

الحمد لله الذي
خلقنا من
الحمم



دانشکده کشاورزی
پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی زراعت

بررسی تاثیر پرایمینگ و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی شاخص‌های رشدی لوبیا چشم بلبلی در مدارهای مختلف آبیاری

دانشجو
محسن ابراهیمی

استاد راهنما
دکتر حمید عباس دخت

اساتید مشاور
دکتر احمد غلامی
دکتر منوچهر قلی‌پور

شهریور ۱۳۹۹

شماره: ۹۵۰
تاریخ: ۱۳۹۹/۹/۱

باسمه تعالی



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 / آقای محسن ابراهیمی با شماره دانشجویی ۹۷۰۱۷۰۴ رشته مهندسی کشاورزی گرایش اگرو تکنولوژی تحت عنوان تاثیر پرایمینگ و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی شاخص های رشدی لوبیا چشم بلبل در مدارهای مختلف آبیاری که در تاریخ ۱۳۹۹/۰۷/۲۳ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

☒ الف) درجه عالی: نمره ۲۰-۱۹	☐ ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸/۹۹-۱۸
☐ ج) درجه خوب: نمره ۱۷/۹۹-۱۶	☐ د) درجه متوسط: نمره ۱۵/۹۹-۱۴
☐ هـ) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد	
نوع تحقیق: ☐ نظری ☒ عملی	

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر حمید عباس دخت	دانشیار	
۲- استاد مشاور اول	دکتر احمد غلامی	دانشیار	
۳- استاد مشاور دوم	دکتر منوچهر قلی پور	دانشیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مهدی برادران فیروزآبادی	دانشیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر حسن مکاریان	دانشیار	
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر مصطفی حیدری	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر علی درخشان شاکهپوری

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تصوه: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).



ضمن تشکر و سپاس این پایان نامه را با کمال افتخار تقدیم می‌نمایم به:

پدرم به استواری کوه،

مادرم به زلالی چشمه،

همسرم به صمیمیت باران و

دخترم به طراوت شب‌نم

شکر و قدردانی

سپاس مخصوص خداوند مهربان که به انسان توانایی و دانایی بخشید تا به بندگان شفق و دردت و مهربانی کند و در حل مشکلاتشان یاری شان نماید. از راحت خویش بگذرد و آسایش هم نوعان را مقدم دارد، با او معامله کند و در این خلوص انباز نکیرد و خوش باشد که پروردگار سمیع و بصیر است.

نهال را باران بید، تا سیرایش کند از آب حیات و آفتاب بید تا بتاباند نیرو را و محکم کند شاخه های تازه رویده را؛ اینک که در پر تو لطف و عنایت خداوندی توفیق حاصل شد که مراحل این تحقیق به پایان رسد، بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه ام جناب آقای دکتر حمید عباس دخت، آموزگاری که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند و در طی این دوره تحصیلی و نیز تمام مراحل تهیه پایان نامه مرا با راهنمایی های مجدانه و دلسوزانه یاری نمودند تقدیر و تشکر نمایم و از حضور استبداد گراننده جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر منوچهر قلی پور که با همکاری و راهنمایی های سازنده، مراد مرا تل تهیه و تنظیم پایان نامه یاری نمودند و وظیفه استاد مشاور مرا بر عهده داشتند کمال سپاس گذاری را دارم.

ز بوسیدنی های این روزگار یکیشان بود دست آموزگار

بچنین از خانواده ام، بخصوص همسر و دختر عزیزم سپاس گذارم که در تمام مراحل زندگی پشتوانه گرمی برایم هستند. از سرکار خانم مهندس معصومه طباطبائی که محبت کرده و مراد انجام این پژوهش یاری نمودند نیز بسیار سپاس گذارم.

محسن ابراهیمی

شهریور ۱۳۹۹

تعهد نامه

اینجانب **محسن ابراهیمی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **آگروتکنولوژی** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **بررسی تاثیر پرایمینگ و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی شاخص های رشدی لوبیا چشم بلبلی در مدارهای مختلف آبیاری** تحت راهنمایی **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

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.

چکیده

به منظور بررسی اثرات تیمارهای مختلف پرایمینگ و سوپر جاذب بر رشد و عملکرد گیاه لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت، این آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل: دورآبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (آبیاری هر هفت روز، آبیاری هر ۱۰ روز و آبیاری هر ۱۴ روز یکبار) و تیمارهای سوپر جاذب در دو سطح (عدم استفاده و استفاده به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و پرایمینگ در سه سطح (بدون پرایمینگ (شاهد)، هیدروپرایمینگ و هورمون پرایمینگ با سالیسیلیک اسید) به عنوان فاکتور فرعی بود. در این پژوهش از بذره‌های بومی منطقه بسطام استفاده شد. صفات مورد ارزیابی شامل: عملکرد و اجزای عملکرد، خصوصیات فیزیولوژیکی و آنزیمی بودند. نتایج نشان داد اعمال تنش خشکی بر روی ارتفاع ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد و کلروفیل b موثر بود و باعث کاهش این صفات شد. این تیمار باعث افزایش میزان پروتئین دانه، آنتوسیانین و آنزیم پروکسیداز گردید. سوپر جاذب توانست سبب کاهش میزان کربوهیدرات و آنزیم پروکسیداز شود، بر هم‌کنش متقابل تیمارهای سوپر جاذب با دور آبیاری تأثیر مثبتی را بر پتاسیم، سدیم، فلاونوئید و آنزیم کاتالاز نشان داد و اثرات سوء دور آبیاری را تا حدودی کاهش داد. تیمارهای پرایمینگ نیز اثرات مثبت و معنی‌داری را روی لوبیا چشم بلبلی داشتند. پرایمینگ باعث افزایش صفاتی مانند ارتفاع ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد، سدیم، کلروفیل a، b و کل، آنتوسیانین و آنزیم کاتالاز شد و میزان فلاونوئید را کاهش داد. اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ با دور آبیاری سبب افزایش میزان کربوهیدرات محلول گردید. همچنین اثر متقابل سوپر جاذب و تیمارهای پرایمینگ موجب افزایش تعداد دانه در غلاف و کاهش میزان پروتئین دانه شد. اثر بر هم‌کنش سه جانبه تیمارهای دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر روی صفات وزن خشک گیاه، تعداد غلاف در بوته، محتوای نسبی آب برگ، کارتنوئید و پرولین موثر واقع شد. اثرات ناشی از تنش رطوبتی در این گیاه به وسیله پرایمینگ و سوپر جاذب کاهش یافته و تعدیل شده است همچنین در بین تیمارهای مختلف بیشترین تأثیر مربوط به هورمون پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بود.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، هورمون پرایمینگ، هیدروژل، تنش خشکی

فهرست مطالب

فصل اول.....	۱
مقدمه.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
۱-۲- اهداف.....	۱۰
فصل دوم.....	۱۱
بررسی منابع.....	۱۱
۱-۲- کلیات.....	۱۲
۱-۱-۲- تاریخچه تولید لوبیا در ایران و جهان.....	۱۲
۲-۱-۲- سطح زیر کشت.....	۱۳
۲-۲- ریخت شناسی لوبیا چشم بلبلی.....	۱۳
۱-۲-۲- گیاهشناسی.....	۱۳
۲-۲-۲- سازگاری.....	۱۴
۳-۲-۲- مراحل رشد و نمو.....	۱۵
۳-۲- عملیات زراعی.....	۱۵
۱-۳-۲- کاشت.....	۱۵
۲-۳-۲- داشت.....	۱۶
۳-۳-۲- برداشت.....	۱۷
۴-۲- نقش لگوم در تثبیت نیتروژن.....	۱۷
۵-۲- تنش و مفهوم آن.....	۱۸
۱-۵-۲- تنش خشکی.....	۱۹
۶-۲- اثرات تنش خشکی بر گیاه.....	۲۱
۱-۶-۲- اثر تنش خشکی بر خصوصیات رویشی.....	۲۱
۲-۶-۲- تأثیر تنش خشکی بر پارامترهای رشدی.....	۲۲
۳-۶-۲- اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژی.....	۲۵
۴-۶-۲- اثر تنش خشکی بر تجمع ماده خشک در گیاه.....	۲۶
۵-۶-۲- اثر تنش خشکی بر خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم ها.....	۲۷
۶-۶-۲- اثر تنش خشکی بر فتوسنتز.....	۲۹
۷-۶-۲- اثر تنش خشکی بر جذب عناصر در دانه.....	۲۹
۷-۲- مکانیزم‌های تحمل خشکی.....	۳۰
۸-۲- پرایمینگ بذر.....	۳۱
۱-۸-۲- انواع روش های پرایمینگ.....	۳۲
۲-۸-۲- هیدروپرایمینگ.....	۳۳

۳۴	۲-۸-۳- پرایمینگ با استفاده از هورمون های رشد گیاهی
۳۵	۲-۹-۹- فواید پرایمینگ
۳۵	۲-۹-۱- بهبود تغذیه گیاهان زراعی
۳۵	۲-۹-۲- افزایش جوانه زنی و سبز شدن و یکنواختی در سبز شدن
۳۶	۲-۹-۳- افزایش مقاومت به آفات و بیماریها
۳۶	۲-۹-۴- بهبود عملکرد در شرایط مطلوب
۳۶	۲-۹-۵- اثر پرایمینگ بر خصوصیات رویشی
۳۸	۲-۹-۶- اثر پرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیک
۳۸	۲-۹-۷- تأثیر پرایم بر عملکرد و اجزاء عملکرد
۴۰	۲-۹-۸- اثر پرایمینگ بر خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمها
۴۱	۲-۱۰-۱- هیدروژل سوپر جاذب
۴۱	۲-۱۰-۱- اهمیت سوپر جاذب
۴۲	۲-۱۰-۲- تاریخچه استفاده سوپر جاذب
۴۲	۲-۱۰-۳- معرفی سوپر جاذب
۴۴	۲-۱۰-۴- انواع پلیمرهای جاذب رطوبت و موارد کاربرد
۴۵	۲-۱۰-۵- کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب در بخش کشاورزی
۴۶	۲-۱۰-۶- نحوه عملکرد هیدروژل های سوپر جاذب آب
۴۶	۲-۱۰-۷- تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر خصوصیات خاک
۴۷	۲-۱۰-۸- تأثیر پلیمرهای سوپر جاذب و تنش خشکی بر رشد گیاهان
۴۸	۲-۱۰-۹- طول عمر پلیمر سوپر جاذب در خاک

۴۹ فصل سوم

۴۹ مواد و روشها

۵۰	۳-۱- زمان و مکان انجام آزمایش
۵۰	۳-۲- موقعیت جغرافیایی و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش
۵۰	۳-۳- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش
۵۱	۳-۴- مشخصات طرح آزمایش
۵۱	۳-۵- مشخصات هیدروژل سوپر جاذب مورد استفاده
۵۲	۳-۶- نقشه طرح آزمایشی
۵۳	۳-۷- مراحل اجرای آزمایش
۵۴	۳-۸- نمونه برداری
۵۴	۳-۹- اندازه گیری صفات زراعی و مورفولوژی
۵۴	۳-۹-۱- ارتفاع و قطر ساقه
۵۴	۳-۹-۲- وزن خشک
۵۵	۳-۹-۳- عملکرد و اجزای عملکرد
۵۵	۳-۱۰- اندازه گیری صفات مرتبط با دانه

۵۵	۳-۱۰-۱- سدیم و پتاسیم دانه.....
۵۵	۳-۱۰-۲- درصد و عملکرد پروتئین دانه.....
۵۷	۳-۱۱-۱- اندازهگیری صفات فیزیولوژیک.....
۵۷	۳-۱۱-۱- میزان کلروفیل و کارتنوئید.....
۵۸	۳-۱۱-۲- محتوای نسبی آب برگ (RWC).....
۵۸	۳-۱۱-۳- پایداری غشای پلاسمایی برگ.....
۵۹	۳-۱۱-۴- فلاونوئید.....
۵۹	۳-۱۱-۵- استخراج کربوهیدرات محلول.....
۶۰	۳-۱۱-۶- پرولین.....
۶۲	۳-۱۱-۷- میزان آنتوسیانین.....
۶۲	۳-۱۲-۱- اندازه گیری فعالیت‌های آنزیمهای آنتی اکسیدان.....
۶۲	۳-۱۲-۱- استخراج عصاره آنزیمی.....
۶۲	۳-۱۲-۲- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز.....
۶۳	۳-۱۲-۳- سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز.....
۶۵	فصل چهارم.....
۶۵	نتایج و بحث.....
۶۶	۴-۱- صفات مورفولوژیک.....
۶۷	۴-۱-۱- طول ساقه.....
۶۹	۴-۱-۲- وزن خشک بوته.....
۷۰	۴-۲- عملکرد و اجزای عملکرد.....
۷۱	۴-۲-۱- تعداد دانه در غلاف.....
۷۲	۴-۲-۲- تعداد غلاف در بوته.....
۷۴	۴-۲-۳- وزن هزار دانه.....
۷۵	۴-۲-۴- عملکرد دانه.....
۷۷	۴-۳- سدیم، پتاسیم و پروتئین دانه.....
۷۸	۴-۳-۱- پتاسیم دانه.....
۷۹	۴-۳-۲- سدیم دانه.....
۸۱	۴-۳-۳- پروتئین دانه.....
۸۳	۴-۴- خصوصیات فیزیولوژیکی.....
۸۵	۴-۴-۱- کلروفیل a, b و کلروفیل کل.....
۸۸	۴-۴-۲- کارتنوئید.....
۸۹	۴-۴-۳- محتوای نسبی آب برگ.....
۹۱	۴-۴-۴- فلاونوئید.....
۹۲	۴-۴-۵- کربوهیدرات‌های محلول.....
۹۴	۴-۴-۶- پرولین.....

۹۶	 ۴-۴-۷- آنتوسیانین
۹۷	 ۴-۵- آنزیم‌ها
۹۸	 ۴-۵-۱- آنزیم کاتالاز
۱۰۰	 ۴-۵-۲- آنزیم آسکوربات پروکسیداز
۱۰۳	 نتیجه گیری کلی
۱۰۴	 پیشنهادها
۱۰۵	 منابع

فهرست جداول

جدول (۱-۱) رژیم غذایی کشورهای جهان.....	۳
جدول (۲-۱) مقایسه درصد پروتئین موجود در غذاهای گیاهی و حیوانی.....	۴
جدول ۳-۱- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه.....	۵۱
جدول ۳-۲- مشخصات هیدروژل سوپر جاذب مورد استفاده.....	۵۲
جدول (۱-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر صفات مورفولوژیک لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت.....	۶۶
جدول (۲-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر وزن خشک لوبیا چشم بلبلی.....	۶۹
جدول (۳-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت.....	۷۱
جدول (۴-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته در متر مربع لوبیا چشم بلبلی.....	۷۳
جدول (۵-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر صفات مرتبط با دانه لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت.....	۷۸
جدول (۶-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت.....	۸۴
جدول (۷-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر کارتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) لوبیا چشم بلبلی.....	۸۸
جدول (۸-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر محتوای نسبی آب برگ (درصد) لوبیا چشم بلبلی.....	۹۰
جدول (۹-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر میزان پرولین برگ (میکرومول بر گرم وزن تر برگ) لوبیا چشم بلبلی.....	۹۵
جدول (۱۰-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر فعالیت آنزیم‌ها در لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت.....	۹۸

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر روی طول ساقه لوبیا چشم بلبلی ۶۷
- شکل (۲-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر طول ساقه لوبیا چشم بلبلی ۶۸
- شکل (۳-۴) مقایسه میانگین اثر سوپر جاذب و پرایمینگ بر تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم بلبلی ۷۲
- شکل (۴-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر وزن هزار دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۴
- شکل (۵-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر وزن هزار دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۵
- شکل (۶-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر عملکرد لوبیا چشم بلبلی ۷۶
- شکل (۷-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر عملکرد لوبیا چشم بلبلی ۷۷
- شکل (۸-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و سوپر جاذب بر پتاسیم دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۹
- شکل (۹-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و سوپر جاذب بر سدیم دانه لوبیا چشم بلبلی ۸۰
- شکل (۱۰-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر سدیم دانه لوبیا چشم بلبلی ۸۱
- شکل (۱۱-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی ۸۲
- شکل (۱۲-۴) مقایسه میانگین اثر سوپر جاذب و پرایمینگ بر پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی ۸۲
- شکل (۱۳-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر کلروفیل a در لوبیا چشم بلبلی ۸۵
- شکل (۱۴-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر کلروفیل b در لوبیا چشم بلبلی ۸۶
- شکل (۱۵-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر کلروفیل کل در لوبیا چشم بلبلی ۸۶
- شکل (۱۶-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر کلروفیل b در لوبیا چشم بلبلی ۸۷
- شکل (۱۷-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و سوپر جاذب بر فلاونوئید در لوبیا چشم بلبلی ۹۲
- شکل (۱۸-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر فلاونوئید در لوبیا چشم بلبلی ۹۲
- شکل (۱۹-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ بر کربوهیدرات های محلول در لوبیا چشم بلبلی ۹۴
- شکل (۲۰-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر آنتوسیانین در لوبیا چشم بلبلی ۹۷
- شکل (۲۱-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر آنتوسیانین در لوبیا چشم بلبلی ۹۷
- شکل (۲۲-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب بر آنزیم کاتالاز در لوبیا چشم بلبلی ۱۰۰
- شکل (۲۳-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر آنزیم کاتالاز در لوبیا چشم بلبلی ۱۰۰
- شکل (۲۴-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر آنزیم پروکسیداز در لوبیا چشم بلبلی ۱۰۲
- شکل (۲۵-۴) مقایسه میانگین اثر سوپر جاذب بر آنزیم پروکسیداز در لوبیا چشم بلبلی ۱۰۲

فصل اول

مقدمه

با توجه به اینکه امروزه یکی از دغدغه‌ها و ضروریات مهم جوامع بشری تامین غذا است و شاخص پیشرفت یا عقب ماندگی هر ملت به تامین منابع غذایی بخصوص منابع پروتئینی آن جامع بستگی دارد. امنیت غذایی هنگامی میسر می‌شود که تمهیداتی اندیشیده شود تا زمینه حداکثر بهره‌برداری بهینه از منابع خوراک موجود در کشور فراهم شود و بتوان از ظرفیت‌های بالقوه منابع آب و خاک موجود بیشترین استفاده را برای تولید خوراک به عمل آورد و این مهم مستلزم شناسایی منابع غذایی در هر یک از مناطق کشور است تا بتوان بر اساس این اطلاعات برنامه‌ریزی لازم را برای تامین خوراک مورد نیاز انجام داد. جمعیت جهان با سرعت قابل توجهی در حال افزایش است و انتظار می‌رود که تا اواخر سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر برسد. از طرف دیگر تولید غذا به علت اثر تنش‌های غیرزیستی مختلف کاهش می‌یابد، در نتیجه کاهش تلفات ناشی از تنش‌های غیرزیستی در همه کشورها مورد توجه قرار گرفته است (ماهاجان و تونجا، ۲۰۰۵). در بین تمام تنش‌های غیرزیستی، خشکی مهمترین تنش است که رشد و تولید گیاهان زراعی را در سرتاسر جهان محدود می‌کند (ردی و همکاران، ۲۰۰۴).

رشد جمعیت و تغییرات آب و هوایی، محققین و اصلاح‌گران گیاهی را با چالش بزرگی در قرن ۲۱ جهت تولید گیاهان مفید در محیط‌های کم آب مواجه ساخته است (پیمنتال و همکاران، ۱۹۹۷) و این در حالی است که ۷۵٪ کل آب مصرفی دنیا به کشاورزی اختصاص می‌یابد (مولدن، ۲۰۰۷). از سوی دیگر حدود ۲۶٪ از زمین‌های قابل کشت دنیا در مناطق خشک قرار دارد (آتلین و فری، ۱۹۹۰). به علاوه، به دلیل گرم شدن کره زمین، نوسانات توزیع بارندگی ممکن است خطر اینکه گیاهان مکرر در معرض خشکی قرار گیرند را افزایش دهد. تقریباً همه گونه‌های گیاهی تحمل به تنش خشکی را نشان می‌دهند اما توانایی گونه‌ها و واریته‌های مختلف در این زمینه متفاوت است (لارچر، ۲۰۰۳). در محیط‌های طبیعی گیاهان دستخوش انواع تنش‌هایی می‌شوند که اثرات منفی بر رشدشان دارد. دما، نور، آب قابل دسترس و... از جمله عوامل غیر زنده‌ای می‌باشند که به طور موثری بر رشد گیاهان عالی اثر می‌گذارند. تنش خشکی، یکی از تنش‌های چند بعدی است و سبب اثرات فیزیولوژیکی متفاوتی در گیاهان می‌شود (التینکوت و همکاران، ۲۰۰۱). در سال‌های اخیر علاقه جهت شناسایی صفاتی که در مقاومت

به خشکی نقش دارند و ممکن است بتوانند به عنوان ملاک و معیار انتخاب در برنامه‌های اصلاحی گیاهان مورد استفاده قرار گیرند، افزایش یافته است. شناسایی ابزارهای جداسازی و صفات قابل اندازه‌گیری مناسب، فرآیند اصلاح گیاهان برای تحمل به خشکی را آسان می‌کند (مارسلو و جان ، ۲۰۰۷).

انسان به طور متوسط روزانه ۲۸۰۰ کالری انرژی نیاز دارد. ولی در کشورهای پیشرفته مصرف روزانه کالری ۳۵۰۰ و در کشورهای عقب افتاده و جهان سوم این میزان به ۲۲۰۰ کالری برای هر نفر در روز می‌رسد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

بررسی‌های آماری بر اساس کل غذای تولید شده برای هر نفر مبتنی بر این است که هنوز از نظر کمی و کیفی نقصان جهانی وجود دارد. به طور متوسط رژیم غذایی خصوصا در جهان سوم بیشتر نشاسته است و کمبود پروتئین در تغذیه میلیون‌ها نفر انسان در کشورهای رشد نیافته امروز یکی از مشکلات حاد می‌باشد (جدول ۱). تقریباً حدود ۲۰۰ میلیون کودک از کمبود پروتئین و میلیون‌ها نفر در جهان از کمبود عناصر ریزمغذی بخصوص آهن رنج می‌برند.

جدول (۱-۱) رژیم غذایی کشورهای جهان (مجنون حسینی، ۱۳۷۲)

کشورهای آمریکای شمالی	نشاسته	پروتئین حیوانی	محصولات غیرنشاسته‌ای
۴۰٪	۳۵٪	۲۵٪	
۷۵٪	۱۰٪	۱۵٪	

پروتئین که یکی از مواد غذایی عمده در تغذیه جانداران محسوب می‌شود، از دو منبع گیاهی و حیوانی قابل تأمین است. در این میان پروتئین‌های گیاهی حدود ۶۵ درصد کل پروتئین مورد نیاز بدن را فراهم می‌کنند که ۱۰ الی ۱۵ درصد آن مربوط به حبوبات و سبزیجات و ۲۵ الی ۵۰ درصد مربوط به غلات است. میزان پروتئین در

غذای حیوانی معمولاً کمتر از میزان پروتئین در منابع گیاهی است (جدول ۲). ولی، پروتئین‌های موجود در غذاهای حیوانی به علت داشتن تعداد و مقدار اسیدهای آمینه بیشتر با ارزش‌تر از پروتئین‌های گیاهی می‌باشد و از طرفی تولید پروتئین حیوانی از پروتئین گیاهی مشکل‌تر و گرانتر است، لذا در کشورهایی که به دلایل اقتصادی و یا مذهبی قادر به استفاده از گوشت و فرآورده‌های دامی نیستند، حبوبات می‌تواند منبع عمده این ماده غذایی (پروتئین) را تشکیل دهد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). حبوبات از جمله اولین گیاهانی هستند که بشر از گذشته‌های دور به عنوان تغذیه استفاده می‌کرد. حبوبات به دلیل دارا بودن درصد قابل توجهی از مواد پروتئینی از ارزش غذایی نسبتاً زیادی برخوردار می‌باشند (آیکروید و دوتی، ۱۹۶۴). میزان پروتئین در اکثر حبوبات بین ۱۸ تا ۳۲٪ گزارش شده است (آنون، ۱۹۷۲؛ آیکروید و دوتی، ۱۹۶۴).

جدول (۲-۱) مقایسه درصد پروتئین موجود در غذاهای گیاهی و حیوانی (کوچکی، ۱۳۶۴)

غذای گیاهی	درصد پروتئین	غذای حیوانی	درصد پروتئین
آرد گندم	۱۴	گوشت تازه	۱۵ - ۲۰
برنج	۸	ماهی	۱۰ - ۱۵
لوبیا خشک	۲۲	تخم مرغ	۱۳
نخود خشک	۲۵	شیر	۳/۳
سیب زمینی	۲	پنیر	۲۵
هویج	۱/۲	کره	۰/۶
پرتقال	۰/۹		

علاوه بر پروتئین، حبوبات دارای چربی، کربوهیدرات، فیبر و عناصر معدنی نظیر سدیم، کلسیم و آهن می‌باشند. همچنین لوبیا چشم بلبلی دارای میزان بالایی از اسیدهای آمینه ضروری من جمله لایسین می‌باشد که در ترکیب با غلات می‌تواند به عنوان یک رژیم غذایی مناسب باشد و کمبود این مهم را در غلات جبران کند. علاوه بر لایسین

دارای مقادیری از سایر اسید آمینه‌های ضروری نظیر ایزولوسین، لوسین، فنیلآلانین، ترئونین و والین نیز است، همچنین منبع خوبی از ویتامین‌های گروه B مانند تیامین، اسید فولیک و پانتوتنیک می‌باشد (فتحی ۱۳۷۸).

حبوبات ویژگی دیگری نیز دارند و در اکوسیستم‌های کشاورزی جهان در تناوب با سایر گیاهان زراعی و تثبیت نیتروژن جوی در همزیستی با باکتری‌ها بخش عمده ای از نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی بعد از خود را فراهم می‌سازند. هر ساله بعد از برداشت این محصولات با پوسیدن ریشه آنها مقادیر زیادی نیتروژن به خاک افزوده شده و موجبات غنی سازی خاک به ویژه در مناطق کم بازده کشاورزی فراهم می‌شود، حبوبات با داشتن ریشه عمیق خود به شخم بیولوژیکی خاک کمک کرده و قابلیت دسترسی به منابع با ارزش رطوبت خاک را نسبت به سایر گیاهان زراعی دارا می‌باشند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

لوبیا چشم بلبلی^۱ یکی از قدیمی ترین حبوبات با ارزش غذایی بالا، حدود ۲۵ درصد پروتئین، خوش طعم با زمان پخت کوتاه می‌باشد. این گیاه توانایی زیادی در تثبیت زیستی نیتروژن خاک داشته و بنابراین برای رشد نیازی به خاک خیلی حاصل خیز ندارد. شاخ و برگ آن نیز به عنوان غذای دام مورد استفاده قرار می‌گیرند. لوبیا چشم بلبلی جزء لاینفک کشاورزی پایدار و نظام‌های استفاده کارآمد از زمین است (ابایومی و ابیدویی، ۲۰۰۹). لوبیا چشم بلبلی همچنین می‌تواند برای تولید علوفه خشک یا علوفه سیلویی با کیفیت بالا، هنگامی که با محصولاتی مانند ذرت یا سورگوم ترکیب شود، مورد استفاده قرار گیرد یا این که می‌تواند برای چراگاه تناوبی استفاده شود. ارقام بسیاری از لوبیا چشم بلبلی وجود دارند، که برای تغییر آشیان‌های اکولوژیکی تولید شده‌اند و به لحاظ رفتار رشدی شان بسیار متفاوت هستند. بعضی ارقام کوتاه هستند و بعضی به صورت بوته‌های عمودی و بقیه بلند و مشابه درخت انگور هستند.

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

^۱ - *Vigna unguiculata* L. Walp

توزیع جغرافیایی و کیفیت مصرف آب آبیاری است. در هر حال ادامه حیات در روی زمین مستلزم وجود آب می باشد (خواجه پور، ۱۳۸۷). آب در اندام های گیاهی، محیطی را فراهم می سازد که در آن محیط تماس بسیاری از ترکیبات و عناصر بیشتر شده و فعل و انفعالات بیوشیمیایی در این چنین محیطی امکان پذیرتر می شود. همچنین نقش دیگر آن به ویژه در گیاهان تسریع انتقال مواد غذایی از مکان جذب ریشه به سایر اندام ها می باشد (اردکانی، ۱۳۸۸). تنش های محیطی از جمله خشکی، رشد و نمو گیاهان را به شدت کاهش می دهند (نقوی و همکاران، ۱۳۹۵). در بین تنش های غیر زیستی، خشکی یکی از عوامل محیطی است که تولید گیاهان زراعی را محدود کرده و متوسط عملکرد را گاهی تا ۵۰ درصد و یا بیشتر کاهش میدهد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۳). یکی از تغییرات بیوشیمیایی که در تنش های محیطی از جمله تنش کم آبی رخ می دهد، تولید انواع اکسیژن فعال^۱ در پی بسته شدن زنجیر انتقال الکترون کلروپلاستی می باشد. کاهش آب در بافت های گیاهی سبب کاهش رشد، بسته شدن روزنه ها، کاهش فتوسنتز، تحت تاثیر قرار گرفتن تنفس، کاهش فضای بین سلولی، تخریب پروتئین ها، تخریب آنزیم ها کاهش تشدید کننده های رشد و تجمع پرولین می شود (گارات و همکاران، ۲۰۰۲). گیاه از طریق مکانیسم های مختلف از جمله بستن روزنه ها، 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 می تواند در برابر خشکی مقاومت کند (صفایی و غدیری، ۱۳۷۴).

جهت بهبود تولید محصولات کشاورزی تحت شرایط محدودیت آب، افزایش تحمل گیاهان زراعی به تنش خشکی ضروری است. در این خصوص بالا بردن کارایی بذر از طریق استفاده از روش های مختلف ارتقاء دهنده کارایی بذر می تواند در جهت رسیدن به هدف نهایی که بهبود رشد و نمو و در نهایت افزایش عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی است بسیار اثرگذار باشد. از جمله یکی از روش های معمول و کارآمد در این زمینه تیمار کردن بذرها پیش از کاشت می باشد که به پرایمینگ موسوم است. پرایمینگ بذر روشی است که اجازه جذب آب

^۱- ROS

بصورت کنترل شده به بذر قبل از کشت تا سطحی داده می‌شود که فعالیتهای اولیه جوانه زنی شروع گردد اما از خروج ریشه - چه جلوگیری می‌شود، سپس بذر خشک شده و تا زمان کاشت قابلیت نگهداری را دارا می‌باشد (بورگن و همکاران، ۲۰۰۰). روش های متعدد پرایمینگ عبارتند از: هیدروپرایمینگ (جذب آب توسط بذر)، هالوپرایمینگ (استفاده از محلول های نمکی)، اسموپرایمینگ (جذب آب توسط بذر در محلول های اسمزی مانند پلی اتیلن گلیکول)، ماتریک پرایمینگ (جذب آب توسط ماتریکس جامد)، ترموپرایمینگ (تیمار بذر با دمای بالا و یا پایین)، پرایمینگ با هورمون های رشد گیاه، بیوپرایمینگ، درامپرایمینگ و ویوپرایمینگ (عباس دخت، ۱۳۹۵). هر روش دارای نقاط قوی و ضعفی است و بسته به نوع گیاه، مرحله رشد گیاه، غلظت، مقدار عامل پرایمینگ و مدت نگهداری بذرها در محلول، تأثیرات مختلفی دارد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). از اثرات سودمند پرایمینگ بر بذرهاى بسیاری از گیاهان زراعى که در بررسی های مختلف به آن اشاره شده است، می‌توان به افزایش رشد و نمو گیاه تحت شرایط تنش رطوبتی (فاروق و همکاران، ۲۰۰۸؛ دمیرکایا و همکاران، ۲۰۰۶، انصاری و همکاران، ۲۰۱۲ و بهاری و همکاران، ۱۳۹۱) اشاره نمود. 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 لوبیا را موجب می‌شود (افضل و همکاران، ۲۰۰۶).

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

سالیسیلیک اسید^۱ زمانی یکی از پرفروش‌ترین داروهایی بود که در سال (۱۹۸۹) در آلمان ساخته شده بود. با این حال جان بوخنر (۱۹۲۸) سالیسیل الکل گلوکوزید (سالیسین) را از پوست درخت بید در مونیخ جدا کرد که بعدها توسط رافاسل پیریا (۱۹۳۸) سالیسیلیک اسید نام گرفت. واژه سالیسیلیک اسید از کلمه لاتین سالیکس^۲ به معنی درخت بید مشتق شده است. این ماده به صورت فراگیری در همه سلسله‌های گیاهی پراکنده شده است. در گروه هورمون‌های گیاهی طبقه‌بندی شده است. سالیسیلیک اسید نقش‌های تنظیمی متنوعی در متابولیسم گیاهان بر عهده دارد. از نظر شیمیایی، سالیسیلیک اسید متعلق به گروه بسیار متنوع فنل‌های گیاهی می‌باشد که دارای یک حلقه آروماتیک به همراه یک گروه هیدروکسیل با مشتقات وابسته‌اش می‌باشد. سالیسیلیک اسید در حالت آزاد به صورت یک پودر کریستالی است که در دمای ۱۵۷-۱۵۹ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. به طور متوسط در آب قابل حل است اما در حلال‌های آلی قطبی شدیداً حل می‌شود. pH محلول آبی آن ۲/۴ است (راسکین، ۱۹۹۲).

آب عامل عمده در محصولات، اکولوژی و محیط زیست سالم و تامین مواد غذایی برای جمعیتی است که به طور روز افزون در حال رشد می‌باشد. نزدیک به ۹۷ درصد از منابع آب جهان در دریاها و اقیانوس‌هاست که برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی بسیار شور است. از سه درصد باقی مانده، ۲/۹۹۷ درصد در یخچال‌های طبیعی است یا در اعماق زیاد قرار دارد که هزینه استخراج آنها بسیار زیاد است. فقط ۰/۰۰۳ درصد از حجم کل آب کره زمین به صورت رطوبت خاک، بخار آب در هوا، آب زیر زمینی، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها قابل استحصال است. بنابراین اگر آب موجود در کره‌ی زمین را ۱۰۰۰۰ لیتر فرض کنیم ۳۰۰ لیتر آن آب شیرین و فقط ۰/۳ لیتر آن قابل بهره‌برداری است (والاس و والاس، ۱۹۹۰). ایران در جنوب نیمکره شمالی واقع شده که میانگین بارش سالانه کمتر از یک سوم میانگین بارش سالانه در جهان است. علاوه بر کمبود باران، توزیع زمانی و مکانی آن نیز بسیار نامناسب است. به طوری که حتی پر باران‌ترین نقاط کشور ما در فصل تابستان نیاز به آبیاری دارند. در این شرایط

^۱ - Salicylic acid (SA)

^۲ - Salix

هر اقدامی در راستای صرفه جویی در مصرف آب و جلوگیری از هدر رفتن آن اهمیت حیاتی دارد. در جهت افزایش کارایی مصرف آب از روشهای مختلفی استفاده می‌شود. یکی دیگر از این روش‌ها استفاده از پلیمر سوپر جاذب است که هم اکنون در سطح وسیعی از جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مواد ضمن قرار گرفتن در خاک و جذب آب ثقلی و غیر قابل استفاده برای گیاه می‌توانند در موقع کم آبی، به راحتی آب ذخیره شده را در اختیار گیاه قرار داده و از تنش‌های وارده و تقلیل عملکرد تا حدود زیادی جلوگیری نمایند. با کاربرد برخی مواد افزودنی نظیر پلیمرهای سوپر جاذب، میتوان از بارندگی‌های پراکنده و سایر منابع محدود آب در امر حفظ و ذخیره آب در خاک استفاده نمود و با بهبود شرایط فیزیکی خاک، چنین موادی می‌توانند مانع از تنش‌های رطوبتی گردند. با توجه به اینکه، اطلاعات اندکی در خصوص اثرات تیمارهای پرایمینگ و سوپر جاذب بر تحمل خشکی لوبیا چشم بلبلی وجود دارد. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی نقش تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و سوپر جاذب در بهبود تحمل به خشکی این گیاه بر اساس اجزای عملکرد، خصوصیات فیزیولوژی و فعالیت آنزیم‌ها صورت گرفت.

۲-۱- اهداف

۱ - بررسی اثرات دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد، فعالیت برخی آنزیم‌ها و خصوصیات فیزیوشیمیایی

لوبیا چشم بلبلی

۲ - بررسی تغییرات برخی عناصر در دانه لوبیا با تغییر در زمان دور آبیاری

۳ - مطالعه اثرات مختلف تیمارهای پرایمینگ بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات بیوشیمیایی لوبیا چشم

بلبلی در مقایسه با تیمار شاهد

۴ - مطالعه اثرات متقابل دور آبیاری، تیمارهای پرایمینگ و سوپر جاذب بر صفات کمی و کیفی

۵ - تعیین بهترین تیمار پرایمینگ برای بهبود صفات کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط نامساعد رطوبتی

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- کلیات

۲-۱-۱- تاریخچه تولید لوبیا در ایران و جهان

حبوبات به طور کلی در دو گروه بقولات سردسیری و بقولات گرمسیری تقسیم شده است، بقولات سردسیری شامل نخود، عدس، باقلا و نخودفرنگی می‌باشد، بقولات گرمسیری شامل ماش، لوبیای معمولی و لوبیای چشم بلبلی هستند، تاریخ استفاده از لگوم‌ها به عنوان گیاهان مرتعی جهت اصلاح خاک به عصر رومی‌ها (۳۷ سال قبل از میلاد) بر می‌گردد (فرد و همکاران، ۱۹۳۲). مبدأ لوبیای معمولی مکزیکی یا گواتمالاست، در حدود ۴ تا ۷ هزار سال قبل از میلاد مسیح در مکزیکی و ۱ تا ۳ هزار سال قبل از میلاد توسط بومیان آمریکایی غربی کشت می‌شده است. در قرن ۱۶ به اروپا برده شد بعداً به وسیله اسپانیایی‌ها و پرتغالی‌ها به انگلستان و سایر نقاط دنیا برده شد. لوبیای چشم بلبلی مبدأ آن آفریقای مرکزی است (مجنون حسینی، ۲۰۰۸)، واویلوف هندوستان را به عنوان خاستگاه لوبیا چشم بلبلی و آفریقا و چین را به عنوان مراکز تنوع ثانویه مطرح کرد. بیشترین تنوع لوبیا چشم بلبلی در اتیوپی است. با این وجود، جایی که اولین بار این گیاه اهلی شده است به طور قطع مشخص نشده است. به نظر برخی، دو مرکز تنوع برای این گونه وجود دارد که شامل فرم‌های وحشی و زراعی است. یکی در غرب آفریقا (برای گروه زراعی *Unquiculata*) و دیگری در هندوستان و جنوب شرقی آسیا (برای گروه زراعی *Biflora* و گروه زراعی *Sesguipedalis*). لوبیا چشم بلبلی معمولی پراکنش وسیعی در سرتاسر مناطق حاره و نیمه حاره (حد فاصل ۳۰ درجه شمالی و ۳۰ درجه جنوبی عرض جغرافیایی) به ویژه در آفریقا دارد. خارج از آفریقا، این محصول همچنین در آسیا به ویژه در هند، استرالیا، کارائیب، جنوب ایالات متحده و مناطق پست و نواحی ساحلی جنوب و مرکز آمریکا کشت می‌شود.

