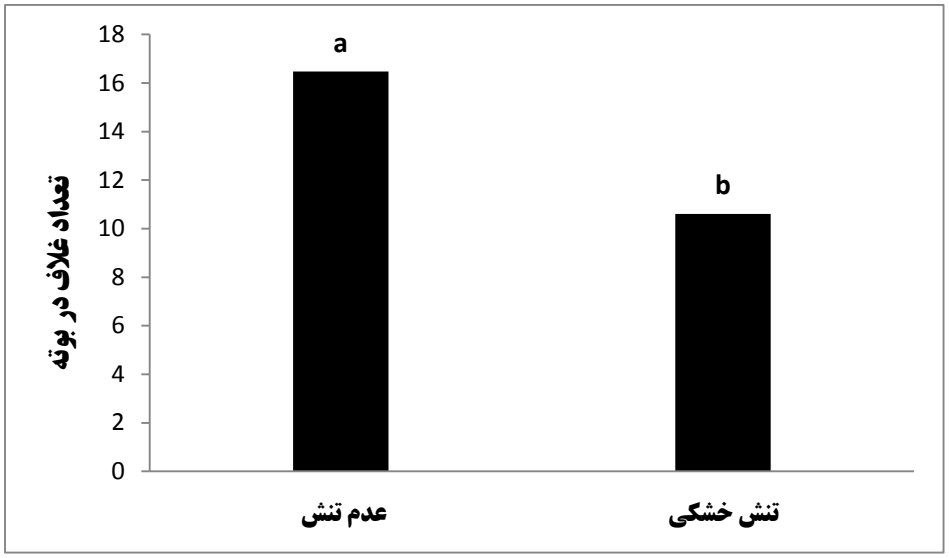
کارگر و همکاران (۱۳۸۳) نیز کاهش تعداد غلاف در بوته های سویا تحت تاثیر تنش خشکی را گزارش کردند.

جدول ۴-۱۵- میانگین مربعات تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

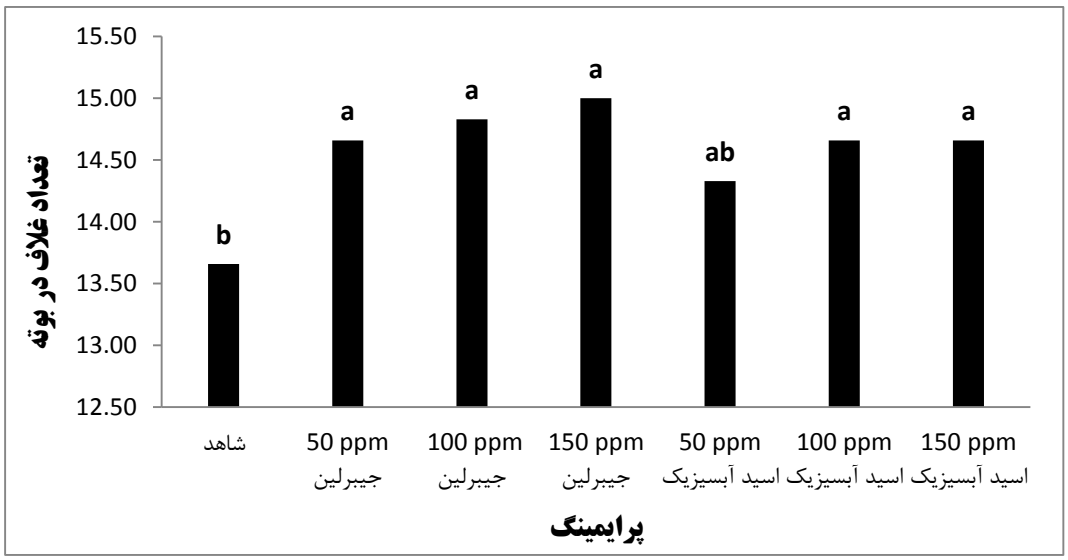
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته
بلوک	۲	۰/۳۲
تنش خشکی	۱	۱۲/۲۴**
خطای اول	۲	۱/۷۵
پرایمینگ	۶	۱/۱۵*
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۰/۲۱
خطای دوم	۲۴	۰/۴۵
CV		۴/۶۵

جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	تعداد غلاف در بوته
تیمار تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۱۶/۴۷ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۱۰/۶۱ b
LSD ۱%	۵/۹۸۸
تیمار پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۱۳/۶۶ b
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۱۴/۶۶ a
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۱۴/۸۳ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۱۵/۰۰ a
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۴/۳۳ ab
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۴/۶۶ a
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۴/۶۶ a
LSD ۵٪	۰/۸۰۳



شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر تنش خشکی



شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته سویا تحت تاثیر پرایمینگ

۴-۳-۲- تعداد دانه در غلاف

بررسی جدول تجزیه واریانس حاکی از آن بود که تعداد دانه در غلاف در گیاه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ در سطح آماری ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴-۱۷).

گیاهانی که تنش خشکی را تجربه کردند، تعداد دانه در غلاف کمتری (معادل ۴/۲۸) را نسبت به گیاهان شاهد (۴/۸۰) نشان دادند (جدول ۴-۱۸). گیاهانی که پرایمینگ نشده بودند، کمترین تعداد دانه در غلاف را که معادل ۴/۴۰ بود نشان دادند و هورمون پرایمینگ توانست این صفت را تا سطح معنی داری بهبود دهد. در این بین کاربرد ۱۰۰ پی پی ام جیبرلین بالاترین تعداد دانه در غلاف را که معادل ۴/۶۵ بود، به خود اختصاص داد و در سطح اول آماری قرار گرفت. ۵ تیمار هورمونی دیگر (۵۰ و ۱۵۰ پی پی ام جیبرلین و ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک) در سطح دوم آماری قرار گرفته و این صفت را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴-۱۸).

بررسی شکل ۴-۱۳ نشان داد که کاربرد ۱۰۰ و ۵۰ پی پی ام اسید جیبرلین بیشترین تعداد دانه در غلاف را نشان داد. کاربرد هورمون‌ها در شرایط تنش توانست از کاهش تعداد دانه در غلاف جلوگیری کند. بیشترین تعداد دانه در غلاف معادل ۴/۹۳ بود که مربوط به ترکیب ۱۰۰ پی پی ام جیبرلین در شرایط عدم تنش بود و با تیمار ۵۰ پی پی ام جیبرلین و عدم تنش اختلاف معنی داری را نشان نداد. کمترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار تنش و عدم کاربرد هورمون بود که معادل ۴ دانه در غلاف بود (شکل ۴-۱۳).

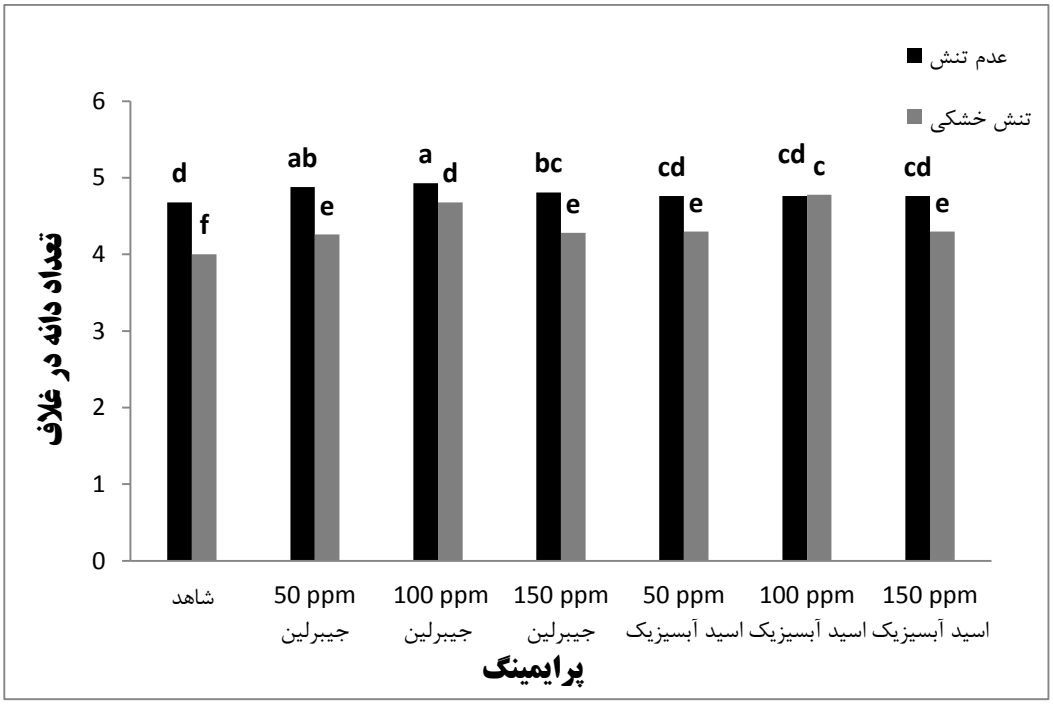
رئیسی (۱۳۸۰) گزارش داد که تغییرات کم تعداد دانه در غلاف در گیاه سویا به دلیل توارث پذیری بالای آن است. نتایج تحقیقات لوپزبلید و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه باقلا نشان داد که تعداد دانه در غلاف به وسیله ژنوتیپ تعیین می شود و کمتر شرایط محیطی بر روی آن تاثیر گذار است.

