

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک

تأثیر روش‌های مختلف پرایمینگ بر عملکرد کمی و کیفی

لوبیا چشم بلبلی در سطوح تنش خشکی

نگارنده: محدثه فرهادی

استاد راهنما

دکتر حمید عباس دخت

استاد مشاور

دکتر منوچهر قلی پور

دی ۱۳۹۶

شماره: ۳۹۶ / ۱۷ / ۲۹
تاریخ:

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

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

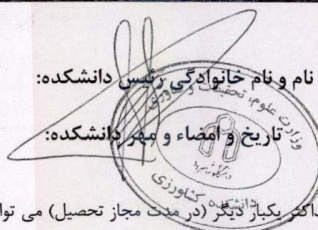
با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم محدثه فرهادی شماره دانشجویی ۹۴۱۳۳۹۴ رشته کشاورزی گرایش آگروکولوژی تحت عنوان تاثیر روش های مختلف پرایمینگ بر عملکرد کمی و کیفی لوبیاچشم بلبلی در سطوح تنش خشکی که در تاریخ ۹۶/۱۰/۳۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه:)	☒ مردود
نوع تحقیق:	☒ نظری ☒ عملی

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	حمید عباس دخت	دانشیار	
۲- استاد مشاور	منوچهر قلی پور	دانشیار	
۳- نماینده تحصیلات تکمیلی	محمد رضا عامریان	دانشیار	
۴- استاد ممتحن اول	حمید رضا اصغری	دانشیار	
۵- استاد ممتحن دوم	احمد غلامی	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:



تبصره: 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).

تقدیر و تشکر

پروردگارا سپاسگزارم که بار دیگر به من فرصت آموختن دادی. از پدر و مادر عزیز و مهربانم به خاطر زحماتی که در طول زندگی همواره برای پیروزی و شادکامی من به جان خریدند تشکر می‌کنم.

برخود واجب می‌دانم از استاد فرزانه جناب آقای دکتر حمید عباس‌دخت که به عنوان استاد راهنما در مراحل مختلف این پایان نامه همواره با سعه صدر و گشاده‌رویی در کنار من بودند و در طول مدت تحصیل از راهنمایی‌های اخلاقی و علمی ایشان بهره‌جسته‌ام تشکر و قدر دانی نمایم.

جناب آقای دکتر منوچهر قلی‌پور به عنوان استاد مشاور مسئولیت سنگینی را قبول زحمت فرمودند و مطمئناً بدون حمایت‌ها و راهنمایی‌ها و روحیه بخشی ایشان انجام بخشی از این رساله میسر نمی‌شد. بدین وسیله از بزرگواری، حسن سلوک و حمایت بی‌دریغ ایشان تشکر کرده و طول عمر توأم با سربلندی را برایشان آرزومندم.

از داوران گرامی جناب آقای دکتر حمیدرضا اصغری و جناب آقای دکتر احمد غلامی که زحمت داوری و تصحیح این پایان نامه را برعهده داشتند کمال سپاس را دارم.

در نهایت از دوست خوبم خانوم محبوبه حجتی که ایام خوشی را کنار هم سپری کردیم و مرا در رسیدن به اهدافم یاری نمودند صمیمانه تشکر می‌کنم.

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

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

تعهدنامه

اینجانب محدثه فرهادی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته کشاورزی اکولوژیک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تحت عنوان تأثیر روش‌های مختلف پرایمینگ بر عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی در سطوح تنش خشکی تحت راهنمایی دکتر حمید عباس دخت متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت اثر 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 ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه صنعتی شاهرود" و یا "shahrood University of technology" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمامی افرادی که در به دست آمدن این پایان‌نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه در مواردی که از موجود زنده استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری و اصول اخلاقی انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزار و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد

چکیده

به منظور بررسی اثرات تیمارهای پرایمینگ بر اجزای عملکرد، خصوصیات فیزیولوژی و بیوشیمیایی لوبیا چشم بلبلی تحت تنش رطوبتی، این پژوهش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار در سال ۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل: پرایمینگ به عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح: (بدون پرایمینگ (شاهد)، هیدروپرایمینگ، هیدروترمال پرایمینگ و ویوپرایمینگ) و تنش رطوبتی به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح (آبیاری هر هفت روز یک بار (آبیاری مطلوب مزرعه)، آبیاری هر ۱۰ روز یک بار، آبیاری هر ۱۴ روز یک بار) در این پژوهش از بذرهای بومی منطقه بسطام (لوبیای چشم بلبلی بسطامی) استفاده شد، صفات مورد ارزیابی شامل: اجزای عملکرد، خصوصیات فیزیولوژی، خصوصیات بیوشیمیایی و آنزیمی بودند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی، ارتفاع بوته، تعداد بذر در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، میزان آنتوسیانین برگ، محتوای نسبی رطوبت برگ، پایداری غشاء، میزان کلروفیل و میزان کارتنوئید را به طور معنی‌داری کاهش داد. براساس این نتایج میزان پرولین در برگ، میزان فلاونوئید، قندهای محلول، میزان مالون‌دی‌آلدئید و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در اثر تنش خشکی افزایش یافتند. روش‌های مختلف پرایمینگ اثرات مثبت و معنی‌داری بر این صفات داشتند و میزان پرولین، قندهای محلول، آنتوسیانین، محتوای نسبی رطوبت برگ، پایداری غشاء میزان کلرفیل a و b، میزان کاراتنوئید و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز را افزایش دادند. تیمارهای مختلف پرایمینگ از نظر اثرگذاری بر روی صفات تفاوت معنی‌داری داشتند و همه آنها اثرات منفی تنش خشکی را بهبود بخشیدند، همچنین اثرات متقابل تنش خشکی * پرایمینگ نیز تأثیر معنی‌داری بر برخی صفات از جمله عملکرد دانه، میزان پرولین، فلاونوئید، آنتوسیانین و میزان کلرفیل داشتند. به طور کلی تیمارهای آزمایشی و منجر به افزایش خصوصیات بیوشیمیایی و اجزای عملکرد لوبیا شدند که در بین آنها ویوپرایمینگ در مقایسه با سایر تیمارها اثر مثبت بیشتری داشت و به عنوان بهترین تیمار آزمایشی انتخاب شد.