لوبیا چشم بلبلی *Catjang* عمدتاً در هند و سریلانکا و تا اندازه‌ای در جنوب شرقی آسیا کشت می‌شود. لوبیای *Yard - long* بیشتر در هند، بنگلادش و جنوب شرقی آسیا و اقیانوسیه کشت می‌شود. اما به طور وسیعی در کل مناطق گرمسیری به عنوان یک محصول فرعی گسترش دارد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). کشت آن در ایران از قدیم مرسوم بوده است. امروزه به طور کلی کشورهای هند، روسیه، چین، برزیل، ترکیه، مکزیکی، آمریکا، کانادا،

استرالیا، فرانسه، نیجریه، اتیوپی و ایران جزء کشورهای اصلی و پنج کشور کانادا، استرالیا، آمریکا، چین و میانمار جزء عمده ترین کشورهای صادر کننده حبوبات در جهان به شمار می روند (کلهری، ۱۳۸۸).

۲-۱-۲- سطح زیر کشت

یکی از سیاست‌های کلیدی دولت دستیابی به امنیت غذایی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. سلامت و ارزش غذایی محصولات کشاورزی و توجه به ترجیح غذایی مصرف کنندگان، با توجه به تعریف جدید امنیت غذایی اهمیت فراوان دارد و تنها تأمین انرژی و سیر شدن جمعیت کشور مدنظر نمی‌باشد. بر اساس برآورد انجام شده از سرانه پروتئین و انرژی گیاهی در طول دوره برنامه چهارم، حبوبات نقش ویژه‌ای در تأمین این منابع خواهند داشت. به همین دلیل افزایش تولید حبوبات در برنامه مورد توجه قرار گرفته است. در ایران بر اساس آخرین گزارش مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۶) در سال زراعی ۹۴ - ۹۵ سطح محصولات زراعی ۱۱/۷۷ میلیون هکتار بوده که سطح مربوط حبوبات ۶/۶۹ درصد می‌باشد، همچنین بر اساس این گزارش، میزان تولید در ایران قریب به ۸۳ میلیون تن از انواع محصولات زراعی بوده است که ۰/۸۱ درصد آن به حبوبات اختصاص یافته است. به طور کلی در کل کشور سطح زیر کشت لوبیا در سال زراعی ۹۵-۹۴، ۱۰۷۴۱۵ هکتار بوده و میزان تولید آن ۲۲۹۹۴۱ تن رسیده است. استان سمنان با ۲۳۵ هکتار سطح کشت ۳۲۰ تن لوبیا تولید داشته است (فائو، ۱۳۹۶). لوبیا چشم بلبلی یکی از این حبوبات است که بیشترین سطح زیر کشت را در بین انواع حبوبات داراست ولی اطلاعات دقیقی از سطح کشت و میزان تولید آن موجود نیست (مدنی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۲- ریخت شناسی لوبیا چشم بلبلی

۲-۲-۱- گیاهشناسی

لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata L. walp*) با نام انگلیسی کوپا^۱ از خانواده لگومینوزه^۲ یا فاباسه^۳ می‌باشد. لوبیا چشم بلبلی گیاهی است یکساله مختص مناطق گرمسیر، ساقه‌ی آن قائم و افراشته، برگ‌های آن

^۱ - Cowpea

^۲ - Leguminosae

^۳ - Fabaceae

مرکب به طول حدود ۱۵ سانتی متر، برگچه‌های آن نازک، بیضی، نوک تیز و دارای بریدگی است. گل‌ها در کنار برگ‌ها ظاهر می‌شود. میوه آن نیام و غلاف آن دراز که طول آن در بعضی ارقام مثلاً در دولیک اسپرژ تا ۹۰ سانتی متر می‌رسد که در آن ۴۰ - ۱۰ دانه قرار دارد (اهلرس و هال، ۱۹۹۷). تیره حبوبات یکی از متنوع ترین تیره‌های جدا گلبرگان است که شامل ۶۹۰ جنس و ۱۸۰۰۰ گونه می‌باشند که به صورت علفی، درختچه و بالا رونده و درخت دیده می‌شوند. لوبیا چشم بلبلی گیاهی است علفی دارای ریشه مستقیم و گسترده به طول ۸۰-۶۰ سانتی‌متر و ساقه رونده به قطر ۵/۰ تا ۵/۱ سانتی متر می‌باشد و برگ‌های سه برگچه‌ای با دم‌برگ بلند دارد این گیاه خودگشن است و گل‌های درشت با قطر ۲ سانتی متر برنگ ارغوانی و سفید دارد عمل گرده افشانی و باروری مادگی در روز و به هنگام صبح زود انجام می‌شود دانه‌ها داخل غلاف تشکیل می‌شود. غلاف‌ها ابتدا برنگ سبز و کم کم همزمان با نزدیک شدن به زمان رسیدگی به زردی و قهوه ای می‌گراید در هر غلاف ممکن است ۰ تا ۱۶ عدد بذر بشکل بیضی و گرد و یا قهوه‌ای تشکیل شود که در مرکز آن ناف به رنگ قهوه ای تیره یا سیاه وجود دارد وزن هزار دانه بذره‌ای آن بین ۶۰ تا ۳۰۰ گرم است (کلهری، ۱۳۸۸).

۲-۲-۲- سازگاری

لوبیا چشم بلبلی از جمله حبوباتی است که در کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری به خصوص کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکای جنوبی مورد کشت قرار می‌گیرد و به عنوان منبع تغذیه‌ای مهم به شمار می‌آید (سینگ و همکاران، ۱۹۹۷). لوبیا چشم بلبلی یکی از گیاهانی است که در شرایط آب و هوایی گرم و خشک رشد کرده و دارای ارقامی است که نسبت به شرایط مختلف، سازگاری دارند (سیلوریا و همکاران، ۲۰۰۱).

لوبیا چشم بلبلی یک گیاه بهاره است و سازگاری خوبی با دماهای بالا و خشکی نسبت به سایر خویشاوندان خود دارد ولی به سرما و یخبندان حساس است و در سرما رشدش متوقف و در یخبندان از بین می‌رود. مناسب ترین دمای اولیه خاک برای نمو دانه ۱۹ درجه سانتی گراد است و چنانچه دمای خاک کمتر شود، بذر خوب و سریع جوانه نخواهد زد. حداقل دمای هوا برای جوانه زنی ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی گراد و دمای مطلوب رشدی آن

۲۷ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، در دمای بالاتر از ۳۸ درجه سانتی‌گراد گل‌ها ریزش می‌کنند. خشکی هوا را به شرطی که رطوبت داخل خاک فراهم باشد، به خوبی تحمل می‌نماید. اسیدیته (pH) مناسب برای این گیاه ۷-۶/۵ می‌باشد ولی خاکهای اسیدی (۵/۵ - ۵) را تحمل و در برخی موارد به عنوان اصلاح کننده‌ی خاک‌های اسیدی کشت می‌شود. خاک‌های شنی - رسی با زهکشی مناسب بهترین شرایط خاکی برای این گیاه می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). آبیاری به هنگام گلدهی و تشکیل بذر تأثیر افزایشی بر عملکرد لوبیا چشم بلبلی خواهد داشت. عملکرد آن در مناطق مرطوب به علت خسارت آفات و امراض کاهش می‌یابد (حسینی، ۱۳۸۳). گیاهی روز کوتاه است حتی در محل‌های نیمه سایه هم محصول تولید می‌نماید.

۲-۲-۳- مراحل رشد و نمو

فنولوژی رشد و نمو در حبوبات به چهار مرحله جوانه زنی، رشد رویشی، گلدهی و غلاف دهی تقسیم می‌شود. جوانه زنی مناسب، نیاز اولیه برای استقرار گیاه است. رشد رویشی شامل شاخه دهی و توسعه تاج (کانوپی) گیاه است. گلدهی در غالب حبوبات یک فرآیند پیوسته است که تا مرحله نمو غلاف ادامه می‌یابد. رسیدگی نیز معمولاً با پیر شدن برگ‌ها توأم است. مدت زمان هر یک از مراحل فنولوژی بسته به رقم، فتوپریود، دما و آب قابل دسترس متغیر می‌باشد. (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

۲-۳- عملیات زراعی

۲-۳-۱- کاشت

در پائیز (قبل از کاشت لوبیا چشم بلبلی) انجام شخم به عمق ۲۵-۳۰ سانتی متر لازم می‌باشد. زمان کاشت لوبیا چشم بلبلی بسته به آب و هوای مناطق مختلف و هدف کشت تفاوت دارد. در مناطقی که زمستان سردی دارند باید کاشت در بهار انجام گیرد و درجه حرارت به ۱۳-۱۴ درجه سانتی‌گراد رسیده باشد. ولی در مناطق که زمستان گرم و ملایم است، می‌توان لوبیا چشم بلبلی را به عنوان کود سبز در زمستان نیز کشت نمود. در آب و

Canopy - ۱

هوای معتدل، بهترین زمان کاشت اواخر اردیبهشت یا اوایل خرداد ماه است (کوچکی و بنایان، ۱۳۷۳؛ مجنون حسینی، ۱۳۸۳).

کاشت حبوبات بذر درشت در عمق بیشتر از ۷/۵ سانتی متر بویژه در خاک‌های شنی قابل توصیه است. در خاک‌های بافت ریز در شرایط وجود رطوبت عمق کاشت ۵ سانتی متر مناسب تر است. برای حبوبات بذر ریز عمق کاشت ۲/۵ تا ۴ سانتی متر در شرایط وجود رطوبت، کافی می‌باشد. مقدار بذر مطلوب عامل کلیدی برای رسیدن به عملکرد بالقوه حبوبات است. این عامل بسته به نوع عملیات زراعی، تیپ رشدی، نوع خاک و غیره تغییر می‌کند. با توجه به اینکه پوشش گیاهی ضعیف معمولاً سبب کاهش عملکرد می‌شود. جمعیت گیاهی فقط تعداد گیاه در واحد سطح نیست، بلکه باید به هندسه کاشت نیز توجه شود. توزیع یکنواخت گیاهان روی زمین به مصرف موثر عناصر غذایی، رطوبت خاک و نور کمک می‌کند و همچنین ممکن است علف‌های هرز را تحت فشار بیشتری قرار دهد که به عملکرد بیشتر گیاه اصلی منجر خواهد شد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

۲-۳-۲- داشت

به دلیل تثبیت نیتروژن هوا در داخل گره‌های موجود در ریشه، فقط در اوایل رشد سبزینه‌ای باید به مقدار ۱۵-۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بصورت اوره یا نترات آمونیم به خاک اضافه نمود. لوبیا چشم بلبلی بیش از دیگر حبوبات به فسفر نیاز دارد که معمولاً به صورت فسفات آمونیم یا سوپر فسفات تریپل به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف می‌شود. این گیاه به پتاسیم واکنش مثبت نشان می‌دهد (بنچیارلی، ۱۹۹۷). مرحله حساس لوبیا به تنش خشکی از ابتدای گلدهی تا مرحله تشکیل غلاف‌ها می‌باشد. کمبود آب در این دوره و خصوصاً در زمان غلاف بندی خسارت زیادی به لوبیا وارد می‌کند. آخرین آبیاری باید طوری تعیین گردد که ۲۵٪ غلاف‌ها تشکیل شده باشد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

به دلیل شاخ و برگ و قدرت رویشی زیاد لوبیا چشم بلبلی، تنک کردن بوته‌ها ضروری است. از این طریق فضای کافی جهت استفاده کامل سایر بوته‌ها از نور آفتاب، مواد غذایی و رطوبت خاک فراهم می‌آید. معمولاً موقع

کاشت، فاصله بذور را از یکدیگر ۵-۶ سانتی متر در نظر می‌گیرند و وقتی بوته‌ها به مرحله ۳-۴ برگی رسیدند تنک می‌کنند تا فاصله بوته‌ها از یکدیگر به ۱۲-۱۰ سانتی‌متر برسد و بتوان محصول خوبی برداشت نمود. در بعضی ارقام لوبیا چشم بلبلی به علت داشتن شاخ و برگ فراوان و سنگینی زیاد تعدادی از بوته‌ها به طرف زمین متمایل شده و با بوته‌های ردیف‌های کناری مخلوط می‌شوند (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

۲-۳-۳- برداشت

برداشت لوبیا چشم بلبلی معمولاً در چند چین صورت می‌پذیرد، البته می‌توان در یک چین هم برداشت نمود. زمانی که به منظور علوفه کشت می‌گردد پس از رشد رویشی کافی، وقتی ۱۰-۱۵٪ گل‌ها در بوته‌ها آشکار شدند باید برای درو محصول اقدام نمود. علوفه برداشت شده به صورت سبز و تازه را می‌توان به مصرف تغذیه دام رساند و یا سیلو کرد. اگر لوبیا چشم بلبلی به عنوان کود سبز کاشته شده باشد پس از این که بوته‌ها رشد کافی نمودند قبل از گل دادن، مزرعه را شخم زده و بوته‌ها را در عمق ۲۰-۲۵ سانتی متر خاک دفن می‌کنند (بنچیرلی، ۱۹۹۷). عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی از ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در کشاورزی بدوی آفریقا، تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در زراعت پیشرفته صنعتی متغیر است. از ارقام اصلاح شده تحت کشت در ایران (کامران، پرستو، مشهد) می‌توان حدود ۲ تن در هکتار محصول برداشت کرد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

۲-۴- نقش لگوم در تثبیت نیتروژن

نیتروژن از مهمترین عوامل مؤثر در رشد و نمو گیاهان و از عوامل بسیار مهم محدود کننده تولید محصولات گیاهی است (برادیک و همکاران، ۲۰۰۳). لگوم‌ها نقش مهمی در تثبیت نیتروژن هوا در خاک دارند به طوریکه سالانه حدود ۳۰ تا ۴۰ میلیون تن نیتروژن توسط ریشه لگوم‌ها در خاک تثبیت می‌شود. تثبیت نیتروژن در واقع در اثر همزیستی ریشه لگوم و باکتری ریزوبیوم است. این خانواده دارای ظرفیت‌های قابل توجهی برای ایجاد ارتباط همزیستی با گونه‌های مختلف باکتری‌های خاک هستند. ریزوبیوم‌ها از مهمترین گروه باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن مولکولی هوا هستند که با ریشه لگوم همزیستی خوبی دارند و علاوه بر این که نیاز نیتروژنی میزبان خود را تأمین می‌کنند باعث حاصلخیزی خاک هم می‌شوند. متوسط مقدار تثبیت نیتروژن از همزیستی و ریزوبیوم و

لگوم سالانه حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد شده است (خسروی، ۱۳۹۴ و ریکونا و همکاران، ۲۰۰۱).

۲-۵- تنش و مفهوم آن

تنش در موجودات زنده به معنی انحراف از شرایط مطلوب برای زندگی تعریف می‌شود، هر عامل محیطی که باعث ایجاد صدمه یا خسارت در موجود زنده شود، تنش نام دارد (کانایاما و کوچتو، ۲۰۱۵). تنش معمولاً به عنوان یک عامل خارجی که تأثیر سوء بر گیاهان می‌گذارد، تعریف می‌شود. در اثر تنش، تغییرات قابل برگشت (الاستیک) و یا غیر قابل برگشت (پلاستیک) در اندازه، شکل و ابعاد جسم ایجاد می‌شوند. در موجودات زنده تنش در مراحل اولیه می‌تواند قابل برگشت باشد ولی با گذشت زمان به حالت پلاستیک در می‌آید، تنش‌ها منجر به آسیب‌های اولیه می‌شوند و آسیب‌های اولیه، آسیب‌های ثانویه را به وجود می‌آورند، واکنش گیاهان به صدمات ناشی از تنش‌های مختلف متفاوت است، اجتناب و تحمل دو درجه متفاوت مقاومت‌اند. در حالت اجتناب، گیاه با ایجاد موانع فیزیکی و یا متابولیکی از بروز تنش دوری می‌کند و سیکل عادی زندگی را ادامه می‌دهد. در حالت تحمل، گیاه می‌تواند صدمات ناشی از تنش را تحمل کند و یا آنها را به حداقل برساند. به این ترتیب خسارت کمتری به گیاه وارد خواهد شد. به طور کلی می‌توان تنش‌های محیطی را به دو دسته زیستی^۱ و غیر زیستی^۲ دسته بندی کرد (میر محمدی و همکاران، ۱۳۷۹). که خشکی از تنش‌های غیر زیستی است و در اثر کمبود آب در گیاهان بوجود می‌آید.

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 ملاحظه‌ای برخوردار می‌باشد.

^۱ - Biotic

^۲ - Abiotic

۲-۵-۱- تنش خشکی^۱

حدود ۴۰ درصد اراضی زراعی جهان در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند. کشور ما نیز در مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته و خشکی، تغییرات شدید مقدار، شدت و پراکنش بارندگی و نوسانات دمای هوا از ویژگی های این مناطق است. معمولاً خشکی برنامه ریزی توسعه ای کشور را دچار رکود می نماید و بحران های گسترده سیاسی، اجتماعی و اقتصادی را در سطح منطقه، قاره و حتی دنیا به وجود می آورد. خشکی در سال های اخیر بر منابع آب، کشاورزی، تولیدات دامی، مراتع، مهاجرت دام ها، طغیان علف های هرز، آفات و بیماری های گیاهی، مهاجرت، بهداشت و درمان جوامع تأثیر سوء زیادی داشته است. تنش خشکی، رایج ترین عامل محدودیت تولیدات گیاهی در جهان می باشد (صباغ پور، ۱۳۸۵). تنش خشکی زمانی که آب موجود در خاک کاهش می یابد و شرایط جوی به دفع آب از طریق تبخیر و تعرق کمک می کند، اتفاق می افتد (چارلیز، ۱۹۹۷). تنش خشکی کمبود آب در گیاه است که بر اثر بیشتر شدن مقدار تعرق از میزان جذب آب صورت می گیرد (بری، ۱۹۹۷). گیاهان در معرض سه نوع تنش خشکی قرار دارند:

- خشکی فصلی:^۲ برای تولید اقتصادی گیاه زراعی بارندگی ناکافی است و بصورت دوره ای در حاشیه مناطق نیمه خشک و خشک اتفاق می افتد.

- خشکی موقتی:^۳ دوره های تنش به صورت موقت در مراحل نمو گیاه در مناطق نیمه خشک حادث می شود.

- خشکی انتهایی:^۴ بیشتر در مناطق مدیترانه ای اتفاق می افتد و از رسیدگی معمول بذر جلوگیری می کند (کاظمی، ۱۳۸۷).

تعاریف مختلفی از خشکی، در منابع علمی ارائه شده است. خشکی زمانی اتفاق می افتد که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در گیاه و کاهش تولید به دلیل تاخیر یا عدم استقرار گیاه، تضعیف یا تخریب گیاه

^۱ - Drought stress

^۲ - Seasonal Drought

^۳ - Transient Drought

^۴ - Terminal Drought

استقرار یافته، تضعیف گیاه در برابر حمله آفات و امراض، تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در متابولیسم گیاه می‌شود (لارسون و اشتاین، ۱۹۷۱). خشکی یک اصطلاح هواشناسی است که در مدت زمانی مشخص، مقدار بارندگی کمتر از مقدار تبخیر و تعرق بالقوه می‌شود. خشکی بر اثر یک یا چند عامل آب و هوایی کاهنده میزان آب در گیاه، بوجود می‌آید و شرایط خاک و هوا و یا هر کدام را، جهت عدم دسترسی گیاه به آب کافی تغییر می‌دهد؛ ادامه این وضع باعث از دست رفتن آب بافت‌های گیاه و خشکی می‌شود (لویت، ۱۹۸۰). به طور کلی تنش خشکی در اثر تبخیر شدید، بالا بودن پتانسیل اسمزی در خاک‌های شور و یخ‌زدگی خاک حادث می‌شود و باعث برهم خوردن تعادل ترمودینامیکی و کاهش قابلیت استفاده از آب می‌گردد. تنش خشکی در مقایسه با سایر عوامل تنش زا به صورت ناگهانی اتفاق نمی‌افتد و گسترش آن آرام بوده و در نهایت شدت آن افزایش می‌یابد، بنابراین زمان نقش قابل توجهی را در بقاء تنش خشکی ایفا می‌کند. خشکی موقعی اتفاق می‌افتد که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در گیاه شده، و در نتیجه تولید را کاهش می‌دهند. به طور کلی تنش، نتیجه روند غیر عادی فرایندهای فیزیولوژیکی است، که از تاثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و غیر زیستی حاصل می‌شود و ممکن است به صورت کاهش رشد، کاهش عملکرد، مرگ بخشی از گیاه یا کلا مرگ گیاه بروز نماید. خشکی از نظر کشاورزی، عبارت از عدم انطباق نزولات آسمانی با نیازهای گیاه است، که در آن گیاه را دچار تنش می‌سازد و عملکرد کاهش می‌یابد. از نظر هواشناسی خشکی، یک دوره بدون بارندگی است، که در آن مقدار بارندگی کمتر از مقدار تبخیر و تعرق بالقوه باشد و ظرفیت رطوبتی خاک، تقاضای اتمسفری تبخیر و همچنین کارایی گیاه را متأثر می‌سازد (کافی و همکاران، ۱۳۹۳). در تقسیم‌بندی گیاهان مقاوم به خشکی به سه گروه ذیل تقسیم می‌گردند (چاوز و همکاران، ۲۰۰۳).

۱ - گیاهان فرار کننده که سیکل زندگی خود را قبل از اینکه کمبود فیزیولوژیک آب اتفاق بیفتد تکمیل می‌کنند.

۲ - اجتناب از طریق کم شدن آب بافت‌ها به وسیله کاهش زیان آب و افزایش بارگیری آب

۳- تحمل به کاهش پتانسیل آبی از طریق تعدیل اسمزی به وسیله نگهداری غلظت سلولی در مقدار بالا با استفاده از ترکیبات محلولی یا محافظت کننده‌های اسمزی در سلول‌های زنده می‌باشد.

در منابع مختلف برای تنش چندین اصطلاح به کار برده می‌شود که توضیح مختصری در مورد هر یک از آنها ضروری به نظر می‌رسد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲). در مواردی که تنش بر اثر عدم وقوع بارندگی مفید ایجاد شده، اصطلاح تنش خشکی به کار برده می‌شود. اگر گیاه به طور مصنوعی تحت تاثیر کمبود آب قرار داده شود، در این اصطلاح تنش کمبود آب به کار می‌رود. چنانچه در اثر خشکی هوا که شدت تعرق بالا رود رطوبت داخلی گیاه به کمتر از ۵۰ درصد مقدار طبیعی خود برسد در این حالت گیاه دچار آب کشیدگی و اگر میزان آب کشیدگی بالاتر از ۵۰ درصد مقدار طبیعی باشد، گیاه دچار پس‌آبیدگی شده است. اگر تنش خشکی موجب از دست دادن آب به صورت مایع گردد آنرا تنش اسمزی گویند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۶- اثرات تنش خشکی بر گیاه

۲-۶-۱- اثر تنش خشکی بر خصوصیات رویشی

هر گیاه زراعی به طور خاص دارای یک حداقل نیاز آبی می‌باشد در صورتی که این حداقل فراهم نشود گیاه با تنش خشکی مواجه می‌شود و در صورت مصادف شدن با مراحل رشد حساس به کمبود آب صدمات جبران ناپذیری به گیاه وارد می‌شود (براری، ۱۳۹۳).

اصولاً مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه به تنش خشکی بسیار حساس بوده بطوری که تنش خشکی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، سبز شده گیاهچه و استقرار غیر یکنواخت آن شده و در نهایت باعث کاهش تولید بالقوه خواهد شد (زارع چاهوکی، ۱۳۷۹). مطالعات انجام شده بر تنش خشکی حاکی از تأثیر نامطلوب آن بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌باشد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ کایا و همکاران، ۲۰۰۶ فوتی و همکاران، ۲۰۰۳؛ شکاری و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین مطالعات دیگری نیز در خصوص اثر تنش خشکی بر رشد رویشی صورت گرفته است

و نشان داده است که مراحل رویشی به تنش خشکی حساس می‌باشد و وقوع تنش خشکی باعث کاهش صفات رویشی می‌شوند (پاتده و همکاران، ۲۰۱۱؛ انصاری و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۶-۲- تأثیر تنش خشکی بر پارامترهای رشدی

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 می‌گذارد 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). رشد گیاه یکی از پیچیده‌ترین و حساس‌ترین پدیده‌های حیاتی نسبت به پارامترهای محیطی می‌باشد که بازتاب پاسخ گیاه نسبت به متغیرهای محیطی است. کاهش رشد تحت شرایط نامناسب محیطی، به قطع ارتباط بین عملکردهای گیاه نسبت داده می‌شود. لذا، رشد نیاز ویژه به ارتباط مناسب بین فرآیندهای متابولیسمی بخش‌های مختلف دارد. رابینسون (۱۹۸۳) گزارش کرد که تجمع ماده خشک در لوبیا با افزایش شدت تنش رطوبتی، کاهش می‌یابد و تحت چنین شرایطی، بین ماده خشک تولیدی در گیاه و تبخیر و تعرق رابطه خطی وجود دارد. نتایج تحقیقات ریکاردو و همکاران (۲۰۰۸) نیز موید کاهش سرعت رشد گیاه زراعی در شرایط تنش خشکی می‌باشد.

فرج زاده معماری تبریزی و رشیدی (۲۰۱۱) نشان دادند عملکرد لوبیا در شرایط تنش خشکی ۳۰٪ نسبت به شرایط بدون تنش خشکی کاهش یافت که این کاهش ناشی از کاهش در اجزای عملکرد می‌باشد، ایشان نشان

دادند که میزان کاهش عملکرد به طول مدت تنش، شدت تنش و ژنوتیپ بستگی دارد. در تحقیقات واکریم و همکاران (۲۰۰۵) بر لوبیا هم مشخص شده که گیاهان تحت تیمار آبیاری کامل در مقایسه با سایر تیمارهای تحت تنش کمبود آب تعداد بیشتری غلاف تولید کردند و تفاوت بین آنها در سطح ۱ درصد معنی دار بود، یکی از دلایل کاهش تعداد غلاف در بوته در چنین شرایطی می‌تواند کاهش طول دوره رشد گیاه باشد که در نتیجه آن تولید مواد فتوسنتزی نقصان می‌یابد، کاهش ساخت مواد فتوسنتزی و افزایش رقابت درون بوته‌ای حاصل از آن به همراه ریزش گل‌ها در اثر تنش کمبود آب باعث تولید تعداد غلاف کمتری در بوته شد. تنش خشکی یک مشکل اساسی در سراسر جهان محسوب شده و تولید لوبیا نیز معمولاً در مناطق با محدودیت آب صورت می‌گیرد. نتایج آزمایش‌های انجام گرفته در شرایط کنترل شده نشان داده است که لوبیا در مقایسه با سایر بقولات نسبت به خشکی نسبتاً حساس است (سینک و همکاران، ۲۰۰۷).

لوبیا چشم بلبلی دارای ریشه‌ای حجیم است. توان ارثی لوبیا چشم بلبلی در تولید ریشه مانند سویا و سورگوم دانه‌ای است. جذب آب توسط ریشه از عمق ۱۵۰ تا ۱۸۰ 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).

تنش خشکی سیستم اسیدهای نوکلئیک را که ارتباط نزدیکی با ساخت پروتئین دارند مختل می‌کند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷). واکوئل‌ها به سرعت در برخورد با خشکی آب خود را از دست می‌دهند. آب سیتوپلاسم با ثبات

تر از آب واکوئل است و کلروپلاست حداکثر قدرت حفظ آب را دارد (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۷). در شرایط تنش کمبود آب، سلول و بافت گیاه آماس کامل ندارد (علیزاده، ۱۳۸۳). کاهش رشد بر اثر کاهش آماس سلولی از عمده‌ترین آسیب‌های وارده به گیاه بر اثر کمبود آب است که تا حدودی قابل برگشت می‌باشد.

مرحله پرشدن غلاف‌ها 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 غلاف سبب ریزش تعداد زیادی از غلاف‌ها 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. خشکی با سه روش عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد:

۱- با کاهش سطح برگ که ناشی از پژمردگی و جمع شدن پهنک برگ در شرایط تنش شدید و در نهایت پیری زودرس برگ‌های گیاه می‌باشد جذب تشعشعات فعال فتوسنتزی توسط کانوپی کاهش می‌یابد (ایرل و دیویس، ۲۰۰۳).

۲- کارایی مصرف نور به ازای واحد نور جذب شده کاهش می‌یابد. این کاهش توسط سنجش میزان ماده خشک تجمع یافته به ازای واحد نور جذبی در یک دوره زمانی خاص بدست می‌آید (استون و همکاران، ۲۰۰۲).

۳- کاهش سریع گازکربنیک تبدالی به ازای واحد نور جذب شده (کرامر، ۱۹۸۳).

۲-۶-۳- اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژی

تنش خشکی باعث کاهش محتویات آب، تضعیف پتانسیل آب برگ و نزول فشار آماس، انسداد روزنه و کاهش بزرگ شدن سلول و رشد آن می‌شود، همچنین تنش شدید آب می‌تواند توقف فتوسنتز، اختلال سوخت و ساز و سرانجام مرگ گیاه را به دنبال داشته باشد (جلیل و همکاران، ۲۰۰۹). غشای سلولی از نخستین اندام‌هایی است که تحت شرایط تنش، آسیب می‌بیند و تراوایی آن افزایش یافته و نشت الکترولیتی از سلول باعث مرگ آن می‌گردد.

پایداری غشای سلولی می‌تواند به عنوان معیاری از تحمل به تنش خشکی در نظر گرفته شود (نظری ناسی و همکاران، ۱۳۹۱). در شرایط تنش خشکی با کاهش مقدار آب قابل دسترس، فتوسنتز کاهش یافته و متعاقب آن تولید ماده خشک گیاه نیز کاهش می‌یابد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۷) محتوای آب نسبی جذب آب به وسیله بافت‌ها و سلول‌ها را نشان می‌دهد (سیلوا و همکاران، ۲۰۰۷). مطالعه تحمل خشکی با استفاده از سنجش پایداری غشاء سلول به عنوان یک روش غربال سازی در گیاهان زراعی مختلف مانند جو (کوچوا و همکاران، ۲۰۰۴) و ترف‌گلاس (باندورسکا، ۲۰۰۰) گزارش شده است. در گیاهانی که در معرض کمبود آب قرار می‌گیرند دامنه وسیعی از نشت الکترولیتی وجود دارد که نشان می‌دهد تحت شرایط کمبود آب یکسان میزان آسیب به غشاء متفاوت است زیرا مقدار هدایت الکتریکی با پایداری غشاء سیتوپلاسمی رابطه عکس دارد (فرشادفر و همکاران، ۲۰۰۸). گیاهان عموماً سازوکارهای مختلفی برای مقابله با تنش خشکی دارند و از طریق القای انواعی از پاسخ‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مورفولوژیکی به تنش خشکی سازگار می‌شوند (میرزایی و همکاران، ۲۰۱۳).

مطالعات انجام شده توسط روسالس سرنا و همکاران (۲۰۰۴) روی چهار رقم لوبیا نشان داد که کم آبی محتوای رطوبت نسبی برگ را کاهش می‌دهد که شدت کاهش در تمام ارقام یکسان نبود. تفاوت ژنوتیپی زیادی در مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیا گزارش شده است (صادقی‌پور، ۱۳۸۸).

کامل منش و همکاران (۱۳۸۹) اثر تنش خشکی بر محتوای کلروفیل و محتوای نسبی آب در سه ژنوتیپ لوبیا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش نشان داد محتوای کلروفیل و محتوای نسبی آب در اثر تنش خشکی به ترتیب افزایش و کاهش یافت. ترزی و همکاران، (۲۰۱۰) اثر تنش خشکی را بر بازده فتوشیمیایی فتوسیستم پنج واریته لوبیای معمولی مورد بررسی قرار دادند. میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در تمام ارقام به طور معنی داری کاهش یافت. یسار و همکاران (۲۰۱۰) تغییرات محتوای کلروفیل را در ژنوتیپ‌های لوبیا سبز در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تنش باعث کاهش محتوای کلروفیل در ژنوتیپ‌های لوبیا سبز شد.

صادقی‌پور و آقای (۲۰۱۲) اظهار داشتند محتوای آب نسبی منعکس کننده فعالیت متابولیک در بافت‌های گیاه بوده و به عنوان شاخصی مناسب به منظور شناسایی لگوم‌ها در تحمل پسابیدگی استفاده می‌شود. همچنین گزارش شده است که گیاهان متحمل به خشکی با جذب آب از پروتوپلاست، آب بیشتری را در خود نگهداری می‌کنند، بنابراین دارای مقدار بالاتری محتوای آب نسبی می‌باشند (سیلوا و همکاران، ۲۰۰۷).

۲-۶-۴- اثر تنش خشکی بر تجمع ماده خشک در گیاه

ماکامبی و همکاران (۲۰۱۱) تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی در ذرت اظهار کردند که، میزان فتوسنتز، سرعت رشد نسبی، شاخص سطح برگ، درصد رطوبت نسبی، عملکرد دانه و شاخص برداشت در اثر تنش کاهش می‌یابد. کامان و همکاران (۲۰۱۱) با اعمال تنش در مرحله رشد رویشی در ذرت به این نتیجه رسیدند که تنش شدید در این مرحله باعث کاهش معنی دار ارتفاع ساقه، ارتفاع بلال از سطح خاک، تعداد برگ، تعداد گره و میانگره، وزن خشک، پوشش بلال و طول بلال می‌گردد. تنش ملایم و شدید خشکی باعث کاهش معنی دار وزن خشک نهایی ساقه، برگ و شاخساره و افزایش معنی دار شاخص برداشت و کارایی استفاده از آب شد. در دوره رشد رویشی تنش خشکی با محدود کردن تقسیم و گسترش سلول‌ها به طور مستقیم و با کاستن از میزان فتوسنتز به طور غیرمستقیم تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد (پاندی و همکاران، ۲۰۰۰). به طور کلی ثابت شده، به

دلیل این که مواد غذایی به صورت محلول در آب جذب گیاه می شود بنابراین هر گونه محدودیت در منابع آبی، منجر به محدودیت در برخی منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کم کردن رشد رویشی و اتمام زود هنگام آن مرحله و شروع مرحله زایشی می گردد، در نتیجه ارتفاع، اجزای عملکرد و عملکرد کاهش می یابد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۶-۵- اثر تنش خشکی بر خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم ها

تحقیقات نشان داده است تنش خشکی غلظت پرولین برگ را در گیاه گندم افزایش داد. در برگ های بالغ تجزیه پروتئین ها باعث کاهش غلظت آنها و افزایش اسید آمینه آزاد از جمله پرولین می شود. انباشت پرولین در گیاهان مختلف در هنگام تنش خشکی جهت مقابله با تنش اسمزی صورت می گیرد (آیین، ۱۳۹۲). پرولین یکی از مولکول های اسموپروتکتین (اسمولیت) است که تجمع آن حتی در باکتری ها، قارچ ها، جلبک ها و گیاهان در پاسخ به تنش خشکی و شوری گزارش شده است (مهبان و توتجا، ۲۰۰۵).

کلودیا و همکاران، (۲۰۱۲) در بررسی اثر تنش خشکی روی غلظت کربوهیدرات های لوبیا دریافتند که تنش خشکی در مرحله گلدهی در لوبیا به مدت ۶ و ۱۰ روز باعث افزایش میزان کربوهیدرات ها گردید. پرولین از دیگر تنظیم کننده های اسمزی تحت تنش های محیطی می باشد که در تعداد زیادی از گونه های گیاهی، همبستگی بالایی با تحمل به این تنش ها ایفا می کند (آذرپناه و همکاران، ۲۰۱۳). تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش به واسطه سنتز پرولین و غیرفعال شدن تخریب آن است. افزایش محتوای پرولین در شرایط تنش باعث محافظت غشای سلولی، پروتئین ها، آنزیم های سیتوپلاسمی و مهار گونه های فعال اکسیژن و حذف رادیکال های آزاد می گردد (قربانلی و همکاران، ۲۰۱۳، لینگ همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین از جمله پاسخ های گیاهان در برابر این تنش، افزایش سطح پرولین و القای فعالیت آنزیم های ضد اکسیداسیون می باشد. همچنین مطالعات انجام شده توسط الکسیوا و همکاران، (۲۰۰۱) در نخود فرنگی، صدیقی و همکاران، (۲۰۱۵) در باقلا، الله مرادی و همکاران، (۲۰۱۳) در عدس نشان داد که تنش خشکی باعث افزایش معنی داری در مقدار پرولین می شود.

در شرایط تنش خشکی کاهش نورساخت (فتوسنتز) باعث انتقال انرژی جذب شده نور خورشید به اکسیژن شده و در نتیجه باعث افزایش میزان تولید ROS و در نهایت افزایش تولید مالون دی آلدئید را به دنبال دارد، همچنین میزان کم اکسایش (اکسیداسیون) چربی‌های غشایی عاملی مهم در تحمل گیاهان به تنش به شمار می‌آید (کامپوس و همکاران، ۲۰۰۳).

مالون دی آلدئید در اثر پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع توسط گونه‌های فعال اکسیژن تولید می‌شود تغییر در پراکسیداسیون چربی‌ها به عنوان شاخص میزان آسیب اکسایشی در موجودات زنده به شمار می‌آید. احتمال دارد دلیل اصلی آسیب شدید به غشای یاخته‌های تولید رادیکالهای سوپراکسید (O_2)، پراکسید هیدروژن (H_2O_2)، و رادیکال هیدروکسیل (OH) باشد که در نهایت منجر به پراکسیداسیون چربی‌های غیراشباع غشای یاخته‌ای می‌شود. افزایش نفوذپذیری غشا و کاهش پایداری غشا می‌تواند منجر به افزایش نشت الکترولیت‌ها به فضای بین یاخته‌ای شود (بورسانی و همکاران، ۲۰۰۱).