جدول ۴-۱۷- میانگین مربعات تعداد دانه در غلاف سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در غلاف
بلوک	۲	۰/۰۴۷
تنش خشکی	۱	۰/۳۵**
خطای اول	۲	۰/۰۰۲
پرایمینگ	۶	۰/۰۳۵**
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۰/۰۰۵۷
خطای دوم	۲۴	۰/۰۰۳
cv		۱/۳۳

جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	تعداد دانه در غلاف
تیمار تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۴/۸۰ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۴/۲۸ b
LSD ۱%	۰/۳۲۸
تیمار پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۴/۴۰ c
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۴/۵۷ ab
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۴/۶۵ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۴/۵۵ b
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴/۵۳ b
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴/۵۴ b
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۴/۵۳ b
LSD ۱%	۰/۰۹۷



شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

۴-۳-۳- وزن هزار دانه

وزن هزار دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی، پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۴-۱۹).

جدول ۴-۲۰ و شکل ۴-۱۴ نشان داد که تنش خشکی وزن هزار دانه را تا سطح معنی داری کاهش داد. پرایمنگ توانست وزن هزار دانه را افزایش دهد و در این بین کاربرد ۱۰۰ پی پی ام جیبرلین برتری را به خود اختصاص داد و در بالاترین سطح آماری قرار گرفت. سایر سطوح هورمونی نیز این صفت را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴-۲۰).

بررسی شکل ۴-۱۴ نشان داد که استفاده از جیبرلین و اسید آبسیزیک سبب افزایش وزن هزار دانه شد. کاربرد این دو هورمون در شرایط تنش خشکی توانست از کاهش این صفت جلوگیری کند.

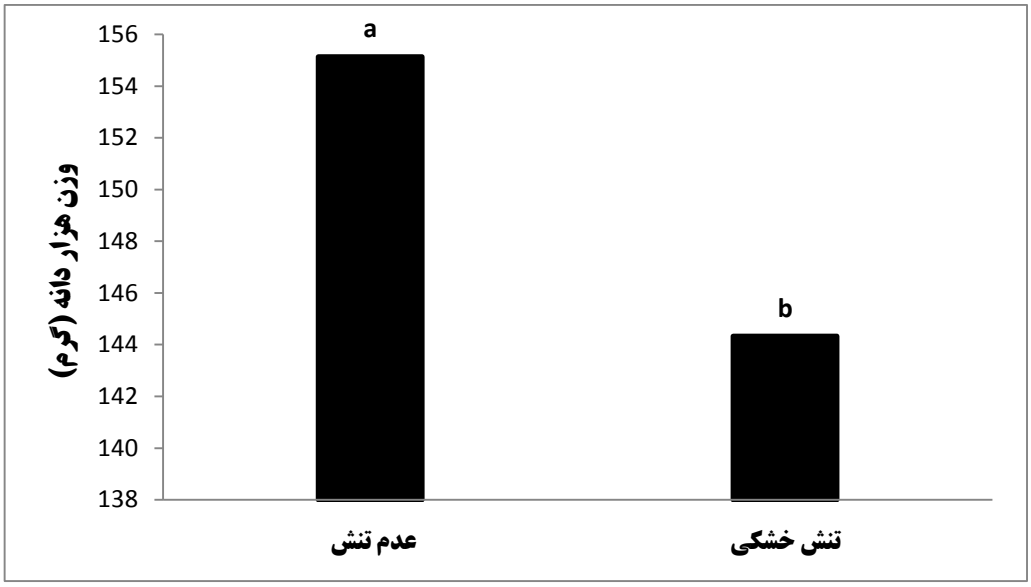
کمترین و بیشترین وزن هزار دانه به ترتیب در تیمارهای تنش به همراه عدم کاربرد هورمون و ۱۰۰ پی پی ام جیبرلین در عدم تنش بود (شکل ۴-۱۴).

جدول ۴-۱۹- میانگین مربعات وزن هزار دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

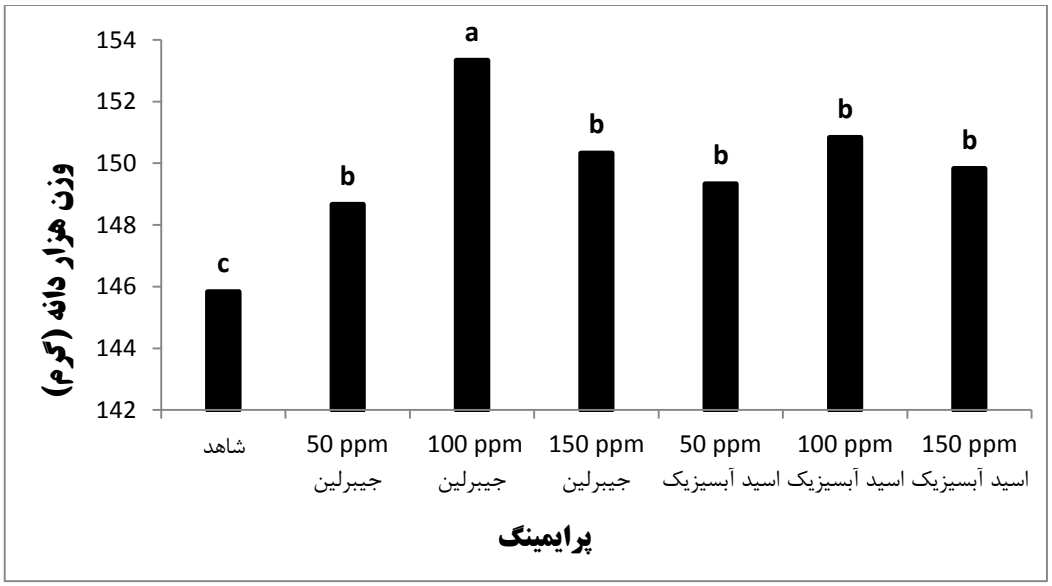
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۳/۵۷
تنش خشکی	۱	۱۷۵/۲۶**
خطای اول	۲	۰/۰۰۰۰۰۰۱
پرایمینگ	۶	۳۱/۰۴**
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۱/۲۶
خطای دوم	۲۴	۱/۹۹
cv		۲/۹۴

جدول ۴-۲۰- مقایسه میانگین وزن هزار دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	وزن هزار دانه (گرم)
تیمار تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۱۵۵/۱۴ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۱۴۴/۳۳ b
LSD ۱%	۵/۰۳۵
تیمار پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۱۴۵/۸۳ c
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۱۴۸/۶۶ b
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۱۵۳/۳۳ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۱۵۰/۳۳ b
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۴۹/۳۳ b
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۵۰/۸۳ b
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۴۹/۸۳ b
LSD ۱%	۲/۲۶۳



شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تاثیر تنش خشکی



شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تاثیر پرایمینگ

۴-۳-۴- عملکرد دانه

عملکرد دانه در گیاه سویا تحت تاثیر تنش خشکی، پرایمینگ و اثر متقابل این دو تیمار در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴-۲۱). عملکرد دانه تحت تاثیر تنش خشکی کاهش معنی داری را

نشان داد و این صفت را از ۲۹۸/۰۸ کیلوگرم در هکتار در گیاهان شاهد به ۲۴۷/۲۰ کیلوگرم در هکتار کاهش داد (جدول ۴-۲۲).