کلمات کلیدی: پرایمینگ، تنش خشکی، عملکرد دانه و آنزیم

تأثیر روش های مختلف برایمینگ بر میزان آب نسبی، کلروفیل B،A، لوبیا چشم بلبلی در سطوح تنش خشکی

پنجمین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران شهریور ۱۳۹۶ دانشگاه زنجان

فهرست مطالب

فصل اول مقدمه و کلیات	۱
مقدمه	۲
۱-۱ کلیات	۴
۱-۲-۱- تاریخچه تولید لوبیا در ایران و جهان	۴
۱-۲-۲- سطح زیرکشت و میزان تولید	۴
۱-۲-۳- گیاهشناسی و فنولوژی لوبیا چشم بلبلی	۵
۱-۲-۴- اکولوژی لوبیای چشم بلبلی	۶
۱-۲-۵- کاشت داشت و برداشت لوبیا چشم بلبلی	۶
۱-۲-۶- اهمیت حبوبات و لوبیا	۷
۱-۲-۷- تنش و مفهوم آن	۸
۱-۲-۸- خشکی	۹
۱-۲-۹- مکانیزمهای مقابله با تنش های خشکی	۱۱
۱-۲-۱۰- مکانیزمهای تحمل خشکی	۱۳
۱-۲-۱۱- پرایمینگ	۱۴
۱-۲-۱۲- انواع روشهای پرایمینگ	۱۴
۱-۲-۱۲-۱- هالو پرایمینگ	۱۵
۱-۲-۱۲-۲- هیدرو پرایمینگ	۱۵
۱-۲-۱۲-۳- اسموپرایمینگ	۱۶
۱-۲-۱۲-۴- ماتریک پرایمینگ	۱۷
۱-۲-۱۲-۵- ترموپرایمینگ	۱۷
۱-۲-۱۲-۶- پرایمینگ با استفاده از هورمونهای رشد گیاهی	۱۸
۱-۲-۱۲-۷- بیوپرایمینگ	۱۹
۱-۲-۱۲-۸- درام پرایمینگ	۲۰
۱-۲-۱۲-۹- ویوپرایمینگ	۲۱
۱-۲-۱۳- فیزیولوژی پرایمینگ	۲۱
۳-۱- اهداف	۲۲
فصل دوم مرور منابع	۲۵
۱-۲- اثر تنش خشکی بر خصوصیات رویشی	۲۶
۲-۲- اثر تنش خشکی بر اجزای عملکرد	۲۶

۲۷	۳-۲- اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژی
۲۹	۴-۲- اثر تنش خشکی بر خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمها
۳۲	۵-۲- اثر تنش خشکی بر جذب عناصر در دانه
۳۳	۶-۲- اثر پرایمینگ بر خصوصیات رویشی
۳۵	۷-۲- اثر پرایمینگ بر اجزای عملکرد
۳۷	۸-۲- اثر پرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیک
۳۸	۹-۲- اثر پرایمینگ بر خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمها
۴۰	۱۰-۲- اثر پرایمینگ بر جذب عناصر
۴۱	فصل سوم مواد و روشها
۴۲	۱-۳- زمان و مکان انجام آزمایش
۴۲	۲-۳- خصوصیات مزرعه آزمایشی
۴۳	۳-۳- طرح آزمایشی و تیمارها
۴۳	۴-۳- نقشه طرح آزمایشی
۴۴	۵-۳- روش انجام کار
۴۵	۶-۳- نمونهبرداری
۴۵	۷-۳- صفات مورد ارزیابی
۴۶	۱-۷-۳- اجزای عملکرد
۴۶	۲-۷-۳- صفات مرتبط با دانه
۴۶	۱-۲-۷-۳- سدیم و پتاسیم دانه
۴۶	۲-۲-۷-۳- نیتروژن و پروتئین دانه
۴۷	۳-۷-۳- خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی
۴۷	۱-۳-۷-۳- پرولین
۴۹	۲-۳-۷-۳- فلاونوئید
۴۹	۳-۳-۷-۳- قندهای محلول
۵۰	۴-۳-۷-۳- مالونیدیالدئید
۵۰	۵-۳-۷-۳- آنتوسیانین
۵۱	۶-۳-۷-۳- محتوای نسبی آب برگ (RWC)
۵۱	۷-۳-۷-۳- پایداری غشاء
۵۲	۸-۳-۷-۳- میزان کلروفیل و کاروتنوئید
۵۳	۴-۷-۳- فعالیت آنزیمها