دو آنزیم کاتالاز و پراکسیداز از مهم‌ترین پاداکسنده‌هایی هستند که باعث شکستن هیدروژن پراکسید به آب و مولکول‌های اکسیژن می‌شود (ونایی و همکاران، ۲۰۱۱). در مقایسه با گیاهان حساس، بالا بودن فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده در گیاهان مقاوم به تنش خشکی نقش مهمی در مقاوم شدن آنها به تنش خشکی دارد (هسو و کاوو، ۲۰۰۳). اغلب در اثر تنش‌های غیرزیستی فعالیت آنزیم کاتالاز در بیشتر گیاهان افزایش می‌یابد (لونا و همکاران، ۲۰۰۴).

آسکوربات پراکسیداز با پاکسازی رادیکال‌های اکسیژن سمی از آسیب به غشا جلوگیری می‌کند (جلیل و همکاران، ۲۰۰۹). پاداکسنده آسکوربات توانایی واکنش مستقیم با رادیکال سوپراکسید و دیگر گونه‌های فعال اکسیژن را دارد که می‌تواند شدت آسیب را در گیاهان در شرایط تنش خشکی کاهش دهد (ایسرر و ساحی، ۲۰۰۶). سقلام و همکاران، (۲۰۱۱) حساسیت چند واریته لوبیای معمولی را به تنش خشکی با اندازه‌گیری میزان

فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان، مقادیر کلروفیل را مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان کلروفیل کل و کاروتنوئید در شرایط تنش کاهش می‌یابد.

۲-۶-۶- اثر تنش خشکی بر فتوسنتز

به طور کلی، کاهش رشد گیاهان در شرایط تنش خشکی به واسطه محدود شدن فتوسنتز صورت می‌گیرد. تنش شدید آبی باعث توقف فتوسنتز، اختلال در متابولیسم سلولی و نهایتاً مرگ سلول می‌شود (آمارجیت و همکاران، ۲۰۰۵). فتوسنتز به عنوان یک فرآیند کلیدی متابولیسم اولیه، نقش مرکزی در عملکرد گیاه در شرایط تنش دارد، به نحوی که از طریق کاهش انتشار CO_2 به کلروپلاست فرآیندهای متابولیکی را محدود می‌کند (چاوز و همکاران، ۲۰۰۹). وجود مقدار کافی آب برای حفظ فتوسنتز، عملکرد و رشد ضروری است (جوادی و بهرام‌نژاد، ۱۳۸۹). مشخص شده که کاهش مقدار فتوسنتز در شرایط تنش خشکی تحت تأثیر عوامل وابسته به روزنه و هم چنین عوامل غیر وابسته به روزنه، از جمله محدودیت‌های متابولیک رخ می‌دهد (فلکسر و همکاران، ۲۰۰۷). جلوگیری از رشد همراه با بسته شدن روزنه‌ها جزء اولین پاسخ‌های گیاهان به خشکی است. مکانیسم فتوسنتزی در کلروپلاست‌ها عمدتاً پیچیده است و در طی مراحل اولیه خشکی محدودیت عمده در فتوسنتز ناشی از بسته شدن روزنه‌ها می‌باشد. نقصان در فتوسنتز خالص در اثر تنش خشکی بیشتر به بسته بودن روزنه یا همان کاهش هدایت روزنه‌ای مربوط است (پولی، ۲۰۰۲).

۲-۶-۷- اثر تنش خشکی بر جذب عناصر در دانه

تحت تنش خشکی، به علت کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، از انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها کاسته شده و ذخیره نشاسته در آنها کاهش می‌یابد که این امر موجب کوچک شدن دانه‌ها و افزایش درصد پروتئین می‌گردد. ضمن اینکه در شرایط تنش، گیاه با ساخت پروتئین‌های متحمل به تنش، میزان پروتئین‌های محلول خود را نیز افزایش می‌دهد (دی‌مجیا و همکاران، ۲۰۰۳). تنش خشکی از طریق تأثیر بر قابلیت دسترسی، انتقال و توزیع عناصر معدنی در گیاهان کارآیی جذب عناصر معدنی را دچار اختلال می‌کنند (یانکی و شیمیده‌التر،

۲۰۰۵). تنش خشکی عموماً جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، سدیم و کلرید را افزایش و جذب آهن و فسفر را کاهش می‌دهد (عبدالرحمان و همکاران، ۱۹۷۱).

۲-۷- مکانیزم‌های تحمل خشکی

اطلاع از واکنش گیاهان به تنش‌ها کمک زیادی به تشریح توزیع جغرافیایی و همچنین نحوه رشد و میزان تولید آنها در شرایط محیطی مختلف می‌کند. فهم و درک پاسخ‌های گیاهان به تنش‌ها برای اصلاح ارقام مقاومی که بتوانند خشکی، شوری و سایر شرایط محدود کننده عملکرد را تحمل کنند امری ضروری است. از سوی دیگر چون شرایط تنش‌زا سبب اختلال در فعالیت‌های گیاهی می‌شود، از این طریق ممکن است به عنوان ابزاری جهت مطالعه مبانی بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در گیاه، مورد استفاده قرار گیرند. در بسیاری از موارد تنش با اندازه‌گیری رشد و یا فرایندهای آسیمیلاسیون اولیه جذب کانی‌ها و دی اکسید کربن بررسی می‌شود (تایز و زایگر، ۱۹۹۱). مفهوم تنش می‌تواند با توانایی زیستی گیاه و مقاومت نسبت به عوامل نامطلوب در محیط‌های نامناسب بستگی داشته باشد. از این رو محیطی که برای یک گیاه تنش‌زا به شمار می‌آید، ممکن است برای گیاه دیگر چنین حالتی نداشته باشد (تایز و زایگر، ۱۹۹۱).

مقاومت به خشکی در گیاهان به استراتژی‌های فرار، اجتناب^۲ و تحمل^۳ تقسیم‌بندی می‌شوند (چاوز و همکاران، ۲۰۰۳؛ لویت، ۱۹۸۰).

۱- در فرار از خشکی قبل از شروع تنش‌های شدید گیاه به مرحله زایشی می‌رسد، یعنی در یک چرخه زندگی کوتاه، دانه تولید می‌کند. و نیز اجتناب در مقابل از بین رفتن پروتئین‌ها که به طریق سنتز مجدد پروتئین و یا به وسیله جلوگیری از تخریب آنها میسر می‌شود. برگ‌های جوان نسبت به برگ‌های مسن بیشتر به خشکی مقاومند

^۱ - Scape

^۲ - Avoidance

^۳ - Tolerance

و این دلیل بر محتوای زیادتر پروتئین آنهاست و همچنین در گیاهان مقاوم به خشکی، از تلفات خالص RNA جلوگیری شده و گیاه قادر به ادامه پروتئین سازی می باشد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۶).

۲- در اجتناب از پسابیدگی نگهداری وضعیت آبی قابل توجهی در گیاهان در طول دوره‌ی تنش بوجود می‌آید، که ممکن است نتیجه به حداقل رساندن تلفات آب از طریق بسته‌شدن روزنه‌ها، کرک‌های گیاهی، کاهش سطح برگ، پیری برگ‌های مسن تر و غیره یا به حداکثر رساندن جذب آب (از طریق افزایش رشد ریشه) باشد. در طی این مکانیزم گیاه با تنظیم پتانسیل اسمزی سلول‌های خود که از طریق تولید اسیدهای آلی یا جذب مواد معدنی از خاک صورت می‌گیرد، پتانسیل خود را همواره مثبت حفظ کرده و مانع از کاهش رشد و صدمات بعدی از آن می‌شود. تنظیم اسمزی به بازماندن روزنه‌ها و تحقق فتوسنتز و جذب آب بیشتر از خاک، کمک می‌کند (میرمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴).

۳- تحمل خشکی به ظرفیت نسبی نگهداری یا حفظ فرآیندهای حیاتی گیاه در یک مکان با کمبود آب گفته می‌شود. این مورد در بعضی مواقع به عنوان دومین خط دفاعی بعد از اجتناب از خشکی به حساب می‌آید. تحمل به پتانسیل پایین آب (حفظ فرآیندهای حیاتی گیاه در شرایط کمبود آب و یا بازیافت وضعیت آب گیاه و عمل آن پس از تنش) ممکن است ناشی از تنظیم اسمزی یا به علت وجود دیواره‌های سلولی سخت یا سلول‌های کوچک باشد. این عمل از طریق کاهش تنفس و یا جذب آب از سلول‌های اپیدرمی مجاور و باز نگه داشتن سلول‌های روزنه جهت ادامه فتوسنتز صورت می‌گیرد.

۲-۸- پرایمینگ بذر

پرایمینگ بذر عبارت است از آبنوشی کنترل شده پیش از کاشت بذر و به دنبال آن پسابیدگی بذر است، یک شیوه معمول برای افزایش سرعت و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن تحت شرایط تنش و غیر تنش می‌باشد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۶). 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 فولاد، ۲۰۰۶). این تکنیک شامل فرآیندهایی است که طی آن بذر آب جذب کرده و پس از خشک کردن بذور، آن ها 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 می باشد. 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 فولاد، ۲۰۰۶). تکنیک پرایمینگ بذر را می توان شامل تیمارهایی با تأثیر بر وضعیت متابولیکی، بیوشیمیایی و آنزیمی بذر در راستای ایفای بهتر وظایف زیستی خود که در رأس آنها جوانه زنی و استقرار گیاه است، دانست (بهارى و همکاران، ۲۰۱۵).

۲-۸-۱- انواع روش های پرایمینگ

تیمارهای گوناگون پری هیدراسیون و پرایمینگ برای افزایش سرعت و یکنواختی جوانه زنی بذر بکار می روند. انواع روش های متداول پرایمینگ بذرها عبارتند از: هیدروپرایمینگ (جذب آب توسط بذر)، هالوپرایمینگ (استفاده از محلول های نمکی)، اسموپرایمینگ (جذب آب توسط بذر در محلول های اسمزی مانند پلی اتیلن گلیکول)، ماتریک پرایمینگ (جذب آب توسط ماتریکس جامد)، ترموپرایمینگ (تیمار بذر با دمای بالا و یا پایین)، پرایمینگ با هورمون های رشد گیاه، بیوپرایمینگ و درامپرایمینگ (عباس دخت، ۱۳۹۵). هر روش دارای نقاط قوت و وضعی است و بسته به نوع گیاه، مراحل رشد گیاه، غلظت، مقدار عامل پرایم و مدت نگهداری بذور در محلول، تاثیرات مختلفی دارد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵).

در روش پرایمینگ، بذرها در مدت زمان مشخصی (طی دو مرحله از سه مرحله جوانه‌زنی) در محلول‌های ذکر شده قرار می‌گیرند و قبل از خروج جوانه از بذر از محلول خارج و مدت زمان مشخصی (معمولاً ۲۴ ساعت در دمای ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده می‌شوند تا خشک شوند که به این بذر، بذر پرایم شده گویند (کوآر و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۸-۲- هیدروپرایمینگ^۱

در اکثر مناطق تنش‌های زنده و غیر زنده باعث جوانه‌زنی ضعیف و استقرار نامطلوب گیاهچه می‌گردد به عنوان مثال تنش‌های محیطی باعث ایجاد اختلال در فرایند جوانه‌زنی و استقرار نامناسب گیاهچه می‌شوند اما جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذرها می‌تواند باعث رویش و تولید ریشه‌های عمیق گردد که در این حالت محصول خوبی به دست می‌آید. هر عاملی که باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شود در تولید محصول خوب موثر است. یکی از روش‌های کم هزینه که به عنوان پرایمینگ بذر در مزرعه توسط هریس (۱۹۹۶) پیشنهاد شد، شامل خیساندن بذر در آب قبل از کشت می‌باشد که این پیش تیمار تحت عنوان هیدروپرایمینگ معروف است و این امکان را به بذر می‌دهد که آب جذب نماید و وارد مرحله اول جوانه‌زنی گردد که در آن فعالیت‌های متابولیکی پیش از جوانه‌زنی صورت می‌پذیرد در حالیکه مانع از فاز دوم جوانه‌زنی می‌گردد (پیل و نکر، ۲۰۰۱). اگرچه خیساندن بذر در آب ساده ترین روش هیدراسیون است ولی این روش باعث هیدراسیون غیر طبیعی و جوانه زنی غیر یکنواخت می‌شود (پیل و نکر، ۲۰۰۱). سوزوکی و خان (۲۰۰۱) بیان کردند که خیساندن بذر برای برخی از گونه‌های گیاهی مطلوب نمی‌باشد، زیرا هیدراسیون سریع ممکن است باعث خروج مواد غذایی ضروری از بذر گشته و در نهایت موجب آسیب به بذر گردد. برای اینکه هیدراسیون مناسب در بذر صورت بگیرد روش‌های متعددی پیشنهاد شده است یکی از این روش‌ها مرطوب نمودن بذر می‌باشد که نوعی تیمار محسوب می‌شود که بذر در شرایط رطوبت بالا به تعادل می‌رسد. روش دیگر هیدراسیون پیش از کاشت بذر، هیدراسیون توأم با هوادهی می‌باشد که در آن بذر در

^۱ - Hydropriming

ستونی از آب هوا داده می‌شود تا به محتوای رطوبتی نزدیک مقدار مورد نیاز برای خروج ریشه‌چه برسد (تورنتن و پاول، ۱۹۹۵).

۲-۸-۳- پرایمینگ با استفاده از هورمون‌های رشد گیاهی

مطالعات نشان داده است که خیساندن بذر با غلظت مناسبی از هورمون‌های رشد گیاه، تأثیر مثبتی بر جوانه زنی، رشد و عملکرد گونه‌های مختلف گیاهی در شرایط نرمال و تنش دارد (دارا و همکاران، ۱۹۷۳؛ هورلی و همکاران، ۱۹۹۱؛ لی و همکاران، ۱۹۹۸؛ انصاری و همکاران، ۲۰۱۲؛ بهاری و همکاران، ۲۰۱۵). هورمون‌های گیاهی که به عنوان عامل پرایمینگ استفاده می‌شود عبارت‌اند از: اکسین‌ها (NAA, IBA, IAA)، جیبرلین‌ها (GA)، کینتین‌ها، اسید آبسزیک، پلی آمین‌ها، اتیلن، براسینوئید و سالیسیلیک اسید.

جیبرلیک اسید از مهمترین هورمون‌های رشد گیاهی می‌باشد که بیشترین نقش را در کنترل و تسهیل جوانه زنی بذر دارند. سنتز و آزادسازی هورمون جیبرلیک اسید در بذر باعث شکسته شدن نشاسته بذر و تبدیل آن به مواد قابل استفاده‌ی جنین می‌شود و جوانه زنی آغاز می‌گردد که پیش تیمار کردن بذر با هورمون‌های رشد گیاهی، نه تنها جوانه‌زنی و سبز شدن را افزایش می‌دهد، بلکه رشد و عملکرد نهایی گیاه را نیز تحت شرایط نرمال و تنش افزایش می‌دهد (لیپوا و همکاران، ۲۰۱۱؛ محمودی و همکاران، ۲۰۱۲).

اسید سالیسیلیک یکی از ترکیباتی است که در آزمایش‌ها باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های زنده و غیر زنده شده است این تنش‌ها شامل تنش‌های دمایی (کانگ و سالتویت، ۲۰۰۲؛ تاسگین و همکاران، ۲۰۰۳) و خشکی (سینگ و پوشا، ۲۰۰۳) می‌باشد.

ویتامین C (اسید آسکوربیک) یکی از مهمترین آنتی اکسیدانت‌ها می‌باشد که در گیاهان وجود دارد و همچنین به عنوان یک کوفاکتور مهم برای برخی آنزیم‌ها یا ترکیبات پروتئینی دخیل در تنظیمات فتوسنتزی عمل می‌کند. با این وجود اطلاعات دقیقی در مورد نحوه تغییرات به وجود آمده در بقایای فتوسنتزی توسط آن

موجود نمی‌باشد. برطبق مطالعات انجام شده دانشمندان دریافته‌اند که پرایمینگ با آسکوربیک اسید نیز همانند پرایم هورمونی بر فرایند رشد و نمو گیاهان موثر می‌باشد (انصاری و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۹- فواید پرایمینگ

۲-۹-۱- بهبود تغذیه گیاهان زراعی

در آزمایشات اولیه‌ای که توسط رشید و همکاران (۲۰۰۲) صورت پذیرفت، پرایمینگ بذور گندم با محلول رقیق سولفات روی که حاوی ۰/۴٪ روی بود، باعث بهبود استقرار گیاهچه‌ها 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 بذور با محلول رقیق فسفات ممکن است به جذب بهتر فسفر توسط گندم کمک کند.

۲-۹-۲- افزایش جوانه زنی و سبز شدن و یکنواختی در سبز شدن

پرایمینگ بذور باعث جوانه زنی سریع بذور در زمان آبیگری 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).

۲-۹-۳- 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، ۲۰۰۱).

۲-۹-۴- بهبود عملکرد در شرایط نامطلوب

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.

۲-۹-۵- اثر پرایمینگ بر خصوصیات رویشی

کایا و همکاران، (۲۰۰۶) (به نقل از صادقی، ۲۰۱۲) گزارش کردند که پرایمینگ بذرهای سورگوم و آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی، شوری و سرما باعث بهبود جوانه‌زنی و افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌گردد. انصاری و همکاران (۲۰۱۲) با تیمار هیدروپرایم و اسموپرایم بذرهای چاودار کوهی تحت تنش خشکی دریافتند که بین روش‌های مختلف پرایمینگ تفاوت معنی‌داری وجود دارد و درصد جوانه‌زنی به طور قابل توجهی افزایش یافت. به نقل از مکی زاده تفتی و همکاران، (۱۳۹۰) تأثیر پرایمینگ را روی جوانه‌زنی گونه‌های مختلف کاج در شرایط تنش خشکی بررسی کردند. بذرهای پتانسیل صفر تا ۸- بار پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در طول مدت ۲۸ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد پرایم شدند و نتایج نشان داد که عمل پرایمینگ منجر به افزایش تحمل به تنش خشکی می‌شود.

در خصوص هیدروپرایمینگ بذرهای، مرادی و همکاران (۲۰۰۸) بذرهای سویا را به مدت ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت با آب تیمار کردند که در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری را مشاهده کردند بطوری که در هیدرو پرایم بذر به

مدت ۳۶ ساعت بیشترین درصد جوانه زنی مشاهده شد. محمودی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود تأثیر پرایم هورمونی را بر روی جوانه زنی و رشد گیاهچه کاهو بررسی کردند و سپس گزارش دادند که بین غلظت‌های مختلف GA3 از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

در مطالعه ای که بر روی گیاهچه‌های لوبیا و ذرت انجام گرفت سالیسیلیک اسید در غلظت‌های ۵۰ ppm، ۲۵۰ و ۱۰۰۰ بر روی ریشه و برگ بکار رفت و موجب افزایش در وزن تر و خشک و کاهش تعرق در غلظت‌های بالاتر شد (کانکسل و منزورگلو، ۲۰۰۲). کارایی سالیسیلیک در القاء مقاومت به تنش وابسته به گونه گیاهی و غلظت هورمون می‌باشد (واسیم و همکاران، ۲۰۰۶).

فاروق و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که پرایمینگ بذر ذرت هیبرید با سالیسیلیک اسید چه در شرایط نرمال و چه در شرایط تنش دمای پایین ظهور گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه را افزایش داد. ترکیلماز (۲۰۱۲) در مطالعه خود اشاره کرد که هورمون‌های سالیسیلیک اسید و جیبرلیک اسید به عنوان تنظیم کننده رشد در متابولیسم گیاه عمل می‌کنند و در تنش‌های زنده و غیر زنده نقش مؤثری دارند.

در مطالعه تأثیر پرایمینگ بذر با آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید و هیدروژن پراکسیداز بر روی ظهور گیاهچه، ویگور بذر و فعالیت آنتی اکسیدانت بر روی بذرهای ذرت در شرایط دمای پایین اثر معنی‌داری مشاهده شد بطوری که تأثیر سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید تقریباً مشابه بود و زمانی که بذر با ۴۰ میلی گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید تیمار شده بود بیشترین درصد ظهور گیاهچه را نسبت به بذرهای شاهد نشان داده بود. در خصوص شاخص ظهور گیاهچه نیز نتایج نشان داد که تیمار پرایم با سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید تأثیر معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشتند بطوری که اثر سالیسیلیک اسید مشابه اثر آسکوربیک اسید بود همچنین تأثیر آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید بر روی وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه نیز معنی‌دار بود (ایجاز احمد و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۹-۶- اثر پرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیک

دمیرکایا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند پرایمینگ بذر می‌تواند تحت شرایط تنش‌های محیطی سبب بهبود روند واکنش‌های فیزیولوژیکی در بذر شده و در نتیجه مقاومت به تنش‌های محیطی در این بذور را به طور قابل ملاحظه‌ای ارتقاء دهد.

هورمون‌های گیاهی به عنوان یک ابزار قوی و پایدار در کاهش اثر نامطلوب تنش‌های زنده و غیر زنده در گیاهان شناخته شده‌اند. اسید سالیسیلیک یا اسید اورتو هیدروکسی بنزوئیک از ترکیبات فنلی است که در تعداد زیادی از گیاهان به وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود و به عنوان ماده‌ای شبه هورمونی، نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند (خان و همکاران، ۲۰۱۵).

اسید سالیسیلیک ویژگی‌های فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاهان را تنظیم و عوارض جانبی تنش را کاهش داده و می‌تواند اثر نامطلوب تنش را بهبود بخشد (یاواس و یونای، ۲۰۱۶). اسید سالیسیلیک نقش محوری در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف مانند رشد و نمو گیاه، جذب یون‌ها، فتوسنتز و جوانه‌زنی، رسیدگی و پاسخ‌های دفاعی ایفا می‌کند (میورا و تادا، ۲۰۱۴).

رحیمی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تأثیر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک رقم گلدشت گلرنگ در شرایط تنش شوری گزارش دادند که با ایجاد تنش خصوصیات فیزیولوژی با محدودیت زیادی مواجه شدند و تیمارهای پرایمینگ با کلرید سدیم، نترات کلسیم و هیدروپرایمینگ منجر به افزایش خصوصیات فیزیولوژی از جمله کلرفیل، شاخص سطح برگ، سرعت رشد و سرعت جذب خالص گردیدند.

۲-۹-۷- تأثیر پرایم بر عملکرد و اجزاء عملکرد

کاربرد پیش تیمار اسموپرایمینگ بر گندم (رقم الوند) در مناطق سردسیر به ویژه در کشت دیر هنگام اثر قابل توجهی بر سرعت و درصد استقرار گیاهچه و در نهایت بر عملکرد داشت. به گونه‌ای که سبب افزایش تعداد سنبله در متر مربع، سرعت و درصد ظهور گیاهچه و سرعت گل‌دهی و در نهایت افزایش عملکرد در هکتار شد (ابوطالبیان

و همکاران، ۱۳۸۷). استفاده از پیش تیمار به واسطه استقرار گیاه، توسعه سریعتر کانوپی و تسریع در مراحل نموی سبب افزایش طول دوره رشد و در نهایت افزایش ۸/۵ درصدی عملکرد دانه در گیاه نخود گردید (غلامی‌زالی و همکاران، ۱۳۹۵). بر اساس نتایجی که از بررسی حاجیخانی و همکاران (۱۳۹۰) بدست آمد استفاده از پیش تیمارهای اعمال شده اثر مثبتی بر عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا چیتی نشان نداد. حمزه ئی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثر پرایمینگ بر ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند بیان داشتند که بیشترین عملکرد ریشه، قند ناخالص و قند خالص مربوط به بذوری بود که عمل پرایم بر روی آن انجام شد.

کائور و همکاران (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که آنزیم‌های متابولیسم ساکاروز نقش مهمی در افزایش عملکرد محصول نخود حاصل از بذره‌های پرایم شده دارد. همچنین حاجیخانی و همکاران (۱۳۹۰)، نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تأثیر پرایمینگ بر روی وزن بذر و میزان عملکرد معنی دار بوده است. شکاری و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه خود بر روی لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی گزارش کردند که پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته است. در پژوهشی مشاهده شد که کاربرد سالیسیلیک اسید سبب بهبود رشد و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ماش تحت تنش خشکی شد (نیزهد و همکاران، ۲۰۱۴). سپهری و همکاران (۱۳۹۴) در آزمایشی اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک را بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز بررسی نمودند و نتیجه گرفتند تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر ارتفاع ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه لوبیا داشت، به طوریکه اعمال تنش سبب کاهش عملکرد شد ولی کاربرد سالیسیلیک اسید سبب بهبود رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های قرمز، لوبیا قرمز شد.

رجبی و همکاران (۱۳۹۱) واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم به اسید سالیسیلیک را بررسی و نتایج نشان داد که اثر اسید سالیسیلیک بر صفات تعداد غلاف در بوته، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی دار بود و باعث افزایش این شاخص‌ها شد.

۲-۹-۸- اثر پرایمینگ بر خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌ها

در بذر برخی گونه‌های گیاهی آنزیم‌های پروتئولیتیکی تریپسین شکل، که در جریان نمو بذر تولید می‌شوند، نقش مهمی را در جریان جوانه‌زنی ایفا می‌کنند. اما فعالیت چنین آنزیم‌هایی غالباً توسط بازدارنده‌های تریپسین متوقف می‌گردد. که این بازدارنده‌ها در بذر وجود دارند و در جریان جوانه‌زنی، نقش تنظیم کننده را در حرکت پروتئین‌ها ایفا می‌نمایند (بیولی و بلک، ۱۹۹۴). اما پرایمینگ فعالیت بازدارنده‌ی این گونه آنزیم‌ها را کاهش می‌دهد و جوانه‌زنی را بیشتر می‌کند. به عنوان مثال، در سورگوم بذر خیسانده شده در آب مقطر یا محلول نمک فعالیت بازدارنده‌ی تریپسین و کیمو تریپسین را کاهش می‌دهد (مولیمانی و وادیراج، ۱۹۹۴).

احمد پور دهکردی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل خشکی و پرایمینگ بر پروتئین، آنزیم‌های آنتی اکسیدان، پرولین و مالون دی‌آلدئید سیاهدانه در سطوح مختلف تنش خشکی گزارش دادند که تیمار سالیسیلیک اسید و هیدرو پرایمینگ باعث کاهش مالون دی‌آلدئید، افزایش پرولین، افزایش پروتئین محلول و همچنین منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز گردیدند. در شرایط تنش خشکی، تیمار اسید سالیسیلیک احتمالاً فعالیت نیترا ردوکتاز را محافظت می‌کند و محتوای پروتئین و نیتروژن برگ را در سطحی برابر با گیاهچه‌هایی که در شرایط آب کافی بودند، نگه می‌دارد (سناراتنا و همکاران، ۲۰۰۳). پرایمینگ بذر گندم با اسید سالیسیلیک سبب کاهش محتوای مالون دی‌آلدئید در بذرهای تنش دیده، شد (دولت آبادیان و همکاران، ۲۰۰۸).

گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پرایم شده *Cucomin melon* در مقایسه با گیاهچه‌های رشد یافته از بذرهای پرایم نشده، فعالیت کاتالاز بیشتری را نشان دادند (فرهودی و همکاران، ۲۰۱۱).

دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت تحت تنش‌ها در اثر پرایمینگ، می‌تواند در اثر ساخت DNA در جنین در مدت پرایمینگ و در غیاب سلول‌های تقسیم شونده و به دنبال آن افزایش سرعت سنتز DNA در

بافت جنین باشد، افزایش در سرعت سنتز پروتئین و DNA در بذره‌های پرایم شده تنها بعد از ۶ تا ۱۲ ساعت پس از اعمال پرایمینگ گزارش شده است (برای و همکاران، ۱۹۸۹).

نتایج اشرفی و رزمجو (۲۰۱۰) نشان داد که محتوای پرولین در قسمت‌های رویشی گلرنگ در بذور هیدروپرایم شده تحت شرایط تنش و غیر تنش، افزایش یافت. بیشترین میزان پرولین در بذور هیدروپرایم شده ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ مشاهده شد، بنابراین افزایش تجمع پرولین در گیاهان تیمار شده باعث رشد بهتر این گیاهان می‌شود، احتمالاً تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در طی چرخه نمو گیاه باعث این تغییرات می‌شوند (کوار و همکاران، ۲۰۰۰) که این تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی و فعالیت‌های متابولیکی باعث افزایش مقدار پرولین، کاروتنوئید و محتوای کلروفیل در گیاهان هیدروپرایم شده می‌گردد (اشرفی و رزمجو، ۲۰۱۰).

۲-۱۰- هیدروژل سوپر جاذب

۲-۱۰-۱- اهمیت سوپر جاذب

آب عنصری حیاتی است که کمبود آن در مناطق خشک و نیمه خشک گسترش کشت در اراضی مستعد را با محدودیت مواجه می‌سازد. مقادیر زیادی از آب باران و آب آبیاری از طریق نفوذ عمقی و تبخیر به هدر می‌روند و مواد غذایی خاک در محدوده ریشه نیز با آب شسته می‌شوند و به اعماق می‌روند که این مسئله باعث ضعیف یا نابود شدن گیاه می‌شود. پتانسیل آبی پایین که به واسطه رطوبت پایین خاک ایجاد می‌شود، از جمله محدودیت‌های اصلی تولید در اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی است که عامل تضرر اقتصادی در بسیاری از مناطق است. این محدودیت و مشکل در گذشته با آبیاری مرتفع می‌گردید، که انجام آن در حال حاضر بار مالی هنگفتی را به سیستم اقتصادی تحمیل می‌نماید (وو و کاسگرو، ۲۰۰۰). اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبت و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب است. رسیدن به کشاورزی پایدار نیازمند استفاده بهینه از منابع آب موجود است. میزان محصول، که مهم‌ترین هدف کشاورزی آبی است، تا حد زیادی تابع حجم

آب مصرفی است و عدم کاهش معنی‌دار آن در نتیجه اعمال تنش رطوبتی، حائز اهمیت بسیار است (رزاقی و همکاران، ۱۳۹۲). امروزه از جمله راهکارهای افزایش راندمان آبیاری در پروژه‌های مختلف بخش کشاورزی و به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده و بهره‌گیری مناسب از مواد جاذب رطوبت می‌باشد (صادق زاده، ۱۳۷۷). یکی از روشهای جدید در علم آب و خاک استفاده از مواد سوپرجاذب رطوبت به عنوان مخزن ذخیره، جلوگیری از اتلاف و افزایش راندمان آب آبیاری است (عابدی کوپایی و سهراب، ۱۳۸۳؛ اله دادی و همکاران، ۱۳۸۴). سوپرجاذب‌ها یا هیدروژل‌ها، شبکه‌های پلیمری آبدوست هستند که پس از جذب آب و تورم، شکل هندسی خود را حفظ کرده و در زمان نیاز گیاه، منقبض شده و آب و املاح کودی خود را در اختیار ریشه قرار می‌دهند (الهادی و واناس، ۲۰۰۶).

۲-۱۰-۲- تاریخچه استفاده سوپرجاذب

کاربرد ماده جاذب رطوبت در کشورهای آمریکا، آلمان، استرالیا و ژاپن دارای قدمت زیادی است (بهبهانی و همکاران، ۱۳۸۸). شروع تحقیقات علمی روی این مواد، مربوط به دهه ۱۹۸۰ میلادی است. پس از شناخت تأثیر پلیمرهای سوپر جاذب بر روی خصوصیات خاک و رشد گیاهان تولید تجاری و انبوه آن در برخی کشورها از اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ آغاز گردیده و حدود سال ۲۰۰۰ میلادی اغلب کشورها به خصوص مناطق خشک نظیر آفریقا، خاورمیانه و برخی مناطق خاور دور نسبت به آن شناخت بیشتری پیدا نمودند، زیرا در این مناطق آب به عنوان یک عامل کلیدی محدود کننده برای تولید غذا محسوب می‌شود (اعوانی، ۱۳۹۳). کاربرد هیدروژل سوپر جاذب برای افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، سال‌هاست که در دنیا در سطح تجاری مورد استفاده قرار گرفته است. در ایران نیز به تازگی توسط برخی محققین، در این زمینه تحقیقاتی صورت گرفته (سالار و همکاران، ۱۳۸۴؛ طلایی و اسدزاده، ۱۳۸۴؛ موسوی نیا و عطاپور، ۱۳۸۴).

۲-۱۰-۳- معرفی سوپرجاذب

ژل‌ها شبکه‌های پلیمری هستند که قادر به نگهداری حلال در ساختمان خود می‌باشند. ژل‌ها از نظر کشسانی نرم و از نظر اسمزی بسیار فعال هستند. وزن مولکولی بالا در حد بی نهایت و وجود اتصالات عرضی از خصوصیات

این دسته از مواد است. این اتصالات عرضی شبکه سه بعدی ایجاد می‌کند که غیر قابل حل در آب می‌باشد (ویشترل، ۱۹۷۱).

اصطلاح هیدروژل در مورد ژل‌ها هنگامی به کار می‌رود که حلال درون شبکه ژل، آب یا محلول‌های آبی باشد. شکل ظاهری و متداول سوپرجاذب‌ها به صورت پودر یا دانه‌ای سفید و شکر مانند است (کبیری و ظهوریان، ۱۳۸۵). پلیمرهای سوپرجاذب (ابرجاذب و فراجاذب) از جنس هیدروکربن هستند. این مواد چندین برابر وزن خود آب را جذب، نگهداری و در اثر خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه می‌شود و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند (گرین و همکاران، ۲۰۰۴؛ مونینگ، ۲۰۰۵؛ وو و همکاران، ۲۰۰۸؛ ویدیاستیوتی و همکاران، ۲۰۰۸). پلیمرها از واحدهای کوچک تکرار شونده (مونومر) که توسط اتصال به یکدیگر تشکیل زنجیره‌های بزرگ می‌دهند، به وجود آمده و شامل انواع کاتیونی، آنیونی و خنثی می‌باشند. نوع آنیونی این پلیمرها در کشاورزی با داشتن بار منفی مورد استفاده قرار می‌گیرد (عابدی کوپایی و اسد کاظمی، ۲۰۰۶). ذرت هیدروژل سوپر جاذب تا رسیدن به حجم تعادلی خود متورم شده و به دلیل داشتن اتصالات عرضی در شبکه پلیمری خود، تورم باعث انحلال آن نمی‌شود. بر خلاف مواد اسفنجی که جذب آب در آنها فیزیکی است، جذب آب در پلیمرها به صورت شیمیایی است و به همین دلیل پلیمرها حتی تحت فشار هم آب را به مدت طولانی‌تری حفظ می‌کنند (عابدی کوپایی و اسد کاظمی، ۲۰۰۶). این مواد با افزایش جذب و نگهداری آب در خاک، ذخیره عناصر نیتروژن، فسفر، گوگرد و کاتیون‌های تبادلی و همچنین افزایش تهویه از طریق بهبود ساختمان خاک سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (نظری و همکاران، ۱۳۹۴). لازم به ذکر است که تأثیر هیدروژل‌ها بر عملکرد گیاهان، احتمالاً تحت تأثیر میزان مصرف آن، نوع محصول و ویژگی‌های خاک قرار می‌گیرد (الحربی و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین این ترکیبات بدون ضایعات سمی بوده و بدون اینکه برای محیط زیست، محصولات زراعی، خاک‌ها و آب‌های زیرزمینی خطری داشته باشند، به مواد آلی خاک افزوده شده و چندین سال در خاک دوام می‌آورند (اله دادی و همکاران، ۱۳۸۴).

۲-۱۰-۴- انواع پلیمرهای جاذب رطوبت و موارد کاربرد

پلیمرهای جاذب رطوبت انواع مختلفی داشته و از نظر شیمیایی در سه دسته کوپلیمرهای نشاسته اکریلات^۱، پلی اکریل امیدها^۲ و پلی وینیل الکلها^۳ دسته‌بندی می‌شوند (جانسون و لیا، ۱۹۹۰). این پلیمرها ماهیت آب دوست داشته، ولی به علت ساختار شبکه‌ای، بدون آن که در آب حل شوند، مقادیر زیادی از آب و محلول‌هایی نظیر خون، سرم و ادرار را تا ده‌ها و گاهی هزاران برابر وزن خود جذب کرده و متورم می‌شوند و در عین حال شکل اولیه خود را حفظ می‌کنند (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۲).

کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب، روشی برای بهبود آبیاری برای مناطق خشک است که این روش به تنهایی و یا در کنار سایر روش‌های نوین آبیاری، می‌تواند ایران را از فجایع خشکسالی و زیست محیطی و همچنین از وابستگی غذایی برهاند و انقلابی در کشاورزی و اقتصاد ایجاد نماید. از جمله برتری‌های کاربرد هیدروژل‌ها، بستن کانال‌های اتلاف آب از لایه‌های خاک است که همان اتلاف در اثر جریان ثقلی و تبخیر فیزیکی آب می‌باشد. تمامی این اثرات موجودی آب خاک را افزایش داده و به دنبال آن رشد گیاه بهبود می‌یابد (اله دادی و همکاران، ۱۳۸۴).

هیدروژل‌های سوپرجاذب پلیمرهایی به شدت آبدوست هستند که ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب، در موقع نیاز ریشه، به راحتی آب و مواد غذایی محلول در خود را در اختیار ریشه گیاه قرار می‌دهند. همچنین پلیمرهای سوپرجاذب ضمن بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های سبک، می‌توانند مشکل نفوذپذیری خاک‌های سنگین و مشکل آبشویی کودها را نیز بهبود دهند (عسگری و همکاران، ۱۳۷۳).

سوپرجاذب‌ها از آن جا که با جذب سریع آب به میزان صدها برابر وزن خود، به ژلی با دوام زیاد تبدیل می‌شوند، در کشاورزی، فضای سبز، کنترل فرسایش خاک و کویرزدایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. جذب سریع آب

^۱ - Starch-acrilate copolymers

^۲ - Polyacrilamids (PAMs)

^۳ - Polyvinilalcohols

و حفظ آن به وسیله سوپر جاذب ها، بازده جذب آب ناشی از بارندگی های پراکنده را بالا برده، در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را افزایش می دهند (اله دادی، ۱۳۸۱).