اعمال هورمون پرایمینگ توانست عملکرد دانه را تا سطح معنی داری افزایش دهد. در این بین بالاترین عملکرد زمانی به ثبت رسید که گیاهان با ۱۰۰ پی پی ام جیبرلین، پرایم شده بودند که معادل ۲۸۶/۴۱ کیلوگرم در هکتار بود. سایر سطوح هورمون‌ها در سطح دوم آماری قرار گرفتند و گیاهان شاهد با دارا بودن عملکردی معادل ۲۵۷/۲۷ کیلوگرم در هکتار در سطح سوم آماری قرار گرفتند (جدول ۴-۲۲).

بررسی شکل ۴-۱۶ حاکی از آن بود که کاربرد هورمون‌ها عملکرد دانه را افزایش دادند. کاربرد جیبرلین و اسید آبسیزیک در شرایط تنش توانست از کاهش عملکرد دانه جلوگیری کند و این صفت را تا سطح معنی داری ارتقا داد.

کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ناشی از تنش کم آبی در مطالعات محققین دیگر نیز گزارش شده است (قاجار سپانلو و بهمنیار، ۱۳۸۸، محسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۹ و دانشیان و همکاران ۱۳۸۸).

فرخی‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که به نظر می‌رسد که تنش خشکی در گیاه با کاهش آب برگ و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها و افت فتوسنتز از یک سو و متأثر کردن فعالیت‌های آنزیمی و فرآیندهای مربوطه از سوی دیگر، موجب افت عملکرد دانه از طریق کاهش اجزای عملکرد می‌شود.

کاهش عملکرد در تیمار خشکی را می‌توان به علت کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه دانست. دلیل کاهش دانه ممکن است به علت کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرمی تولید شده در مرحله پر شدن دانه باشد و بیشترین اثر تنش رطوبتی روی وزن دانه در مدت پر شدن دانه می‌باشد و تنش‌هایی که بعد از گلدهی به وقوع می‌پیوندند باعث کوچک شدن دانه‌ها می‌شود. همچنین دلیل این امر را می-

توان به عدم نمو دانه پس از گرده افشانی و باروری دانست. تصور می‌شود اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک تاثیر سرکوبی بر تنش‌ها دارند (قربانی جاوید و همکاران، ۲۰۱۱).

آمزالاگ و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که پرایمینگ با اسید آبسیزیک سبب افزایش عملکرد دانه در سورگوم تحت تنش خشکی گردید.

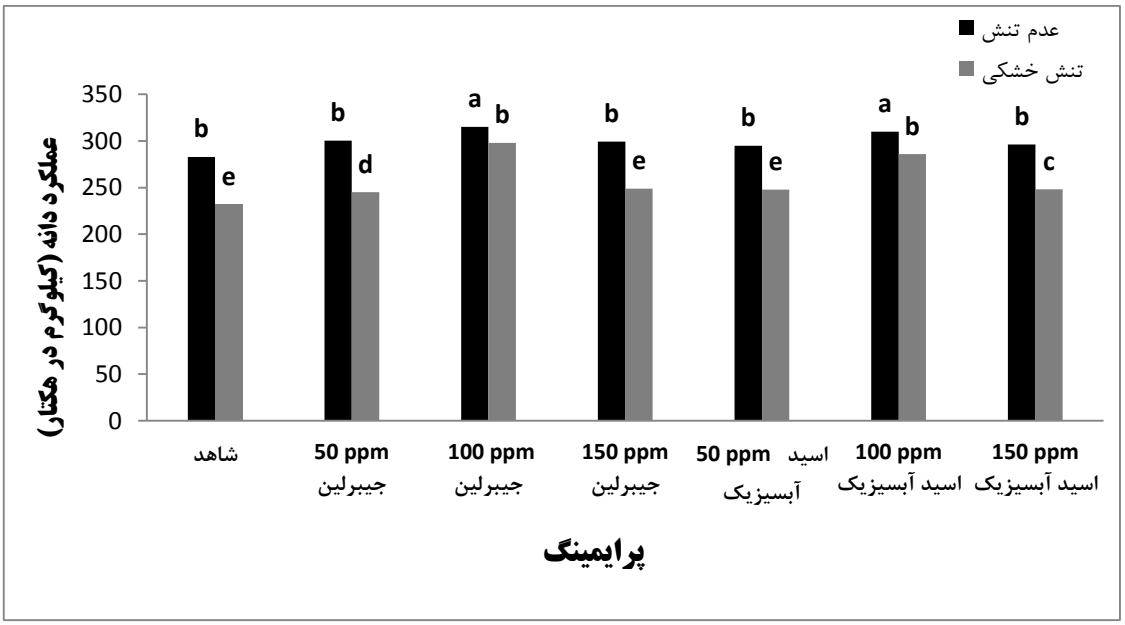
محققان گزارش کردند که پرایمینگ با تاثیر مثبتی که در تسریع سبز شدن گیاه، استقرار بهتر و سریعتر گیاهچه، پوشش سریعتر زمین، قدرت رقابت بهتر با علف‌های هرز، توسعه بهتر ریشه و در نتیجه جذب بهتر آب و مواد غذایی دارد، می‌تواند سبب بهبود عملکرد شود و در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی اثرات مفید آن بهتر نمایان می‌شود (عیسوند و همکاران، ۲۰۱۰؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۱). شکاری و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که پرایمینگ بذر با غلظت‌های بهینه هورمون‌های رشد گیاهی، به طور موثری می‌تواند موجب افزایش جوانه زنی، رشد اولیه و عملکرد نهایی محصول در گونه‌های مختلف گیاهان زراعی، تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش گردد. گزارش های متعددی مبنی بر تاثیر مثبت پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد در گیاهان مختلف وجود دارد (حسین و همکاران، ۲۰۰۶؛ فاروق و همکاران؛ قاسمی گلزنی و همکاران، ۲۰۰۸).

جدول ۴-۲۱- میانگین مربعات عملکرد دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه
بلوک	۲	۲۷۱/۱۹
تنش خشکی	۱	۳۵۰۳/۰۶**
خطای اول	۲	۱۱/۳۹
پرایمینگ	۶	۴۳۳/۶۵**
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۲۳/۹۶**
خطای دوم	۲۴	۱۹/۹۲
CV		۱/۶۳

جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
تیمار تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۲۹۸/۰۸ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۲۴۷/۲۰ b
LSD ۱%	۲۶/۳۰
تیمار پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۲۵۷/۲۷ c
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۲۷۲/۶۷ b
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۲۸۶/۴۱ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۲۷۴/۱۲ b
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۲۷۱/۲۹ b
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۲۷۴/۵۱ b
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۲۷۲/۲۲ b
LSD ۱%	۷/۱۶۱



شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

۴-۴- صفات کیفی

۴-۴-۱- درصد روغن

درصد روغن دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴-۲۳). بررسی اثرات متقابل نشان داد که تنش خشکی درصد روغن را به طور معنی داری کاهش داد و از ۱۶/۸۲ درصد به ۱۵/۶۲ درصد رساند (شکل ۴-۱۷، جدول ۴-۲۴). کاربرد اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک توانست درصد روغن را تا سطح معنی داری افزایش دهد (شکل ۴-۱۸، جدول ۴-۲۴).

کاهش درصد روغن دانه سویا در اثر تنش کم آبی در مطالعه دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) نیز گزارش شد. در مقابل افزایش درصد روغن در شرایط تنش در مطالعه کارگر و همکاران (۱۳۸۳) مشاهده شد که بر خلاف نتایج به دست آمده از این تحقیق می باشد.