۵۳.....	۳-۷-۴-۱- کاتالاز
۵۳.....	۳-۷-۴-۲- آسکوربات پراکسیداز
۵۴.....	۳-۸- تجزیه و تحلیل آماری
۵۵.....	فصل چهارم نتایج و بحث
۵۶.....	۴-۱- ارتفاع بوته و اجزای عملکرد
۵۶.....	۴-۱-۱- ارتفاع بوته
۵۸.....	۴-۱-۲- تعداد دانه در غلاف
۵۹.....	۴-۱-۳- تعداد غلاف در بوته
۶۰.....	۴-۱-۴- وزن صد دانه
۶۲.....	۴-۱-۵- عملکرد دانه
۶۳.....	۴-۲- سدیم، پتاسیم، نیتروژن و پروتئین دانه
۶۴.....	۴-۲-۱- سدیم دانه
۶۵.....	۴-۲-۲- پتاسیم دانه
۶۷.....	۴-۲-۳- نیتروژن دانه
۶۹.....	۴-۲-۴- پروتئین دانه
۷۰.....	۴-۳- خصوصیات فیزیولوژیکی
۷۳.....	۴-۳-۱- پرولین
۷۴.....	۴-۳-۲- فلاونوئید
۷۵.....	۴-۳-۳- قندهای محلول
۷۷.....	۴-۳-۴- مالونیدیالدئید
۷۸.....	۴-۵- آنتوسیانین
۷۹.....	۴-۶-۳- محتوای نسبی آب برگ (LRWC)
۸۰.....	۴-۷-۳- پایداری غشاء
۸۱.....	۴-۸-۳- کلروفیل a
۸۲.....	۴-۹-۳- کلروفیل b
۸۳.....	۴-۱۰-۳- مجموع کلروفیل a و b
۸۴.....	۴-۱۱-۳- کاروتنوئید
۸۵.....	۴-۴- فعالیت آنزیم
۸۶.....	۴-۱-۴- کاتالاز
۸۷.....	۴-۲-۴- آسکوربات پراکسیداز

۹۰	نتیجه گیری.....
۹۱	پیشنهادهات.....
۹۲	منابع.....

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- تقسیمبندی تنشهای محیطی..... ۹
- شکل (۲-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر تعداد بذر در غلاف لوبیا چشم بلبلی..... ۵۸
- شکل (۳-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم بلبلی..... ۵۹
- شکل (۴-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر تعداد غلاف در بوته لوبیا چشم بلبلی..... ۶۰
- شکل (۵-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته لوبیا چشم بلبلی..... ۶۰
- شکل (۶-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر وزن صد دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۶۱
- شکل (۷-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر وزن صد دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۶۲
- شکل (۹-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر سدیم دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۶۵
- شکل (۱۰-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر پتاسیم دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۶۶
- شکل (۱۱-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر پتاسیم دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۶۶
- شکل (۱۲-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر نیتروژن دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۶۸
- شکل (۱۳-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر نیتروژن دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۶۸
- شکل (۱۴-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر پروتئین دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۷۰
- شکل (۱۵-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر پروتئین دانه در لوبیا چشم بلبلی..... ۷۰
- شکل (۱۸-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان قندهای محلول در لوبیا چشم بلبلی..... ۷۶
- شکل (۱۹-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان قندهای محلول در لوبیا چشم بلبلی..... ۷۶
- شکل (۲۲-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر محتوای نسبی رطوبت برگ در لوبیا چشم بلبلی..... ۸۰
- شکل (۲۳-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر محتوای نسبی آب در برگ لوبیا چشم بلبلی..... ۸۰
- شکل (۲۴-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان پایداری غشاء در لوبیا چشم بلبلی..... ۸۱
- شکل (۲۵-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر تراوایی غشاء در لوبیا چشم بلبلی..... ۸۱
- شکل (۲۹-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان کاروتنوئید در برگ لوبیا چشم بلبلی..... ۸۵
- شکل (۳۰-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان کاروتنوئید در لوبیا چشم بلبلی..... ۸۵
- شکل (۳۱-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان کاتالاز در لوبیا چشم بلبلی..... ۸۷
- شکل (۳۲-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان کاتالاز در لوبیا چشم بلبلی..... ۸۷
- شکل (۳۳-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان آسکوربات پراکسیداز در لوبیا چشم بلبلی..... ۸۹
- شکل ۳۴-۴- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان آسکوربات پراکسیداز در لوبیا چشم بلبلی..... ۸۹

فهرست جداول

- جدول ۳-۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی ۴۲
- جدول (۴-۱) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت ۵۶
- جدول (۴-۲) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر صفات مرتبط با دانه لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت ۶۴
- جدول (۴-۳) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیکی لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط تنش خشکی .. ۷۲
- جدول (۴-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر فعالیت آنزیم در لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت..... ۸۶

فصل اول

مقدمه و کلیات

مقدمه

لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L. Walp) یکی از قدیمی‌ترین 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). تنش‌های محیطی از جمله خشکی، رشد و نمو گیاهان را به شدت کاهش می‌دهند (نقوی و همکاران، ۱۳۹۵). در بین تنش‌های غیرزیستی، 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). 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 روش‌های مختلف ارتقاء دهنده کارایی بذر می‌تواند 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 روش‌های معمول و کارآمد در این زمینه تیمار کردن بذرها پیش از کاشت می‌باشد که به پرایمینگ موسوم است. پرایمینگ بذر روشی است که اجازه جذب آب بصورت کنترل شده به بذر قبل از کشت تا سطحی داده می‌شود که فعالیت‌های اولیه جوانه‌زنی 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). روش‌های متعدد پرایمینگ عبارتند از: هیدروپرایمینگ (جذب آب توسط بذر)، هالوپرایمینگ (استفاده از محلول‌های نمکی)، اسموپرایمینگ (جذب آب توسط بذر در محلول‌های اسمزی مانند پلی اتیلن‌گلیکول)، ماتریک پرایمینگ (جذب آب توسط ماتریکس جامد)، ترموپرایمینگ (تیمار بذر

با دمای بالا و یا پایین)، پرایمینگ با هورمون‌های رشد گیاه، بیوپرایمینگ، درام پرایمینگ و ویوپرایمینگ. 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 بذره‌های بسیاری از گیاهان زراعی که در بررسی‌های 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. با توجه به اینکه، اطلاعات اندکی در خصوص اثرات تیمارهای پرایمینگ بر تحمل خشکی لوبیا چشم بلبلی وجود دارد. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی نقش تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در بهبود تحمل به خشکی این گیاه بر اساس اجزای عملکرد، خصوصیات فیزیولوژی و فعالیت آنزیم‌ها صورت گرفت.