۲-۱۰-۵- کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب در بخش کشاورزی

در کشاورزی از پلیمرهای سوپر جاذب به عنوان یک ماده افزودنی به خاک، به عنوان مخزن عناصر غذایی و نیز به عنوان ابرجاذب آب در خاک استفاده می شود. خواص این مواد وابسته به عوامل زیادی از جمله خصوصیات ترکیبی و شیمیایی آنها، بافت خاک، گونه گیاهی و نیز عوامل محیطی است. پلیمرهای سوپر جاذب از نوع پلی اکریل آمید جزء این دسته از مواد بوده که به عنوان جاذب آب در افزایش ظرفیت نگهداری و جذب آب در خاک مورد استفاده قرار می گیرند و این خصوصیت برای مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی اهمیت بسزایی دارد (چانزوپلوس و همکاران، ۲۰۰۰). هدف اصلی از افزودن پلیمرهای سوپر جاذب به خاک، بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک است. گزارش هاترمن و همکاران (۱۹۹۹) نشان می دهد که افزودن پلیمرهای سوپر جاذب به یک خاک شنی موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب می گردد. این پلیمرها ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب به مثابه آب انبارهای مینیاتوری عمل کرده و در هنگام نیاز ریشه، به راحتی آب را در اختیار گیاه قرار می دهند. مقدار آبی که در خاک ذخیره می شود به ظرفیت نگهداری رطوبت بستگی دارد. جذب سریع آب و حفظ آن، بازده ناشی از بارندگی های پراکنده را نیز بالا برده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را نیز افزایش می دهد. مقدار این افزایش بسته به شرایط فیزیکی خاک، آب و هوا و میزان مصرف سوپر جاذب در خاک، متفاوت است. علاوه بر نگهداری آب، سوپر جاذب ها به علت تغییر حجم مداوم، میزان هوا را در خاک افزایش می دهند (کبیری، ۱۳۸۱). مزایای مصرف پلیمرها در کشاورزی را می توان به شرح زیر خلاصه نمود:

۱. صرفه جویی در مصرف آب

۲. کاهش دفعات آبیاری و جلوگیری از هدر رفتن آب به صورت هرز آب

۳. جلوگیری از شسته شدن و خارج شدن مواد غذایی از خاک (دارابی، ۱۳۹۱).

۲-۱۰-۶- نحوه عملکرد هیدروژل های سوپر جاذب آب

در هنگام آبیاری و یا بارندگی هیدروژل ها آب را جذب و در خود ذخیره می کنند. در هنگام نیاز ریشه بر اساس فشار اسمزی، آبی که از قبل در این ژل ذخیره شده است در اختیار گیاه قرار می گیرد. بنابراین ریشه گیاه هر چقدر به آب نیاز داشته باشد از قسمت هایی از خاک که رطوبت بیشتری دارد، جذب می کند. لذا سوپرجاذب ها با تاثیر بر عوامل مختلف موجب بهبود رشد گیاه می شوند (ابیو و همکاران، ۱۹۸۹).

۲-۱۰-۷- تاثیر پلیمر سوپرجاذب بر خصوصیات خاک

پلیمرهای آب دوست می توانند خصوصیات خاک را تغییر دهند. این توانایی به این جهت است که آنها می توانند چندین برابر وزن خود آب جذب کنند. سوپرجاذب ها می توانند نفوذپذیری، چگالی، ساختمان خاک، فشردگی و مقدار تبخیر آب از سطح خاک را تحت تاثیر قرار دهند (شاینبرگ و لوی، ۱۹۹۶). هدف اصلی از افزودن سوپرجاذب ها به خاک افزایش توانایی نگهداری آب در خاک است. خاک ها می توانند یک لایه تقریباً آبگریز خشک تشکیل دهند که بر اثر کمبود شدید بارندگی در برخی نقاط به وجود می آید. در نتیجه میزان روان آب تولیدی در اثر بارندگی، بیشتر از نفوذ آب در پروفیل خاک خواهد شد (موخازای و همکاران، ۱۹۹۴). این لایه غیر قابل نفوذ وقتی به وجود می آید که خاکدانه ها بر اثر ضربان باران از بین می روند و به ذرات کوچکی تبدیل می شوند که باعث کاهش مقدار نفوذ آب در خاک می گردد (واخبا، ۱۹۸۱).

اضافه کردن سوپرجاذب باعث افزایش نفوذ آب در خاک و کاهش روان آب می گردد و این اثر در پی افزایش استحکام خاکدانه ها و افزایش مقاومت آنها در برابر ضربات دانه های باران به وجود می آید (جانسون و هومل، ۱۹۸۵). استفاده از پلیمرهای آب دوست امکانی را به وجود آورده تا بتوان به صورت بالقوه زمین های کشاورزی از بین رفته را اصلاح و مرمت نمود (اسپکت، ۲۰۰۰).

۲-۱۰-۸- تأثیر پلیمرهای سوپر جاذب و تنش خشکی بر رشد گیاهان

برنامه‌های آبیاری در مصرف پلیمر در خاک، به خصوص خاک‌های شنی می‌تواند با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و کاهش شوری خاک باعث موفقیت در مناطق خشک و نیمه خشک شود و میزان آب قابل استفاده گیاه را افزایش دهد که این تأثیر باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود. پلیمرهای سوپر جاذب با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹) بهبود دانه بندی و ساختمان خاک و نیز افزایش قابلیت ثبات خاکدانه‌ها و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاه زراعی به خصوص در شرایط تنش خشکی فراهم می‌کند. شهریاری و همکاران (۱۳۸۹) بیان داشت با استفاده از پلیمرهای فراجاذب آب در خاک، نوسانات میزان رطوبت در محیط ریشه کاهش چشم‌گیر یافته و در نتیجه تنش وارده به گیاه در بین بارندگی‌های مؤثر در مناطق خشک و نیمه خشک که گیاه متکی به نزولات آسمانی است، کاهش می‌یابد. نتایج تحقیقات شهریاری و همکاران (۱۳۸۹) بر روی گیاه قره‌داغ^۱ نشان داد، افزایش پلیمر در خاک طول ساقه و ریشه را افزایش داد ولی تأثیری در وزن خشک و تر در گیاه قره‌داغ نداشت. نتایج تحقیقات شیخ مرادی (۱۳۹۰) بر روی چمن اسپورت نشان داد سوپر جاذب موجب افزایش ارتفاع شاخه، کلروفیل $a + b$ شد ولیکن وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، وزن خشک شاخه، وزن تر شاخه و عمق توسعه ریشه و وزن خشک شاخه معنی دار نشد.

عیاباف و همکاران (۱۳۹۱)، در ارتباط با نقش پلیمر سوپر جاذب و تنش خشکی بر روی گیاه گندم نشان دادند که تنش خشکی و پلیمر سوپر جاذب اثر معنی‌داری بر صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. هم‌چنین اثر متقابل تنش خشکی و پلیمر سوپر جاذب بر صفات مذکور نیز معنی‌دار بود. حضور پلیمر سوپر جاذب در خاک با افزایش ظرفیت نگهداری آب موجب فراهمی رطوبت بیشتر شده و سطح سبز برگ توسعه یافته و در نتیجه فتوسنتز بیشتر شده و منابع فتوسنتزی نیز افزایش پیدا کرده است. تنش در مرحله گل‌دهی موجب کاهش تعداد در سنبله گردید.

^۱ - *Nitraria schoberi*

در بررسی که روی گیاه ذرت دانه‌ای (سینگل گراس) انجام شد نشان داد که تنش خشکی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد را کاهش داد. در مقابل کاربرد سوپر جاذب باعث افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه گردید. با افزایش شدت تنش خشکی از تعداد بلال کاسته شد. بیشترین تعداد دانه در بلال از تیمار عدم تنش و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم سوپر جاذب و کمترین آن از تیمار تنش شدید خشکی و تیمار عدم مصرف سوپر جاذب به دست آمد (سالاری ساردویی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲-۱۰-۹- طول عمر پلیمر سوپر جاذب در خاک

یکی از نگرانی‌های موجود در زمینه بکارگیری هیدروژل‌ها این است که آنها پس از یکبار استفاده تا چه مدت در خاک باقی می‌مانند. اسکاو و الکساندر (۱۹۹۲) آزمایش‌های گسترده‌ای در زمینه طول عمر هیدروژل‌ها در خاک انجام دادند. آنها به این نتیجه دست یافتند که میزان تجزیه بیولوژیکی هیدروژل‌ها به دانه‌بندی خاک، اندازه خاکدانه‌ها، تراکم و میزان میکروارگانیسم‌های موجود در خاک بستگی دارد. آنها دریافتند که میزان تجزیه بیولوژیکی هیدروژل‌ها در خاک با کاهش مقادیر اکسیژن خاک کاهش پیدا می‌کند که این امر به علت کم شدن متابولیسم باکتری‌های موجود در خاک در اثر کمبود اکسیژن اتفاق می‌افتد (رجبی، ۱۳۹۳). اندازه هیدروژل‌های سوپر جاذب نیز بر طول عمر آنها تاثیرگذار می‌باشد و به طور کلی دارای چهار اندازه به شرح زیر می‌باشند:

۱- پودری

۲- کوچک (۱ - ۰/۳ میلی‌متر)

۳- متوسط (۱-۲ میلی‌متر)

۴- بزرگ - (۲-۴ میلی‌متر)

توصیه می‌شود تحت شرایط گلدان یا مزرعه از اندازه‌های بزرگ و متوسط سوپر جاذب استفاده شود تا به این ترتیب مدت زمان بقای آن در خاک افزایش یافته و دیرتر مورد تجزیه میکروبی قرار گیرد (رجبی، ۱۳۹۳).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و مکان انجام آزمایش

به منظور بررسی اثر پرایمینگ و هیدروژل سوپر جاذب بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی این پژوهش در سال ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام به اجرا در آمد.

۳-۲- موقعیت جغرافیایی و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش

مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی شاهرود در منطقه بسطام با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۹۹ متر از سطح دریا واقع شده که از نظر اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک و دارای زمستان سرد است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۵۴ میلی متر، حداقل و حداکثر دمای سالیانه آن به ترتیب ۹/۶- و ۳۹ درجه سانتی گراد می رسد. بر اساس اطلاعات هواشناسی میانگین سالیانه دما در این منطقه ۱۴/۴ درجه سانتی گراد است. بارندگی عمدتاً در فصول پاییز و زمستان و با پراکنش نامنظم رخ می دهد.

۳-۳- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

به منظور تعیین بافت خاک، وضعیت عناصر غذایی N-P-K و تشخیص خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، قبل از انجام عملیات آماده سازی و اجرای طرح، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری در سه نقطه مختلف در هر تکرار نمونه گیری صورت گرفت سپس خاک ها با هم مخلوط شده و نهایتاً یک نمونه یک کیلو گرمی که گویای تمام سطح مزرعه بود به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه نهایی مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج حاصله در جدول زیر نشان داده شده است. مطابق اطلاعات به دست آمده بافت خاک لومی رسی تعیین شد.

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه

عوامل مورد تجزیه	نتیجه آزمون
قابلیت هدایت الکتریکی (EC) (dS/m)	۱/۶۵
اسیدیته خاک (pH)	۷/۷۱
درصد کربن آلی	۰/۲۹
درصد مواد آلی	۰/۳۳
نیتروژن قابل جذب (ppm)	۰/۰۴
فسفر قابل جذب (ppm)	۱۰
پتاسیم قابل جذب (ppm)	۲۲۱
درصد رس	۳۴
درصد لای	۵۰
درصد شن	۱۶

۳-۴- مشخصات طرح آزمایش

آزمایش به صورت اسپلینت پلات فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، دور آبیاری در سه سطح شامل: آبیاری مزرعه هر هفت روز یکبار (آبیاری مطلوب مزرعه)، آبیاری مزرعه هر ۱۰ روز یکبار و آبیاری مزرعه هر ۱۴ روز یکبار بود. فاکتورهای فرعی شامل ۲ سطح استفاده از هیدروژل سوپر جاذب (صفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح پرایمینگ شامل شاهد، هیدروپرایمینگ و هورمون پرایمینگ با اسید سالیسیلیک (۱۰۰ ppm) بود.

۳-۵- مشخصات هیدروژل سوپر جاذب مورد استفاده

سوپر جاذب مورد استفاده در این طرح با قیمت هر کیلوگرم ۸۵۰۰۰۰ ریال از شرکت بلور آب تهیه گردید که مشخصات این پلیمر به شرح ذیل می‌باشد:

رطوبت	۳/۶۵ (درصد)
چگالی توده‌ای متوسط	۰/۷۸ (g/cm ³)
pH محلول آبی	۶-۷
حداکثر پایداری در محیط خاک	۱-۴ (سال)
ظرفیت عملی جذب آب مقطر	۴۸۸ (g/g)
ظرفیت عملی جذب محلول NaCl 1000 mg/kg	۲۴۸ (g/g)
ظرفیت عملی جذب در محیط خاک و در فشار ۲۲۰۰ پاسکال	۱۷۸ (g/g)
زمان رسیدن به ۶۰ درصد حداکثر جذب	۱۶ (دقیقه)

۳-۶- نقشه طرح آزمایشی

در این نقشه A1 آبیاری مطلوب مزرعه (هر ۷ روز یکبار)، A2 آبیاری مزرعه هر ۱۰ روز یکبار و A3 آبیاری مزرعه هر ۱۴ روز یکبار را نشان می‌دهد. B1 استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و B2 بیانگر عدم استفاده از سوپر جاذب می‌باشد. C1 تا C3 بیانگر تیمارهای پرایمینگ هستند که به ترتیب شامل C1 بدون پرایمینگ (شاهد)، C2 هیدروپرایمینگ و C3 هورمون پرایمینگ با سالیسیلیک اسید می‌باشد.

هر ۱۴ روز A3						هر ۱۰ روز A2						هر ۷ روز A1					
B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1
C3	C2	C1	C3	C2	C1	C3	C2	C1	C3	C2	C1	C3	C2	C1	C3	C2	C1

هر ۱۰ روز A2						هر ۷ روز A1						هر ۱۴ روز A3					
B1	B2	B2	B1	B2	B2	B1	B2	B2	B1	B2	B2	B1	B2	B2	B1	B2	B2
C3	C3	C2	C3	C3	C2	C3	C3	C2	C3	C3	C2	C3	C3	C2	C3	C3	C2

هر ۱۰ روز A2						هر ۱۴ روز A3						هر ۷ روز A1					
B2	B1	B2	B2	B1	B2	B2	B1	B2	B2	B1	B2	B2	B1	B2	B2	B1	B2
C3	C2	C2	C3	C2	C2	C3	C2	C2	C3	C2	C2	C3	C2	C2	C3	C2	C2

۳-۷- مراحل اجرای آزمایش

برای انجام این آزمایش با مساعد شدن شرایط آب و هوایی و گاورو شدن زمین در نیمه اول خرداد ماه ۹۸ آماده سازی زمین صورت گرفت. در ابتدا زمین مورد نظر توسط گاو آهن برگردان دار شخم زده شد. سپس اقدام به تسطیح زمین گردید. در پایان به وسیله فاروئر، جوی و پشته هایی به فاصله ۶۰ سانتی متر ایجاد گردید و سپس جوی های آبیاری تعبیه شدند. مطابق با نقشه طول هر کرت ۵ متر و شامل ۵ خط کاشت به فواصل ۶۰ سانتی متر بین ردیف در نظر گرفته شد. سپس پلیمر سوپرجاذب با توجه به مقادیر مورد نظر در هر کرت، بر اساس ابعاد کرت و تیمارهای آزمایش، محاسبه و در عمق ۳۰-۲۰ سانتی متر ردیف کاشت بصورت نواری به خاک افزوده شد. لازم به ذکر است جهت قرارگیری پلیمر سوپرجاذب در ناحیه گسترش ریشه گیاه، این عمق از سطح پشته در نظر گرفته شد. فاصله بذور روی ردیف ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. در این پژوهش از بذر های بومی منطقه بسطام (لوبیا چشم بلبلی بسطامی) استفاده شد. برای تیمار هیدروپرایمینگ قبل از کاشت، بذرها به مدت ۸ ساعت در داخل آب مقطر که درصد حجمی آن ۵۰ درصد وزن بذرها بود خیسانده شدند. هم چنین برای تیمار هورمون پرایمینگ با سالیسیلیک اسید، بذرها به مدت ۸ ساعت در محلول ۱۰۰ ppm این مواد قرار گرفت و سپس در دمای محیط خشک شدند. بذر های تیمار شده بلافاصله پس از اعمال تیمارها جهت کاشت به مزرعه تحقیقاتی منتقل گردیدند. کاشت بذرها به صورت دستی و طبق نقشه طرح در عمق ۴-۵ سانتی متری صورت گرفت، قابل ذکر است که هیچ گونه کودی قبل از کاشت به زمین داده نشد. عملیات داشت در طی فصل رشد به صورت مداوم انجام پذیرفت و امور مربوط به نمونه برداری نیز همزمان با آن صورت می گرفت. وجین علف های هرز در کل دوره رشد به صورت دستی انجام شد و مزرعه تا پایان دوره رشد عاری از علف های هرز بود. هیچ گونه بیماری و حشره ای که آفت لوبیا باشد در مزرعه مشاهده نشد، بنابراین به مبارزه شیمیایی احتیاجی نبود. آبیاری مزرعه به روش

جوی و پشته انجام گرفت و اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد تا ردیف ها کامل مرطوب شوند. آبیاری بر اساس تیمارهای آزمایشی هر ۷، ۱۰ و ۱۴ روز انجام شد و در نهایت در پایان دوره رشد برداشت به صورت دستی صورت گرفت.

۳-۸- نمونه برداری

پس از اعمال کلیه تیمارها، نمونه برداری ها به روش تخریبی در طول فصل رشد (از ابتدای شهریور ماه تا رسیدن کامل دانه ها، پایان مهر ماه) انجام شد. جهت نمونه برداری، ۵۰ سانتی متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شدند. سپس بوته ها به نحوی انتخاب می شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات پلات مربوطه را نشان دهند. بوته های مورد نظر از سطح خاک و از ناحیه طوقه قطع شدند، و سپس بوته ها جهت اندازه گیری صفات مورد نظر به سه بخش برگ، ساقه و دانه تقسیم گردید و به صورت جداگانه در داخل پاکت شماره دار گذاشته شد و برای ارزیابی به آزمایشگاه منتقل گردید.

۳-۹- اندازه گیری صفات زراعی و مورفولوژی

۳-۹-۱- ارتفاع و قطر ساقه

قطر ساقه اصلی از فاصله ۵ سانتی متری از سطح زمین، با استفاده از کولیس دیجیتالی روی ۵ بوته اندازه گیری شد. سپس میانگین آن محاسبه گردید. ارتفاع ساقه اصلی در هر ۵ بوته با استفاده از خط کش معمولی اندازه گیری شد و سپس میانگین آن ها محاسبه گردید و مورد استفاده قرار گرفت.

۳-۹-۲- وزن خشک

به منظور اندازه گیری وزن خشک بوته ها در زمان گل دهی کامل، ۵ بوته به عنوان نمونه از هر کرت برداشته شد. نمونه های منتقل شده به آزمایشگاه به دو بخش برگ و ساقه تفکیک شدند. اجزاء تفکیک شده به طور مجزا و به منظور تعیین ماده خشک، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون قرار گرفتند. پس از آن، پاکت ها به مدت ۲۵ - ۲۰ دقیقه در هوای آزمایشگاه قرار گرفتند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. مقادیر به دست آمده بر حسب گرم در متر مربع محاسبه گردید.

۳-۹-۳- عملکرد و اجزای عملکرد

اجزای عملکرد در یک گیاه زراعی مؤلفه‌های میزان تولید نهایی گیاه می‌باشند و در هر گیاه زراعی دارای اجزای خاص خود است. در انتهای دوره‌ی رشد به منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب گردید و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد و نهایتاً ۱۱ بوته در یک متر مربع جهت محاسبه عملکرد نهایی، بر حسب کیلوگرم در هکتار برآورد گردید.

۳-۱۰-۱- اندازه‌گیری صفات مرتبط با دانه

۳-۱۰-۱-۱- سدیم و پتاسیم دانه

به منظور اندازه‌گیری میزان سدیم و پتاسیم دانه، نمونه‌های خشک شده‌ی گیاهی به وسیله آون، با استفاده از آسیاب پودر گردید. سپس به مقدار ۱ گرم از بافت خشک را در داخل ظرف چینی ریخته و در داخل کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت قرار داده شد. پس از آن به هر کدام از نمونه ها ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه گردید و پس از قرار گرفتن در حمام بن ماری به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه و صاف شدن توسط کافذ صافی، به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شدند. سپس نمونه ها با دستگاه فلیم فتومتر قرائت شده و با استفاده از منحنی استاندارد به غلظت تبدیل شدند.

۳-۱۰-۲- درصد و عملکرد پروتئین دانه

مقدار نیتروژن موجود در دانه پس از برداشت به روش کج‌لدال تعیین گردید. برای مرحله هضم کج‌لدال از اجاق هضم کننده 2040 Digester از شرکت Foss tecator و برای مراحل تقطیر و تیتراسیون از دستگاه تمام خودکار 2300 Kjeltac Analysis Unit از همان شرکت استفاده گردید. برای انجام عمل هضم مقدار ۱ گرم از نمونه بذر پودر شده را درون فلاسک‌های شیشه ای مخصوص کج‌لدال ریخته و یک عدد قرص کاتالیزور شامل ۱/۵ گرم سولفات پتاسیم و ۰/۱۵ گرم سولفات مس به هر فلاسک اضافه گردید. سپس به هر فلاسک ۲۰ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد افزوده شد و فلاسک‌ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. دمای اجاق به

آرامی و هر بار ۴۰ درجه سانتی گراد افزایش یافت تا به دمای ۳۸۰ درجه سانتی گراد رسید. این شیوه برای جلوگیری از جوشش و کف کردن مواد درون فلاسکها بسیار مؤثر بود. پایان عمل هضم پس از ۲ تا ۲/۵ ساعت و با تبدیل محلول سیاه رنگ درون فلاسکها به محلولی نسبتاً زلال به رنگ سبز بسیار کمرنگ مشخص می شد. مقدار نیتروژن نمونه ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کج‌دال سنجیده شد. دستگاه دارای ۳ مخزن آب مقطر، سود سوز آور ۴۰ درصد و محلول دریافت کننده بود. محلول دریافت کننده از ترکیب ۱۰۰ میلی متر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی متر الکل)، ۷۰ میلی متر متیل قرمز (۰/۱ میلی گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی متر الکل) و ۱۰ لیتر اسیدبوریک ۱ درصد تشکیل شده بود. پس از قرار گیری فلاسکها در دستگاه به ترتیب ۲ میلی لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی لیتر سود سوز آور ۴۰ درصد به نمونه ها اضافه شده و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. طی مرحله تقطیر نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک حاصل به ظرفی حاوی محلول دریافت کننده منتقل شده و به همراه اسید بوریک، بورات آمونیم را تشکیل می دهد که معرفهای موجود در محلول دریافت کننده آن را به صورت رنگ سبز نمایان می سازد.

عمل تیتراسیون نیز توسط دستگاه صورت گرفت. طی این عمل بورات آمونیم حاصل در محلول دریافت کننده توسط مقدار کافی از محلول تیتریزول اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیترا شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس مقدار اسید کلریدریک مصرف شده در تیتراسیون توسط دستگاه مشخص گردید.

از معادله ۱-۳ به منظور تبدیل مقدار اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرف شده در تیتراسیون به نیتروژن نمونه استفاده شد.

$$\text{وزن نمونه (گرم)} / (0.14 * A) = \text{درصد نیتروژن} \quad \text{معادله (۱-۳)}$$

در این رابطه A حجم اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرفی بر حسب میلی لیتر می باشد. برای تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین از معادله ۲-۳ استفاده گردید.

$$\text{معادله (۲-۳)} \quad \text{ضریب تبدیل نیتروژن} * \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین نمونه}$$

۳-۱۱- اندازه گیری صفات فیزیولوژیک

۳-۱۱-۱- میزان کلروفیل و کاروتنوئید

جهت اندازه گیری کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در اواخر مرحله ی تشکیل غلاف و یک روز قبل از آبیاری، نمونه گیری از برگ سبز انجام شد و اندازه گیری با استفاده از روش هیسکوکس و ایسرلیستام (۱۹۷۹) و بدون لهیدگی صورت گرفت. طبق این روش ۰/۱ گرم بافت تازه برگ توزین و ۵ میلی لیتر دیمتیل سولفوکسید اضافه گردید. نمونه ها به مدت ۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در حمام آب گرم قرار گرفت و سپس نمونه ها را خارج کرده و جذب نوری در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر مدل Jenway 6305 ساخت کشور آلمان، قرائت گردید و محتوای کلروفیل و کاروتنوئید طبق معادلات زیر محاسبه گردید.

$$\text{معادله (۳-۳)} \quad \text{Cla}(\mu\text{g/ml}) = (12/25 A_{663}) - (2.25 A_{645})$$

$$\text{معادله (۴-۳)} \quad \text{Clb}(\mu\text{g/ml}) = (20/31 A_{645}) - (4/19 A_{663})$$

$$\text{معادله (۵-۳)} \quad \text{Carotenoids} = (1000 A_{470}) - (1/9 \text{ chl a}) - (63/14 \text{ chl b}) / 214$$

پس از جایگزین کردن داده ها در روابط بالا، اعداد بدست آمده در $V/W \times 1000$ ضرب گردید تا اعداد بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر به دست آیند. V حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی لیتر و W وزن تر برگ بر حسب گرم می باشد.

۳-۱۱-۲- محتوای نسبی آب برگ (RWC)

به منظور تعیین مقدار محتوای نسبی آب برگ، از هر کرت سه بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته یک برگ جوان و کاملاً رشد یافته قطع گردید. برگ‌ها بلافاصله درون پوشش‌های پلاستیکی داخل یخدان قرارداده و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از توزین با ترازو بادقت ۰/۰۰۱ گرم (وزن تر)، به مدت ۲۴ ساعت درون آب مقطر و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (روش کرامر، ۱۹۸۳). سپس برگ‌ها از آب مقطر خارج و آب روی آن‌ها با دستمال گرفته و خشک گردیدند و دوباره توزین شدند (وزن اشباع)، در نهایت نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید (وزن خشک). محتوای نسبی آب برگ با استفاده از معادله (۳-۶) محاسبه شد.

$$\text{معادله (۳-۶)} \quad 100 \times \{(\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}) / (\text{وزن خشک} - \text{وزن تر})\} = \text{محتوای نسبی آب برگ}$$

۳-۱۱-۳- پایداری غشای پلاسمایی برگ

برای تعیین شاخص پایداری غشاء پلاسمایی اقدام به نمونه‌گیری برگ هم‌سن از هر تیمارگردید، از نمونه برگ‌های تهیه شده به اندازه ۰/۰۱ گرم به‌صورت قطعات کوچک و هم‌اندازه جدا گردید، سپس این قطعات به فالکن‌های حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و ۳۰ دقیقه در حمام آب‌گرم در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد (C1) قرارداده شدند. به همین ترتیب سری دوم فالکن‌ها آماده سازی گردید و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد (C2) قرار گرفتند. پس از خنک شدن، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد هدایت الکتریکی آن‌ها توسط دستگاه Ec متر اندازه‌گیری شد و از طریق معادله (۳-۷) میزان پایداری غشای پلاسمایی محاسبه گردید (سایرام و سریواساوا، ۲۰۰۲).

$$\text{معادله (۳-۷)} \quad 100 - (C1/C2) = 1 = \text{شاخص پایداری غشای پلاسمایی}$$

^۱ - RWC: Relative Water Content

۳-۱۱-۴- فلاونوئید

برای سنجش فلاونوئید، میزان ۰/۲ گرم از برگ در ۳ میلی لیتر اتانول اسیدی (شامل اتانول و اسید کلریدریک به نسبت ۹۹ به ۱) به طور کامل سائیده و به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. محلول رویی به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از سرد شدن محلول، جذب نوری توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۳۰۰ نانومتر قرائت گردید. برای محاسبه غلظت از ضریب خاموشی $33000 \text{ Cm}^{-2}\text{mol}^{-6}$ استفاده شد (کرزکوهمکاران، ۱۹۹۸).

$$\text{Fla} = \text{ABS}(100) \times (V/700) \quad \text{معادله (۳-۸)}$$

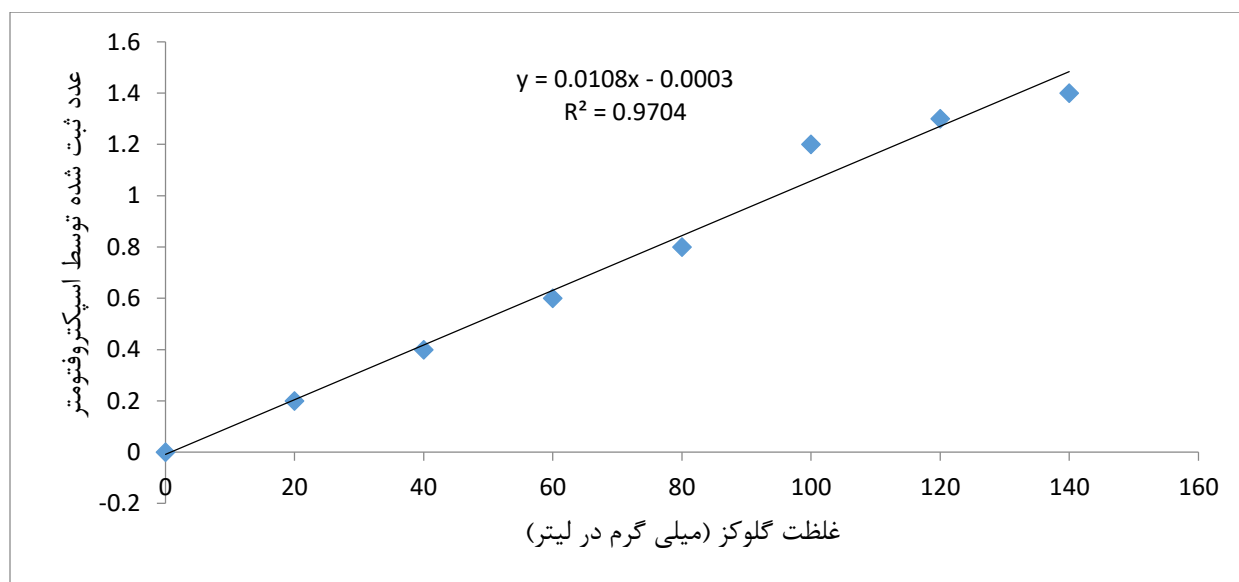
۳-۱۱-۵- استخراج کربوهیدرات محلول

به منظور استخراج کربوهیدرات های غیر ساختمانی، ۱۰۰ میلی گرم از نمونه پودر شده و در فالكون ۱۵ میلی لیتری ریخته، ۸ میلی لیتر اتانول ۸۰ درصد به آن افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد در حمام آب گرم قرار داده شد. سپس لوله های حاوی نمونه ها خارج شده و پس از سرد شدن به مدت ۲۰ دقیقه در ۲۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شدند. روشناور لوله ها جدا شده و عمل استخراج سه بار تکرار شد. به روشناور جمع شده به ترتیب ۳/۵ میلی لیتر سولفات روی (ZnSO_4) ۵ درصد و ۳/۵ میلی لیتر هیدروکسید باریوم (Ba(OH)_2) ۰/۳ نرمال جهت حذف رنگریزه ها اضافه گردید و دوباره ۲۰ دقیقه در ۲۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شدند. روشناور در بالن ژوژه به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسیده و ۲ میلی لیتر از محلول حاصل جهت تعیین قند محلول به روش فنل اسید سولفوریک (بانت و اینکال، ۱۹۹۳؛ هلوبات و کارایجی، ۱۹۷۸) مورد استفاده قرار گرفت.

بر اساس روش فنل اسید سولفوریک روی ۲ میلی لیتر محلول برداشته شده از محلول به دست آمده، ابتدا ۱ میلی لیتر فنل ۵ درصد و سپس ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ با فشار اضافه گردید. افزودن اسید سولفوریک با جوشش و تولید بخار سوزاننده و حرارت بالا همراه است. لذا این کار بایستی زیر هود و در ظرف مناسب انجام گیرد. بسته به غلظت قند موجود در نمونه رنگ گل بهی کم رنگ تا پر رنگ ایجاد می شود. نمونه ها به مدت ۳۰

دقیقه در دمای آزمایشگاه خنک شدند، سپس میزان جذب آنها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر اندازه گیری شد. محلول شاهد با افزودن ۱ میلی لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به ۲ میلی لیتر آب مقطر تهیه گردید.

منحنی استاندارد با استفاده از محلول هایی با غلظت صفر تا ۱۵۰ میلی گرم در لیتر گلوکز خالص و تکرار کلیه مراحل روش فنل اسید سولفوریک روی ۲ میلی لیتر از آنها به منظور تبدیل مقادیر ثبت شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر به غلظت موجود در محلول در همان روز رسم گردید. معادله حاکم بر منحنی استاندارد $ABS = Ac + b$ می باشد که در آن ABS مقدار جذب، C غلظت قند موجود در محلول و a و b اعداد ثابت هستند.



۳-۱۱-۶- پرولین

برای استخراج و سنجش پرولین ۲۰ دیسک از بافت برگ در ۴ میلی لیتر اسید سولفوسالسیلیک آبدار (V/W) ۳ درصد کاملاً ساییده شده تا همگن شود. سپس هموژن حاصل توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۲ صاف و از محلول حاصل برای سنجش پرولین استفاده گردید. ۲ میلی لیتر از عصاره صاف شده، با ۲ میلی لیتر محلول معرف ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک گلایسال مخلوط و لوله های آزمایش به مدت یک ساعت در بن ماری

با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. نمونه ها براساس محتوای پرولین به رنگ زرد تا قرمز تغییر رنگ می دهند. بلافاصله نمونه ها به ظرف حاوی یخ منتقل شدند تا واکنش خاتمه یابد و پس از آن به دمای اتاق منتقل شدند. سپس به محتویات داخل لوله آزمایش ۴ میلی لیتر تولوئن افزوده و به مدت ۳۰ ثانیه به شدت مخلوط گردید. این عمل موجب دو فازه شدن لوله شد (فاز تولوئن رنگی حاوی پرولین در بالا و فاز آبی شفاف در پایین). پس از مدت ۲۰ دقیقه، جذب نوری محلول فوقانی در ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت پرولین در محلول محاسبه گردید. در نهایت مقدار پرولین بر اساس میکرومول در گرم وزن تر نمونه گیاهی مطابق رابطه زیر محاسبه شد (بیتس و همکاران ۱۹۸۸).

$$\text{معادله (۹-۳)} = \left(\frac{mg \text{ prolin}}{ml} \times \frac{ml \text{ toloen}}{115.5 \left(\frac{mg}{m \text{ mol}} \right)} \right) / \left(\frac{gr \text{ sample}}{5} \right) = \text{میکرومول پرولین در گرم وزن تر}$$

جهت تهیه معرف ناین هیدرین ۱/۲۵ گرم ناین هیدرین را در ۵۰ میلی لیتر محلول شامل ۳۰ میلی لیتر اسید استیک خالص و ۲۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۶ مولار حل شده و با گرم کردن تدریجی و هم زدن به خوبی مخلوط شدند.

برای تهیه منحنی استاندارد از پرولین خالص (L- پرولین) استفاده شد. برای این منظور ابتدا ۰/۰۱ گرم از پودر پرولین خالص را توزین کرده و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر می رسانیم. از این محلول پایه در ۱۱ لوله آزمایش به ترتیب به حجم های ۰-۰/۵-۱-۱/۵-۲-۲/۵-۳-۳/۵-۴-۴/۵-۵ میلی لیتر از این محلول ریخته شد و حجم نهایی با آب مقطر به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد تا به ترتیب محلول های ۰-۲-۴-۶-۸-۱۰ - ۱۲ - ۱۴ - ۱۶ - ۱۸ - ۲۰ میکروگرم در میلی لیتر از پرولین به دست آمدند. سپس مشابه روش سنجش پرولین ۲ میلی لیتر از محلول فوق در یک لوله آزمایش با ۲ میلی لیتر محلول اسید ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک مخلوط و به مدت یک ساعت در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. نمونه ها بر اساس محتوای پرولین به رنگ زرد تا قرمز تغییر رنگ می دهند سپس بلافاصله به ظرف حاوی یخ منتقل شدند تا واکنش

خاتمه یابد و بعد به دمای اتاق منتقل شدند. پس از آن به محتوای داخل لوله ۴ میلی لیتر تولوئن اضافه کرده و به مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان می‌دهیم. این عمل موجب دو فاز شدن محتوی لوله شد (فاز آلی حاوی پرولین در بالا و فاز آبی شفاف در پایین) پس از ۲۰ دقیقه جذب نوری محلول فوقانی در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و بر اساس میزان جذب و غلظت پرولین تهیه شده در نمونه‌ها نمودار استاندارد رسم شد.

۳-۱۱-۷- میزان آنتوسیانین

برای سنجش میزان آنتوسیانین کل مقدار ۰/۰۲ گرم از بافت تازه گیاهی با ۴ میلی لیتر محلول اسیدکلریدریک ۱ درصد و متانول در یک هاون چینی ساییده شد. محلول حاصل به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد. سپس، محلول به مدت ۱۰ دقیقه و در ۱۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید سپس فاز رویی را برداشته و جذب در طول موج ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر اندازه‌گیری شد (میتا و همکاران، ۱۹۹۷).

$$A = A_{530} - (0.25 A_{657}) \quad \text{معادله (۳-۱۰)}$$

۳-۱۲- اندازه‌گیری فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی اکسیدان

۳-۱۲-۱- استخراج عصاره آنزیمی

بمنظور اندازه‌گیری آنزیم‌ها ۰/۵ گرم بافت تازه برگ در یک هاون چینی محتوی ۵ میلی لیتر بافر تریس (۰/۰۵ مولار pH= ۷/۵) به مدت ۳۰ دقیقه و در حمام یخ کاملاً ساییده شد. سپس به لوله سانتریفیوژ منتقل شد و پس از ده دقیقه سکون به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۵۰۰۰ دور، سانتریفیوژ نمونه‌ها انجام شد. در پایان مرحله سانتریفیوژ، لوله‌ها به آرامی از دستگاه خارج و محلول رویی از کاغذ صافی عبور داده شد و در طول موج ۵۹۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. عصاره‌های پروتئینی حاصل برای بررسی فعالیت آنزیم‌ها مورد استفاده قرار گرفت (برادفورد، ۱۹۷۶).

۳-۱۲-۲- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز

اندازه‌گیری کاتالاز به روش ابی (۱۹۸۴) انجام شد. مخلوط واکنش شامل ۲/۵ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم

۵۰ میلی مولار ($\text{pH} = 7$) شامل ۰/۲ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۱ درصد و ۰/۳ میلی لیتر عصاره استخراجی بود. سپس فعالیت آنزیم کاتالاز به صورت کاهش در جذب طی ۱ دقیقه در طول موج ۲۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر محاسبه شد. برای سنجش فعالیت کاتالاز از ضریب خاموشی ($0.43 \text{ Mm}^{-1} \text{ Cm}^{-1}$) استفاده شد.