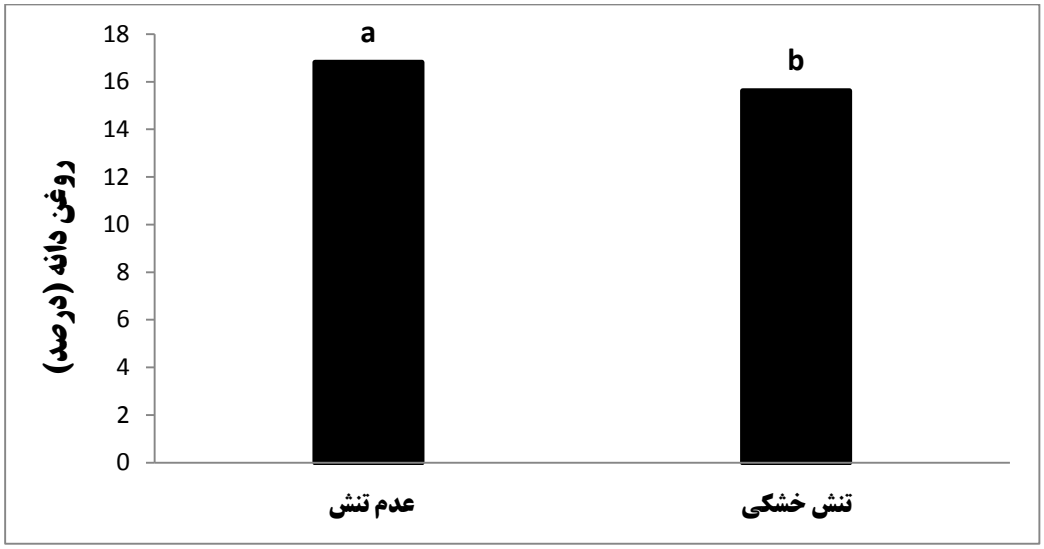
در مورد تأثیر تنش خشکی بر درصد روغن گزارشات ضد و نقیضی وجود دارد. اصولاً درصد روغن یک صفت کمی است و توسط چندین ژن کنترل می‌شود، بنابراین آسیب دیدن تعداد زیادی از ژن-های کنترل کننده در اثر تنش خشکی، بعید به نظر می‌رسد. از این رو کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی جزئی است (جانسون و واکس، ۱۹۷۸). فرخی‌نیا و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند درصد روغن تحت تأثیر تنش خشکی و عوامل محیطی قرار نمی‌گیرد افت درصد روغن در اثر تنش خشکی شدید در مقایسه با تنش خشکی ملایم نسبتاً بالاتر است که نشان می‌دهد، اگر شدت تنش زیاد نباشد، تأثیر چندانی بر درصد روغن دانه نخواهد داشت. این نتایج با یافته‌های کومار (۲۰۰۰) تطابق و هم‌خوانی دارد که حاکی از آن است، در اثر تنش خشکی تغییرات درصد روغن کم می‌باشد.

جدول ۴-۲۳- میانگین مربعات روغن دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

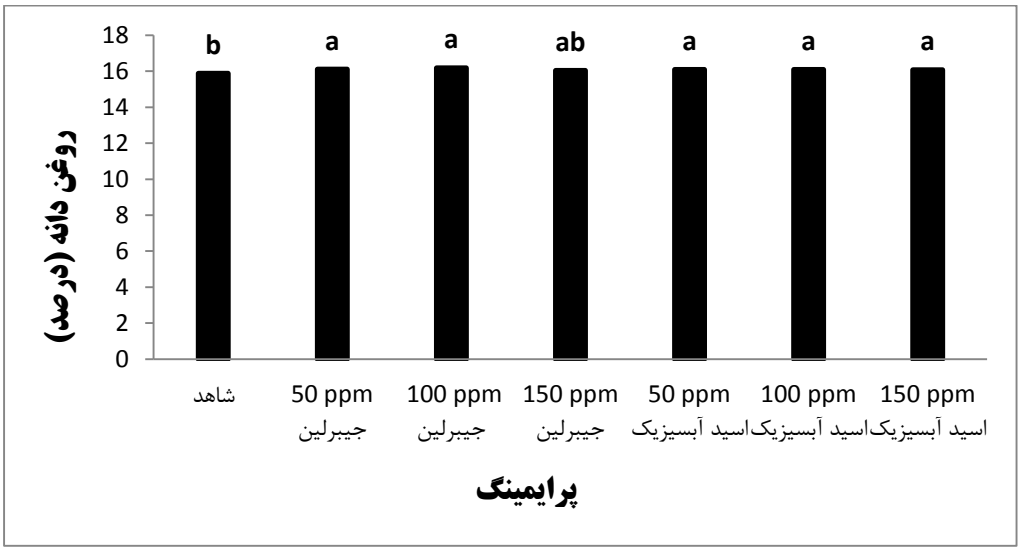
منابع تغییر	درجه آزادی	روغن دانه
بلوک	۲	۰/۰۰۱
تنش خشکی	۱	۰/۹۴**
خطای اول	۲	۰/۰۲۲
پرایمینگ	۶	۰/۰۵۳**
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۰/۰۲
خطای دوم	۲۴	۰/۰۱۴
cv		۲/۷۳

جدول ۴-۲۴- مقایسه میانگین روغن دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	روغن دانه (درصد)
تیمار تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۱۶/۸۲ a
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۱۵/۶۲ b
LSD ۱%	۰/۹۷۰
تیمار پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۱۵/۸۸ b
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۱۶/۱۱ a
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۱۶/۱۹ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۱۶/۰۵ ab
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۶/۱۰ a
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۶/۱۰ a
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۱۶/۰۷ a
LSD ۱%	۰/۱۹۰



شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین روغن دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی



شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین درصد روغن دانه سویا تحت تاثیر پرایمینگ

۴-۴-۲- درصد پروتئین

درصد پروتئین دانه سویا در این تحقیق تحت تاثیر تنش خشکی در سطح ۱ درصد قرار گرفت و پرایمینگ نیز در سطح ۱ درصد بر این صفت تاثیر گذاشت (جدول ۴-۲۵).

نتایج حاکی از آن است که درصد پروتئین در گیاهانی که تنش خشکی را تجربه کردند به طور معنی داری افزایش نشان داد و از ۳۱/۲۳ درصد به ۳۳/۰۵ درصد رسید (شکل ۴-۱۹، جدول ۴-۲۶).

گیاهانی که پرایمینگ نشده بودند، پایین‌ترین درصد پروتئین را نشان دادند و کاربرد پرایمینگ این صفت را تا سطح معنی داری افزایش داد (شکل ۴-۲۰ و جدول ۴-۲۶).

کارگر و همکاران (۱۳۸۳) نیز افزایش درصد پروتئین دانه را در گیاهان تحت تنش خشکی گزارش نمودند. بر خلاف این نتایج در مطالعه محسن بیگی و همکاران (۱۳۸۹) کاهش درصد پروتئین دانه در بوته های سویا تحت تنش خشکی مشاهده شد.

پی‌یری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تنش آبی در مرحله پر شدن دانه در ۹ ژنوتیپ گندم نان، باعث کاهش عملکرد، وزن هزاردانه و ضخامت دانه آنها شده و در مقابل میانگین محتوی پروتئین دانه از ۱۱/۶۴ به ۱۲/۸۳ درصد افزایش یافت.

یکی از دلایل افزایش درصد پروتئین درشرایط تنش، انباشت پروتئین‌های شوک حرارتی در دانه-های در حال رشد و رسیده است. همچنین تنش کم‌آبی همانند درجه حرارت بالا، درصد روغن دانه را کاهش، ولی درصد پروتئین آن را افزایش می‌دهد. بر اثر تنش کم‌آبی، مقدار فتوسنتز خالص به دلیل کاهش ورود CO_2 به واسطه بسته شدن روزنه‌ها و تأثیر مستقیم خشکی بر سیستم فتوسنتزی، کاهش یافته که در این شرایط ، از میزان هیدرات‌های کربن (قندها) کاسته می‌شود. از طرفی، به دلیل این که در شرایط تنش کم آبی، رسیدگی گیاه تسریع می‌گردد، فرصت کافی جهت سنتز پروتئین‌ها و قندهای

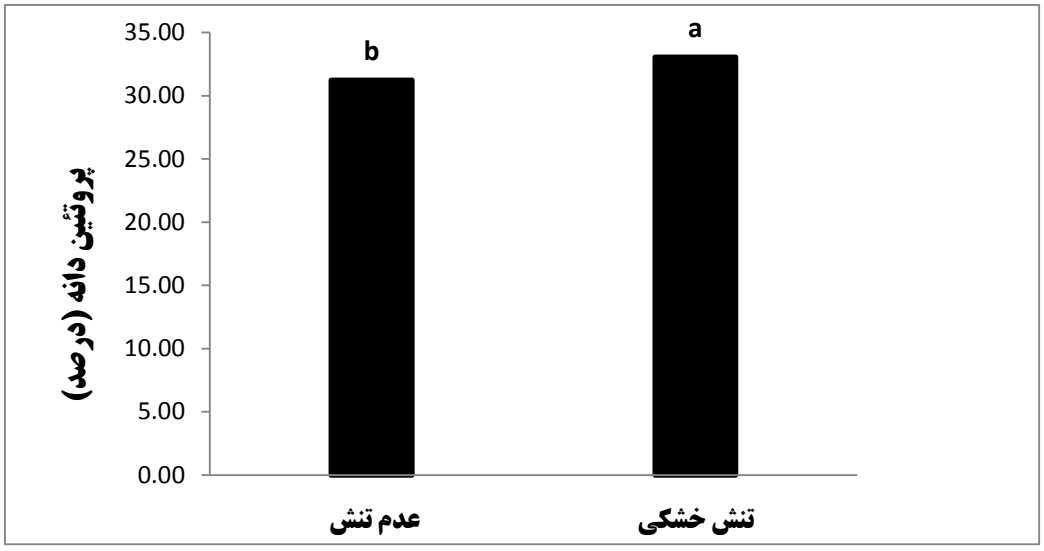
ذخیره شده دانه وجود نخواهد داشت و به همین دلیل، در این شرایط، درصد روغن دانه کاهش خواهد یافت (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹).