۱-۱ کلیات

۱-۲-۱- 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)، 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 عمده‌ترین کشورهای صادرکننده حبوبات در جهان به شمار می‌روند (کلهری، ۱۳۸۸).

۱-۲-۲- سطح زیر کشت و میزان تولید

حبوبات دومین گروه مهم محصولات زراعی پس از غلات به شمار می‌روند، تولید جهانی حبوبات با متوسط عملکرد ۸۴۲ کیلوگرم در هکتار، معادل ۵۸،۹ میلیون تن گزارش شده است که از سطحی نزدیک به ۷۱ میلیون هکتار به دست می‌آید، 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 ۹۴-۹۵، ۱۰۷۴۱۵ هکتار بوده و میزان تولید آن ۲۲۹۹۴۱ 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).

۱-۲-۳- گیاهشناسی و فنولوژی لوبیا چشم بلبلی

تیره حبوبات یکی از متنوع‌ترین 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 یکساله دارای ریشه مستقیم و گسترده به طول ۶۰-۸۰ سانتی‌متر و ساقه رونده به قطر ۵/۰ تا ۵/۱ سانتی‌متر می‌باشد و برگ‌های سه برگچه‌ای با دم‌برگ بلند دارد این گیاه خودگشن است و گل‌های درشت با قطر ۲ سانتی‌متر 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 قهوه‌ای می‌گراید درهر غلاف ممکن است ۰ تا ۱۶ عدد بذر بشکل بیضی و گرد و یا قهوه‌ای تشکیل شود که در مرکز آن ناف به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه وجود دارد وزن هزار دانه بذرهای آن بین ۶۰ تا ۳۰۰ گرم است (کلهری، ۱۳۸۸).

۱-۲-۴- اکولوژی لوبیای چشم بلبلی

لوبیا چشم بلبلی یک گیاه بهاره است و سازگاری خوبی با دماهای بالا و خشکی نسبت بسایر خویشاوندان خود دارد ولی به سرما و یخبندان حساس است و در سرما رشدش متوقف و در یخبندان از بین می‌رود دمای مطلوب خاک برای جوانه‌زنی این گیاه ۱۹ و دمای مطلوب هوا برای جوانه‌زنی ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد است دمای مطلوب رشدی آن ۲۷ تا ۳۵ درجه می‌باشد در دما بالاتر از ۳۸ درجه سانتی‌گراد گل‌ها ریزش می‌کنند خشکی هوا را بشرطی که رطوبت داخل خاک فراهم باشد بخوبی تحمل می‌نماید به خشکی خاک حساس است گیاهی روز کوتاه است حتی در محل‌های نیمه سایه هم محصول تولید خواهد نمود به لحاظ قدرت تثبیت ازت در حاصلخیزی خاک موثر است و زراعت آن بصورت کشت مخلوط با ذرت و سورگوم و پنبه موفقیت آمیز است (کلهری، ۱۳۸۸).

۱-۲-۵- کاشت داشت و برداشت لوبیا چشم بلبلی

کشت یا به صورت ردیفی است یا کپه‌ای، در بذر کار ردیفی فاصله ردیف‌ها ۵۰ تا ۸۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها ۵ سانتی‌متر که پس از تنک کردن به ۱۰ سانتی‌متر می‌رسانند. در بذر کاری کپه‌ای پشته‌هایی به فواصل ۵۰ سانتی‌متر که بستگی به نوع لوبیا و جنس خاک دارد احداث کرده روی پشته‌ها به فاصله ۳۵ تا ۴۰ سانتی‌متر حفره ایجاد کرده و در هر حفره ۳ تا ۴ بذر می‌ریزند. بهترین زمان برای کشت در کرج اواخر اردیبهشت است (صفر پایه گیاهی ۱۴ درجه سانتی‌گراد) البته در مناطق گرم می‌توان در زمستان کشت کرد و به عنوان کود سبز مصرف کرد. معمولاً مصرف کود به نحوی است که مثل بقیه حبوبات، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم اوره مصرف می‌شود. هر ۱۰ تا ۱۲ روز یک بار باید آبیاری شود تا زمانی که غلاف‌ها می‌رسند و هنگامی که به مرحله ۲ تا ۴ برگ‌ریزی رسید باید تنک شود، همراه با وجین عملیات سله شکنی هم صورت می‌گیرد. این گیاه در چند چین برداشت می‌شود البته می‌توان در یک

چین هم برداشت کرد ولی مقدار محصول آن کمتر است زمانی که یک سوم غلاف‌ها رسیدند باید برداشت کرد و دانه‌ها را جدا کرد (لوبیا چشم بلبلی زود رس است ۹۰ روزه). در برداشت دانه خشک پس از این که غلاف‌ها زرد شدند و دانه داخل غلاف خشک شد مزرعه را درو کرده خرمن کوبی می‌کنیم اگر به منظور علوفه کشت شود زمانی که ۱۵ درصد گل‌ها باز شدند باید برداشت صورت گیرد. میزان عملکرد از ۳۵۰ تا ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر است. لوبیای چشم بلبلی به سایه‌اندازی مقاوم است. انواع لوبیا چشم بلبلی که در ایران کشت می‌شود شامل کامران، پرستو و مشهد هستند (فیشر و هاگان، ۱۹۶۵؛ کلهری، ۱۳۸۸).