۳-۱۲-۳- سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز

فعالیت آنزیم پراکسیداز براساس روش هالی (۱۹۷۲) اندازه گیری شد. بدین منظور ابتدا ۲ میلی لیتر تامپون استات ۰/۲ مولار با $\text{pH} = 5$ ، ۰/۲ میلی لیتر آب اکسیژنه ۰/۳ درصد، ۰/۱ میلی لیتر بنزیدین ۰/۰۲ مولار محلول در متانول ۵۰ درصد، در حمام یخ مخلوط شدند، سپس ۰/۱ میلی لیتر از عصاره آنزیمی برگ به این مخلوط واکنش اضافه شد، منحنی جذب نمونه ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در دمای اتاق، هر ۳۰ ثانیه به مدت ۳ دقیقه در طول موج ۵۳۰ نانومتر رسم شد. واحد آنزیم به ازای $\mu\text{mol ml}^{-2} \text{H}_2\text{O}_2$ تجزیه شده در هر دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد تعریف شد و با کمک منحنی استاندارد فعالیت ویژه ی آنزیم برحسب تغییرات واحد آنزیم در دقیقه به ازای هر میلی گرم پروتئین محاسبه شد. برای سنجش فعالیت پراکسیداز از ضریب خاموشی (Mm^{-1}) 6.26 Cm^{-1} استفاده شد.

تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از نرم افزار MSTATC در سطح احتمال ۵ درصد و رسم شکل ها با نرم افزار اکسل انجام شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- صفات مورفولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد تیمار دور آبیاری تاثیر معنی دار بر طول ساقه داشت و بر روی قطر ساقه و وزن خشک بوته اثر معنی داری ایجاد نکرد. اثر تیمار سوپر جاذب بر روی وزن خشک معنی دار و برای طول و قطر ساقه بی اثر بود. اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب برای هیچ یک از صفات طول ساقه، قطر ساقه و وزن خشک معنی دار نشد. در این بین تیمار پرایمینگ تاثیر معنی دار بر روی طول ساقه و وزن خشک داشت ولی بر روی قطر ساقه بی اثر بود. اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ و همچنین سوپر جاذب و پرایمینگ برای هیچ کدام از صفات طول ساقه، قطر ساقه و وزن خشک معنی دار نشد.

جدول (۴-۱) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر صفات مورفولوژیک لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

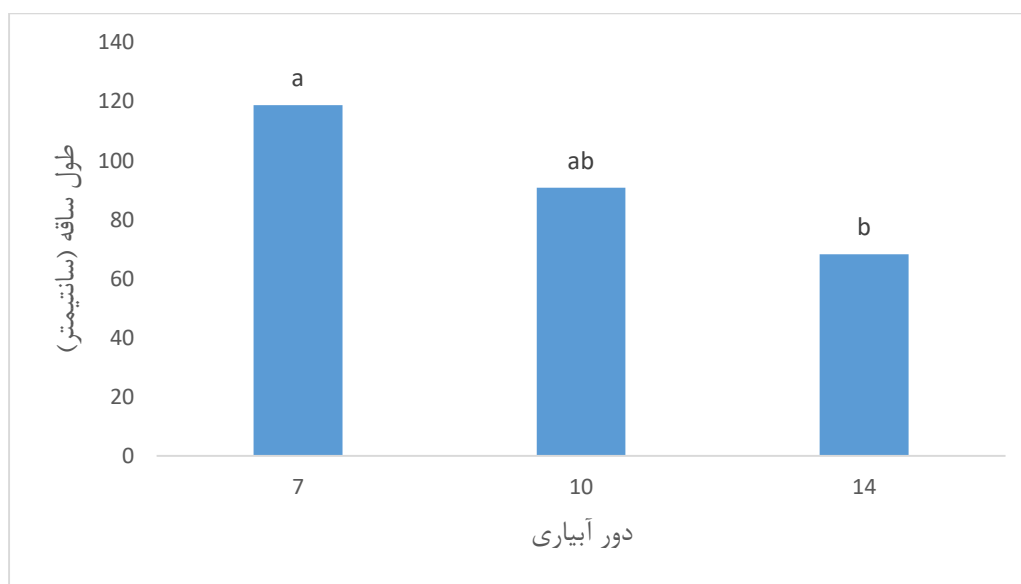
میانگین مربعات (MS)				
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه	قطر ساقه	وزن خشک
بلوک	۲	۵۷۱۲/۴۴۱	۰/۰۳۴	۵۷۸۳۲۹/۸۰۲
دور آبیاری	۲	۱۱۵۱۲/۳۲۳*	۰/۰۲۷ ^{ns}	۱۱۳۱۰۶/۲۹ ^{ns}
خطا	۴	۱۵۶۳/۵۲۴	۰/۰۵۲	۱۹۸۲۴۲/۲۶۳
سوپر جاذب	۱	۵۵۷/۴۴۹ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۷۷۰۳۴/۱۸۱*
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۴۰۳/۷۷۸ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۶۰۲۳۱/۷۱۷ ^{ns}
پرایمینگ	۲	۲۱۸۶/۳۷**	۰/۰۰۸ ^{ns}	۱۳۶۲۰۶/۴۹۹**
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۱۹۳/۲۱۵ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۱۲۰۵۱/۴۰۵ ^{ns}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۵۴/۳۷۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۵۴۵۵۲/۶۰۲ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۱۱۲/۴۹۷ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۱۱۱۴۶۳/۳۱۹**
خطا	۳۰	۲۱۰/۲۷۴	۰/۰۰۹	۱۹۶۴۸/۰۵۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۵/۶۵	۱۰/۹۶	۲۹/۰۴

* و ** به ترتیب بیان گر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns بیان گر عدم معنی داری می باشد

اثر سه جانه دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر روی وزن خشک معنی دار بود ولی اثر سه جانه برای طول ساقه و قطر ساقه معنی دار نشد. (جدول ۱-۴)

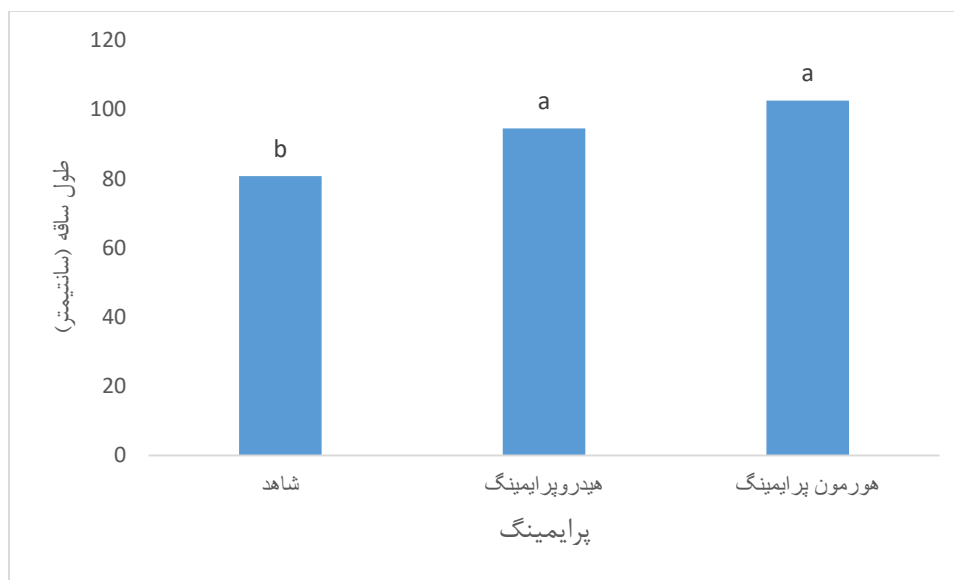
۱-۱-۴- طول ساقه

نتایج تجزیه واریانس جدول (۱-۴) نشان داد دور آبیاری در سطح احتمالی ۵ درصد و تیمار پرایمینگ در سطح احتمالی ۱ درصد تاثیر معنی داری بر طول ساقه داشتند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که طول ساقه با افزایش دور آبیاری کاهش یافته به گونه‌ای که بالاترین مقدار متعلق به ۷ روز آبیاری (آبیاری مطلوب) بود که نسبت به ۱۴ روز آبیاری کاهش ۴۲/۵ درصدی در طول ساقه مشاهده شد. (شکل ۱-۴) در این بین آبیاری هر ۱۰ روز با آبیاری هر ۷ روز و هر ۱۴ روز اختلاف معنی داری نشان نداد.



شکل (۱-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر روی طول ساقه لوبیا چشم بلبلی

تیمارهای پرایمینگ سبب بهبود تنش خشکی، و باعث شد طول ساقه تا حدودی افزایش داشته باشد. در این بین تیمار هورمون پرایمینگ (با اسید سالیسیلیک) نسبت به شاهد افزایش ۲۶/۹۹ درصدی داشت. البته هیدروپرایمینگ نیز نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش ارتفاع ۱۶/۹۹ درصدی گردید (شکل ۲-۴).



شکل (۲-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر طول ساقه لوبیا چشم بلبلی

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). طبق بررسی‌های انجام شده تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته گندم از طریق کاهش رشد سلول، کاهش تقسیم سلول و کاهش اندازه سلول در مرحله رشد رویشی می‌شود (ارسلان و همکاران، ۲۰۰۷). در برخی گونه‌های گیاهی، پرایمینگ بذر با مواد رشدی، نشان داده که اثرات مضر تنش را روی رشد و عملکرد نهایی، کاهش داده است. برای مثال پرایمینگ بذور گندم با سالیسیلیک اسید، ارتفاع بوته، وزن خشک و تر ساقه و برگ‌ها، تحت شرایط شوری و خشکی را افزایش می‌دهد. همچنین زمانی که بذور گندم در استیل سالیسیلیک اسید (که ممکن است به سالیسیلیک اسید در محلول آبی تجزیه شود) خیسانده شوند، گیاهان مقاومت بهتری به تنش خشکی نشان می‌دهند (هامادا و الحکیمی، ۲۰۰۱). خیساندن در ۱۰۰ پی پی ام استیل سالیسیلیک اسید برای شش ساعت قبل از کاشت، نه تنها تأثیرات ممانعت‌کنندگی خشکی را کاهش می‌دهد، بلکه تأثیر تحریک‌کنندگی هم بر افزایش وزن خشک، هم در

قسمت‌های هوایی و هم در ریشه‌ها دارد و سرعت تنفس نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد (هامادا، ۱۹۹۸).

۴-۱-۲- وزن خشک بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (۴-۱) اثرات اصلی سوپر جاذب و پرایمینگ به ترتیب در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی دار شد. همچنین اثر متقابل سه گانه دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ نیز در سطح ۱٪ معنی دار شد. مطابق جدول مقایسه میانگین ۴-۲ بیشترین وزن خشک در شرایط آزمایش مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ در شرایط عدم استفاده از سوپر جاذب و آبیاری مطلوب با مدار ۷ روز می‌باشد، که نسبت به تیمار شاهد ۳۳/۴٪ وزن خشک افزایش داشت.

جدول (۴-۲) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر وزن خشک لوبیا چشم بلبلی (گرم در متر مربع)

آبیاری در مدار ۷ روز	استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	شاهد	۳۸۰/۹ ef
	عدم استفاده از سوپر جاذب	هیدروپرایمینگ	۴۷۹/۲ bcdef
		هورمون پرایمینگ	۵۳۵/۶ bcde
		شاهد	۷۰۰/۱ b
		هیدروپرایمینگ	۹۳۴/۱ a
		هورمون پرایمینگ	۳۸۹ def
آبیاری در مدار ۱۰ روز	استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	شاهد	۴۷۳/۳ bcdef
	عدم استفاده از سوپر جاذب	هیدروپرایمینگ	۳۷۲/۱ ef
		هورمون پرایمینگ	۳۸۴/۴ def
		شاهد	۳۱۵ ef
		هیدروپرایمینگ	۶۱۵/۵ bcd
		هورمون پرایمینگ	۳۲۹/۳ ef
آبیاری در مدار ۱۴ روز	استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	شاهد	۲۹۹/۷ f
	عدم استفاده از سوپر جاذب	هیدروپرایمینگ	۶۵۵/۴ bc
		هورمون پرایمینگ	۴۲۳ cdef
		شاهد	۴۸۴ bcdef
		هیدروپرایمینگ	۴۳۸/۵ cdef
		هورمون پرایمینگ	۴۷۸/۱ bcdef

کمترین مقدار نیز مربوط به تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و آبیاری در مدار ۱۴ روز (تنش خشکی) بود که به میزان ۵۷/۱٪ نسبت به شاهد کاهش وزن خشک در شرایط آزمایش مشاهده گردیده. با توجه به نتایج جدول (۴-۲) این موضوع به نظر می‌رسد که هرچه دور آبیاری بیشتر شد تاثیر سوپر جاذب در وزن خشک گیاه افزایش یافت.

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. در ابتدای مرحله رشدی گیاه آغازه‌های زیادی از برگ شکل می‌گیرند که در شرایط مطلوب و ایده آل همه آنها پتانسیل ایجاد برگ را دارند، ولی شرایط نامساعد رشدی و تنش‌های محیطی موجب مرگ آغازه‌های برگ می‌شود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷). در نتیجه از تعداد برگ‌ها و سطح برگ کاسته می‌شود. همچنین طی گزارشی دیگر، کمبود رطوبت از طریق کاهش در تولید و افزایش پیری برگ‌ها شاخص سطح برگ را کاهش می‌دهد (کاکیر، ۲۰۰۴).

۴-۲- عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس جدول (۴-۳) نشان داد که دور آبیاری بر عملکرد و وزن هزار دانه لوبیا چشم بلبلی تاثیر معنی دار در سطح ۱٪ نشان داد، ولی به تنهایی بر روی تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته لوبیا، اثر معنی دار ایجاد نکرد. تیمار سوپر جاذب و همچنین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب بر روی هیچ کدام از صفات عملکرد و اجزای آن اثر معنی دار ایجاد نکرد. اثر تیمار پرایمینگ بر روی صفات تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد در سطح ۱٪ معنی دار شد، ولی بر روی تعداد غلاف در بوته بی اثر بود. اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نیز روی هیچ یک از صفات مذکور معنی دار نشد. اثر متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ روی تعداد دانه در غلاف در سطح ۵٪ معنی دار گردید. اثر سه جانبه دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر روی تعداد غلاف در بوته در سطح ۵٪ معنی دار شد و بر سایر صفات مذکور بی تاثیر بود. در این راستا شکاری و همکاران (۱۳۸۹) اثر پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک بر پاره‌ای از صفات لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم‌آبی در زمان غلاف‌بندی را مطالعه

کردند و اثرات معنی‌دار تیمارهای پرایمینگ و تنش خشکی را گزارش کردند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. بر اساس تحقیقات موجود پرایمینگ بذرها سبب افزایش سرعت گلدهی می‌شود (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). در مطالعه‌ای بر روی گیاه نخود گزارش شده است که پرایم کردن بذرها باعث افزایش بیوماس؛ تعداد شاخه‌ها، گل‌ها، غلاف‌ها، و تعداد بذر در گیاه شده است که در مجموع سبب افزایش عملکرد گردید (کائور و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول (۳-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

میانگین مربعات (MS)					
منابع تغییرات	درجه آزادی	دانه در غلاف	غلاف در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد
بلوک	۲	۵/۰۱۳	۵۱/۴۷۵	۲۶۷۱/۸۱۹ ^{ns}	۳۰۱۶۶۹/۳۱۳
دور آبیاری	۲	۴/۰۱۶ ^{ns}	۲۲/۲۶۴ ^{ns}	۳۲۱۵/۳۰۸ ^{**}	۱۱۴۸۴۳۸۶/۶۶۵ ^{**}
خطا	۴	۰/۸۴۹	۲۶/۴۲۶	۵۳/۲۱۷	۱۲۶۸۱۴/۱۳۵
سوپر جاذب	۱	۰/۰۷۸ ^{ns}	۲۹/۵۱۱ ^{ns}	۳۲۳/۳۵۱ ^{ns}	۶۹۹۹/۶۱۰ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۱/۰۸۸ ^{ns}	۱۱/۹۰۵ ^{ns}	۶/۸۵۴ ^{ns}	۲۶۱۰۸۸/۵۴۲ ^{ns}
پرایمینگ	۲	۴/۶۱۸ ^{**}	۱۳/۴۸۹ ^{ns}	۲۸۵۱/۰۵۷ ^{**}	۲۶۴۲۱۵۶/۹۳۳ ^{**}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۰/۱۶۷ ^{ns}	۸/۱۴۶ ^{ns}	۴۸/۲۴۲ ^{ns}	۴۵۹۳۰۴/۲۱۰ ^{ns}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۱/۵۶۵ [*]	۱۶/۶۴۳ ^{ns}	۹۴/۹۸۸ ^{ns}	۱۸۹۵۰۷/۷۲۷ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۰/۱۲۱ ^{ns}	۳۹/۰۸۹ [*]	۶۳/۰۹۹ ^{ns}	۱۹۷۰۶۳/۹۸۶ ^{ns}
خطا	۳۰	۰/۴۸۳	۱۳/۳۲۴	۹۵/۰۸۱	۴۴۷۸۸۵/۳۸۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۴۴	۲۵/۵۶	۴/۴۵	۲۶/۴۴

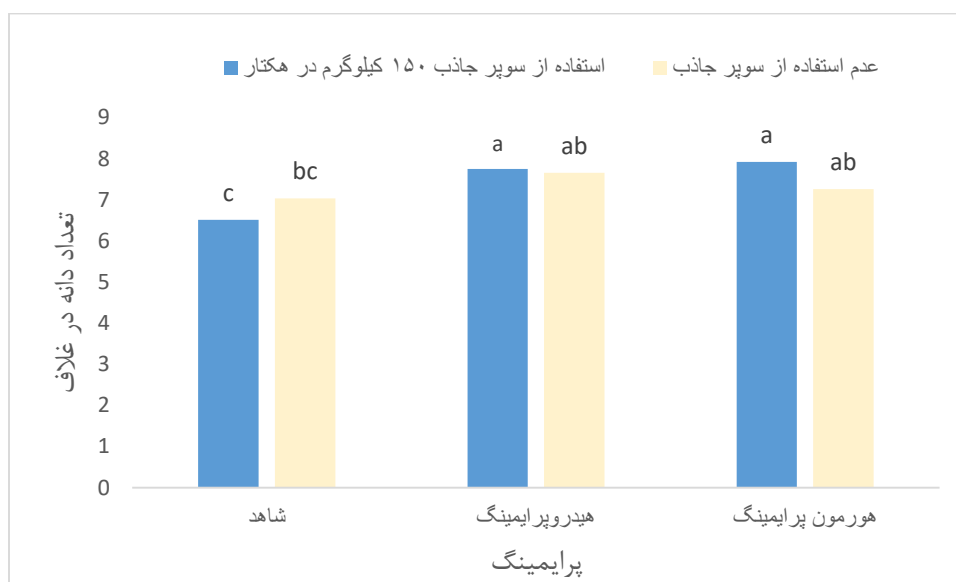
* و ** به ترتیب بیان‌گر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns بیان‌گر عدم معنی داری می‌باشد

۴-۲-۱- تعداد دانه در غلاف

مقایسه میانگین اثر بر هم کنش سوپر جاذب و پرایمینگ (شکل ۴-۳) نشان داد که تیمار هورمون پرایمینگ به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب باعث افزایش ۱۲/۵ درصدی تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم

بلبلی نسبت به شاهد شده است. این در حالی است که مصرف و عدم مصرف سوپر جاذب بر روی تیمار پرایم نشده (شاهد)، تاثیر معنی دار نداشت. عدم مصرف سوپر جاذب نیز تاثیر معنی داری بر روی تیمارهای پرایم شده و شاهد نداشت، ولی مصرف سوپر جاذب به همراه پرایمینگ بذر باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در غلاف در هر دو تیمار هورمون پرایمینگ و هیدروپرایمینگ گردید. بین عملکرد دانه و آب قابل دسترس ذخیره شده در خاک همبستگی معنی داری وجود دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶).

نتایج تحقیقات لوپزبیلید 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. شکاری و همکاران (۲۰۱۰) مشاهده نمودند که تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم بلبلی در اثر تنش کم آبی به میزان ۳۹ درصد کاهش پیدا کرد. ولی مصرف سالیسیلیک اسید به صورت پرایمینگ باعث کاهش خسارت تنش آبی گردید.



شکل (۳-۴) مقایسه میانگین اثر سوپر جاذب و پرایمینگ بر تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم بلبلی

۴-۲-۲- تعداد غلاف در بوته

مطابق جدول تجزیه واریانس (۳-۴) اثر بر هم کنش دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ در سطح ۵ درصد معنی دار شد. جدول مقایسه میانگین (۴-۴) نشان می دهد که بیشترین میزان تولید غلاف در بوته لوبیا مربوط به

تیمار هیدروپرایمینگ و عدم استفاده از سوپر جاذب در مدار ۱۴ روز آبیاری (تنش خشکی) می‌باشد، مقایسه میانگین بر هم کنش تیمار هورمون پرایمینگ، سوپر جاذب و آبیاری اختلاف معنی داری با بیشترین سطح نشان نداد و کمترین میزان تولید غلاف نیز، مربوط به تیمار شاهد و عدم استفاده از سوپر جاذب در مدار آبیاری ۱۰ روز مشاهده می‌شود.

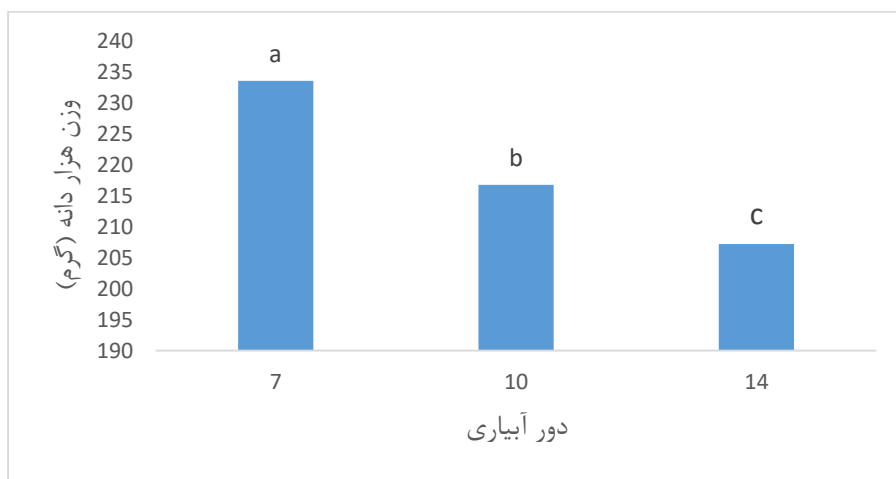
جدول (۴-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته در متر مربع لوبیا چشم بلبلی

آبیاری در مدار ۷ روز	استفاده از سوپر جاذب	شاهد	۱۳/۰۶ bc
	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	هیدروپرایمینگ	۱۳/۰۶ bc
		هورمون پرایمینگ	۱۶/۰۳ abc
	عدم استفاده از سوپر جاذب	شاهد	۱۴/۹۴ bc
		هیدروپرایمینگ	۱۷/۵۶ ab
		هورمون پرایمینگ	۱۵/۳۶ bc
آبیاری در مدار ۱۰ روز	استفاده از سوپر جاذب	شاهد	۱۴/۱۹ bc
	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	هیدروپرایمینگ	۱۴/۰۰ bc
		هورمون پرایمینگ	۱۱/۲۵ c
	عدم استفاده از سوپر جاذب	شاهد	۱۱/۱۴ c
		هیدروپرایمینگ	۱۱/۸۳ bc
		هورمون پرایمینگ	۱۵/۶۱ abc
آبیاری در مدار ۱۴ روز	استفاده از سوپر جاذب	شاهد	۱۱/۷۵ bc
	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	هیدروپرایمینگ	۱۲/۶۴ bc
		هورمون پرایمینگ	۱۵/۵۸ abc
	عدم استفاده از سوپر جاذب	شاهد	۱۵/۴۵ abc
		هیدروپرایمینگ	۲۱/۵۳ a
		هورمون پرایمینگ	۱۱/۷۵ bc

اثر افزایش دهنده گی اسید سالیسیلیک روی تعداد غلاف نیز توسط مجد و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده بود. آن‌ها اعلام نمودند غلظت ۰/۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش تعداد غلاف در بوته در گیاه نخود گردید.

۴-۲-۳- وزن هزار دانه

وزن هزار دانه نیز تحت تاثیر دور آبیاری قرار گرفت و مقدار آن با افزایش تنش کاهش یافت که بالاترین مقدار متعلق به دور آبیاری ۷ روز با ۲۳۳/۶ گرم بود، در دور آبیاری ۱۴ روز به میزان ۱۱/۳ درصد کاهش در میزان وزن هزار دانه ایجاد شد (شکل ۴-۴). تیمارهای پرایمینگ نیز از لحاظ آماری با شاهد اختلاف معنی داری داشتند که این میزان معادل ۱۰/۷ درصد بوده است (شکل ۴-۵) که با نتایج چائی چی و همکاران (۲۰۰۴) در گیاه نخود همخوانی دارد. بین تیمارهای هورمون پرایمینگ و هیدروپرایمینگ اختلافی دیده نشده است. برخی محققان بر این عقیده هستند که انتقال مواد تثبیت شده از اندام ها و بافت های گیاه به دانه در شرایط تنش نقش مؤثری در وزن دانه در این شرایط دارد. دلیل کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی به دلیل تاثیر کمبود آب در مرحله پر شدن دانه است که در شرایط تنش به دلیل کاهش جذب و انتقال آب و عناصر غذایی توسط گیاه و کاهش سرعت انتقال مواد به دانه ها، مقدار وزن هزار دانه را تحت تأثیر قرار می دهد که با نتایج حاصل از تحقیقات پازوکی (۱۳۷۹) مطابق است. در آزمایشی که شکاری و همکاران (۲۰۱۰) بر روی لوبیا چشم بلبلی انجام دادند نتایج مشابهی در افزایش وزن صد دانه با کاربرد اسید سالیسیلیک نسبت به تیمارهای شاهد گزارش کردند.



شکل (۴-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر وزن هزار دانه لوبیا چشم بلبلی



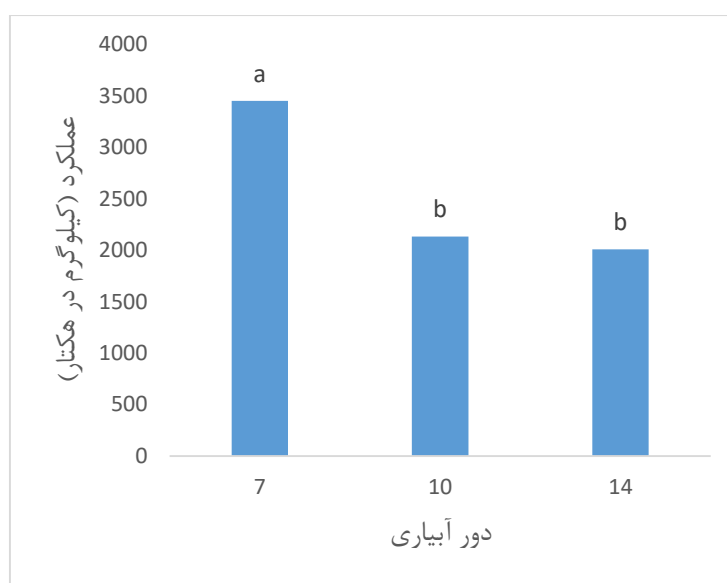
شکل (۴-۵) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر وزن هزار دانه لوبیا چشم بلبلی

۴-۲-۴- عملکرد دانه

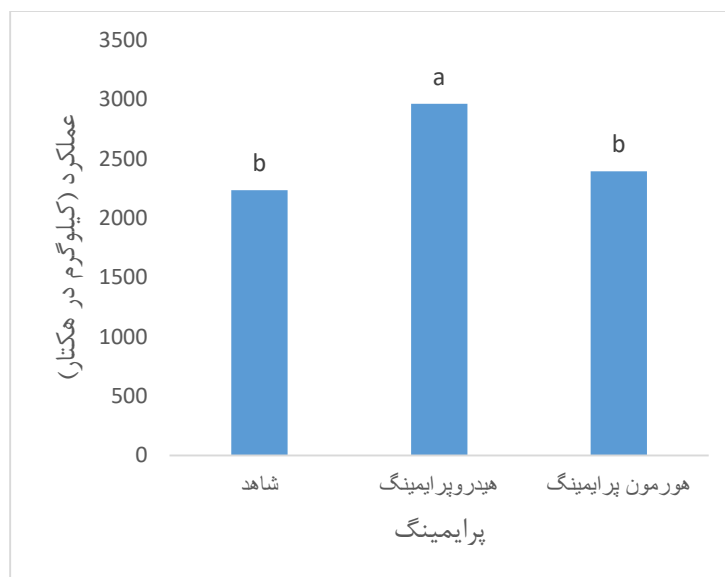
عملکرد دانه در گیاه لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر دور آبیاری و پرایمینگ در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۳-۴). عملکرد دانه تحت تاثیر دور آبیاری کاهش معنی داری را نشان داد و این صفت را ۴۱/۸ درصد نسبت به دور آبیاری ۷ روز کاهش داد (شکل ۴-۶). در حالی که اختلاف معنی دار بین دور آبیاری ۱۰ روز و ۱۴ روز مشاهده نشد. هیدروپرایمینگ توانست عملکرد دانه را تا ۳۲/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۷) ولی هورمون پرایمینگ تاثیر چندانی نداشت. 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). کاهش عملکرد دانه، در اثر تنش خشکی در گیاه گندم نیز گزارش شده است (حیات و احمد، ۲۰۰۷).

فرخی‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که به نظر می‌رسد 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.

محققان گزارش کردند که پرایمینگ با تاثیر مثبتی که در تسريع 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، می تواند سبب بهبود عملکرد شود و در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی اثرات مفید آن بهتر نمایان می شود (عیسوند و همکاران، ۲۰۱۰؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۱). چائی چی و همکاران (۲۰۰۴) هریس و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش عملکرد در گیاهانی نظیر ذرت، سورگوم، برنج آیلند و نخود شد. نتایج آزمایشات مزرعه‌ای در مورد ذرت، برنج، نخود و گندم (سودهی و هریس، ۲۰۰۵) حاکی از آن است که پرایمینگ بذر از نظر جوانه زنی و سبز شدن گیاهچه و عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تنش تضمین خوبی برای کشاورزان است و تقریباً هیچ اثر منفی از کاربرد این روش در گیاهان گزارش نشده است.



شکل (۴-۶) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر عملکرد لوبیا چشم بلبلی



شکل (۷-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر عملکرد لوبیا چشم بلبلی

۳-۴- سدیم، پتاسیم و پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر روی پروتئین دانه معنی دار شد. اثر سطوح سوپر جاذب بر میزان پتاسیم دانه، سدیم دانه و پروتئین دانه معنی دار بود. همچنین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب بر میزان پتاسیم و سدیم دانه موثر واقع شد، ولی در مورد اثرات متقابل دور آبیاری و پرایمینگ در هیچ یک از صفات مذکور تاثیری ایجاد نشد. تیمار پرایمینگ در این تحقیق تنها بر میزان سدیم دانه در سطح احتمال ۵٪ موثر واقع گردید. اثر بر هم کنش تیمارهای سوپر جاذب و پرایمینگ بر روی پروتئین دانه معنی دار شد. ولی اثر سه جانبه تیمارها بر روی هیچ کدام از صفات تاثیر معنی داری نداشت (جدول ۴-۵). کارگر و همکاران (۱۳۸۳) و محسن بیگی و همکاران (۱۳۸۹) نیز تغییر درصد پروتئین دانه را در گیاهان تحت تنش خشکی گزارش نمودند.

جدول (۴-۵) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر صفات مرتبط با دانه لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

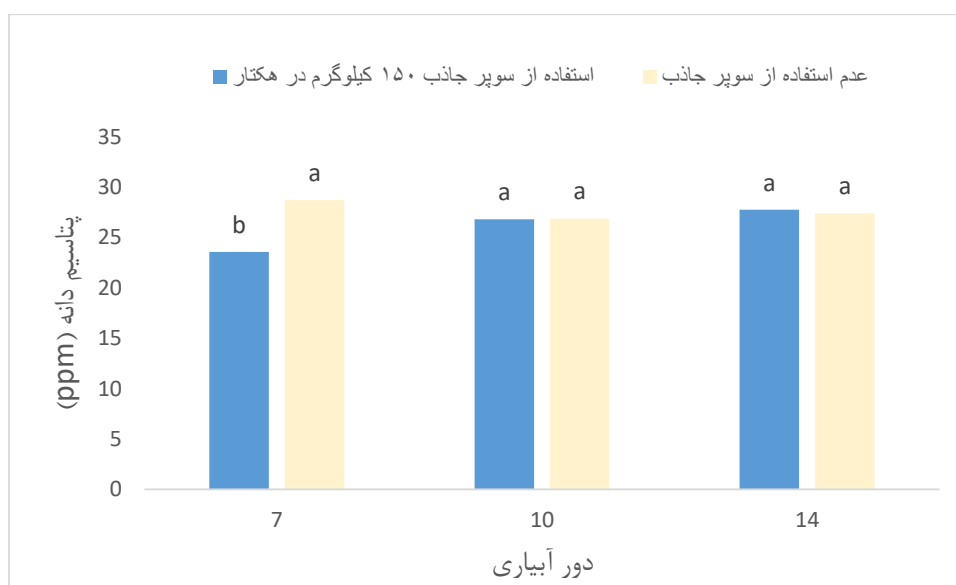
میانگین مربعات (MS)				
منابع تغییرات	درجه آزادی	پتاسیم دانه	سدیم دانه	پروتئین دانه
بلوک	۲	۵۰/۹۲۷	۱۰۵/۱۳۰	۸/۰۱۰
دور آبیاری	۲	۹/۶۱۱ ^{ns}	۷۰/۷۲۶ ^{ns}	۱۸۱/۸۲۰*
خطا	۴	۱۱/۲۶۷	۲۷/۴۹۱	۱۱/۵۱۶
سوپر جاذب	۱	۳۶/۰۱۵*	۲۹۸/۶۸۵**	۲۹۲/۱۳۶**
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۴۱/۸۰۷*	۴۴/۹۶۳**	۳/۲۹۹ ^{ns}
پرایمینگ	۲	۱۷/۱۷۷ ^{ns}	۲۳/۳۵۲*	۱۵/۷۲۰ ^{ns}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۲/۶۷۴ ^{ns}	۴/۳۸۰ ^{ns}	۴/۹۰۶ ^{ns}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۰/۸۸۴ ^{ns}	۱/۳۵۲ ^{ns}	۴۴/۸۴۳*
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۲/۷۵۴ ^{ns}	۱/۵۴۶ ^{ns}	۱۵/۱۴۲ ^{ns}
خطا	۳۰	۸/۸۳۲	۶/۹۲۶	۹/۷۴۰
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۱/۰۶	۵/۳۳	۱۹/۶۹

* و ** به ترتیب بیان گر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns بیان گر عدم معنی داری می باشد

۴-۳-۱- پتاسیم دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمار سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب در سطح ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۴-۵). مطابق نتایج مقایسه میانگین ها، اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب میزان پتاسیم دانه را در دور آبیاری ۷ روز تحت تاثیر قرار داده و استفاده از سوپر جاذب باعث کاهش این صفت به میزان ۱۷/۹ درصد شد (شکل ۴-۸). این در حالی بود که استفاده و عدم استفاده از سوپر جاذب در سطوح آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز تغییر معنی داری در میزان پتاسیم دانه ایجاد نکرد. در آبیاری بهینه با استفاده از سوپر جاذب میزان پتاسیم کاهش یافت، وقتی آب قابل دسترس برای گیاه همیشه در حد اشباع باشد باعث کاهش میزان جذب پتاسیم می شود. ساکی نژاد و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند در شرایط خشکی بر میزان جذب عنصر پتاسیم در

گیاه ذرت افزوده می‌شود. سامارا (۲۰۰۵) اظهار نمود در شرایط تنش خشکی اکثر گیاهان برای مقاومت در برابر تنش خشکی برخلاف پدیده انتشار با انتقال فعال و صرف انرژی غلظت عنصر پتاسیم را در ریشه و بافت های هوایی افزایش داده و این افزایش جذب با تأثیر گذاری بر فتوسنتز با باز شدن روزنه ها، رشد و افزایش در انتقال مواد از ته به دانه سبب افزایش عملکرد تا حد ممکن می‌شود. طبق نظر اسوین و همکاران (۲۰۰۳) تحمل تنش خشکی توسط ریشه گیاهان سبب تغییر سرعت جذب مواد معدنی و گردش آنها در پیکره گیاه شده که سبب تغییر شیر خام می‌شود و این عامل، انباشته شدن مواد معدنی از جمله پتاسیم را به دنبال دارد. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که تنش خشکی به طور کلی عملکرد کل را کاهش می‌دهد و در مقابل درصد میزان عناصر موجود در دانه را نسبت به سایر مواد دیگر موجود در این جزء از عملکرد افزایش می‌دهد و این افزایش به علت این است که گیاه در شرایط تنش حداکثر مکانیسم‌های موجود را برای رسیدن به عملکرد نهایی و در حقیقت بقای نسل خود به انجام می‌رساند.

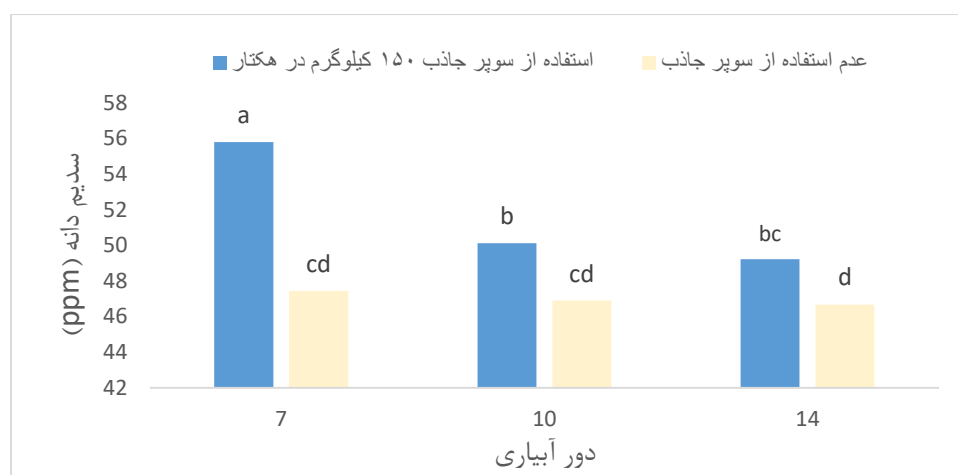


شکل (۴-۸) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و سوپر جاذب بر پتاسیم دانه لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۲- سدیم دانه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان سدیم دانه تحت تاثیر اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب قرار داشت، به گونه‌ای که با افزایش دور آبیاری از میزان این صفت کاسته شد ولی تیمار سوپر جاذب باعث افزایش

میزان سدیم دانه گشت. نتایج نشان دهنده آن است که در تمامی سطوح آبیاری تیمار مصرف سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری را با عدم مصرف سوپر جاذب نشان داد. در این میان تیمار مصرف سوپر جاذب در دور آبیاری ۷ روز بالاترین میزان را دارا بود (شکل ۴-۹). بوهنرت و همکاران (۱۹۹۹) معتقد بودند که در هنگام تنش، میزان سدیم افزایش یافته و برای جلوگیری از سمیت آن، گیاه سعی در خروج یا ورود به واکوئل می‌نماید. طی تحقیقی بر روی گیاه علف فرشیان^۱ تحت تنش خشکی، محتوای یون‌های سدیم، پتاسیم و کلر افزایش نیافتند، بلکه این یون‌ها به برگ‌ها انتقال یافته و در آنجا تجمع یافتند (اسلام و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین نتایج نشان داد که هورمون پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی دار میزان سدیم گردید (شکل ۴-۱۰). در مطالعه سانتوز و همکاران (۱۹۹۶) نیز مشابه با این مطالعه تغییرات سدیم در اثر تنش خشکی معنی دار نشد (جدول ۴-۵) ولی تیمارهای پرایمینگ ترجیحاً از طریق جذب و تجمع یون‌هایی مثل سدیم در تنظیم اسمزی بافت‌های خود نقش ایفا می‌کند. افزایش جذب مواد غذایی در اثر پرایمینگ در مطالعات اشرف و همکاران (۲۰۰۲) گزارش شده است که با این نتایج مطابقت دارد.