جدول ۴-۲۵- میانگین مربعات پروتئین دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

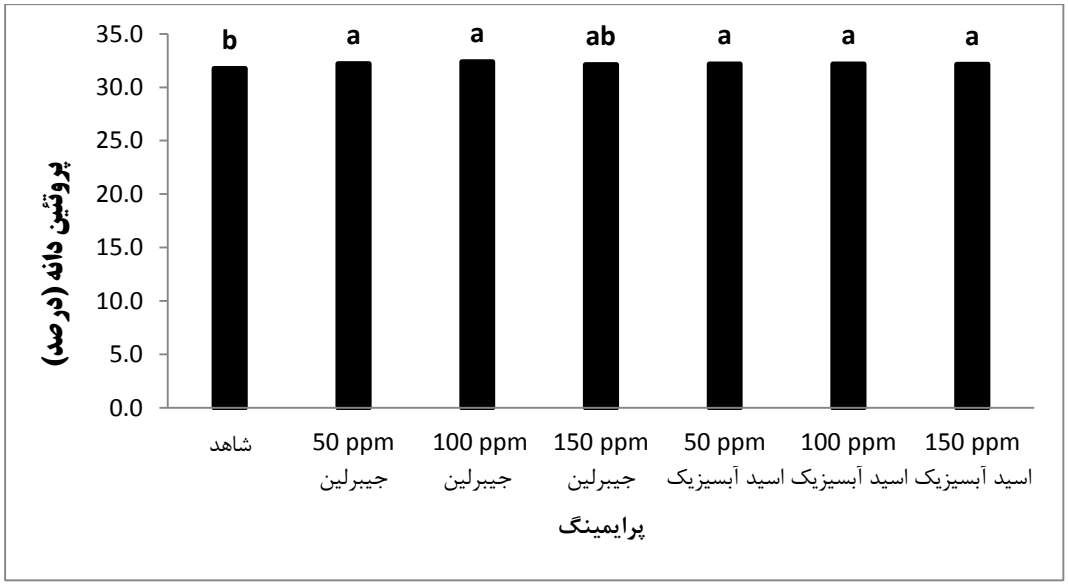
منابع تغییر	درجه آزادی	پروتئین دانه
بلوک	۲	۰/۰۰۰۳
تنش خشکی	۱	۳۵۰۳/۰۶**
خطای اول	۲	۱۱/۳۹
پرایمینگ	۶	۴۳۳/۶۵ **
تنش خشکی*پرایمینگ	۶	۲۳/۹۶
خطای دوم	۲۴	۱۹/۹۲
Cv		۱/۶۳

جدول ۴-۲۶- مقایسه میانگین پروتئین دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی و پرایمینگ

تیمارها	پروتئین دانه (درصد)
تیمار تنش خشکی	
عدم تنش (۷ روز آبیاری)	۳۱/۲۳ b
تنش خشکی (۱۴ روز آبیاری)	۳۳/۰۵ a
LSD ۱%	۱/۵۶۸
تیمار پرایمینگ	
عدم پرایمینگ (شاهد)	۳۱/۷۶ b
۵۰ پی پی ام جیبرلین	۳۲/۲۱ a
۱۰۰ پی پی ام جیبرلین	۳۲/۳۸ a
۱۵۰ پی پی ام جیبرلین	۳۲/۱۱ ab
۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۳۲/۱۸ a
۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۳۲/۱۸ a
۱۵۰ پی پی ام اسید آبسیزیک	۳۲/۱۵ a
LSD ۱%	۰/۳۶۴



شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین پروتئین دانه سویا تحت تاثیر تنش خشکی



شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین پروتئین دانه سویا تحت تاثیر پرایمینگ

۴-۵- نتیجه گیری نهایی

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

۱- تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع ساقه و قطر ساقه سویا شد.

۲- وزن خشک کل سویا در شرایط تنش خشکی به طور معنی داری کاهش یافت.

۳- محتوای نسبی آب در شرایط تنش کاهش یافت و میزان خسارت به غشاء به طور معنی داری افزایش نشان داد.

۴- در شرایط تنش خشکی میزان کلروفیل موجود در برگ‌های سویا کاهش یافت.

۵- تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه در گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار گرفته بودند، کاهش نشان داد.

۶- درصد روغن دانه سویا در شرایط تنش کاهش یافت و درصد پروتئین به طور معنی داری افزایش نشان داد.

۷- پرایمینگ با ۱۰۰ پی پی ام اسید آبسیزیک و ۱۰۰ پی پی ام اسید جیبرلیک سبب افزایش ارتفاع سویا شد.

۸- کاربرد هورمون پرایمینگ در این تحقیق شاخص سطح برگ و وزن خشک کل سویا را افزایش داد.

۹- با کاربرد هورمون اسید آبسیزیک و اسید جیبرلین به صورت پرایمینگ، میزان نسبی اب افزایش و خسارت به غشاء کاهش نشان داد.

۱۰- عملکرد دانه و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه سویا یا هورمون پرایمینگ افزایش نشان داد.

۱۱- درصد روغن دانه با کاربرد هورمون‌ها افزایش معنی داری را به نمایش گذاشت.

۱۲- کاربرد هورمون‌ها در شرایط تنش خشکی توانست از کاهش محتوای نسبی آب جلوگیری کند.

۱۳- گیاهانی که با اسید آبسیزیک و اسید جیبرلیک پرایم شده بودند، خسارت غشاء کمتری را نشان دادند.

۱۴- هورمون پرایمینگ از کاهش وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی جلوگیری کرد.

۴-۶- پیشنهادات

موارد زیر برای حصول نتایج تکمیلی پیشنهاد می‌شود:

۱- عکس العمل ارقام دیگر سویا به هورمون پرایمینگ بررسی شود.

۲- دامنه وسیع‌تری از غلظت‌های اسید آبسیزیک و اسید جیبرلیک بر سویا مورد بررسی قرار گیرد.

۳- در این تحقیق آب به عنوان عامل محدود کننده بود، پیشنهاد می‌شود که تأثیر اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک در مهار سایر تنش‌های زیستی و غیر زیستی تهدید کننده رشد و تولید سویا مطالعه گردد.

۴- اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک اثرات مضر حاصل از تنش کمبود آب را کاهش داد و سبب بهبود رشد گیاه در شرایط تنش شد. می‌توان پیشنهاد نمود که مصرف این دو هورمون در گیاهان تنش دیده عاملی برای رفع و یا کاهش تنش و به دنبال آن افزایش عملکرد می‌باشد و کاربرد آن به صورت پرایمینگ در گیاهان توصیه می‌شود.

منابع

آذرنیا، م. و عیسوند، ح. ۱۳۹۲. بررسی اثر هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۶(۴): ۱-۱۸.

آروین، پ. ۱۳۹۴. اثر جیبرلین بر روی برخی صفات رویشی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و پرولین در گیاه دارویی مرزه در شرایط تنش شوری. مجله پژوهش‌های به زراعی. ۹۰-۱۱۷.

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

احمدی، م. و جاویدفر، ف. ۱۳۷۹. روش‌های ارزیابی و اصلاح مقاومت به خشکی در گونه‌های روغنی جنس براسیکا. نشر آموزش کشاورزی. صفحه ۵-۷.

اردکانی، م. ر. ۱۳۸۸. اکولوژی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ یازدهم. ۳۴۰ صفحه.

اسدی آقبلاغی، م.، انصاری، ا. و صدقی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثر اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک بر شاخص‌های جوانه زنی و تنظیم آنزیم‌های آنتی اکسیدانی بذر تحت شرایط پیری تسریع شده در آفتابگردان. نشریه علوم و فناوری بذر. ۳(۱): ۳۱-۴۰.