۱-۲-۶- اهمیت حبوبات و لوبیا

حبوبات از منابع مهم غذایی سرشار از پروتئین برای تغذیه انسان و دام به شمار می‌روند در تغذیه انسان حدود ۲۲ درصد پروتئین گیاهی، ۳۲ درصد چربی و هفت درصد هیدرات‌های کربن از حبوبات تأمین می‌گردد. دانه حبوبات با دارا بودن ۳۲ - ۱۸ درصد پروتئین در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی مردم به ویژه افراد کم درآمد از نقطه نظر تغذیه‌ای اهمیت بسیار دارد و تحت عنوان گوشت مردم فقیر نامیده می‌شود. از کل تولید حبوبات در کشور، محصول نخود با ۴۳ درصد در رتبه اول و لوبیا با ۳۳ درصد در رتبه بعدی قرار دارد (ببه، ۲۰۱۲). با توجه به اینکه قسمت زیادی از پروتئین مصرفی جوامع انسانی از منابع گیاهی مانند لوبیا می‌باشد، لوبیا نقش بسیار قابل توجه در رژیم غذایی انسان بازی می‌کند (فائو، ۲۰۰۱). لوبیا چشم بلبلی به عنوان یکی از ارزان‌ترین منابع غذایی و پروتئینی در بیشتر نقاط جهان شناخته شده است. دانه‌های لوبیا چشم بلبلی محتوای ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین، ۱,۸ درصد چربی، ۶۰,۳ درصد کربوهیدرات و همچنین یک منبع سرشار از کلسیم و آهن هستند (مجنون حسینی، ۲۰۰۸).

در مطالعه دیگری گزارش شده است که لوبیا یکی از مهم‌ترین حبوبات در جهان است که در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به عنوان یکی از منابع تأمین غذای انسان دارای پروتئین بالا، فسفر، آهن،

ویتامین B و فیبر بوده و فاقد کلسترول است، همچنین بهترین پروتئین گیاهی متعلق به لوبیا است، زیرا اسیدهای آمینه آن تقریباً متعادل هستند بنابراین به عنوان مکمل غذایی دارای مصرف زیادی است (مجنون حسینی، 1394).

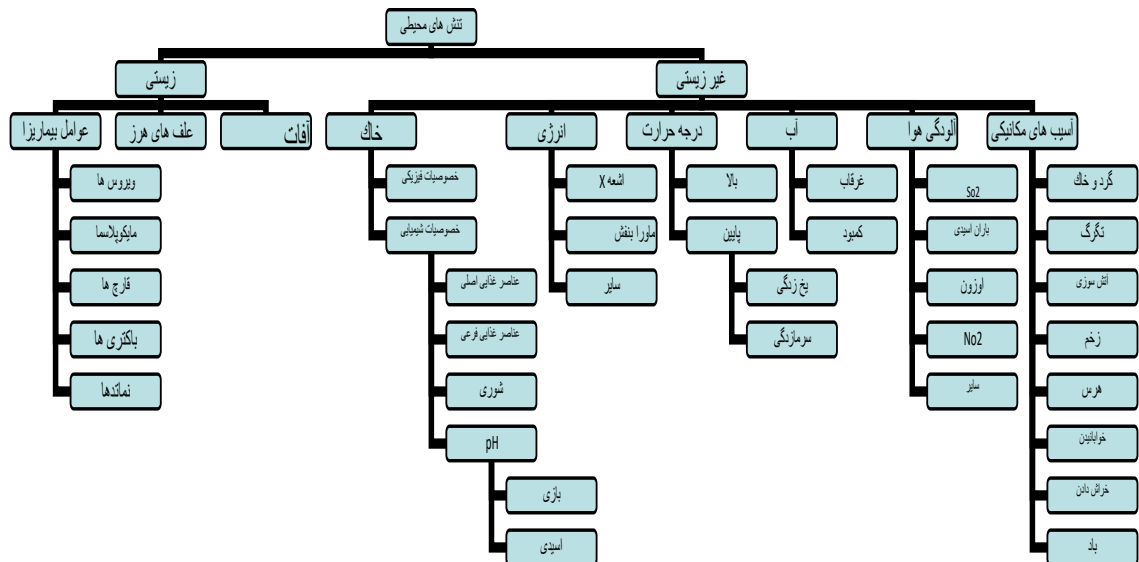
حبوبات ویژگی دیگری نیز دارند و در اکوسیستم‌های کشاورزی جهان در تناوب با سایر گیاهان زراعی و تثبیت نیتروژن جوی در همزیستی با باکتری‌ها بخش عمده‌ای از نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی بعد از خود را فراهم می‌سازند. هر ساله بعد از برداشت این محصولات با پوسیدن ریشه آنها مقادیر زیادی نیتروژن به خاک افزوده شده و موجبات غنی‌سازی 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).

۱-۲-۷- 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 دسته‌بندی کرد (میرمحمدی و همکاران، ۱۳۷۹).