شکل (۹-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و سوپر جاذب بر سدیم دانه لوبیا چشم بلبلی

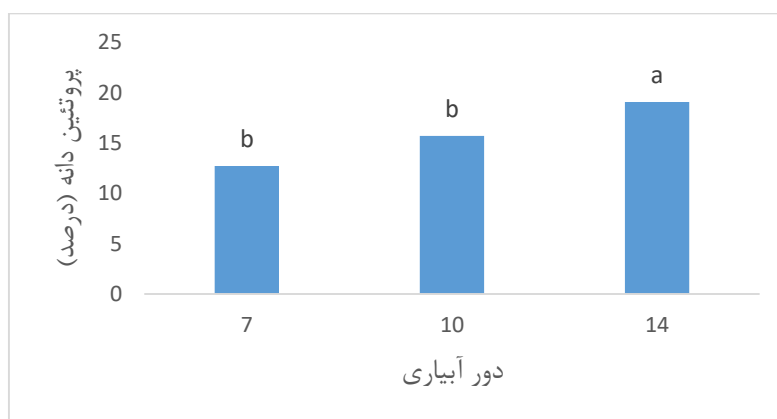


شکل (۴-۱۰) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر سدیم دانه لوبیا چشم بلبلی

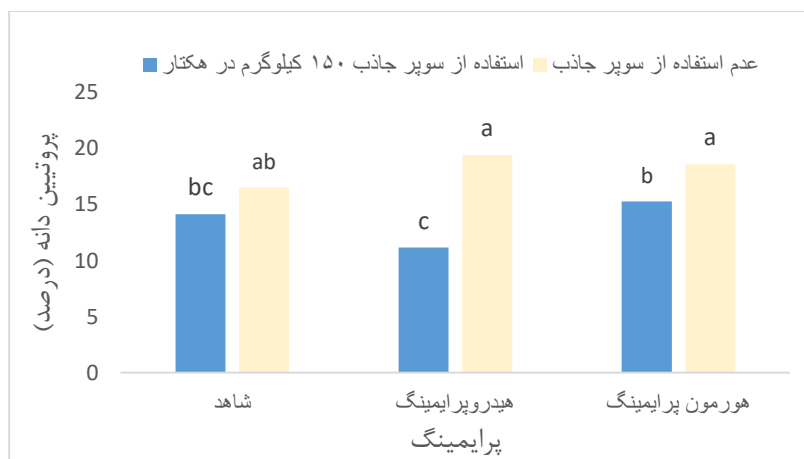
۴-۳-۳- پروتئین دانه

نتایج نشان دادند که میزان پروتئین دانه در آبیاری مزرعه هر ۷ روز یک بار با آبیاری هر ۱۰ روز یک بار تفاوتی نداشت ولی با افزایش دور آبیاری به ۱۴ روز میزان پروتئین دانه افزایش معنی داری داشت. این نتایج با نتایج مهاجرانی و همکاران (۱۳۹۴) در گیاه لوبیا قرمز مطابقت داشت (شکل ۴-۱۱). تحت تنش خشکی، به علت کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، از انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها کاسته شده و ذخیره نشاسته در آنها کاهش می‌یابد که این امر موجب کوچک شدن دانه‌ها و افزایش درصد پروتئین می‌گردد. ضمن اینکه در شرایط تنش، گیاه با ساخت پروتئین‌های متحمل به تنش، میزان پروتئین‌های محلول خود را نیز افزایش می‌دهد (دی مجیا و همکاران، ۲۰۰۳). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ بر پروتئین دانه گویای تفاوت معنی دار این تیمارها از نظر میزان پروتئین دانه می‌باشد (شکل ۴-۱۲ و جدول ۴-۵). تیمارهای پرایمینگ و عدم استفاده از سوپر جاذب باعث افزایش میزان پروتئین شد این در حالی است که بین تیمارهای پرایمینگ و شاهد در صورت عدم مصرف سوپر جاذب اختلاف معنی داری ایجاد نشد. بیشترین اختلاف بین تیمار هورمون پرایمینگ بذر قبل از کاشت و استفاده از سوپر جاذب و عدم استفاده از سوپر جاذب مشاهده شده. بالاتر بودن درصد پروتئین در شرایط محدودیت آب نسبت به شرایط آبیاری کامل می‌تواند با کاهش طول دوره رشد و نمو در تیمارهای با محدودیت آب مرتبط باشد که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات‌ها (به علت کاهش فراوانی آنزیم‌های سنتر

نشاسته) به پروتئین و در نتیجه افزایش درصد پروتئین در این تیمارها شده باشد. گزارش شده تنش آب به ایجاد اختلال در فرآیند فتوسنتز، فعالیت آنزیم ها و سنتز پروتئین منجر می شود که جابجایی متابولیت ها را به سمت دانه تحت تاثیر قرار می دهند (تالوث و همکاران، ۲۰۰۶). البته صادقی پور و آقایی (۲۰۱۲) علت افزایش پروتئین دانه لوبیا در شرایط تنش خشکی را سنتز پروتئین های جدید در شرایط تنش خشکی عنوان کردند. پورموسوی و همکاران (۱۳۸۴)، خادم و همکاران (۱۳۸۷) یزدانی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که درصد پروتئین دانه ضمن مصرف پلیمر سوپر جاذب و کود دامی افزایش می یابد.



شکل (۱۱-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی



شکل (۱۲-۴) مقایسه میانگین اثر سوپر جاذب و پرایمینگ بر پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی

۴-۴- خصوصیات فیزیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات فیزیولوژیکی لوبیا چشم بلبلی (جدول ۴-۶) نشان داد که تفاوت در دور آبیاری، صفات کلروفیل b و کارتنوئید را با احتمال پنج درصد و میزان محتوای نسبی آب برگ، فلاونوئید، پرولین و آنتوسیانین را با احتمال یک درصد تحت تاثیر قرار دادند. همچنین تیمارهای سوپر جاذب، صفات کارتنوئید، فلاونوئید و کربوهیدرات را در سطح احتمالی یک درصد معنی دار کرد. طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، اثرات متقابل دور آبیاری و سوپرجاذب تنها بر میزان فلاونوئید در سطح احتمال پنج درصد موثر واقع گردید و برای سایر صفات معنی دار نشد. تیمارهای مختلف پرایمینگ بر روی تمامی صفات بجز محتوای نسبی آب برگ، درصد تراوایی غشا و پرولین در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. دمیرکایا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند پرایمینگ بذر می تواند تحت شرایط تنش های محیطی سبب بهبود روند واکنش های فیزیولوژیکی در بذر شده و در نتیجه مقاومت به تنش های محیطی در این بذرها را به طور قابل ملاحظه ای ارتقا دهد. در بذرهایی پرایم شده ای که در بستر خود با شرایط تنش زا روبرو هستند تخریب ماکرومولکول ها، اسیدهای هسته ای و واکنش های اکسیداتیو که منجر به تولید مواد سمی و خسارت زایی چون رادیکال های آزاد می شود به مراتب کمتر از بذرهایی تیمار نشده می باشد. طبق نتایج، اثرات متقابل دور آبیاری و پرایمینگ بر میزان کربوهیدرات در سطح پنج درصد موثر واقع گردید. اثر متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ بر روی هیچ یک از صفات تاثیر معنی دار ایجاد نکرد. برهم کنش اثر سه جانبه دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر میزان محتوای نسبی آب برگ و پرولین در سطح یک درصد و بر میزان کارتنوئید در سطح پنج درصد موثر واقع شد ولی بر روی سایر صفات مذکور اثر معنی دار ایجاد نکرد.

جدول (۴-۶) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر خصوصیات فیزیولوژیک لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

میانگین مربعات (MS)											
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	محتوای نسبی آب برگ	درصد تراوایی غشا	کارتنوئید	فلاونوئید	کربوهیدرات‌های محلول	پرولین	آنتوسیانین
بلوک	۲	۱/۴۶۹	۰/۰۱۷	۱/۳۰۹	۳۶/۲۱۲	۶۷۱/۵۱۸	۰/۰۳۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۱
دور آبیاری	۲	۰/۱۴۱ ^{ns}	۰/۰۱۴*	۰/۲۴۳ ^{ns}	۲۹۴/۵۰۶**	۲۵/۷۳۸ ^{ns}	۰/۰۱۹*	۰/۰۶۴**	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۲۹**	۰/۰۰۲**
خطا	۴	۰/۰۳۷	۰/۰۰۲	۰/۰۵۷	۹/۵۹۸	۱۲۹/۱۳۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
سوپر جاذب	۱	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۵۵۰ ^{ns}	۳۶/۲۶۰ ^{ns}	۰/۰۱۶**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۱۰/۹۳۶ ^{ns}	۰/۲۳۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}
پرایمینگ	۲	۰/۲۱۲**	۰/۰۲۳**	۰/۳۷۳**	۱۳/۳۴۹ ^{ns}	۵۱/۸۹۸ ^{ns}	۰/۰۲۹**	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱**
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۷/۱۷۱ ^{ns}	۳۱/۲۲۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۶/۸۵۱ ^{ns}	۳/۷۹۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۴۶ ^{ns}	۲۳/۴۴۱**	۲۱/۶۵۸ ^{ns}	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰۱ ^{ns}
خطا	۳۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰۲	۰/۰۳۰	۵/۴۱۵	۱۹/۲۵۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۳/۴۲	۱۹/۱۹	۲۱/۶۸	۲/۹۱	۳۱/۳۷	۱۴/۱۵	۳۳/۵۴	۲۹/۴۰	۱۳/۰۲	۸/۲۵

* و ** به ترتیب بیان گر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns بیان گر عدم معنی داری می‌باشد

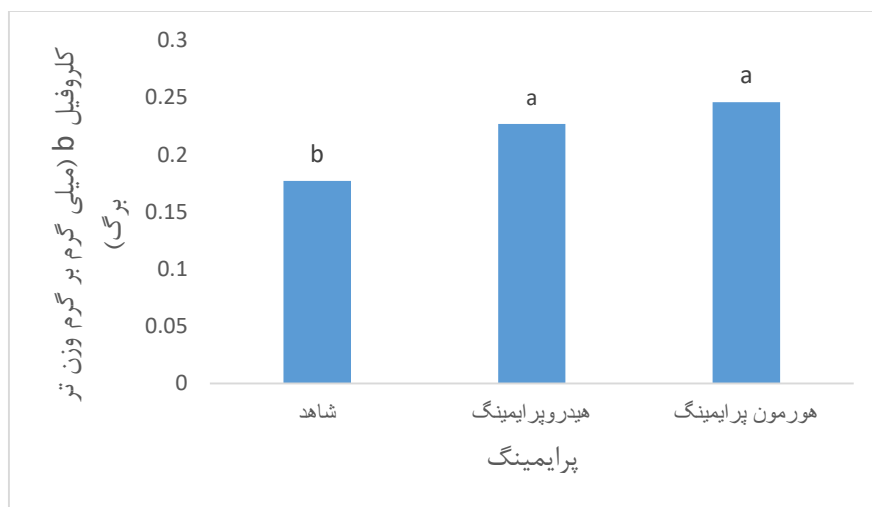
۴-۴-۱- کلروفیل a، b و کلروفیل کل

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ شد (شکل‌های ۴-۱۳، ۴-۱۴، ۴-۱۵). هر دو تیمار هورمون پرایمینگ و هیدروپرایمینگ با تیمار شاهد اختلاف معنی دار نشان داد، بطوری که تیمار هورمون پرایمینگ با اسید سالیسیلیک میزان کلروفیل a را ۴۵/۸ درصد، کلروفیل b را ۳۸/۸ درصد و کلروفیل کل را ۴۳/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بین دو تیمار پرایمینگ اختلاف معنی دار مشاهده نشد. جنبه‌های متابولیک گیاهانی که با سالیسیلیک اسید یا مشتقات آن تیمار شده‌اند، تغییراتی را با درجات مختلف نشان می‌دهند که بستگی به نوع گیاه و روش اعمال سالیسیلیک اسید دارد. برای مثال کاربرد اسید سالیسیلیک (۲۰ میلی گرم در لیتر) به قسمت‌های برگ گیاه کلزا^۱ میزان کلروفیل را افزایش داد (گای و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین خیساندن بذره‌های گندم در محلول 10^{-5} مولار از سالیسیلیک اسید، منجر به ایجاد گیاهانی شد که دارای مقدار رنگدانه‌های بیشتری بودند و با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید، مقدار رنگدانه‌ها کاهش یافت (حیات و همکاران، ۲۰۰۵). در آزمایش حاضر نیز با استفاده از سالیسیلیک اسید، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل افزایش یافت.



(شکل ۴-۱۳) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر کلروفیل a در لوبیا چشم بلبلی

¹ - *Brassica napus*



(شکل ۴-۱۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر کلروفیل b در لوبیا چشم بلبلی

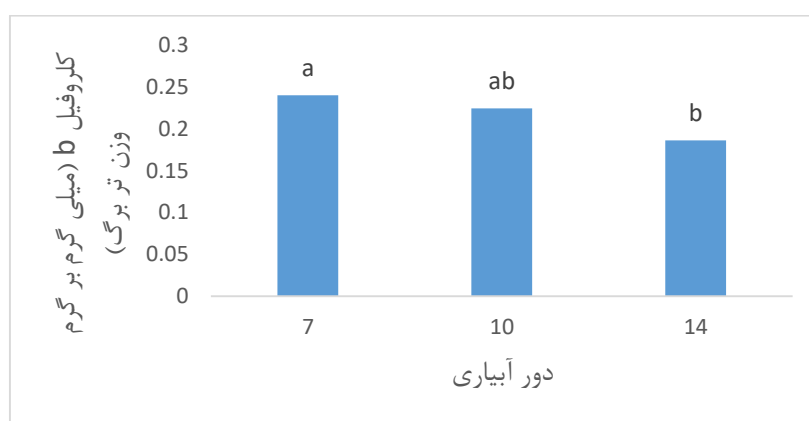


(شکل ۴-۱۵) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر کلروفیل کل در لوبیا چشم بلبلی

نتایج مقایسه میانگین شکل (۴-۱۶) نشان داد که دوره‌های آبیاری بر روی میزان کلروفیل b تاثیر معنی دار داشت و هر چه میزان دور آبیاری بیشتر شده (تنش خشکی) از آن کاسته شده است. بطوری که میزان کلروفیل b در مدار آبیاری ۱۴ روز ۳۲/۶ درصد نسبت به مدار آبیاری ۷ روز کاهش نشان داده است. اختلاف معنی داری بین دور آبیاری ۱۰ روز با دور آبیاری ۷ روز و همچنین دور آبیاری ۱۴ روز ایجاد نشد. 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).

طبق گزارش برخی از محققین، محتوای کلروفیل برگ و همچنین نسبت کلروفیل a به b در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد (هونگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ نایار و گوپتا، ۲۰۰۶). هم چنین برخی پژوهشگران ضمن اعلام کاهش محتوای کلروفیل در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که ارقام دارای محتوای کلروفیل بالا، مقاومت بیشتری در شرایط تنش از خود نشان می‌دهند که دلیل آن می‌تواند دوام بیشتر فتوسنتز برگ تحت شرایط تنش باشد (گرگرسن و هولم، ۲۰۰۷). کاهش مقدار کلروفیل می‌تواند به دلیل تغییر متابولیسم نیتروژن در رابطه با ساخت ترکیباتی مانند پرولین باشد. تنش خشکی موجب می‌شود تا گلوتامات که پیش ماده ساخت کلروفیل و پرولین است، کمتر در مسیر بیوسنتز کلروفیل قرار گیرد (حیدری شریف آباد، ۱۳۷۹). مطابق نتایج فاضلی رستم پور و همکاران (۱۳۸۹) تنش خشکی باعث کاهش معنی دار شاخص کلروفیل ذرت دانه ای گردید و حداکثر شاخص کلروفیل در طول فصل رشد، در تیمار آبیاری مطلوب و حداقل آن، در تیمار تنش شدید دیده شد.



(شکل ۴-۱۶) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر کلروفیل b در لوبیا چشم بلبلی

۴-۴-۲- کارتنوئید

جدول مقایسه میانگین (۷-۴) نشان داد اختلاف معنی داری بین سطوح بر هم کنش سه جانبه دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ از نظر آماری در مورد کارتنوئید وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد میزان موجودی این رنگدانه در تیمار هیدروپرایمینگ و استفاده از سوپر جاذب در دور آبیاری ۱۰ روز بیشترین مقدار و تیمار بدون پرایمینگ (شاهد) و عدم استفاده از سوپر جاذب در دور آبیاری ۱۴ روز کمترین مقدار را دارا بود.

جدول (۷-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر کارتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) لوبیا چشم بلبلی

۰/۲۷۳۹ def	شاهد	استفاده از سوپر جاذب	آبیاری در مدار ۷ روز
۰/۳۵۸۵ abc	هیدروپرایمینگ	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	
۰/۳۸۰۰ ab	هورمون پرایمینگ		
۰/۲۷۴۳ def	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۰/۲۸۲۹ def	هیدروپرایمینگ		
۰/۳۰۸۲ bcde	هورمون پرایمینگ		
۰/۲۶۵۸ ef	شاهد	استفاده از سوپر جاذب	آبیاری در مدار ۱۰ روز
۰/۳۸۳۳ a	هیدروپرایمینگ	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	
۰/۳۱۱۶ abcde	هورمون پرایمینگ		
۰/۲۵۱۴ efg	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۰/۲۷۱۰ ef	هیدروپرایمینگ		
۰/۳۴۷۶ abcd	هورمون پرایمینگ		
۰/۲۱۲۶ fg	شاهد	استفاده از سوپر جاذب	آبیاری در مدار ۱۴ روز
۰/۲۷۰۹ ef	هیدروپرایمینگ	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	
۰/۳۰۹۲ abcde	هورمون پرایمینگ		
۰/۱۸۶۰ g	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۰/۲۸۴۸ cdef	هیدروپرایمینگ		
۰/۲۵۴۴ efg	هورمون پرایمینگ		

مطابق با نتایج زالی و همکاران (۱۳۹۵) افزایش زمان دور آبیاری و به عبارتی ایجاد شرایط استرس رطوبتی، میزان کارتنوئید را نیز تحت تأثیر قرار داد. و به نحوی باعث کاهش آن گردید. تنش آب در میان دیگر تغییرات، بخصوص با تولید ROS در تیلاکوئیدها، قادر به کاهش تراکم بافت کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها می باشد (کیانی و

همکاران، ۲۰۰۸). کاروتنوئیدها معمولاً دارای نقش عملکردی در خاموش کردن اکسیژن فعال و جاروب کردن رادیکال‌های آزاد دارند که به دلیل توانایی آنها در انتقال انرژی در فتوسنتز و نقش حفاظت نوری آنهاست. کاهش مشاهده شده در مقدار کاروتنوئیدهای تحت تنش خشکی می‌تواند به دلیل تبدیل کاروتنوئیدها به آسزیک اسید باشد. در یک بررسی محلولپاشی سالیسیلیک اسید با افزایش توان آنتی اکسیدانی بابونه از جمله کاروتنوئیدها، موجب کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپیدها و حفاظت بیشتر از غشاهای سلولی و فتوسنتزی و رنگیزه های فتوسنتزی شده و از کاتابولیسم کلروفیل جلوگیری کرده است (اقبال و اشرف، ۲۰۰۵). سالیسیلیک اسید همچنین در گیاه جو و گندم موجب افزایش کاروتنوئید شد (مانوهاران و همکاران، ۲۰۱۰).

۴-۳-۴- محتوای نسبی آب برگ

نتایج مقایسه میانگین جدول (۴-۸) نشان داد اختلاف معنی داری بین سطوح بر هم کنش سه جانبه دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ از نظر آماری در مورد محتوای نسبی آب برگ وجود دارد. نتایج نشان داد که میزان محتوای نسبی آب در تیمار هیدروپرایمینگ، عدم استفاده از سوپر جاذب و دور آبیاری ۷ روز بیشترین مقدار را دارا می‌باشد، البته بین تمام تیمارهای دور آبیاری ۷ روز اختلاف معنی دار مشاهده نشد و بیشترین مقدار برای تیمارهای دورهای آبیاری در آبیاری ۷ روز بود. کمترین مقدار در این صفت مربوط به تیمار شاهد (عدم پرایمینگ)، استفاده از سوپر جاذب در مدار آبیاری ۱۴ روز بوده است. سیبی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که تنش خشکی سبب کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌شود. تنش‌های محیطی موجود در طبیعت با تغییر در ساختمان غشاء به صورت کمی و کیفی بر رشد گیاه تاثیر می‌گذارند. بین کاهش محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش خشکی و محتوای رطوبت خاک همبستگی مثبتی وجود دارد. کاهش رشد و فعالیت ریشه و افزایش تبخیر و تعرق در گیاه از عوامل تاثیر گذار در کاهش این شاخص است (پورموسوی و همکاران، ۱۳۸۶). با خروج آب از خاک و نبود آب برای جایگزینی آن، پتانسیل آب خاک در ناحیه ریشه کاهش می‌یابد و اگر مقاومت‌ها در گیاه ثابت بماند به منظور حفظ سرعت تعرق، پتانسیل آب در گیاه نیز به صورت مشابه با خاک کاهش می‌یابد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). بوتا و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند تنظیم اسمزی از علائم پاسخ به خشکی است و در

شرایط خشکی پتانسیل اسمزی در برگ‌های انگور کاهش یافته و در نتیجه محتوای نسبی آب برگ‌ها کمتر می‌شود.

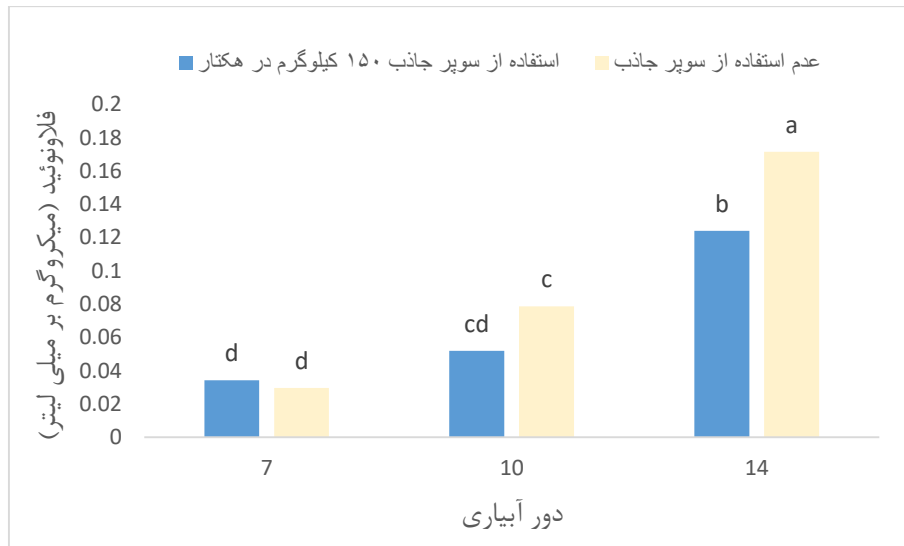
جدول (۴-۸) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر محتوای نسبی آب برگ (درصد) لوبیا چشم بلبلی

۸۳/۶۲ ab	شاهد	استفاده از سوپر جاذب	آبیاری در مدار ۷ روز
۸۲/۲۷ abcd	هیدروپرایمینگ	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	
۸۲/۹۴ abc	هورمون پرایمینگ		
۸۴/۵۲ ab	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۸۵/۹۸ a	هیدروپرایمینگ		
۸۳/۸۶ ab	هورمون پرایمینگ		
۷۹ def	شاهد	استفاده از سوپر جاذب	آبیاری در مدار ۱۰ روز
۸۱/۴۶ bcde	هیدروپرایمینگ	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	
۸۱/۳۰ bcde	هورمون پرایمینگ		
۷۷/۹۸ ef	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۸۱/۰۴ bcde	هیدروپرایمینگ		
۷۸/۹۷ def	هورمون پرایمینگ		
۷۱/۸۷ h	شاهد	استفاده از سوپر جاذب	آبیاری در مدار ۱۴ روز
۷۹/۲۳ cdef	هیدروپرایمینگ	به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	
۷۶/۲۱ fg	هورمون پرایمینگ		
۷۶/۲۹ fg	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۷۲/۸۳ gh	هیدروپرایمینگ		
۷۸/۲۴ ef	هورمون پرایمینگ		

۴-۴-۴- فلاونوئید

ترکیبات فنلی نیز سالهاست که به عنوان اجزای سازنده گیاهان شناخته شده و وظایف بسیاری به آنها نسبت داده شده است (سالیسبوری و روس، ۱۹۹۱). ترکیباتی نظیر کومارین، فلاونوئیدها، کاتکول، کافئیک اسید و آنتوسیانین از جمله ترکیبات فنلی محسوب می‌شوند. نتایج مربوط به ارزیابی فلاونوئید در گیاه لوبیا نشان داد که مقدار عددی این صفت تحت تأثیر اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب قرار گرفت (جدول ۴-۶). با افزایش زمان دور آبیاری میزان فلاونوئید افزایش معنی‌داری را نشان داد، این در حالیست که استفاده از سوپر جاذب در مقایسه با تیمار عدم استفاده از آن به طور قابل توجهی میزان فلاونوئید را کاهش داد و بیشترین مقدار مربوط به این صفت در تیمار عدم استفاده از سوپر جاذب و شرایط آبیاری هر ۱۴ روز یک بار مشاهده شد (شکل ۴-۱۷). پرایمینگ نیز بر میزان این صفت بی تأثیر نبوده و فلاونوئید کاهش پیدا کرد. که بر اساس نتایج به دست آمده بین کمترین مقدار (هیدروپرایمینگ) و بیشترین مقدار (تیمار شاهد) ۳۸/۰۹ درصد در میزان این صفت اختلاف دیده شد (شکل ۴-۱۸). هیدروپرایمینگ علاوه بر بهبود عملکرد گیاه زراعی، منجر به تغییرات عمده‌ای در برخی مواد بیوشیمیایی در مراحل مختلف رشد گیاه می‌گردد (سلام، ۱۹۹۹). بنابراین تنش شدید خشکی سبب افزایش معنی‌دار ترکیبات فنلی در برگ‌ها شد. گزارش شده است کاهش سنتز پروتئین منجر به افزایش ترکیبات فنلی می‌شود (بل، ۱۹۸۱) که مشابه با نتایج این پژوهش است. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که هرگونه تنش برگیه، مقدار ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد و وجود چنین ترکیباتی موجب کاهش استقرار میکروارگانیزم‌ها می‌شود (سالیسبوری و روس، ۱۹۹۱). تنش زیستی و غیرزیستی، سنتز پلی‌فرول‌ها را تحت تأثیر قرار داده و باعث تجمع ترکیبات فنلی در گیاه می‌شود. این ترکیبات دارای قدرت رقابت بوده و در فعالیت‌های آنتی اکسیدانتی گیاهان به منظور محدود کردن اثرات فلزات سنگین شرکت می‌کنند (سیواسی و الماس، ۲۰۱۲). ترکیبات فنلی خارج شده از ریشه، یون‌های آهن را از طریق کلاته کردن غیرفعال کرده و علاوه بر این باعث توقف واکنش

سوپراکسید-درایون فنتون^۱ که از مهم ترین منابع ایجاد رادیکال های آزاد است می شود (میچالاک، ۲۰۰۶) و می توانند از این طریق در کاهش اثرات سو فلزات سنگین ایفای نقش نمایند.



(شکل ۴-۱۷) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری و سوپر جاذب بر فلاونوئید در لوبیا چشم بلبلی



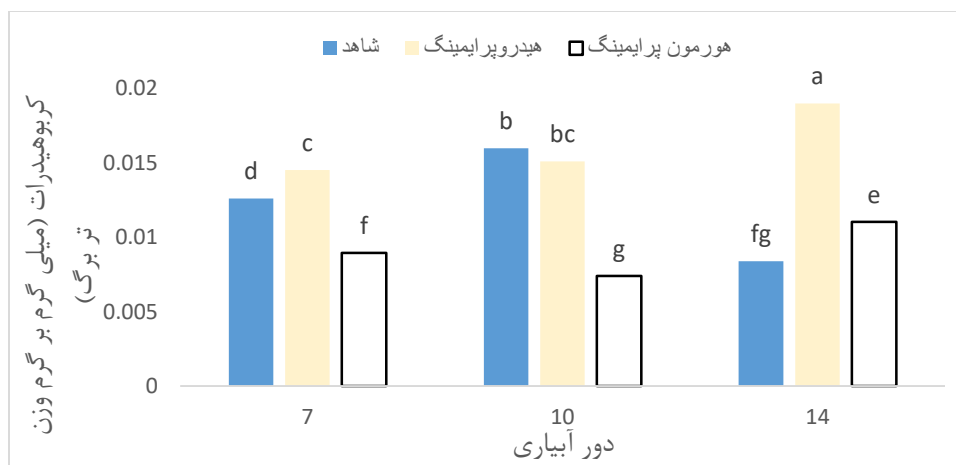
(شکل ۴-۱۸) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر فلاونوئید در لوبیا چشم بلبلی

۴-۴-۵- کربوهیدرات های محلول

مطابق با شکل (۴-۱۹) مقایسه میانگین های مربوط به میزان کربوهیدرات در برگ لوبیا نشان داد که با افزایش دور آبیاری و پرایمینگ بذر، میزان کربوهیدرات به طور معنی داری تغییر کرد. هیدروپرایمینگ باعث شد با افزایش دور آبیاری میزان کربوهیدرات به طور منظمی افزایش پیدا کند، بطوری که بالاترین میزان کربوهیدرات در دور

^۱ - superoxide-driven Fenton

آبیاری ۱۴ روز (تنش خشکی) و هیدروپرایمینگ بذر مشاهده گردید. تیمار هورمون پرایمینگ نیز در دور آبیاری ۱۴ روز افزایش معنی دار با آبیاری مطلوب ایجاد نمود. بیشترین میزان کربوهیدرات در تیمار شاهد مربوط به آبیاری ۱۰ روز بود. در این تیمار با افزایش دور آبیاری به ۱۴ روز میزان کربوهیدرات کاهش معنی دار نشان داد. افزایش قندهای محلول در گیاه مواجه با تنش کم آبی را به دلیل افزایش تجزیه کربوهیدرات‌های نامحلول و در نتیجه بالا رفتن سطوح قندهای محلول، سنتز مواد اسمتیک از مسیرهای غیر فتوسنتزی، توقف رشد، کاهش سرعت انتقال مواد و افزایش سنتز ساکارز به دلیل فعالسازی آنزیم ساکارز فسفات سنتاز نسبت داده‌اند (الیورا و همکاران، ۲۰۰۹). علی‌رغم کاهش تثبیت کربن در طی تنش خشکی به علت بسته شدن روزنه‌ها و کاهش بیان ژن‌های مربوط به سیکل کلوین، میزان گلوکز و فروکتوز در برگ‌ها افزایش می‌یابد. در تنش خشکی بیان ژن‌های کدکننده آنزیم‌های (فروکتوز ۱ و ۶ بیس فسفات آلدولاز، فروکتوز بیس فسفاتاز و فسفوگلوکوموتاز) درگیر در تولید گلوکز از تریوز فسفات‌ها کاهش می‌یابد. کاهش بیان این ژن‌ها احتمالاً به علت کاهش مقدار تولید تریوز فسفات‌ها و انتقال آنها از کلروپلاست می‌باشد. در صورتیکه بیان ژن‌های مربوط به هیدرولیز ساکارز افزایش می‌یابد که منجر به افزایش گلوکز و فروکتوز و کاهش ساکارز در برگ‌ها می‌گردد (ژو و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین تجمع گلوکز و فروکتوز در برگ‌ها تحت شرایط تنش می‌تواند به کاهش انتقال این هگزوزها مربوط باشد. افزایش گلوکز و فروکتوز در طی تنش خشکی با نتایج لیو و همکاران (۲۰۰۴) در برگ‌های سویا، ساتو و همکاران (۲۰۰۴) در کلم و ژینو و همکاران (۲۰۱۰) در سیب مطابقت دارد. اندوه و کوباتا (۲۰۰۲) گزارش نمودند که در اثر تیمارهای پرایمینگ با افزایش فعالیت آنزیم‌ها، میزان قندهای محلول افزایش می‌یابد. با توجه به جدول (۴-۶) تیمار سوپر جاذب نیز برای این صفت در آزمایش معنی دار شده و عدم استفاده از سوپر جاذب باعث افزایش این صفت گردید.



(شکل ۴-۱۹) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ بر کربوهیدرات های محلول در لوبیا چشم بلبلی

۴-۴-۶- پرولین

نتایج تجزیه واریانس پرولین نشان داد که اثر متقابل سه جانبه دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ در این صفت در سطح یک درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین داده های جدول (۴-۹) نشان داد که بیشترین مقدار پرولین برگ در تیمار هیدروپرایمینگ، استفاده از سوپر جاذب و دور آبیاری ۱۴ روز (تنش خشکی) اتفاق افتاد. البته بین تمامی تیمارهای دور آبیاری ۱۴ روز اختلاف معنی دار دیده نمی شود. همینطور در بین تیمارهای پرایمینگ و عدم استفاده از سوپر جاذب در مدار آبیاری ۱۰ روز و هیدروپرایمینگ، استفاده از سوپر جاذب در مدار آبیاری ۱۰ روز نیز اختلاف معنی داری با تیمارهای آبیاری ۱۴ روز دیده نمی شود. نتایج اشرافی و رزمجو (۲۰۱۰) نشان داد که محتوای پرولین در قسمت های رویشی گلرنگ در بذور هیدروپرایم شده تحت شرایط تنش و غیرتنش، افزایش یافت. بنابراین افزایش تجمع پرولین در گیاهان تیمار شده باعث رشد بهتر این گیاهان می شود. کمترین میزان پرولین برگ مربوط به تیمار شاهد (عدم پرایم) عدم استفاده از سوپر جاذب در مدار آبیاری ۷ روز می باشد. پرولین اسیدآمینه ای می باشد که بخش عمده بسیاری از پروتئین های درگیر در تنظیم اسمزی، دیواره سلولی و غشا را تشکیل می دهد (سزابدوس و ساوورا، ۲۰۰۹). در شرایط تنش خشکی، پرولین در حفظ پتانسیل اسمزی، حذف رادیکال های آزاد و ROS، حفاظت ماکرومولکول ها از دنا توره شدن، تنظیم pH سلولی نقش دارد. همچنین پرولین به عنوان منبع نیتروژن و کربن برای گیاهان تحت تنش شدید عمل می کند و تحمل گیاه در برابر

تنش را افزایش می‌دهد (امینی و همکاران، ۲۰۱۵). عده‌ای معتقدند که پرولین می‌تواند اثر منفی تنش آبی را بر تثبیت کربن اصلاح نماید (فندینا و همکاران، ۱۹۹۳). اگرچه پرولین در همه اندام‌های گیاه در طی تنش خشکی تجمع می‌یابد ولی سریع‌ترین انباشت را در برگ‌ها دارد (حیدری شریف آباد، ۱۳۷۹) افزایش میزان پرولین در مطالعات بسیاری تحت تنش خشکی گزارش شده است (هانسون و همکاران ۱۹۹۹، قربانی و همکاران ۲۰۱۳). بنابراین گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند مقدار زیادی از منابع کربن و نیتروژن خود را صرف سنتز تنظیم‌کننده‌های اسمزی از قبیل پرولین می‌کنند تا بتوانند فشار تورژسانس سلول‌های خود را حفظ نمایند (آرانجلو و همکاران، ۲۰۱۱).