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

امانی لاری، ش.، توکلی، ا. و امیدی، ا. ح. ۱۳۸۹. مطالعه تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف بهاره گلرنگ. سومین سمینار بین‌المللی دانه‌های روغنی و روغن‌های خوراکی. تهران کانون هماهنگی دانش و صنعت دانه‌های روغنی. ۱-۲ دی. صفحه ۱۶۶-۱۷۲.

باغخانی، ف.، فرح بخش، ح. و مقصودی مود، ع. ا. ۱۳۸۴. اثر رژیم‌های آبیاری بر صفات فیزیولوژیک مرتبط با تنش در ارقام گلرنگ. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان. بهمن ۱۳۸۶. صفحه ۱-۹.

پازکی، ع.، رضایی، ح.، حبیبی، د. و پاکنژاد، ف. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی، محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشای سیتوپلاسمی گیاه آویشن. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸(۱): ۱-۱۳.

توکل افشاری، ر.، بدری، س. و عباسی، ع. ۱۳۸۹. بررسی اثر جیبرلین و اسید آبسیزیک بر جوانه زنی، القای خواب خواب و آنزیم‌ها در جنین گندم نان. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱(۴): ۷۸۱-۷۸۹.

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

جهانبین، ش.، طهماسبی سروستانی، ز.، مدرس ثانوی، س. ع. م. و کریم‌زاده، ق. ۱۳۸۲. اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه، برخی از اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت در ژنوتیپ‌های جو لخت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۴:۲۵-۳۳.

حمزه‌ئی، ج.، شایان فرد، ر. و فتوحی، ک. ۱۳۹۱. اثر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم چغندرقند. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲(۶): ۱۵۵-۱۶۵.

خزاعی، ح. ر. ۱۳۸۱. اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام مقاوم و حساس گندم و معرفی مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی. رساله دکتری زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۲۵ صفحه.

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

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۷. اصول و مبانی زراعت. نگارش دوم. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۰۲ صفحه.

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

رئیسی، س. ۱۳۸۰. بررسی اثر تاریخ های مختلف کاشت بر نمو، اجزاء عملکرد و عملکرد دو رقم سویا با تیپ های مختلف رشد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۹۵ صفحه.

زارع، م.، مهرابی اولادی، ع. و اشرف زاده، ش. ۱۳۸۵. بررسی اثر اسید جیبرلیک و کینتین بر جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های گندم تحت تنش شوری. مجله علوم کشاورزی. ۱۲(۴): ۸۵۵-۸۶۴.

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

شاهمرادی، ش. ۱۳۸۲. بررسی اثرات تنش خشکی بر روی صفات کمی وکیفی ارقام و لاین های پیشرفته سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

شکاری، ف.، عباسی، ا. و جوانمرد، ع. ۱۳۹۴. اثر پرایمینگ بذری بر صفات انزیماتیکی و مورفولوژیکی گندم در شرایط کمبود آب. مجله پژوهش در گیاهان زراعی. ۳(۲): ۱-۱۵.

طباطبایی، ز. ۱۳۹۱. اثر پیش تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی بذر ذرت تحت شرایط تنش خشکی. مجله علوم و تکنولوژی بذر. ۲(۴): ۷۲-۸۰.

طباطبایی، س. ع. و شاکری، .ا. ۱۳۹۱. مقایسه صفات کمی و کیفی و شاخص‌های تحمل ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و بدون تنش. مجله دانش زراعت. ۵(۸): ۱۵-۲۷.

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

صفایی، ه. و غدیری، ح. ۱۳۷۴. رهیافته های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات طراحان نشر. ۲(۷): ۱۸۸.

عیسی نژاد، ن.، امیدی، ح. و پراور، ا. ۱۳۹۴. اثر پیش تیمار بذر با اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک بر جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های گلرنگ تحت تنش شوری. فصلنامه بوم شناسی گیاهان زراعی. ۱۱(۴): ۱-۱۱.

عباسدخت، ح. ۱۳۹۵. اکولوژی بذر (پرایمینگ). انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود. ۱(۱): ۱۹۴ صفحه.

عطایی، ح.، امیدی، ح.، عقیقی، م. محبعلی، م. ۱۳۹۴. بررسی اثر اسید جیبرلیک و اسید آبسیزیک بر شاخص‌های جوانه زنی گیاه دارویی عدس الملک در تنش شوری. نشریه تحقیقات بذر. ۵(۴): ۲۱-۳۴.

عمان،ع. ر.، حبیبی، د.، خدابنده، ن.، مشهدی، م.، بوجار، ا. و شیرمرد، م. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزا عملکرد و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان آجیلی. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. ۵-۷ شهریور ۱۳۸۵. صفحه ۵۴۲-۵۴۶.

فرخی نیا، م.، رشدی، م.، پاسبان اسلام، ب. و ساسان دوست، ر. ۱۳۹۰. بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲(۳): ۵۴۵-۵۵۳.

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

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

قهرمانی، ص.، صدقی، م. و توکلی، ح. ۱۳۹۴. تاثیر جیبرلین و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های جوانه زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت بذور فرسوده کدو تخم کاغذی. نشریه تحقیقات بذر. ۵(۲): ۲۰-۳۰.

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

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

کوچکی، ع. ۱۳۷۵. تولید محصولات زراعی(ترجمه و تدوین) انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

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

مجد، ا.، یزدی، ا.، فلاحیان، ف.، خاوری نژاد، ر.، برنارد، ف. و جاویدفر، ف. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و اسید آبسیزیک بر گیاه کلزا. مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی ۱(۶۲): ۱-۱۵.

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

میرزایی، ا. ۱۳۸۳. ترجمه تاثیر شرایط آب و هوایی در بهره گیری بهینه از آفت کش ها. دانشگاه آزاد اسلامی گرمسار.

ناصری، ف. ۱۳۷۵. ترجمه دانه‌های روغنی. انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی.

نوشابادی، ج. و شریف زاده، ف. ۱۳۹۴. اثر پیش تیمار بذور با اسید جیبرلیک بر شاخص‌های جوانه زنی علف گندمی تحت تنش خشکی. فصلنامه بوم شناسی گیاهان زراعی. ۱۱(۱): ۷۵-۸۲.

نظر بیگی، ا. و ناصری، ر. ۱۳۹۳. اثر اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک تحت تنش شوری بر جذب یونی و ویژگی‌های برگی دو رقم کلزا. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۸(۱): ۱-۱۶.

هزارجریبی، ا.، رییسی، س. و بابایی، ح. ۱۳۹۲. دی پی ایکس رقم جدید سویا برای کشت در استان گلستان. مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۱(۲): ۶۲۱-۶۳۰.

Abdel, F. S., Shaheen, A. M. and Raizk, F. A. ۲۰۰۸. The effect of foliar application of gibberellin and soil dressing of NPK at different levels on the plant productivity of potatoes. Res. J. Agric. Biol. Sci. ٤: ٣٨٤-٣٩١.

Afzal, I., Aslam, N., Mahmood, F., Hameed, A., Irfan, S. D. and Agmad, G. ۲۰۰٦. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. Caderno de pes quisaser. Bio., Suntan Cruz do sul. ١٦: ١٩-٣٤.

Ahmadi, M. and Bahrami، M. J. ۲۰۰۹ .Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. ٥ (٦): ٧٥٥-٧٦١.

Ashok Mishra, K. and Vijay Sing, P. ۲۰۱۰. A review of drought convepts. J. of Hydro. ١: ١-١٥.

Ansari, O. and Sharif-Zadeh, F. ۲۰۱۲. Osmo and hydro priming improvement germination characteristics and enzyme activity of Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress. J. of Stress Physiol. and Biochem. ٨ (٤): ٢٥٣-٢٦١.

Ashraf, M. and Foolda, M. R. ۲۰۰٦. Per-sowing seed treatment: A shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline condition Adv. Agron. ٨٨(١): ٢٢٣-٢٧١.

Azari Nasrabadi, E. ۲۰۰۰. Evaluation of diversity an relationship between traits with yield and yield components in corn using factor analysis. MSc Thesis, Agricultural faculty of university of Tehran.

Ashraf, M. and Karim, F. ٢٠٠٢. Interactive effects of gibberellic acid (GA٣) and salt stress on growth , ion accumulation and photosynthetic capacity in to spring wheat (*Triticum asetivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. Plant Growth regul. ٣٦: ٤٩-٥٩.