شکل ۱-۱- تقسیم‌بندی تنش‌های محیطی



۱-۲-۱- خشکی

خشکی پدیده‌ای است خطرناک و اجتناب‌ناپذیر که همه ساله در بخش‌هایی از دنیا در زمان‌های مختلف با دامنه و شدت متفاوت به تولید موفقیت‌آمیز محصولات کشاورزی خسارت وارد می‌کند. خشکی بر اثر ترکیب فرایندهای فیزیکی محیطی که گیاه را با تنش خشکی مواجه می‌کند، به وجود می‌آید و عملکرد محصول را کاهش می‌دهد. خشکی زمانی در گیاه اتفاق می‌افتد که میزان آب دریافتی در گیاه کمتر از تلفات آن باشد این امر ممکن است به علت اتلاف بیش از حد آب یا کاهش جذب و یا وجود هر دو مورد باشد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲؛ زارع چاهوکی، ۱۳۷۹). بروز خشکی باعث ایجاد تنش در گیاهان می‌-

۱- biotic

۲- abiotic

شود. به‌طور کلی تنش خشکی در اثر تبخیر شدید، بالا بودن پتانسیل اسمزی در خاک‌های شور و یخ-زدگی خاک حادث می‌شود و باعث برهم خوردن تعادل ترمودینامیکی و کاهش قابلیت استفاده از آب می-گردد. تنش خشکی در مقایسه با سایر عوامل تنش‌زا به صورت ناگهانی اتفاق نمی‌افتد و گسترش آن آرام بوده و در نهایت شدت آن افزایش می‌آید، بنابراین زمان نقش قابل توجهی را در بقاء تنش خشکی ایفا می-کند. 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 فرآیندهای 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 کلاً مرگ گیاه بروز نماید. خشکی از نظر کشاورزی، عبارت از عدم انطباق نزولات آسمانی با نیازهای گیاه است، که در آن گیاه دچار تنش می‌سازد و عملکرد را کاهش می‌دهد. 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).

از نظر فیزیولوژیست‌ها، خشک‌سالی علاوه بر فقدان بارندگی، حاصل تلاقی تنش‌های محیطی زیر است:

۱- پایین بودن رطوبت قابل دسترس خاک، باعث کاهش مقدار آب در محیط ریشه می‌شود. بنابراین ریشه‌ها را در تنگنا قرار می‌گیرند.

۲- زیاد بودن تبخیر که از کمی رطوبت نسبی، دمای زیاد، آفتاب زیاد و بادهای شدید ناشی می‌گردد.

۳- افزایش دمای اندام‌های گیاه منجر به تنفس زیاد، صدمه به فرآیندهای متابولیکی و ساختمانی می-شود.

۴- تابش زیاد خورشیدی که به ممانعت نوری و اکسیداسیون نوری و سرانجام مرگ برگ‌ها منجر می‌شود.

۵- افزایش سختی خاک بر اثر خشکی که به نحو نامطلوبی رشد ریشه را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۶- غیر قابل دسترس شدن مواد غذایی، به ویژه در افق های بالای خاک، زیرا این افق ها سریع تر خشک می‌شوند، ولی از نظر مواد معدنی نیز غنی ترین لایه هستند.

۷- تجمع نمک در لایه بالایی خاک و اطراف ریشه ها که منجر به تنش اسمزی و مسمومیت یونی می‌شود.

در منابع مختلف برای تنش چندین اصطلاح به کار برده می شود که توضیح مختصری در مورد هر یک از آنها ضروری به نظر می رسد (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 پس‌آیدگی شده است. اگر تنش خشکی موجب از دست دادن آب به صورت مایع گردد آنرا تنش اسمزی گویند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲).

۱-۲-۹- مکانیزم‌های مقابله با تنش های خشکی

الف- مقاومت به خشکی

مقاومت به خشکی، به توانایی یک گیاه در زنده ماندن، تولید عملکرد رضایت بخش با مقدار محدود عرضه آب و شرایط کمبود دوره‌ای آب را گویند. گیاهان از نظر واکنش با آب به سه دسته تقسیم می‌شوند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲).

الف-هیدروفیت‌ها: گیاهان آبی که به آب زیادی نیاز داشته و تنها در خاک‌های اشباع شده از آب می‌توانند به زندگی ادامه دهند.

ب-مزوفیت‌ها: به مقدار متوسطی آب نیاز دارند، بیشتر گیاهان در این گروه قرار دارند.

ج-گزوفیت‌ها: با مقدار کم آب به زندگی خود ادامه می‌دهند.

ب- فرار از خشکی

ساده‌ترین راه سازگاری به شرایط خشک فرار از خشکی است، در این حالت گیاه دوره زندگی خود را به هنگام وفور آب تکمیل می‌کند و از خشکی فرار می‌کند. زودرسی یکی از مکانیزم‌های فرار از خشکی به وسیله گیاه می‌باشد، گیاهانی که نمی‌توانند از دوره‌های خشکی فرار کنند اساساً می‌توانند به روش‌های اجتناب از خشکی و تحمل خشکی، نسبت به این شرایط سازگار شوند (میرمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴).

ج- اجتناب از خشکی

اجتناب از خشکی عبارت است از توانایی گیاه در حفظ بیلان مناسب آبی و آماس مناسب سلولی در شرایط کمبود آب. بنابراین گیاهان با کمک مکانیزم‌های اجتناب، دوره‌های خشکی را بدون اینکه صدمه ببینند، پشت سر می‌گذارند. اجتناب از خشکی عمدتاً به وسیله خصوصیات مورفولوژیکی و آناتومیکی خاص گیاه صورت می‌گیرد. صفات خشکی‌پسند، صفات کمی هستند که در اثر محیط تغییر می‌نمایند (میرمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴). بیلان مناسب آب در شرایط خشک و به دو طریق زیر می‌تواند حاصل شود:

۱- ذخیره آب از طریق کاهش تبخیر و تعرق در قبل از خشکی و یا به مجرد بروز تنش که به اینگونه از گیاهان، گیاهان ذخیره کننده می‌گویند.