جدول (۴-۹) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر میزان پرولین برگ (میکرومول بر گرم وزن تر برگ) لوبیا چشم بلبلی

۰/۱۴۲۹ def	شاهد	استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	آبیاری در مدار ۷ روز
۰/۱۰۸۱ ef	هیدروپرایمینگ		
۰/۱۶۲۴ cd	هورمون پرایمینگ		
۰/۰۹۸۷۳ f	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۰/۱۷۲۳ bcd	هیدروپرایمینگ		
۰/۱۴۲۱ def	هورمون پرایمینگ		
۰/۱۵۹۸ cde	شاهد	استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	آبیاری در مدار ۱۰ روز
۰/۱۹۰۴ abcd	هیدروپرایمینگ		
۰/۱۶۹۷ bcd	هورمون پرایمینگ		
۰/۱۶۹۷ bcd	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۰/۱۹۴۴ abcd	هیدروپرایمینگ		
۰/۱۹۲۸ abcd	هورمون پرایمینگ		
۰/۲۲۵۱ a	شاهد	استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلو در هکتار	آبیاری در مدار ۱۴ روز
۰/۲۴۰۰ a	هیدروپرایمینگ		
۰/۲۱۸۳ ab	هورمون پرایمینگ		
۰/۲۱۶۰ ab	شاهد	عدم استفاده از سوپر جاذب	
۰/۲۰۲۴ abc	هیدروپرایمینگ		
۰/۲۰۹۶ abc	هورمون پرایمینگ		

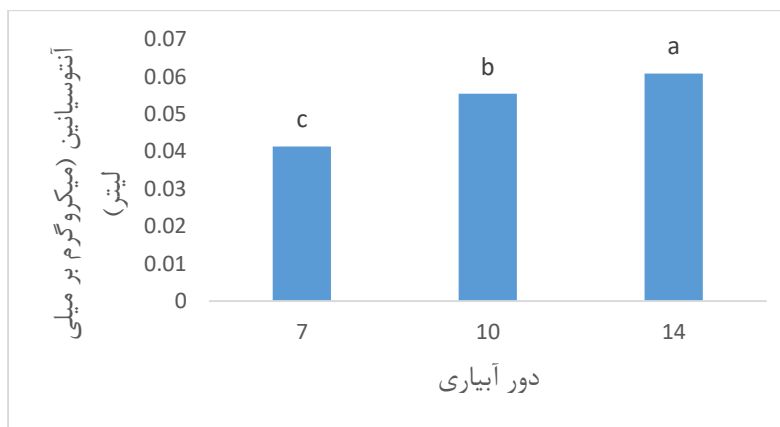
۴-۴-۷- آنتوسیانین

آنتوسیانین از دیگر صفاتی است که تحت تاثیر دور آبیاری قرار گرفت، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش مدار از ۷ روز به ۱۴ روز میزان آن افزایش یافت (شکل ۴-۲۰). حداکثر میزان آنتوسیانین در دور آبیاری ۱۴ روز و با میانگین ۰/۰۶۱ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ حاصل شد. در حالی که در دور آبیاری ۷ روز میزان این رنگدانه با میانگین ۰/۰۴۱ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ حداقل میزان آنتوسیانین بود. این رنگدانه ۴۸/۸ درصد در شرایط تنش افزایش یافته است. آنتوسیانین‌ها دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند و آنتی‌اکسیدان‌های فلاونوئیدی اثر محافظتی طی استرس خشکی دارند (هوکسترا و همکاران، ۲۰۰۱). آنها به عنوان ترکیب‌های فعال فیزیولوژیکی، عوامل محافظت کننده در مقابل استرس و به عنوان جذب کننده‌ها نقش مهمی در مقاومت گیاهان دارند (تاتیانی و همکاران، ۲۰۰۴).

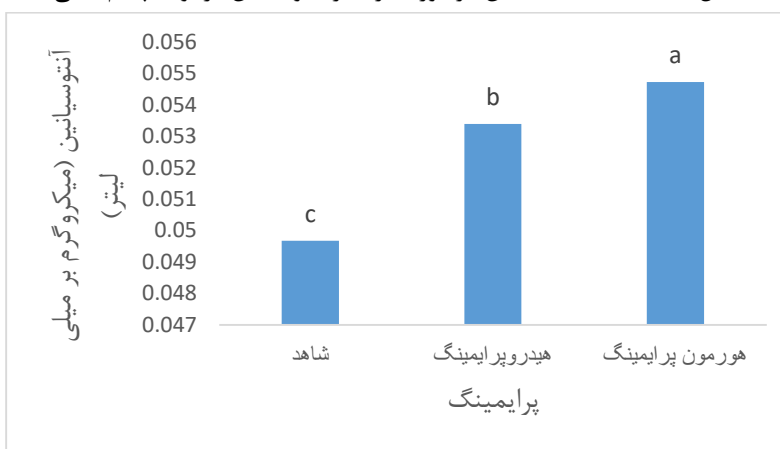
شین (۲۰۰۶) در پژوهش خود گزارش داد، به دلیل کمبود الکترون در ساختار مولکولی آنتوسیانین‌ها، این مولکول مستعد واکنش با رادیکال‌های آزاد اکسیژن بوده و با خنثی کردن تنش‌های اکسیداتیو، در هنگام بروز تنش خشکی نقش حفاظتی در گیاه به وجود می‌آورد. عبدالله و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کرد، افزایش آنتوسیانین در شرایط تنش، نشان دهنده توان تطابق پذیری گیاه با شرایط کمبود آب است و افزایش آنتوسیانین تحت شرایط تنش، به دلیل نقش حفاظتی این ترکیبات است که محافظت از کلروفیل را در برابر تنش باعث می‌شوند. لذا می‌توان به این نتیجه رسید که اصلی ترین عضو مؤثر در فتوسنتز کلروفیل است و آنتوسیانین بیشتر نقش یک محافظ را در برابر شرایط تنش را نسبت به کلروفیل از خود نشان می‌دهد تا به این طریق از آسیب رسیدن به کلروفیل که در نهایت موجب کاهش فتوسنتز می‌شود جلوگیری کند.

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف پرایمینگ نیز تاثیر معنی دار بر میزان آنتوسیانین ایجاد کرده، به نحوی که پرایمینگ باعث افزایش آن شد (شکل ۴-۲۱). هورمون پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بیشترین تاثیر را نسبت به سایر تیمارها بر آنتوسیانین نشان داد و میزان آن را ۱۰/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داده است. که این با

نتایج تحقیقات خورشیدی و همکاران، (۱۳۹۱) مطابقت دارد. اسید سالیسیلیک به عنوان یک مولکول پیام رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های متعدد زیستی و غیر زیستی شناخته شده است (الطیب، ۲۰۰۵).



(شکل ۴-۲۰) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر آنتوسیانین در لوبیا چشم بلبلی



(شکل ۴-۲۱) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر آنتوسیانین در لوبیا چشم بلبلی

۴-۵- آنزیم‌ها

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمار دور آبیاری و سوپر جاذب تاثیر معنی داری (سطح احتمال ۰/۱) بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پروکسیداز در بافت سبز برگ داشتند و اثر متقابل تیمارهای دور آبیاری، سوپر جاذب و همچنین تیمار پرایمینگ فقط فعالیت آنزیم کاتالاز را تحت تاثیر قرار داد. اثرات متقابل دوجانبه دور آبیاری و پرایمینگ، سوپر جاذب و پرایمینگ و اثر سه جانبه دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ تاثیر معنی داری بر فعالیت آنزیم‌های فوق در بافت سبز برگ نداشت (جدول ۴-۱۰).

جدول (۴-۱۰) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ و سوپر جاذب بر فعالیت آنزیم‌ها در لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

میانگین مربعات (MS)			
منابع تغییرات	درجه آزادی	کاتالاز	آسکوربات پروکسیداز
بلوک	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
دور آبیاری	۲	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۱**
خطا	۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱
سوپر جاذب	۱	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۱**
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}
پرایمینگ	۲	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}
خطا	۳۰	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۴/۳۰	۰/۳۶

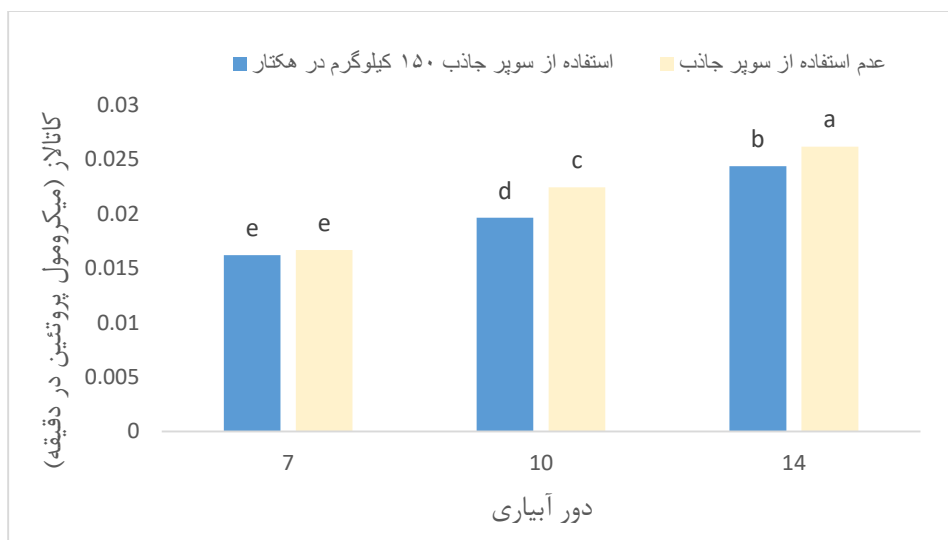
* و ** به ترتیب بیان گر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns بیان گر عدم معنی داری می باشد

۴-۵-۱- آنزیم کاتالاز

اثر متقابل تیمارهای دور آبیاری و سوپر جاذب و همچنین تیمارهای پرایمینگ بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱۰). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تنش خشکی افزایش یافت ولی استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار میزان آن را در هر دو سطح تنش خشکی (دور آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز) بطور معنی داری کاهش داد. به نحوی که استفاده از سوپر جاذب در دور آبیاری ۱۴ روز (حداکثر تنش خشکی) ۶/۹۲ درصد نسبت به عدم استفاده از سوپر جاذب (حداکثر میزان آنزیم کاتالاز) میزان فعالیت این آنزیم را کاهش داد، و استفاده از سوپر جاذب در دور آبیاری ۱۰ روز (تنش متوسط) ۱۲/۵ درصد نسبت به عدم استفاده از سوپر جاذب در همان مدار آبیاری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را کاهش داد.

استفاده و عدم استفاده از سوپر جاذب در دور آبیاری ۷ روز (آبیاری مطلوب) تاثیر معنی داری را ایجاد نکرد (شکل ۲۲-۴).

کاتالاز از آنزیم‌های مهم برای حذف هیدروژن پراکسید موجود در پروکسی زوم‌ها به شمار می‌رود وجود پراکسید هیدروژن در گیاه از این نظر حائز اهمیت است که در غلظت‌های متوسطه به عنوان مولکول سیگنال عمل نموده و در سنتز پیش ماده‌های پروتئین دیواره سلولی مشارکت دارد. ولی در غلظت‌های بالا برای گیاه مضر بوده و آسیب‌های اکسیداتیو را به دنبال دارد (نوکتور و همکاران، ۲۰۰۲). جیانگ و هانگ (۲۰۰۱) گزارش کردند که فعالیت دو آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در طی مراحل اولیه تنش خشکی یا گرما یا ترکیب این دو تنش افزایش یافت اما با طولانی شدن تنش فعالیت کاهش یافت در نتیجه این چنین به نظر می‌رسد که تنش خشکی از طریق افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز تا جایی که ممکن است از آسیب رساندن گونه‌های فعال اکسیژن بر غشاء سلولی جلوگیری می‌کند. لذا می‌توان این برداشت را از این مقایسه میانگین داشت که با شروع تنش خشکی و کاهش پتانسیل آب خاک، گیاهان همان لحظات ابتدایی شروع تنش با تغییر فعالیت آنزیمی شروع به تطابق پذیری در برابر تنش می‌کند تا آسیب در نتیجه ایجاد تنش را کاهش دهد. ولی با افزایش تنش خشکی (دور آبیاری) و نبود آب قابل دسترس برای گیاه این آسیب بیشتر می‌شود که منجر به تولید آنزیم‌های بیشتری در گیاه نسبت به شرایط فاقد تنش می‌شود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها ثابت شد که تیمار هورمون پرایمینگ، میزان آنزیم کاتالاز را به طور معنی‌داری افزایش داد این میزان به اندازه ۴/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد بود. تیمار هیدروپرایمینگ و تیمار شاهد اختلاف معنی داری با هم نداشتند (شکل ۴-۲۳). موسوی و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که پرایمینگ بذرهای گل همیشه بهار با پلی اتیلن گلیکول، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، مخصوصاً کاتالاز و پراکسیداز را در مقایسه با بذرهای پرایم نشده، بالا می‌برد. آنزیم کاتالاز نیز یکی از مهمترین آنزیم‌های سیستم آنتی اکسیدانی می‌باشد که با افزایش تنش خشکی افزایش می‌یابد، ولی با استفاده از تکنیک پرایمینگ بذرها میتوان میزان این آنزیم را در گیاهان تحت تنش بیشتر افزایش داد (موسوی و همکاران، ۲۰۰۹).



(شکل ۴-۲۲) مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب بر آنزیم کاتالاز در لوبیا چشم بلبلی



(شکل ۴-۲۳) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر آنزیم کاتالاز در لوبیا چشم بلبلی

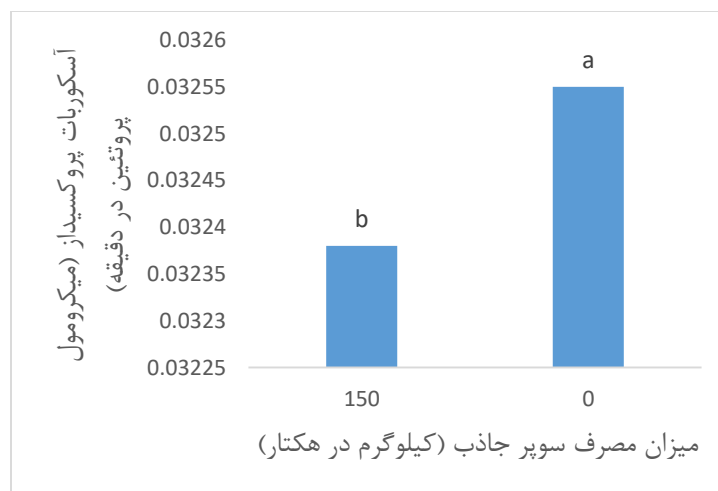
۴-۵-۲- آنزیم آسکوربات پروکسیداز

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که دور آبیاری و سوپر جاذب هر دو بر میزان آنزیم پراکسیداز تاثیر گذار بود، و مقدار این صفت در گیاه افزایش یافت. فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در گیاه لوبیا با ایجاد تنش خشکی، (دور آبیاری ۱۴ روز) به ۰/۳۳۵۹ میکرومول پروتئین در دقیقه رسید که نسبت به دور آبیاری ۷ روز ۶/۷۷ درصد

افزایش فعالیت این آنزیم مشاهده گردید (شکل ۴-۲۴). همچنین نتایج تجزیه وایانس نشان داد استفاده از سوپر جاذب به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش آنزیم پروکسیداز به میزان ۵۳/۰ درصد گردید و نسبت به عدم استفاده از سوپرجاذب تفاوت معنی داری را نشان داد (شکل ۴-۲۵). به عقیده نایر و همکاران (۲۰۰۸) از آنجا که اسکوربیک پراکسیداز با کمک اسید اسکوربیک باعث حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود، بالاتر بودن فعالیت این آنزیم به معنی حذف بیشتر رادیکال‌های اکسیژن و در نتیجه آن کاهش مرگ سلولی و افزایش مقاومت به خشکی است. تحت تنش خشکی که مقدار جذب و ترکیب CO_2 به علت منع بازشدن روزنه‌ها کاهش می‌یابد، انرژی داخلی افزایش یافته، ظرفیت انتقال الکترون فتوسنتز به طرف تجمع می‌رود و به دنبال آن افزایش غلظت ROS را خواهیم داشت که همین باعث پراکسیداسیون لیپیدها، تخریب پروتئین‌ها و اکسیداسیون DNA می‌شود، در نتیجه گلووتاتیون پراکسیداز، پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز به عنوان آنزیم‌های اکسیداتیو فعال تر می‌شوند (هیسائو، ۱۹۷۳). عابدی و پاک نیت (۱۳۹۱) با بررسی تاثیر تنش خشکی بر آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در گیاه کلزا مشاهده کردند که تنش خشکی سبب افزایش فعالیت در چند آنزیم از جمله گایاکول پراکسیداز می‌شود. ایشان همچنین بیان کردند که این افزایش در آنزیم می‌تواند یک عامل مهم در تجزیه هیدروژن پراکسید باشد، مخصوصا در زمانی که آنزیم کاتالاز غیرفعال شده باشد. بر اساس نتایج به دست آمده و مقایسه با نتایج تحقیقات فوق الذکر می‌توان بیان داشت اثر تنش خشکی بر فعالیت آنزیم پراکسیداز یک اثر افزایشی است و با اضافه شدن روزهای بدون آبیاری افزایش این آنزیم مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد این افزایش در فعالیت آنزیم یک سازگاری و یک مکانیسم محافظتی در برابر تنش خشکی است تا گیاه به حداکثر عملکرد ممکن در این شرایط برسد.



(شکل ۴-۲۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر آنزیم پروکسیداز در لوبیا چشم بلبلی



(شکل ۴-۲۵) مقایسه میانگین اثر سوپر جاذب بر آنزیم پروکسیداز در لوبیا چشم بلبلی

نتیجه گیری کلی

نتایج به دست آمده از این پژوهش بیانگر این است که افزایش دورآبیاری از هفت روز به ۱۰ و ۱۴ روز یکبار، بر روی ارتفاع ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد و کلروفیل b موثر بود و باعث کاهش این صفات شد. این تیمار باعث افزایش میزان پروتئین دانه، آنتوسیانین و آنزیم پروکسیداز گردید. کاربرد پلیمر سوپر جاذب در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سبب کاهش میزان کربوهیدرات و آنزیم پروکسیداز شد، بر هم کنش متقابل هیدروژل سوپر جاذب با دور آبیاری بدلیل نگهداری رطوبت برای مدت زمان بیشتر در خاک اثر مثبتی را بر پتاسیم، سدیم، فلاونوئید و آنزیم کاتالاز نشان داد و اثرات سوء دور آبیاری را تا حدودی کاهش داد. تیمارهای مختلف پرایمینگ نیز اثرات مثبت و معنی داری را روی لوبیا چشم بلبلی داشتند به نحوی که پرایمینگ باعث افزایش صفاتی مانند ارتفاع ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد، سدیم، کلروفیل a، b و کل، آنتوسیانین و آنزیم کاتالاز شد و میزان فلاونوئید را کاهش داد. اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ با افزایش دور آبیاری (تنش خشکی) سبب افزایش میزان کربوهیدرات محلول گردید. همچنین اثر متقابل سوپر جاذب و تیمارهای پرایمینگ موجب افزایش تعداد دانه در غلاف و کاهش میزان پروتئین دانه شد. اثر بر هم کنش سه جانبه تیمارهای دور آبیاری، سوپر جاذب و پرایمینگ بر روی صفات وزن خشک گیاه، تعداد غلاف در بوته، محتوای نسبی آب برگ، کارتنوئید و پرولین موثر واقع شد. لازم به ذکر است که تیمارهای فوق بر روی قطر ساقه و پایداری غشاء بی تاثیر بودند. تیمارهای مختلف پرایمینگ و سوپر جاذب بر خصوصیات گیاه لوبیا چشم بلبلی تاثیر داشته و اثرات ناشی از تنش رطوبتی در این گیاه به وسیله این دو کاهش یافته و تعدیل شده است همچنین در بین تیمارهای مختلف بیشترین تاثیر مربوط به هورمون پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بود.

پیشنهاده‌ها

۱. پیشنهاد می‌شود شیوه‌های دیگر پرایمینگ مورد آزمایش قرار گیرند.
۲. با توجه به خصوصیات سوپر جاذب پیشنهاد می‌شود سطوح مختلف سوپر جاذب و تنش نیز آزمایش شود.
۳. بررسی اثر متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ بر روی گیاهان زراعی دیگر نیز انجام شود.
۴. مصرف بی رویه آب علاوه بر محدودیت کشاورزی، مشکلات اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی نیز به دنبال دارد، بنابراین مصرف صحیح آب با تکنیک‌های مختلف زراعی بسیار حائز اهمیت است.

منابع

- آیین، ا. (۱۳۹۲). "تغییرات میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و جذب عناصر پتاسیم، روی و کلسیم در ژنوتیپ‌های کنجد (*Sesamum indicum* L) تحت تنش خشکی" مجله تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی، شماره ۴، ص ۴۸-۴۰.
- ابوطالبیان، م. ع.، شریف زاده، ف.، جهانسوز، م. ر.، احمدی، ع. و نقوی، م. ر. (۱۳۸۷). اثر پرایمینگ بذر ارقام گندم (*Triticum aestivum* L) سه اقلیم متفاوت ایران بر جوانه زنی، استقرار گیاهچه و عملکرد. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۱۳۹: ۱۴۵-۱۵۴.
- احمد پور دهکردی، س. و بلوچی، ح. (۱۳۹۱). "اثر پرایمینگ بذر بر آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و پراکسیداسیون لیپیدهای غشای سلول گیاهچه ساهدانه (*nigella sativa* L) تحت تنش شوری و خشکی". مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد پنجم، شماره چهارم، ص ۶۳-۵۸.
- اردکانی، م. ر. ۱۳۸۸. اکولوژی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ یازدهم. ۳۴۰ صفحه.
- اعوانی، ع. ر. (۱۳۹۳). "تحقیقی بر استفاده سوپر جاذب‌ها در کشاورزی"، ماهنامه تحلیلی خبری و آموزشی، ۶۱: ۳۵-۲۸.
- اله دادی، ا. (۱۳۸۱). "بررسی تاثیر کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب در کاهش تنش خشکی در گیاهان"، مجموعه مقالات دومین دوره تخصصی آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب، ص ۳۳-۵۵.
- اله دادی، ا.، قمصری، ب.، اکبری، غ. ع. و ظهور مهر، م. ج. (۱۳۸۴). "بررسی تاثیر مقادیر مختلف پلیمر A200 و سطوح مختلف آبیاری بر رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای"، سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران.
- 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.
- براری، م.، کردی، س. و لطفعلی، ف. (۱۳۹۳). "اثر محلول پاشی روی بر تعدیل تنش کم آبی در مراحل مختلف رشد ارقام لوبیا در شرایط آب و هوایی ایلام" مجله بهزراعی کشاورزی، جلد ۱۶، شماره ۳، ص ۶۵۲-۶۴۱.
- بهراری، ع.، بهرامی، ش.، باسره، ا.، یونسی، م.، یونسی. (۱۳۹۴). " کاربرد باکتریهای محرک رشد بر خصوصیات جوانه‌زنی بذرهاي کلزا (*Brassica napus* L) تحت تنش شوری" اولین کنگره ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک ایران، شماره ۲۰۳۹.

بهبهانی، م. ر.، مشهدی، ر.، رحیمی خوب، ع. و نظری فر، م. ه. (۱۳۸۸). "بررسی تاثیر پلیمر سوپر جاذب استاکوسورب بر پیاز رطوبتی آبیاری قطره‌ای و خصوصیات فیزیکی خاک"، مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۳: ۹۱-۱۰۰.

پارسا، م. و باقری، ع. (۱۳۸۷). حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۲۲ص.

پازوکی، ع. (۱۳۷۹). "بررسی و اندازه گیری اثر تنش آب بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و شاخص‌های مختلف مقاومت خشکی دو رقم کلزا"، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

پورموسوی، م.، م. گلوی، ج. دانشیان، ون. بصیرانی. ۱۳۸۴. تاثیر کود دامی بر شاخص های رشد و ویژگی های زراعی و فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش رطوبتی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه زابل.

پورموسوی، س. م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا. و بصیرانی، ن. (۱۳۸۶). "بررسی تاثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشاء سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا"، مجله علوم پزشکی و منابع طبیعی، ۱۴(۴): ۲۴-۳۴.

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.

جوادی، ت. و بهرام‌نژاد، ب. (۱۳۸۹). "محتوای نسبی آب و تبادلات گازی سه ژنوتیپ وحشی گلابی در شرایط تنش آبی"، نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴(۲): ۲۲۳-۲۳۳.

چراغی، ف.، محمودی، س.، جامی‌الاحمدی، م. و پارسا، س. (۱۳۹۰). "بهبود جوانه زنی و رشد گیاه دارویی گلپر ایرانی (*Heracleum persicum Desf*) تحت تأثیر آماده سازی اسمزی بذر". مجله داروهای گیاهی. ۲(۴): ص ۲۳۸-۲۲۹.

حاجیخانی، س.، حبیبی، ح.، شکاری، ف. و فتوکیان، م. ح. (۱۳۹۰). "تأثیر پر ایمینگ بذر بر عملکرد و جزاء عملکرد ارقام لوبیا چیتی در شرایط تنش کم آبی". مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۲، شماره ۱، ص ۱۹۱-۱۹۷.

حسینی، م. ب. (۱۳۸۳). رساله دکتری، "اکوفیزیولوژی کشت مخلوط ارزن علوفه ای و لوبیای چشم بلبلی"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

حمزه ئی، ج.، شایان فرد، ر. و فتوحی، ک. (۱۳۹۱). اثر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگی کمی و کیفی دو رقم چغندر قند. مجله تولید و فن آوری محصولات زراعی و باغی. ۶: ۱۶۴-۱۵۵.

حیدری شریف آباد، ح. (۱۳۷۹). "گیاه. خشکی و خشکسالی". موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، ۲۵۰: ۲۰۰.

حیدری شریف آباد، ح. (۱۳۸۷). "استراتژی‌های کاهش خسارت خشکسالی در بخش کشاورزی"، دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

خادم، س. ع. م. ج. روستا، س. ۵. خادم و خ. روستایی. ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد ترکیبی پلیمر سوپر جاذب و کود دامی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد علوفه ذرت در شرایط تنش کم آبی. مجموعه مقالات دومین همایش منطقه ای کاربرد فن آوری های نوین در علوم کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز. دی ماه، شیراز، صفحات ۱۰۶-۱۰۱.

خادم، س. ع. م. گلوی و خ. روستایی. ۱۳۸۷. اثر کاربرد کود دامی و پلیمر سوپر جاذب بر میزان پایداری غشاء سلول در ذرت تحت شرایط تنش خشکی. چکیده مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر. مردادماه، کرج، صفحه ۳۱۹.

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.

خسروی، ه. (۱۳۹۴). ریزوبیوم ها و نقش آنها در مدیریت نیتروژن اراضی کشاورزی زیر کشت الگوم ها، نشریه مدیریت اراضی. (۱۳): ۳۸-۴۸.

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.

خورشیدی، م.، باقری، م.، خوشنویسان، ا.، عالمی، م. و بیچرانلو، ب. (۱۳۹۰). "اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاهچه های ذرت تحت تنش کادمیم" مجله تنش های محیطی در علوم زراعی جلد چهارم، شماره دوم، نیمه دوم ۹۰. ص: ۱۵۱-۱۶۴.

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.

دارابی، م. (۱۳۹۱). "بررسی ساختار نانو کامپوزیت سوپر جاذب های کشاورزی بر پایه نانو ذرات ژئولیتی و استفاده از آن در گیاه قره داغ"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه اراک.

رجبی، ر. (۱۳۹۳). "نحوه استفاده و تاثیرگذاری ورمی کمپوست بر روی گیاهان"، ماهنامه دام و کشت و صنعت، اسفند.

رجبی، ل.، ساجدی، ن. ع. و روشندل، م. (۱۳۹۱). "واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم با اسید سالیسیلیک و پلیمر سوپر جاذب". مجله پژوهش های به زراعی. جلد ۴، شماره ۴، ص ۳۵۴ - ۳۴۳.

رحیمی، ا.، زیبایی، س. و دشتی، ح. (۱۳۹۱). "تأثیر پرایمینگ بذر بر برخی ویژگیهای فیزیولوژیک رقم گلدشت گلرنگ در شرایط تنش شوری". مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، سال دوم، شماره سوم، ص ۱۴.

رزاقی، پ.، بابازاده، ح. و شوریان، م. (۱۳۹۲). "توسعه سیاست جیره بندی بهره‌برداری از مخزن چند منظوره در شرایط محدودیت منابع آب با استفاده از مدل MODSIM 8.1"، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۳(۲): ۱۱-۲۳.

زارع چاهوکی، م. ع. (۱۳۷۹). "تنش خشکی در گیاهان". سمینار کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

زالی ح، حسنلو ط، سفالیان ا، اصغری ع، زینالعبدینی م، (۱۳۹۵). "اثر تنش خشکی بر پارامترهای فیزیولوژیکی و تجمع اسیدهای آمینه در کلزا" پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، سال هشتم، شماره ۱۸، ص ۱۹۱-۲۰۳.

ساکی نژاد، عطسه بخشنده، ع. نادیان، حه مجیدی، و راسخ ع. (۱۳۸۴). "مطالعه اثر تنش آب بر روند جذب عناصر ازت، فسفر، پتاس و سدیم در دوره های مختلف رشد با توجه به خصوصیات مورفولوژیک گیاه ذرت در شرایط آب و هوایی اهواز". پایان نامه دوره دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

سالار، ن.، فرح پور، م. و بهاری، ف. (۱۳۸۴). "بررسی اثر پلیمر آب‌دوست بر دور آبیاری در کشت صیفی (خریزه)"، سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.

سالاری ساردویی، ش.، شمسی محمود آبادی، ح. و زراعی، غ. (۱۳۹۱). "اثرات تنش خشکی و پلیمر سوپر جاذب A200 بر روی عملکرد ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴"، دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

سپهری، ع.، عباسی، ر. و کرمی، ا. (۱۳۹۴). "اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های لوبیا قرمز". مجله به زراعی کشاورزی. دوره ۱۷، شماره ۲، ص ۵۱۶ - ۵۰۳.

سرمدنی، غ. و کوچکی، ع. (۱۳۷۶). "جنبه‌های فیزیولوژیک زراعت دیم"، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، ص ۴۲۰.

سلطانی، اکرم قادری، معمارا، (۱۳۸۶). "تأثیر پرایمینگ بر مؤلفه های جوانه زنی بذر ها در رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنش خشکی". مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴ (۵): ص ۸.

سیبی، م.، میرزاخانی، م. و گماریان، م. ج. (۱۳۹۰). "اثر سطوح مختلف تنش آبی، ژئولیت و سالیسیک اسید بر گلرنگ بهاره"، مجموعه مقالات اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، آبان ماه ۱۳۹۰، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.

شکاری، ف.، پاک مهر، ر.، راستگوم، وظایفی، م. و قریشی نسب، م. (۱۳۸۹). "اثر پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک بر پاره‌ای صفات فیزیولوژیک لوبیا چشم بلبلی (*Vigna umguicolata* L) تحت تنش کم آبی در زمان غلاف بندی". مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی ۱۳(۴): ص ۱۳-۲۹.

شهریاری، ع. نوری، س. آصالج، ف. نوری، غ. ر. و زابلی، م. (۱۳۸۹). "بررسی اثرات متقابل پساب، سوپر جاذب و بافت خاک بر رشد گونه قره داغ"، مجله علمی پژوهشی، سال چهارم، شماره چهارم، (۵۷۳ - ۵۶۴).

شیخ مرادی، ف. ارجی، ع. اسماعیلی، ا. و عبدوسی، و. (۱۳۹۰). "بررسی اثر دور آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی برخی خصوصیات کیفی چمن اسپورت"، نشریه علوم باغبانی. سال بیست و پنجم. شماره ۲.

صادق‌زاده، ک. (۱۳۷۷). "کارایی مصرف آب و راهکارهایی برای بهینه سازی آن"، مجموعه مقالات علمی، تخصصی، فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۱: ۱-۱۹.

صادقی پور، ا. (۱۳۸۸). "اثر کم آبیاری بر صفات فیزیولوژیک و زراعی ژنوتیپهای لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L) "مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۱، شماره ۱، ص ۳۹ - ۲۵.

صباغ پور، ح. (۱۳۸۵). "شاخص ها و مکانیزم‌های مقاومت به تنش خشکی در گیاهان، چاپ اول، کمیته ملی خشکی و خشکسالی معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی، ص ۱۵۲.

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

طلایی، ع. و اسدزاده، ع. (۱۳۸۴). "بررسی تاثیر هیدروژل‌های سوپر جاذب در کاهش خشکی درختان زیتون"، سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.

عابدی کوپایی، ج. و سهراب، ف. (۱۳۸۳). "ارزیابی اثر کاربرد پلیمرهای ابر جاذب بر ظرفیت نگهداشت و پتانسیل آب بر سه نوع بافت خاک"، مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، ۱۷(۳): ۱۶۳-۱۷۳.

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

عسگری، ف.، نفیسی، س.، امیدیان، ح. و هاشمی، س. ع. (۱۳۷۳). "سنتز، شناسایی و اصلاح خواص ابر جاذب‌ها"، سمینار بین‌المللی علوم تکنولوژی پلیمر، ص ۸۳-۸۰.

- علیزاده، ا. (۱۳۸۳). "رابطه آب، خاک و گیاه"، دانشگاه امام رضا (ع)، ص ۴۷۰.
- علیزاده، ا.، کمالی، غ.، کشاورز، ع.، دهقان، م. و وظیفه دوست، م. (۱۳۸۶). "نیاز آبی گیاهان". انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ص ۲۲۸.
- عیاباف، م.، بخشنده، ع.، سیادت، ع. و قرینه، م. (۱۳۹۱). "اثرات مقادیر مختلف پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد گندم تحت شرایط تنش خشکی"، دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- غلامی زالی، ع.، احسان زاده، پ. و رزمجو، ج. (۱۳۹۵). تأثیر پیش تیمار بذر و تیمارهای آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود (ژنوتیپ هاشم) در دو کشت پاییزه و بهاره در شمال لرستان. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۷(۱): ۱۱۹-۱۳۰.
- فاضلی رستم پور، م.، ثقه الاسلامی، م. و موسوی، س. (۱۳۸۹). "بررسی تأثیر تنش خشکی و سوپر جاذب بر محتوای نسبی آب و شاخص کلروفیل برگ و رابطه آنها با عملکرد دانه ذرت"، فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲(۱): ۱۳-۱۹.
- 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.
- فرودل، س.، صدرآبادی حقیقی، ر. و نبوی کلات، س. م. (۱۳۹۰). "تأثیر پر ایمینگ بذر بر رشد گیاهچه‌های (*Sesamum indicum* L.) تحت تنش شوری". نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۹(۳): ص ۵۴۳-۵۳۵.
- 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.
- قاسمی، ا.، دلیلی، ب.، برهانی، س.، ولیزاده، م. و راعی، ی. (۱۳۹۲). "تنش خشکی در گیاهان". انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۲۲۰.
- کارگر، س. م. ع.، قنادها، م. بزرگی پور، ر.، خواجه احمد عطاری، ا. ع. و بابایی، ح. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵. شماره ۱. صفحات ۱۲۹-۱۴۲.
- کاظمی، ح. (۱۳۸۷). اصول دیمکاری"، چاپ دوم، دانشگاه تبریز، ص ۵۰۷.
- کافی، م.، پرویزی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. (۱۳۹۳). "فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان". انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۵۰۴.

کامل منش، م.، باقری زاده، م. و جوانمردی، ش. (۱۳۸۹). "اثر تنش خشکی بر تغییرات محتوای یونی، میزان کربوهیدراتهای محلول، محتوای کلروفیل و محتوای آب نسبی در ژنوتیپهای لوبیا سفید". دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، فرصت ها و چالش های پیشرو. دانشگاه آزاد اسلامی شیراز.

کیبیری، ک. (۱۳۸۱). "مقدمه‌ای بر کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب آکریلی در صنایع گوناگون"، مجموعه مقالات دومین دوره آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب، ص ۳۲-۱.

کیبیری، ک. و ظهوریان مهر، م. ج. (۱۳۸۵). "مطالعه رفتار تورمی هیدروژل‌های سوپرجاذب کشاورزی در چرخه‌های متوالی جذب و جذب آب شور"، دو ماهنامه انجمن علوم و مهندسی پلیمر ایران، ۲۸: ۴-۵.

کلهری، ج. (۱۳۸۸). "خلاصه مباحث اساسی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی (زراعت)"، پردازش، چاپ چهارم، ص ۳۶۷.

کوچکی، ع. (۱۳۶۴). "زراعت در مناطق خشک"، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.

کوچکی، ع. و بنایان اول، م. (۱۳۷۳). "فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۲۸۷.

کوچکی، ع. حسینی، م. و خزائی، ح. ر. (۱۳۷۶). "نظامهای کشاورزی پایدار" (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۸۸ ص.

کوچکی، ع. حسینی، م. و نصیری محلاتی، م. (۱۳۷۲). "رابطه آب و خاک و گیاه در گیاهان زراعی" (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۵۶۰.

کوچکی، ع.، سرمدنیا، غ. ح. (۱۳۷۷). فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه، چاپ هفتم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۰۰ صفحه.

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

مجنون حسینی، ن. (۱۳۷۲). "حبوبات در ایران" انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۲۴۰ ص.

مجنون حسینی، ن. (۱۳۸۳). "زراعت غلات"، انتشارات نقش مهر، ۱۳۰ ص.

مجنون حسینی، ن. (۱۳۸۷). "زراعت و تولید حبوبات" انتشارات جهاد دانشگاهی شعبه واحد تهران، چاپ چهارم، ص ۲۸۳.

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.

محمدی، ر.، حق پرست، ر.، آقایی سر بزه، م. و عبد الهی، ع. (۱۳۸۵). "ارزیابی میزان تحمل خشکی ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم دوروم بر اساس معیارهای فیزیولوژیک و سایر شاخص‌های وابسته"، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۷(۳): ۵۶۳-۵۷۶.

مدنی ح، سالاری، م. و شیرزادی، م. (۱۳۸۹). "تاثیر آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی و لوبیا تیاری محلی جیرفت"، یافته‌های نوین کشاورزی، سال چهارم، شماره ۴، ص ۳۷۴ - ۳۶۱.

مکی زاده تفتی، م.، فرهودی، ر. و راستی فر، م. (۱۳۹۰). "بررسی تأثیر اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی گیاه بادنجبویه (*Melissa officinalis L*) تحت تنش شوری". فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۷(۴): ص ۵۸۶-۵۷۳.

موسوی‌نیا، م. و عطاپور، ع. (۱۳۸۴). "بررسی اثر پلیمر سوپر جاذب بر کاهش آب آبیاری چمن"، سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.

مهاجرانی ش، علوی‌فاضل م، مدنی ح، لک ش، مدحج ع، (۱۳۹۴). "بررسی اثرات کمبود آب در مراحل مختلف رشد بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز" نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال دهم، شماره ۴۰، ص ۴۱-۵۰.

میر محمدی میبدی، ع. م. و ترکش اصفهانی، س. (۱۳۷۹). "جنبه‌های فیزیولوژی و بهنژادی تنش‌های سرما و یخ زدگی گیاهان زراعی". انتشارات گلبن.

میر محمدی، ع.، گلکار، پ. و گل آبادی، م. (۱۳۹۴). "پاسخ‌های گیاهان به تنش خشکی". انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان، ص ۲۴۰.

نظری، ح.، درویش زاده، ر.، زردشتی، م. ر.، حاتمی ملکی، ح.، رسولی صدقیانی، ح. و قویدل، ف. (۱۳۹۴). "بررسی اثر کاربرد سوپر جاذب و کم آبیاری بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان"، نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی (پژوهش و سازندگی)، ۱۰۸: ۲۳-۱۷.

نظری ناسی، ح.، جباری، ف.، عظیمی، م. و نوروزیان، م. (۱۳۹۱). "ارزیابی اثر تنش خشکی بر پایداری غشای سلولی، سرعت فتوسنتز، محتوای نسبی آب و عملکرد دانه چهار رقم لوبیا چیتی". مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ص ۴۹۹ - ۴۹۱. نقوی م، مقدم م، تورچی م، و شکیبیا م، (۱۳۹۵) "ارزیابی ارقام گندم بهاره از نظر صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و زراعی تحت تنش خشکی" پژوهش نامه اصلاح گیاهان زراعی، سال هشتم، شماره ۱۸، ص ۷۷ - ۶۴.