Azadi, M., Bahari, A. and Yonesi, A. ٢٠١٢. Preparation wild rye seed with gibberellic acid to improve germination under stress. The ٣rd National Conference on Pasture, Watersheds and Desert. Medicine Source Faculty: Iran ٣٩-٤٥.

Amzallag, G. N., Lerner, H. R. and Poljakoff-Mayber, A. ٢٠٠٠. Exogenous ABA as a modulator of the response of sorghum to high salinity. J. of Exp. Bot. ٥٤: ١٥٢٩–١٥٣٤.

Betrand, A. M. and Ernstsen, A. ٢٠٠١. Endogenous gibberellins in Lolium perenne and influence of defoliation on their contents in elongating leaf bases and in leaf sheaths. Physiologia Plantarum. ١١(٢): ١٢٣-٢٣١.

Bates, L. S., Waldern, R. P. and Teare, O. D. ٢٠٠٣. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and soil. ٣٩: ٢٠٥-٢٠٧.

Baji, M., Kinet, J. M. and Lutts, S. ٢٠٠١. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. Plant Growth Regul. PP. ١-١٠.

Betrand , A. M. and Ernstsen, A. ٢٠٠١. Endogenous gibberellins in Lolium perenne and influence of defoliation on their contents in elongating leaf bases and in leaf sheaths. Physiologia Plantarum. ١(٢): ١٢٣-٢٣١.

Devine, M. D., Curtis Harren, J. Abrams, S. R. and Gusta, L. V. ٢٠٠٤. Effect of drought stress, abscisic acid, and abscisic acid analogues on the efficacy of diclofop-methyl and tralkoxydim. J. of Plant Growth Regulation. ١٤ (٢): ٧٧-٨٤.

Duan, B., Yang, Y., Lu, Y., Korpelainen, H., Berninger, F. and Li, C. ٢٠٠٧. Interaction between drought stress, ABA and genotypes in picea asperata. J. of Exp. Bot. ٥٨: ٣٠٢٥-٣٠٣٦.

Eisvand, H. R., Tavakol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah Arefi, H. and Hesamzadeh Hejazi, S. M. ٢٠١٠. Effects of hormonal priming and drought stress on activity and isozyme profiles of antioxidant enzymes in deteriorated seed of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* Host). Seed Sci. and Tech. ٣٨: ٢. ٢٨٠- ٢٩٧.

Eisavand, H. R, Tavakol Afshari, R., Sharifzade, F., Madah Arefi, H., and Hesamzade Hejazi, M. ٢٠٠٨. Improving physiological quality of aged Wheat Grass seed by using hormonal priming under water stress and non-stress conditions. Iranian J. of Crop Sci. ٣٩: ٥٣-٦٥.

Farooq, M., Basra, S. M. and Hafeez-ur-Rehman, Z. ٢٠٠٦. Seed priming enhances emergence, yield and quality of direct-seeded rice. Crop Manage. Physiol. ٣: ٤٢-٤٤.

Farooq, M., Basra, S. M. A., Warraich, E. A., and Khaliq, A. ٢٠٠٦. Optimization of hydropriming techniq use for rice seed invigoration. Seed Sci. Technol. ٣٤: ٥٢٩-٥٣٤.

Fernandez, C., Voiriot, S., Mevy, J., Vila, B., Ormen, O. E., Dupouyet, S. and Bousquet-Melou, A. ٢٠٠٨. Regeneration failure of Pinus halepensis Mill. The role of autotoxicity and some abiotic environmental parameters. Forest Ecology and Management. ٩٣: ١٦٥-١٨٤.

Frederick , M. and Fishel, N. ٢٠٠٩. Plant growth regulators. University of Florida.

Frisse, A. Pimenta , M. J. and Lange, T. ٢٠٠٣. Expression studies of gibberellins oxidases in developing pumpkin seeds. Plant Physiol, ١٣١:١٢٢٠-١٢٢٧.

Feher, W. R. and Caviness, C. E. ١٩٧٧. Stage of soybean development. Lowa state. Uni. Press. PP: ٨٠

Garratt, L. C., Janagoudr, B. S., Lowe, K. C., Anthony, P., Power, J. B., Davey, M. R. ٢٠٠٢. Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. Free Radical Biol. and Medicine. ٣٣(٤): ٥٠٢-٥١١.

Ghassemi-Golezani, K., Sheikhzadeh-Mossaddegh, P. and Valizadeh, M. ٢٠٠٨. Effects of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. J. of Seed Science ١: ٣٤- ٤٠.

Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy, S. A. M. and Allahdadi, I. ٢٠١١. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Crop Sci. ٥(٦): ٧٢٦-٧٣٤.

Guzman, M. and Olave, J. ٢٠٠٤. Effect of N-form and saline priming on germination and vegetative growth of Galia-type melon (Cucmis melol. Cv. Primal) under salinity. Acta. Hort. ٦٥٩: ٢٥٣- ٢٦٠.

Hansen, H. and Grossmann, K. ٢٠٠٠. Auxin-induced ethylene triggers abscisic acid biosynthesis and growth inhibition. Plant Physiol ١٢٤: ١٤٣٧-١٤٤٨

Hansen, H. and Grossmann, K. ٢٠٠٠. Auxin-induced ethylene triggers abscisic acid biosynthesis and growth inhibition. Plant Physiol ١٢٤: ١٤٣٧-١٤٤٨.

Harris, D., Pathan, A. K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. and Nyamudeza, P. ٢٠٠١. On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agricultural Sys. ٦٩:١٥١-١٦٤.

Hiscox, J. D. and Israelstom, G. F. ١٩٧٨. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. ٥٧: ١٣٣٢-١٣٣٤.

Hussain, M., Farooq, M. Basra, S. M., and Ahmad, N. ٢٠٠٦. Influence of seed priming techniques on the seeding establishment, yield and quality of sunflower. Int. Agric. Biol., ٨:١٤-١٨.

Jamil, M. and Rha, E. S. ٢٠٠٧. Gibberllic acid (GA٣) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. Pakistan Journal of Biological Sciences ١٠: ٦٥٤-٦٥٨.

Johnson, R. R. and Wax, L. M. ١٩٧٨. Relationship of soybean germination and vigor tests of field performance. Agron. J. ٧٥: ٨٥٩-٨٠٣.

Jeller, H. Gualtierres, A. P. and Sonia, C. J. ٢٠٠١. Effect of water and salt stress and gibberellins action in Senna spectabilis seeds. Ciencia Florestal, ١١:٩٣-١٠٤.

Judi, M. and Sharifzadeh, F. ٢٠٠٦. Investigation the effect of hydro priming in barley cultivars. Biaban. J. ١١: ٩٩-١٠٩. (In Persian).

Kahjehpoor, M. R. ٢٠٠٤. Industrial Plants. Jahadeh Daneshgahi Publisher, Isfahan Industrial University. [In Persian].

Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I. and Higgs, D. ٢٠٠١**.** The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and qulity in egg plants. Plant physiol. ٢٧: ٣٤-٤٦.

Kumudini, S., Hume, D. I. and Chu, G. ٢٠٠٢**.** Genetic improvement in short-season soybean (nitrogen accumulation remobilization and partitioning). Crop Sci. ٤٢: ١٤١-١٤٥.

Kirkham, M. B. ٢٠٠٦**.** Effect of ABA on the water relations of winter-wheat cultivars varying in drought resistance. Physiologia Plantarum, Volume ٥٩ Issue : ١٥٣ – ١٥٧.

Kumar, H. ٢٠٠٠**.** Development potential of safflower in comparision to sunflower. Sesame and safflower news letter. Institute of sustainable agriculture. Spain. ١٥: ٨٦-٨٩.

Lopez- Bellido, F., Lopez- Bellido, J., and Lopez- Bellido, R. J. ٢٠٠٥**.** competition, growth and yield of faba bean (*vicia faba* L.). Europe J. Agro. ٢٣: ٣٥٩-٣٧٨.

Levitt, J. ١٩٨٠**.** Responses of plants to environment stresses. Water, Radiation, salt and other stresses. Academic Press. New York. ٢. ٦٠٧ PP.

Lawler, D. W. and Cornic, G. ٢٠٠٢**.** Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. Plant cell and environ. ٢٥: ٢٧٥-٢٩٤.