۲- از طریق جذب آب به مقدار کافی به طوریکه آب از دست رفته مجدداً تامین گردد. به اینگونه از گیاهان، گیاهان مصرف کننده می گویند.

د- تحمل خشکی:

هنگامی که گیاه واقعاً در معرض پتانسیل آب کم قرار گیرد، می تواند از طریق تخفیف تنش های واقعی، که توسط کمبود آب ایجاد شده، یا تحمل زیاد این تنش ها، خشکی را تحمل کند (میرمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴).

۱-۲-۱۰- مکانیزم های تحمل خشکی

الف- اجتناب از صدمات ناشی از کاهش رشد

در طی این مکانیزم گیاه با تنظیم پتانسیل اسمزی سلول های خود که از طریق تولید اسیدهای آلی یا جذب مواد معدنی از خاک صورت می گیرد، پتانسیل خود را همواره مثبت حفظ کرده و مانع از کاهش رشد و صدمات بعدی از آن می شود. تنظیم اسمزی به بازماندن روزنه ها و تحقق فتوسنتز و جذب آب بیشتر از خاک، کمک می کند (میرمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴).

ب- تحمل در مقابل گرسنگی

این عمل از طریق کاهش تنفس و یا جذب آب از سلول های اپیدرمی مجاور و باز نگه داشتن سلول های روزنه جهت ادامه فتوسنتز صورت می گیرد.

ج- اجتناب در مقابل از بین رفتن پروتئین ها

این امر به طریق سنتز مجدد پروتئین و یا به وسیله جلوگیری از تخریب آنها میسر می شود. برگ های جوان نسبت به برگ های مسن بیشتر به خشکی مقاومند 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 می‌باشد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۶).

۱-۲-۱- پرایمینگ

پرایمینگ روشی است که به طور نسبی بذرها، آب جذب کرده و به دنبال آن خشکانده می‌شوند، به طوری که فرآیندهای جوانه‌زنی آغاز شده، اما ظهور ریشه‌چه به وقوع نمی‌پیوندد. این روش شامل خیساندن بذر در آب، محلول‌های اسمزی دارای پتانسیل ماتریکس، تنظیم کننده‌های رشد و ریز مغذی‌ها می‌باشد. به طور کلی انجام هر نوع عملیاتی بر روی بذر، در فاصله زمانی برداشت تا کاشت مجدد را می‌توان در قالب تیمارهای پیش از کاشت بذر قلمداد کرد. تکنیک پرایمینگ بذر را می‌توان شامل تیمارهایی با تأثیر بر وضعیت متابولیکی، بیوشیمیایی و آنزیمی بذر در راستای ایفای بهتر وظایف زیستی خود که در رأس آنها جوانه‌زنی و استقرار گیاه است، دانست (بهاری و همکاران، ۲۰۱۵).

۱-۲-۱۲- انواع روش‌های پرایمینگ

تیمارهای گوناگون پری‌هیدراسیون و پرایمینگ برای افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی بذر بکار می‌روند. انواع روش‌های متداول پرایمینگ بذرها عبارتند از: هیدروپرایمینگ (جذب آب توسط بذر)، هالوپرایمینگ (استفاده از محلول‌های نمکی)، اسموپرایمینگ (جذب آب توسط بذر در محلول‌های اسمزی مانند پلی‌اتیلن‌گلیکول)، ماتریک پرایمینگ (جذب آب توسط ماتریکس جامد)، ترموپرایمینگ (تیمار بذرها دمای بالا و یا پایین)، پرایمینگ با هورمون‌های رشد گیاه، بیوپرایمینگ و درام پرایمینگ (عباس-دخت، ۱۳۹۵).

۱-۲-۱-۱- هالوپرایمینگ^۱

هالوپرایمینگ را خیساندن بذر در غلظت‌های مختلف نمک‌های غیرآلی تعریف می‌کنند. این روش برای بذرهایی بکار می‌رود که در خاک‌های شور کاشته می‌شود. مطالعات متعددی در خصوص تأثیر هالوپرایمینگ بر روی صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذرها، استقرار گیاهچه و تولید نهایی در اراضی شور صورت گرفته است (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). فرودل و همکاران (۱۳۹۰) تیمار هالوپرایمینگ را بر روی بذر کنجد بررسی کردند آن‌ها از نمک‌های NaCl و KCl و CaCl_2 برای مطالعه خود استفاده کردند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد و در تیمار با CaCl_2 بیشترین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. آن‌ها بیان کردند که افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نظیر آلفاآمیلاز، افزایش ATP، افزایش سنتز DNA و RNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عمل میتوکندری می‌تواند دلیل افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت سبز شدن گیاهچه‌های حاصل از بذرهایی پرایم شده باشد. فرخ و همکاران به نقل از چراغی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که تیمار بذرهایی برنج با CaCl_2 باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و افزایش آنزیم‌های آلفاآمیلاز شده و می‌تواند در بهبود وقایع جوانه‌زنی نقش مهمی داشته باشد.

۱-۲-۲-۱- هیدرو پرایمینگ^۲

در اکثر مناطق تنش‌های زنده و غیر زنده باعث جوانه‌زنی ضعیف و استقرار نامطلوب گیاهچه می‌گردد به‌عنوان 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 کم‌هزینه که به عنوان پرایمینگ بذر در مزرعه توسط هریس (۱۹۹۲)

^۱-Halopriming

^۲- Hydropriming

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 ساده‌ترین روش هیدراسیون است ولی این روش باعث هیدراسیون غیر طبیعی و جوانه‌زنی غیریکنواخت 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 ستونی از آب هوا داده می‌شود تا به محتوای رطوبتی نزدیک مقدار مورد نیاز برای خروج ریشه-چه برسد (تورنتن و پاول، ۱۹۹۵).