نقوی، م.، مقدم، م.، تورچی، م. و شکیبیا، م. (۱۳۹۵). ارزیابی ارقام گندم بهاره از نظر صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و زراعی تحت تنش خشکی "پژوهش نامه اصلاح گیاهان زراعی، سال هشتم، شماره ۱۸، ص ۷۷-۶۴.

یزدانی، ف.، ا. ا. دادی، غ. ع. اکبری و م. ر. بهبهانی. ۱۳۸۶. تأثیر مقادیر پلیمر سوپر جاذب (Tarawat A ۲۰۰) و سطوح تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max L*) پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، (۷۵): ۱۷۴-۱۶۸.

Abayomi Y.A. and Abidoye T.O. (2009). “Evaluation of cowpea genotypes for soil moisture stress tolerance under screen house conditions”. African Journal of Plant Science 3 (10): 229-237.

Abedi-Koupai, J. and Asadkazemi, J. (2006). “Effect of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes”, Polymer Journal, 15: 715-725.

Abdel-Rahman, A. A., Shalaby, A. F. and Monayeri, M. (1971). “Effect of moisture stress on metabolic products and ions Accumulation”. Plant and Soil 34: 65-72.

Abdalla, M. and Khoshiban, N. H. (2007). "The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of nio Triticum aestivars", Journal of Applied Sciences Research, 3(12): 2060-2074

Afzal, I., Aslam, N., Mahmood, F., Hameed, A., Irfan, S. D. and Agmad, G. (2006). Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. Caderno de pes quisaser. Bio., Suntan Cruz do sul. 16: 19-34.

Al-harbi, A. R., Al-omran, A. M., Shalaby, A. A. and Choudhary, M. I. (1999). “Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments”, Horticultural Science, 34: 223-224.

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. and Karanov, E. (2001). "The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat”. Plant Cell Environ 24: 1337-1344.

Allahmoradi, P., Mansourifar, C., Saidi, M. and Jalali Honarmand, S. (2013). “Water deficiency and its effects on grain yield and some physiological traits during different growth stages in lentil (*Lens culinaris L.*) cultivars”. Annals of Biological Research 4 (5): 139-145.

Altinkut, A., K. Kazan, Z. Ipekci, and G. Gozukirmizi. (2001). Tolerance to paraquat is correlated with the associated with water stress tolerance in segregation F2 populations of barley and wheat. Euphytica, 121:81-86.

Amarjit, K. N., Kumari, S. and Sharma, D. R. (2005). “In vitro selection and characterization of water-stress tolerant cultures of bell pepper”, Indian Journal of Plant Physiology, 10: 14-19.

Amini, S., Ghobadi, C. and Yamchi, A. 2015. Proline accumulation and osmotic stress: an overview of P5CS gene in plants. Journal of Plant Molecular Breeding, 3(2): 44-55.

Ansari, O. and Sharif-Zadeh, F. (2012). 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. 8 (4): 253-261.

Anon. (1972). Nutritional improvement of food legumes by breeding . proceeding of symposium sponsored by PAG, FAO, Rome : 389pp

Anon. (2005). “Lable of water gel crystal factory- application rates of water gel crystal”, Water gel crystal factory.

Ansari, O., Choghazardi, H. R., Sharifzadeh, F. and Nazarli, h. (2012). "Seed reserve utilization and seedling growth of treatef seeds of mountain rye (*Secale mountainum*) as affected by drought stress”. Cercetări Agronomice în Moldova Vol. 2 (150): 43-48.

Aranjuelo, I., Molero, G., Erice, G., Christophe Avice, J. and Nogues, S. 2011. Plant physiology and proteomics reveals the leaf response to drought in alfalfa (*Medicago sativa* L.). The Journal of Experimental Botany 62:111-123

Ashrafi, A. and Razmjou, Kh. (2010). “Evaluation of hydropriming effect on safflower physiological and biochemical characteristics under drought stress”. J. Crop Ecophysiol. 1(1): 34-44.

Ashraf M., Karim F., and Rasul E. (2002). “Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance”. Plant Growth Regulator., 36(1): 49-59.

Ashraf, M., Foolad, M. R. (2005). Pre –Sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and Crop yield under saline and non – Saline conditions. Adv Agron 88: 223 – 271.

Atlin, G. N., and K. J. Frey.(1990). Selecting oat for yield in low productivity environments. Crop Sci. 30: 556-561.

Aykroyd, W.R. and J.Doughty. (1964). Legumes in nutrition nutritional studies No.19, FAO. Rome : 158pp

Azarpanah, A., Alizadeh, O. and Dehghanzadeh, H. (2013). "Investigation on proline and carbohydrates accumulation in *Zea mays* L. under water stress condition. Extreme life, Biospeology & Asterobiology”, International Journal of the Bioflux Society 5 (1): 47-54.

Bahari, A., Sokhtesaraei, H., chaghazardi, R., Masoudi, F. and Nazarli, H. (2015). "effect of water deficit stress and foliar application of salicylic acid on antioxidants enzymes activity in leaves of thymus daenensis subsp". Lancifolius, cercetări agronomice în moldova, vol. Xlviii , no. 1 (161).

Bandurska, H. (2000). “Dose proline accumulated in leaves of water stressed barley plants confine cell membrane injury. Free proline accumulation and membrane injury index in drought and osmotically stressed plants”. *Acta Physiologiae Plantum*. 22(4): 409-415.

Bell A A, (1981). “Biochemical mechanism of disease resistance”. *Annu.Rev.Plant.Physiol belton California*”. 316-321.

Bewley, J.D., Black, M., (1994). *Seeds : physiology of Development and Germination*. Plenum pub crop.

Bohnert, H.J., Nelson, D.E. and Jensen. R.G.(1999). Adaptation to environmental stresses. *The Plant Cell*. 7:1099-1111.

Bonciarelli, F. (1997). “Caltivazioni erbacee da pieno campo”, Edagricole Bologna.

Borsani, O., Valpuesta, V. and Butella, M.A. (2001). “Evidence for the role of salisylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings”. *Plant Physiology*, 126, 1024-1030.

Bota, J., Flexas, J. and Medrano, II. (2001). "Genetic variability of photosynthesis and water use in Balearic grapevine cultivars", *Annals of Applied Biology*. 138: 353.

Bourgne S. Job C. and Job D. (2000). "Sugar beet seed priming: Solubilization of the basic subunit of 11.S globulin in individual seeds”. *Seed Science Research*. 10, 153-161.

Bradford, M. (1976). “A leaf enlargement and method for the quantition of protein utilizing theprinciple of protein-day binding”, *Annual Review of Biochemistry*. 72: 248-254.

Bradić, M., Sikora, S., Redžepović, S., and Štafa, Z. (2003). Genetic identification and symbiotic efficiency of an indigenous *Sinorhizobium meliloti* field population. *Food Technology and Biotechnology*, 41(1), 69-75.

Bray, A. E. (1997). "Plant responses to water deficit". *Trends in Plant Sc*. 2:45-54.

Bray, C.M., Davision, P.A., Ashraf, M. and Taylor, R.M. (1989). “Biochemical changes during osmopriming of leek seed”. *Annal. Botany*. 63: 185-193.

Bress, W. & L.A. Weston. (1993). “influence of gel additives on nitrate, ammonium, and water retention and tomato growth in a soilless medium”, *Hor. Sci.*, 28: 1005-1007. 1993.

Cakir, R. (2004). “Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn”, *Field Crops Research*, 89: 1-16.

Campos, P.S., Quartin, V., Ramalho, J. C. and Nunes, M. A. (2003). "Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp". *Journal of Plant Physiology*. 160, 283-292.

Chaichi, M., Rostamza, M., and Esmaelian, K.S. (2004). "Tolerance evaluation of chickpea accessions to drought stress under different irrigation system during generative growth stage". of *Agric. Sci. and Natural Res.* 10: 55-63 (In Persian).

Charlies, S. 1997. "Localization of Hydrogen Proxide Accumulation during the hypersensitive syrinage PV phaseolical the plant cell". *American Society of Plant Physiologists*. 9:209-221.

Chatzopoulos, F., Fugit, J. L., Quillon, I., Rodriguez, F. and Taverdet, J. (2000). "Study of differences depending on parameters and the absorption of water by decoration acrylamid a copolymer-sodium acrylate cross linked", *European Polymer Journal*, 36: 51-60

Chaves, M. M., Flexas, J. and Pinheiro, C. (2009). "Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell", *Annals of Botany*, 103: 551-560.

Chaves, M. M., J. P. Maroco, and J. S. Pereira. (2003). Understanding plant responses to drought-from genes to the whole plant. *Funct. Plant Biol.* 30: 239-264.

Claudia Castaneda Saucedo, M., Delgado Alvarado, D., Cordova Tellez, L., Gonzalez Hernandez, V., Tapia-Campos, E. and Santacruz Varela, A. (2012). "Changes in carbohydrate concentration in leaves, pods and seeds of dry bean plants under drought stress". *Interciencia* 37 (3): 168-175.

Dara, B. L., Seth, s.p., Sing, H., and mendiratta. R. S., (1973). "Effect of hormone detected presoaking on emergence and growth of somatically. Stressed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds". *Agronomy Journal*. 65, 292-295.

Demir Kaya, M., Games, O., Atak, M., Cikili, Y. and Kolsarici, O. (2006). "Seed treatment to overcome salt and drough stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.)". *European J. Agronomy*. 24: 291-295.

De-Mejia, E.G., Martinez-Resendiz, V., Castano-Tostado, E. and Loarca-Pina, G. (2003). "Effect of drought on polyamine metabolism, yield, protein content and in vitro protein digestibility in tepary (*Phaseolus acutifolius*) and common (*Phaseolus vulgaris*) bean seeds". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 1022-1030.

Doulatabadian, A., Modarres Sanavy, A. M. and Etemadi, F. (2008). "Effect of pretreatment of salicylic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination under salt stress". *Iranian J. Bio.* 4: 692-702. (In Persian).

Duan, B., Yang, Y., Lu, Y., Korpelainen, H., Berninger, F. and Li, C. (2007). Interaction between drought stress, ABA and genotypes in picea asperata. J. of Exp. Bot. 58: 3025-3036.

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

Ehlers, J. D., and A. E. Hall. (1997). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Field Crops Research. 53: 187–204.

Eisvand, H. R., Tavakol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah Arefi, H. and Hesamzadeh Hejazi, S. M. 2010. 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. 38: 2. 280- 297.

El-Hady, O.A. and Sh.A. Wanas. (2006). Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamide hydrogels. Appl. Sci. Res. 2(12): 1293-1297.

El-Tayeb, M. A., 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. J. Plant Growth Regul. 45, 215-225.

Fairoq, M. and Aziz, A. (2008). "Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid". Journal of Agronomy and Crop science 194: 161-168.

Farhoudi, R., Saeedipour, S. and Delfie, M. (2011). “The effect of NaCl seed priming on salt tolerance, antioxidant enzyme activity, proline and carbohydrate accumulation of Muskmelon (*Cucumis melo* L.) under saline condition”. African Journal of Agricultural Research 6: 1363-1

Farjzadeh memari tabrizi, N. and V. Rashidi. (2011). Drought effects on morphological traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Annals of Biological Research. 2 (5):95-99.370.

Farroq, M., Aziz, A. (2008). "Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid". Journal of Agronomy and Crop science 194: 161-168.

Farshadfar, E., Haghparast, R. and Qaitoli, M. (2008). "Chromosomal localization of the genes controlling agronomic and physiological indicators of drought tolerance in barley using disomic addition lines". Asian Journal of Plant Science, 7(6): 536-543.

Fendina, I.S., Tsonev, T. and Guleva, E.L. 1993. The effect of pretreatment with praline on the responses of (*Pisum sativum* L.) to salt stress. Photosynthetica 29: 521-527.

Fered, E. B., Baldwine, I. L. & McCoy, E. (1932). "Root nodule bacteria and leguminous". University of Wisconsin Press. Madison.

Flexas, J., Diaz-Espejo, A., Galmes, J., Kaldenhoff, R., Medrano, H. and Ribas-Carbo, M. (2007). “Rapid variations of mesophyll conductance in response to changes in CO₂ concentration around leaves”, *Plant Cell Environment*, 30: 1284-1298.

Foti, S., Cosentino, S. L., Patane, C. and Agosta, G. M. D. (2003). "Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench) under low temperatures. Seed” *Science and Technology*. 30:521-533.

Gafarabad, M., Amirkian, T. and Allahverdi Mamaghani, B. (2013). “Investigation of proline, total protein, chlorophyll, ascorbate and dehydro ascorbate changes under drought stress in Akria and Mobil tomato cultivars”. *Iranian Journal of Plant Physiology* 3 (2): 651- 658.

Garratt, L. C., Janagoudr, B. S., Lowe, K. C., Anthony, P., Power, J. B., Davey, M. R. 2002. Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures. *Free Radical Biol. and Medicine*. 33(4): 502-511.

Ghai, N., R. C. Setia, and N. Setia. 2002. Effects of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL 1). *Phytomorphol.*, 52: 83-87.

Ghorbanli, M., Gafarabad, M., Amirkian, T. and Allahverdi Mamaghani, B. 2013. 'Investigation of proline, total protein, chlorophyll, ascorbate and dehydro ascorbate changes under drought stress in Akria and Mobil tomato cultivars. *Iranian Journal of Plant Physiology* 3 (2): 651-658.

Green, C. H., Foster, C., Cardon, G. E., Butters, G. L., Brick, M. and Ogg, B. (2004). “Water release from cross-linked polyacrylamide”, *Colorado State University, Fort Collins, Colorado*, pp 252-260.

Gregersen, P. L. and Ilolm, P. B. (2007). "Transcriptome analysis of senescence in the flag leaf of wheat", *Plant Biotechnology*, 5: 192-206.

Gutierrez-Coronado, M., Trejo, C.L. and Larque-Saavedra, A. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiol. Biochem.* 36: 563-565.

Guzman, M. and Olave, J. 2004. Effect of N-form and saline priming on germination and vegetative growth of Galia-type melon (*Cucumis melo* L. Cv. Primal) under salinity. *Acta. Hort.* 659: 253- 260.

Hairis D. (1996). “The effects of manure, genotype, seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth of *Sorghum bicolor* L. Moench in semi-arid Botswana”. *Soil and Tillage Research* 40: 73-88.

- Hamada, A. M. 1998.** Effects of exogenously added ascorbic acid, thiamin or aspirin on photosynthesis and some related activities of drought-stressed wheat plants. In: Photosynthesis: Mechanisms and effects, G., Garab ed., Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, Vol. 4 pp. 2581-2584.
- Hamada, A. M., and A. M. A. Al-Hakimi. 2001.** Salicylic acid versus salinity-drought induced stress on wheat seedlings. Rostl. Vyr., 47: 444-450.
- Harris, D., Pathan, A. K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. and Nyamudeza, P. (2001).** On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agricultural Sys. 69:151-164.
- Hayat S and Ahmad A (2007).** Salicylic Acid: A Plant Hormone. Springer. Pp. 97-99. Al-Omran AM, Sheta AS, Falatan AM and Al-Harb AR (2000) Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. Agricultural Water Management. 37: 111-112
- Hayat, S., Q. Fariduddin, B. Ali, and A. Ahmad. (2005).** Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Acta Agron. Hung., 53: 433-437..
- Hissao T, (1973).** "Plant responses to water stress". Annu Rev Plant Physiol, vol. 24 519-570.
- Hoekstra, F.A, Golovina, E.A. and Buitink, J., (2001).** Mechanisms of plant desiccation tolerance. Trends in Plant Science, 6(9): 431-438.
- Hong Bo, S., Zongsuom. L. and Mingan, S. (2005).** "Changes of anti-oxidal enzymes and MDA content under soil water deficits among 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at moulton sluge". Colloids and Surfaces Istointerfaces, 45: 7-13.
- Hsu, S. Y. and Kao, C.H. (2003).** "Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol and antioxidant enzymes in rice leaves". Plant Growth Regulation, Springer, 39, 83-90.
- Huttermann, A., Zommorodi, M. and Reise, K. (1999).** "Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of pinus halepensis seedling subjected to drought", Soil and Tillage Research, 50: 259-304.
- Ijaz, A., Shahzad, M.A., Basra, Irfan Afzal, M. Farooq and Abdul Wahid. (2012).** "Growth Improvement in Spring Maize through Exogenous Application of Ascorbic Acid, Salicylic Acid and Hydrogen Peroxide". International Journal of Agriculture & Biology., vol. 15, No. 1, 2011.
- Israr, M. and Sahi, S.V. (2006).** "Ant oxidative responses to mercury in the cell cultures of *Sesbania drummondii*". Plant Physiology and Biochemistry, 44, 590-595.

Jaleel, C. A. Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, J., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. (2009). “Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition”. International Journal of Agriculture and Biology 11: 100-105.

Jhnsn, M. S. and Leah, R. (1990). “Effects of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedlings”, Journal of the Science Food and Agriculture, 52: 431-434.

Jie, Z., Yuncong, Y., Streeter, J. and Ferree, D. 2010. Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbohydrates and the nitrogen and phosphorus absorb in different section of leaves and stem of Fugui/M.9EML, a young apple seedling. African Journal Biotechnology 9: 5320-5325.

Jiung, Y. and Iluang, B. (2001). "Drought and heat stress injury to two coll-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation", Crop Science 41:436-442

Johnson, C. R. & R. L. Hummel. (1985). “Hydrophilic polymers as acarrier for VA mycorrhizal inoculum”, J. Env. Hor, 3: 166-168.

Kaman, H., Kirda, C. and Sesveren, S. (2011). “Genotypic differences of maize in grain yield response to deficit irrigation”, Agricultural Water Management, 98: 801-807.

Kanayama Y. Kochetov A. (2015). “Abiotic stress biology in horticultural plants” Springer, Germany.

Kaur, S. A., Gupte, K. and Kaur, N. (2000). “Seed priming increases crop yield possibly by Modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea.” J. Agron. Crop Sci. 191: 81-87.

Kaur, S., Gupta, A. K. and Kaur, N. (2005). “Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on crop performance in the field”. In: Chickpea Pigeonpea Newsletter, 9: 15-17.

Kaya, D., Okcu G., Atak M., Cikili Y. and Kolsarici, O. (2006). “Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.)”. European Journal of Agronomy, 24- 295.

Khan, M. I., Fatma, M., Per, T.S., Anjum, N. A. and Khan, N. A. (2015). “Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants”. Plant science Journal, 6:462.

Kiani S.P. Maury P. Sarrafi A. and Grieu P. (2008). “QTL analysis of chlorophyll fluorescence parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under wel-watered and water-stressed conditions”. Plant Sci. 175: 565-573.

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

Knig, H.M., and Saltveit, M.E. (2002). "Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedlings leaves and roots are differently affected by salicylic acid". *Physiol. Plantarum.* 115: 571-576.

Kocheva, K., Lambrev, P., Georgiev, G., Goltsev, V. and Karabaliev, M. (2004). "Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress". *Bioelectrochemis Journal*, 63:121-124.

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

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

Larcher, W. (2003). "Physiological Plant Ecology. Berlin", Heidelberg, New York, Springer Verlag, p. 513.

Larson, K. L., and Eastin, J. D. (1971). "Drought injury and resistance in crops". CSSA Special Publication No. 2 Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin.

Lawler, D. W. and Cornic, G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. *Plant cell and environ.* 25: 275-294.

Levitt, J. (1980). "Response of plants to environmental stresses. II. Water, radiation, salt and other stresses". Academic Press. New York. PP. 187-211.

Liang, X., Zhang, L., Natarajan, S. K. and Becker, D.F. (2013). "Proline Mechanisms of Stress Survival". *Antioxid Redox Signal* 20; 19 (9): 998–1011.

Liopa, A., Zakynthinos, G., Varzakas, T., Nickolaos Xynias, I. (2011). "Effect of NaCl and GA3 on seed germination and seedling growth of eleven medicinal and aromatic crops". *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 5(17): 4065-4073.

Liu, F., Jensen, R. and Andersen, N. (2004). Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. *Field Crops Research* 86: 1-13.

Lopez- Bellido, F., Lopez- Bellido, J., and Lopez- Bellido, R. J. (2005). competition, growth and yield of faba bean (*vicia faba* L.). *Europe J. Agro.* 23: 359-378.

Luna, C.M., Pastori, G.M., Driscoll, S., Groten, K., Bernard, S. & Foyer, C.H. (2004). "Drought controls on H₂O₂ accumulation, catalase (CAT) activity and CAT gene expression in wheat." *Journal of Experimental Botany*, 56, 417-423.

Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005). “Cold, salinity and drought stresses”: An overview. Archives Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.

Mahmoudi, H., Zargouni, H., Tarchoune, I., Baatour, O., Nasri, N., Ben Massoud, R., Zaghdoudi, M., Abidi, w., Huang, J., Hannoufa, A., Lachaâl, M., Ouerghi, Z. (2012). “Combined effect of hormonal priming and salt treatments on germination percentage and antioxidant activities in lettuce seedlings”. African. Journal of Biotechnology Vol 11(45): 10373-10380.

Majnoun Hosseini N. (2008). "Grain legume production". Tehran Univ. Press. 4, 1-7. (In Farsi).

Makumbi, D., Betraun, J. F., Baunziger, M. and Ribaut, J. M. (2011). “Combining ability, heterosis and genetic diversity in tropical maize (*Zea mays* L.) under stress and non-stress condition”, Euphytica, 180: 143-162.

Manoharan, P.T., Shanmugaiah, V., Balasubramanian, N., Gomathinayagam, S., Mahaveer, P., Sharma, K. and Muthuchelian, K., (2010). Influence of AM fungi on the growth and physiological status of *Erythrina variegata* Linn. grown under different water stress conditions. European Journal of Soil Biology, 46(2):156-151

Marcelo, d. A., and L. John. (2007). Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. Braz. J. Plant Physiol. 19(3):193-201.

Martens, P., Holland, T. and Anseth, K. S. (2002). “Synthesis and characterization of degradable hydrogels formed from acrylate modified poly (vinyl alcohol) macromers”, Polymer, 43(23): 6093-6100.

Michalak, A., (2006). Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. Polish J. Environ. Stud. 15(4), 523-530.

Mirzaee, M., Moieni, A. and Ghanati, F. (2013). “Effects of drought stress on the lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in two canola (*Brassica napus* L.) cultivar”. Journal of Agricultural Science and Technology 15: 593-602.

Mita S., Murano N., Akaike M. and Nakamura K. (1997). "Mutants of *Arabidopsis thaliana* with pleiotropic effects on the expression of the gene for beta-amylase and on the accumulation of anthocyanin those are inducible by sugars," Plant Journal, 11: 841-851.

Miura, K. and Tada, Y. (2014). “Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid”. Plant Science Journal, 5:410.

Molden, A. D. (2007). Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture. London: Earthscan-Colombo: International Water Management Institute.

Monakhova, O. F. and Chernyadev, I. I. (2002). Protective role of karolin- 4 in wheat plants exposed to soil drought. App. and environ. Microbiol. 38: 373-380.

- Monning, S. (2005).** “Water saturated superabsorbent polymers used in high strength concrete”, Otto-Graf-Journal, 16: 193-202.
- Moradi Dezfuli, P., sharif-zadeh, F. & Janmohammadi, M. (2008).** Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 3 (3): 53-62. [In Persian With English Abstract].
- Mukhopdhyay, R., P. R. Gajri., M. R. Chaudhary. (1994).** A synthesis of a soil conditioner from acetylene waste and its effect on aggregate stability and moisture retention in two soils< Arid Soil Research and Rehabilitation. 8: 179-186.
- Mulimani, V. H., and Vadiraj, S. (1994).** Changes in trypsin and chymotrypsin inhibitory activity on soaking of sorghum (*sorghum bicolor* L. Moench). Plant Foods Human Nutr. 46,27-31.
- Nair A. S. Abraham, T. and Jaya, D. (2008).** “Studies on the changes in lipid peroxidation and antioxidants in drought stress induced cowpea (*Vigna unguiculata* L.) varieties”. Journal of Environmental Biology 29: 689-691.
- Nayyar, H. and Gupta, D. (2006).** Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress. Association with oxidative stress and antioxidants. Environ. and Exp. Bot. 58: 106-113.
- Nezhad, T. S., Mobasser, H. R., Dahmardeh, M. and Karimian, M. (2014).** “Effect of foliar application of salicylic acid and drought stress on quantitative yield of mungbean (*Vigna radiata* L.)”. J. Novel Applied Scienc,3(5):512-515.
- Noctor, C., Veljovic-Jovanovic, S., Driscoll, S., Novitskaya, L. and Foyer, C. (2002).** "Drought and oxidative load in the leaves of C3 plants: A predominant role for photorespiration". Annales Botanici Fennici, 89: 841-850.
- Obiwo, H. O., M. K. Wood., M. Cardenas. & B. A. Buchnan. (1989).** “Effect of polyacrylamide on seedling emergence of these grass species”, Soil science., 148: 355-360.
- Oliviera-Neto C.F. Silva-Lobato A. K. Goncalves-Vidigal M. C. Costa, R.C.L., Santos. Filho. B.G., Alves, G.A.R. and Silva-Maia, W.J.M (2009).** “Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages”. Science and Technology. 7: 588-593.
- Pandey, R. K., Marienville, J. W. and Adam, A. (2000).** “Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in a Sahelian environment I: Grain yield components”, Agriculture Water Management, 46: 1-27.

- Patade, V. Y., Maya, K. and Zakwan, A. (2011).** “Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum”. *Res. J. Seed Sci*, 4 (3).125-136.
- Pill, W. G., and Necker, A. D. (2001).** "The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)”. *Seed Science and Technology*. 29:65-72.
- Pimentel, D., J. Houser, E. Preiss, O. White, H. Fang, L. Mesnick, T. Barsky, S. Tariche, J. Schreck., and S. Alpert. (1997).** Water resources: agriculture, the environment, and society. *Bio Sci*. 47: 97-106.
- Polley, H. W. (2002).** “Implication of atmospheric and climatic change for crop yield and water use efficiency”, *Crop Science*, 42: 131-140.
- Rashid, A., Harris, D., Hollington, P. A. and Khattak, R. A. (2002).** On-farm seed priming: a key technology for improving the livelihood of resource poor farmers on saline lands. Center for Arid Zone Studies, University of Wales, UK.
- Raskin, I., (1992).** Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiol.*, 99: 799-803.
- Reddy, A. R., K. V. Chaitanya., and M. Vivekananda. (2004).** Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol*, 161:1189-1202.
- Requena, N., Perez-Solis, E., Azcón-Aguilar, C., Jeffries, P., and Barea, J. M. (2001).** Management of indigenous plant-microbe symbioses aids restoration of desertified ecosystems. *Applied and environmental microbiology*, 67(2), 495-498.
- Ricardo J. H., J. I. Dardanelli, E. Maria and D. J. Collino. (2008).** Seed yield determination of peanut crops under water deficit: Soil strength effects on pod set, the source-sink ratio and radiation use efficiency. *Field Crops Research*. 109: 24-33.
- Robinson, RG. (1983).** Yield and composition of field bean and adzuki bean in response to irrigation, compost, and nitrogen. *Agron. J.* 75: 31-35.
- Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J. A., Trejo-López, C., Ortiz-Cereceres, J. and Kelly, J. D. (2004).** ” Biomass distribution, maturity acceleration and yield in droughtstressed common bean cultivars”. *Field Crops Research*. 85(2): 203- 211.
- Rostami, M., Mirzaei, R. and Kafi, M. (2003).** Assessment of drought resistance in four safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars at the germination stage. 7th International conference on development of dryland. 14- 17 September 2003. Tehran. Iran.

Sadeghipour, O. and Aghaei, P. (2012). “Response of common bean to exogenous application of salicylic acid under water stress conditions”. *Environmental Biology* 6: 1160-1168.

Saglam, A., Saruhan, N., Terzi, R. and Kadioglu, A. (2011). “The Relations between Antioxidant Enzymes and Chlorophyll Fluorescence Parameters in Common Bean Cultivars Differing in Sensitivity to Drought Stress”. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(1): 60–68.

Sairam, R.K., Rao, K.V and Srivastava, G.C. (2002). Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science* 163: 1037–1046.

Sallam H.A. (1999). “Effect of some seed-soaking treatments on growth and chemical components of faba bean plants under saline conditions”. *Annual Agriculture Science (Cairo)*, 44: 159-171.

Salisbury F.B. and Ross, C.B. Plant Physiol (1991). “Wadsworth publishing company thylakoid membranes under water stress”. *Plant Physiol*, vol.87. 211-216.

Samarah, N. H. (2005). "Effects of drought stress on growth and yield of barley", *Agronomy for Sustainable Development*, 25(1): 145-149.

Sanjary-Mijani, M., Syrosmehr, A. and Fakhery, B., (2015). Effect of drought stress and humic acid on some physiological characteristics of hibiscus (*Hibiscus sabdarifa*). *Crops Improvement*. 2: 403-414.

Santos, M.S., Collin, H., Bruce, D.K. and McNeilly, T., (1996). Characterization of alfalfa following in vitro selection for salt tolerance. *Euphytica*, 92: 55- 61.

Sato, F., Yoshioka, H., Fujiwara, T., Higashio, H., Uragami, A. and Tokuda, S. (2004). Physiological responses of cabbage plug seedlings to water stress during low-temperature storage in darkness. *Scientia Horticulturae* 101: 349-357.

Scow, K. M. & M. Alexander. (1992). “Effect of diffusion on the kinetics of Biodegradation”, experimental results with synthetic aggregate”, *Journal Soil science.*, 56: 128-134.

Senaratna, T., Merrit, D., Dixon, K., Bunn, E., Touchell, D. and Sivasithamparam, K. (2003). “Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants”. *Plant Growth Regulator*, 39: 77-81.

Szabados, L. and Savoure, A. (2009). Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science* 15: 89-97

Shainberg, I. G. & Levy, J. (1996). “Organic polymers and soils seedling in cultivated soils”, Soil science., 158: 267-273.

Shekari, F. Pak Mehr, A., Rastgoo, M., Saba, J., Vazayefi, M., Zangani, A., (2010). Salicylic acid priming effects on some morphological traits of a cowpea cultivar (*Vigna unguiculata*) under water deficit at podding stage. Modern Technologies in Agriculture (This issue: Agronomy and Horticulture 4: 5-27

Shin, W. H. (2006). "Protective effect of anthocyanin in middle cerebral artery occlusion and reperfusion model of cerebral ischemia in rats", Journal Life Science, 79: 130-137.

Siddiqui, M. H., Al-Khaishany, M. Y., Al-Qutami, M. A., Al-Whaibi, M.H., Grover Ali, H. M., Al Wahibi, M. S. and Bukhari, N. A. (2015). "Response of different genotypes of faba Bean plant to drought stress". International Journal of Molecular Sciences 16: 10214-10227.

Silva, M. A., Jifon, J.L. Da Silva, J. A. G. and Sharma, V. (2007). “Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane”. Brazilian Journal of Plant Physiology 19: 193-201.

Silveira J. A. G., R. C. L. Costa and J. T. A. Oliveira. (2001). Drought-induced effects and recovery of nitrate assimilation and nodule activity in cowpea plants. Brazilian Journal of Microbiology, 32: 187-194.

Sinaki, J. M., E. Majidi Heravan, A. H. Shirani Rad, G. Noormohamadi and G. Zarei. (2007). The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Sciences, 2: 417-422.

Singh, B. B., D. R. Mohar, and K. E. Dashiell. (1997). Advancement in cowpea researches. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

Singh, D. K. N., and Usha, K. (2003). "Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress". Plant growth regul. 39: 137-141.

Sivaci, A., Elmas, E., (2012). The combined effects of cadmium and salinity on some pigments and total phenolic compounds of *Myriophyllum heterophyllum* Michx. and *Potamogeton crispus* L. Afr. J. Agric. Res. 7(26), 3813-3818.

Sodhi R.S. Harris D. (2005). “On-farm seed priming, A key technology to improve the livelihoods of resource-poor farming in India. Department For International Development”. Sayer Publishing, London, United Kingdom.

Specht, A. & J. Havery-Jones. (2000). “Improving water delivery to the roots of recently transplanted seeding trees: the use of hydrogel to reduce leaf loss and hasten root establishment”, *for. Res.*, 1: 117-123.

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

Suzuki, h., and Khan A. A. (2001). "Effective temperatures and duration for seed humidification in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.)". *Seed Science and Technology*. 28:381-389.

Taiz, L., and E. Zeiger. (1991). *Plant Physiology*. The Benjamin / Cummings Pub. Comp. Inc. pp. 569.

Tasgin., E. O. Atic. and B. Nalbantoglu. (2003). Effect of salicylic on freezing tolerance in winter wheat leaves, *Plant Growth Regul.* 41:231-236.

Tattini M., Galardi C., Pinelli P., Massai R., Remorini D. and Agati, G., (2004). Differential accumulation of flavonoids and hydroxycinnamates in leaves of *Ligustrum vulgare* under excess light and drought stress. *New Phytologist*, 163: 547-561,...

Terzi, R., Saglam, A., Kutlu, N., Nar, H. and Kadioglu, A. (2010). “Impact of soil drought stress on photochemical efficiency of photosystem II and antioxidant enzyme activities of *Phaseolus vulgaris* cultivars”. *Turkish journal of botany*, 34: 1-10.

Thalooth, A. T., M. M. Tawfik and H. Magda Mohamed. (2006). A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants grown under water stress conditions. *World Journal of Agricultural Science*. 2: 1. 37-46.

Thornton, J. M., and Powell, A. A. (1995). "Prolonged aerated hydration for the improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L". *Ann. Appl. Biol.* 127:183-189.

Trkylmaz, B. (2012). “Effects of salicylic and Gibberellic acid on wheat (*Triticum Aestivum* L.) under salinity stress”. *Bangladesh J. Bot.* 41(1): 29-34.

Vakhba, S.A. (1981). “Effect of soil-conditioning polymers on the mechanical properties of sand”, *Soil Sci.* 13: 111-115.

Vanai, S. Siosemardeh, A. and Haidari, GH. R. (2011). “The effects of cold stress during seed germination and seedling antioxidant enzyme activities and some physiological traits in pea (*Cicer arietinum*)”. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9(3), 514-524.

Wakrim, R., S. Wahabi, H. Tahi, B. Aganchich and R. Serraj. (2005). Comparative effect of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relation and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agriculture, Ecosystems & Environment. 106: 275-287.

Wallace, A. and g. Wallace. (1990). “soil and cropimprovement with watersoluble polymers”, soil tech., 3:1-8.

Wallace, A., G.A. Wallace, A.M. Abouzamzam, J. W. Cha, (1989). “soiltest to determine application rates for polymeric soil conditioners”, Soi. Sci. 141:390-394.

Wang W. Vinocur B. and Altman A. (2003). "Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance". Planta 218: 1-14.

Waseem, M., Athar, H.U.R. and Ashraf, M. (2006). "Effect of salicylic acid applied through rooting medium on drought tolerance of wheat". Pak. J. Bot., 38(4): 1127-1136.

Wichterle, O. (1971). “Ency Polymer” science Tech, 15:273-5.

Widiastuti, N., Wu, H., Ang, M. and Zhang, D. K. (2008). “The potential application of natural zeolite for greywater treatment", Desalination, 218: 271-280.

Wu, L., Liu, M. and Liang, R. (2008). “Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water-retention". Bio resource Technology, 99: 547-554.

Wu, Y. and Casgrove, D. J. (2000). “Adaption of roots to low water potentials by changes in cell wall extensibility cell wall proteins”, Journal of Experimental Botany, 51: 1543-1553.

Xue, G., Lynne McIntyre, C., Glassop, D. and Shorter, R. (2008). Use of expression analysis to dissect alterations in carbohydrate metabolism in wheat leaves during drought stress. Plant Mol Biol 67: 197–214.

Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao Y. Z. Yao X. Q. and Yin, H.J. (2007). “Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings”. Photosyntetica 45 (4): 613-619.

Yasar, F., Uzal, O. and Ozpay, T. (2010). “Changes of the lipid peroxidation and chlorophyll amount of green bean genotypes under drought stress”. African Journal of Agricultural Research, 5(19):2705-2709.

Yavas, I. and Unay, A. (2016). “Effects of zinc and salicylic acid on wheate under drought stress”. The Journal of Animal and Plant Sciences, 26(4):1012-101.

Yuncaï, H. and Schmidhalter, U. (2005). “Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants”. Journal Plant Nutrition. Soil Science 168: 541-549.

Zarco Tajada, P. J., Miller, J. R., Mohammad, G. H., Noland, T. L. and Sampson, P. H. (2000). Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. Remo. Sens. Environ. 74: 596-608.

Abstract

In order to investigate the effects of different priming and superabsorbent treatments on the growth and yield of cowpea under different irrigation period, an experiment was carried out as split plot factorial based on randomized complete block design with three replications in 2019 in the research farm of the Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology. The experiment include: Irrigation period as the main factor in three levels (each 7 days, 10 days and 14 days) and superabsorbent treatments at two levels (non-use and use at the rate of 150 kg per hectare) and priming on three levels (no priming (control), hydropriming and hormone priming with salicylic acid) as sub-plot. In this study, native seeds of Bastam region were used. The results showed that drought stress was significantly affected stem height, 1000-seed weight, yield and chlorophyll b and reduced these traits. This treatment increased the amount of grain protein, anthocyanin and peroxidase enzyme. Superabsorbent significantly reduced the amount of carbohydrates and peroxidase. The interaction between superabsorbent treatments with irrigation period showed a significant effect on potassium, sodium, flavonoids and catalase. Priming treatments also had positive and significant effects on cowpea. Priming increased traits such as stem height, 1000-seed weight, yield, sodium, chlorophyll a, b and total, anthocyanin and catalase and decreased flavonoid content. The interaction between priming treatments with irrigation period increased the amount of soluble carbohydrates. Also, the interaction between superabsorbent and priming treatments increased the number of grains in the pod and decreased the amount of grain protein. The interaction between irrigation period $\times$ superabsorbent $\times$ priming treatments on plant dry weight, number of pods per plant, relative content of leaf water, carotenoids and proline was significant. The effects of moisture stress in cowpea reduced by priming and superabsorbent treatments. Also, among the different treatments, the highest effect was related to hormone priming with salicylic acid.

Keywords: Salicylic acid, Priming hormone, Hydrogel, Drought stress



Shahrood University of
Technology

Faculty of Agriculture
M.Sc. Thesis in Agronomy

The effect of priming and super absorption on yield and some of growth indices of cow-pea at different irrigation period

By: Mohsen Ebrahimi

Supervisor:
Dr. Hamid Abbasdokht

Advisor:
Dr. Ahmad Gholami
Dr. Manochehr Gholipor

September 2020