Lack, S., Naderi, A., Siadat, S. A., Ayeneband, A. and Nour–Mohammadi, G. ٢٠٠٧**.** Effect of water deficiency stress on yield and nitrogen efficiency of grain corn hybrid SC. ٧٠٤ at different nitrogen rates and plant population. J. Agric. Sci Natural Res. ١٤(٢): ٦٣-٧٦.

Monakhova, O. F. and Chernyadev, I. I. ٢٠٠٢**.** Protective role of kartolin- ٤ in wheat plants exposed to soil drought. App. and environ. Microbiol. ٣٨: ٣٧٣-٣٨٠.

Maheswair, M. ٢٠٠٠**.** Effects of GA , ABA , water stress on elongation and XET activity in barly (*Hordeum vulgaris* L.). Indian J. EXP. Biol. ٣٧:١٠٠١-١٠٠٤.

Nayyar, N. and Walia, D. P. ٢٠٠٤. Genotypic variation in wheat in response to water stress and abscisic acid-Induced accumulation of osmolytes in developing grains. J. of Agron. and Crop Sci. ١: ٣٩ – ٤٥.

Nayyar, H. and Gupta, D. ٢٠٠٦. Differential sensitivity of C٣ and C٤ plants to water deficit stress. Association with oxidative stress and antioxidants. Environ. and Exp. Bot. ٥٨: ١٠٦-١١٣.

Nautiyal, P. C., Rachaputi, N. R., and Joshi, Y. C. ٢٠٠٢. Moisture-deficit-induced changes in leaf water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. Field Crop Res. ٧٤: ٦٧-٧٩.

Ober, E. S. and Sharp, R. E. ٢٠٠٣. Electrophysiological responses of maize roots to low water potentials: relationship to growth and ABA accumulation. J. Exp. Botany. ٥٤(٣٨٣): ٨١٣-٨٢٤.

Patade, V. Y., Maya, K., and Zakwan, A. ٢٠١١. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Res. J. Seed. Sci. ٤ (٣): ١٢٥ -١٣٦.

Permon, G. ٢٠١٤. Effect of seed priming on chamomile germination and seedling growth at salinity conditions. J. of crop product. ٦: ١٤٥-١٦٤.

Pierre, C. S., Petersona, J., Rossa, A., Ohma, J., Verhoevena, M., Larsona, M. and Hoefera, B. ٢٠٠٨. White wheat grain quality changes with genotype, nitrogen fertilization, and water stress. J. Agron. ١٠٠: ٤١٤-٤٢٠.

Reda, F., Baroty, G. S. A., Talaat, I. M., Abdel Rahim, I. A. and Ayad, H. S. ٢٠٠٧. Effect of some growth regulators and vitamins on essential oil, phenolic content and activity of oxidoreductase enzyme of Thymus vulgaris. J. Agri Sci. ٣٠: ٦٣٠- ٦٣٨.

Rademacher, W. ٢٠٠٠. Growth retardants: Effects on gibberellins biosynthesis an other metabolic pathways. Annu. Rev. Plant Physiol Mol. Biol. ٥١:٥٠١-٥٣١

Rashid, A., Harris, D., Hollington, P. A. and Khattak, R. A. ٢٠٠٢. On-farm seed priming: a key technology for improving the livelihood of resource poor fanners on saline lands. Center for Arid Zone Studies, University of Wales, UK.

Rostami, M., Mirzaei, R. and Kafi, M. ۲۰۰۳. Assessment of drought resistance in four safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars at the germination stage. ۷th International conference on development of dryland. ۱٤- ۱۷ September ۲۰۰۳. Tehran. Iran.

Salehi Sardoei, A. ۲۰۱٤. Gibberellic Acid and Benzyladenine Application increase offsets in *Aloe barbadensis***.** International European J. of Exp. Biol. ٤(۱): ٦٤٦-٦٥٠.

Sangtarash, M. H., Qaderi, M. M., Chinnappa, C. C. and Reid, D. M. ۲۰۰۹. Differential sensitivity of canola (Brassica napus) seedlings to ultraviolet-B radiation, water stress and abscisic acid .envirmental and expriemental. ۲: ۲۱۲-۲۱۹.

Siripornadulsil, S. Traina, S. Verma, D. P. S. Sayre, R. T. ۲۰۰۲. Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. Plant Cell. ۱٤: ۲۸۳۷–۲۸٤۷.

Sharma, A., Thakur, M., Rana, M. and Singh, K. ۲۰۰٤. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphatase activities in *Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds. African J. of Biotech. ۳: ۳۰۸-۳۱۲.

Tavakol Afshari, R., Afshari, S. and Majnon Hoseini, N. ۲۰۰۷. Effect of Abscisic acid and Cytokines on seed germination and vigor of deterioration rape seed under high drought stress. J. of Agron. Sci. ۳۹: ۱٦٤-۱۷۹.

Tuna, A. L., Kaya, C., Dikilitas, M. and Higgs, D. ۲۰۰۷. The combined effect of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities plant growth parameters and nutritional status in maize plants. Environ. and Exp. Bot. ۱۷۷٤: ۱-۹.

Tarumingkeng, R. C. and Coto, Z. ۲۰۰۳. Effects of drought stress on growth and yield of soybean. Kisman, Science Philosopy Term paper, Graduate School, Borgor Agricultural University (Institut Ppertanian Bogor).

Yang, J. C., Zhang, J., Wang, Z. and Zhu, Q. ۲۰۰۳. Hormones in the grains in relation to sink strength and postanthesis development of spikelets in rice. Plant Growth Regul. ٤۱: ۱۸٥-۱۹٥.

Yang, J. C., Zhang, J., Wang, Z., and Zhu, Q. ٢٠٠٤. Activities of key enzymes in sucrose-to-starch conversion in wheat grains subjected to water deficit during grain filling. Plant Physiol. ١٣٥: ١٦٢١-١٦٢٩.

Zarco Tajada, P. J., Miller, J. R., Mohammad, G. H., Noland, T. L. and Sampson, P. H. ٢٠٠٠. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. Remo. Sens. Environ. ٧٤: ٥٩٦-٦٠٨.

Zhang, J., Jiang, W., Yang, J., and Ismail, A. M. ٢٠٠٦. Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses. Field Crop Res. ٩٧: ١١١-١١٩.

The effect of hormone priming on quantity and quality traits of soybean under drought stress

Abstract

To evaluate the effect of hormone priming on some traits and yield of soybean under drought stress، a field experiment was carried out in split plot based on randomized complete block in ۳ replications at Jajarm in ۲۰۱٦. Drought stress in ۲ levels: ۷ days interval (No stress) and ۱٤ days interval (drought stress) were in main plot and priming in ۷ levels were in sub plot. Priming levels were include control, Gibberellic acin (GA) in ۳ levels (٥۰, ۱۰۰ and ۱٥۰ ppm) Abscisic acid (ABA) in ۳ levels (٥۰, ۱۰۰ and ۱٥۰ ppm). Priming treatment were done before planting seeds. Stress treatment applied after plant complete establishment.The results showed drought stress decreased stem height, stem diameter, total dry weight and chlorophyll. RWC decreased ۱۲,۲۳٪ by drought stress and EC increased ۱۱,۱۱٪ by drought stress. The number of pods per plant, the number of seed per pod, the weight of ۱۰۰۰ seeds and seed yield decreased by drought stress. Oil percentage ۰,۹٪ decreased by drought stress and protein percentage ۱,۸۲٪ increased by drought stress. Priming with ۱۰۰ ppm ABA and ۱۰۰ ppm GA increased stem height. Apply of hormone priming in this research increased LAI and total dry weight. The apply of ABA and GA priming increase RWC and decrease EC. Seed yield and components yield include of the number pod per plant, number seed per pod and weight of ۱۰۰۰ seed increased by priming. Oil percentage ۰,۳۱٪ increased by priming. The apply of hormone priming in drought stress conditions prevented the decreased in RWC and prevented the incresed in EC. Hormone priming prevented the decrease weight of ۱۰۰۰ seed, number seed per pod and seed yeild under drought stress. Consequently, in this experiment, the apply of ۱۰۰ ppm GA and ۱۰۰ ppm ABA can be introduced as the best concentration.

Key words: ABA, drought stress, GA, soybean**.**

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Agronomy

The effect of hormone priming on quantity and quality traits of soybean under drought stress

By: Maryam Hosseinnia

Supervisor:

Dr. Hamid Abbasdokht

Advisors:

Dr. Ahmad Gholami

Dr. Hamidreza Asghari

November ۲۰۱۷