۱-۲-۱۲-۳-اسموپرایمینگ^۱

اسموپرایمینگ به جذب توسط بذر در محلول‌های شکر، پلی‌اتیلن‌گلایکول (PEG)، گلیسرول، سوربیتول یا مانیتول گفته می‌شود که به Osmoconditioning یا Osmotic conditioning نیز معروف است. میزان پتانسیل پایین آب در محلول تیمار، امکان هیدراسیون اندکی را برای بذر فراهم می‌آورد بطوری‌که فرایندهای متابولیک قبل از جوانه‌زنی شروع شوند، اما مانع از جوانه‌زنی می‌شود (مک دونالد، ۲۰۰۰؛ پیل و نکر، ۲۰۰۱).

۱- Osmopriming

۱-۲-۱۲-۴- ماتریک پرایمینگ^۱

ماتریک پرایمینگ که به عنوان Matricconditioning یا Solid matrix priming (SMP) نیز معروف است از تیمارهای قبل از کاشت می باشد که در آن ماتریکس جامد به جای محلول اسمزی برای پرایم کردن بذر و بهبود جوانه زنی مورد استفاده قرار می گیرد. این روش شامل استفاده از ترکیبی از مواد ماتریکی خشک، آب و بذر برای کنترل تأثیرات آب، اکسیژن و دما برای جوانه زنی است. مواد جامدی که در این روش استفاده می شود دارای یک سری ویژگی هایی می باشد که عبارتند از: پتانسیل ماتریکی پایین، حلالیت جزئی در آب، ظرفیت بالای نگهداری آب، عدم سمیت و قابلیت چسبیدن به سطح بذر. در این روش از ترکیباتی مانند پرلایت، ورمیکولایت، سلیت و میکروسل E، استفاده می شود که داری پتانسیل اسمزی پایینی می باشند. انتخاب مواد پرایمینگ برای استفاده در SMP تأثیرات عمده ای بر عملکرد بذر دارد که این امر به دلیل تفاوت pH و ترکیبات شیمیایی مواد پرایمینگ است. بذر پرایم شده با ماتریکس جامد، امکان آبیگری کافی را برای کامل شدن فرایندهای پیش از جوانه زنی فراهم می نماید، اما این میزان آن قدر نیست که منجر به رویش ریشه چه اولیه گردد. این موفقیت با کاهش پتانسیل ماتریکی مقدار آب در دسترس از طریق جذب سطحی عوامل پرایمینگ تهیه می شود. (ژن و همکاران، ۱۹۹۴).

۱-۲-۱۲-۵- ترموپرایمینگ^۲

دمای محیط از عوامل بسیار مهمی است که جوانه زنی بذرها را به شدت تحت تأثیر قرار می دهد. دمای مطلوب برای جوانه زنی بذرها در بین گونه ها، واریته ها و حتی در بین ژنوتیپ های مختلف یک گونه متفاوت است، اما تیمار قبل از کاشت بذر با دمای بالا یا پایین می تواند تأثیر مثبتی بر سرعت و درصد

^۱-Matricpriming

^۲-Termopriming

نهایی جوانه‌زنی داشته باشد (مین و سئو، ۱۹۹۹). بنابراین می‌توان ترموپرایمینگ را به عنوان تیمار پیش از کاشت بذر با دمای بالا یا پایین تحت شرایط محیطی مختلف برای افزایش جوانه‌زنی و رویش معرفی کرد. به‌عنوان مثال، در بسیاری از گونه‌ها جوانه‌زنی ممکن است در دمای بالا متوقف گردد که این پدیده را بازدارندگی دمایی نامیده‌اند (اسمال و گوترمن، ۱۹۹۲). در کشاورزی تیمار با دمای پایین بذر یک روش معمول در برخی از گونه‌ها برای حمایت بذر از جوانه‌زنی زودرس در فصل‌های نامناسب یا شرایط محیطی نامناسب می‌باشد و نقش مثبتی در جوانه‌زنی دارد (بیولی و بلک، ۱۹۹۴).

۱-۲-۶- پرایمینگ با استفاده از هورمون‌های رشد گیاهی

مطالعات نشان داده است که خیساندن بذر با غلظت مناسبی از هورمون‌های رشد گیاه، تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی، 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 به‌عنوان عامل پرایمینگ استفاده می‌شود عبارت‌اند از: اکسین‌ها (NAA, IBA, IAA)، جیبرلین‌ها (GA)، کینتین‌ها، اسیدآبسیزیک، پلی‌آمین‌ها، اتیلن، براسینوئید و سالیسیلیک‌اسید.

جیبرلیک‌اسید از مهمترین هورمون‌های رشد گیاهی می‌باشد که بیشترین نقش را در کنترل و تسهیل جوانه‌زنی بذر دارند. سنتز و آزادسازی هورمون جیبرلیک‌اسید در بذر باعث شکسته شدن نشاسته بذر و تبدیل آن به مواد قابل استفاده‌ی جنین می‌شود و جوانه‌زنی 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). اسیدسالیسیلیک 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 یوشا، ۲۰۰۳) می‌باشد.

ویتامین C (اسید آسکوربیک) یکی از از مهمترین آنتی‌اکسیدانت‌ها می‌باشد که در گیاهان وجود دارد و همچنین به‌عنوان یک کوفاکتور مهم برای برخی آنزیم‌ها یا ترکیبات پروتئینی دخیل در تنظیمات فتوسنتزی عمل می‌کند. با این‌وجود اطلاعات دقیقی در مورد نحوه تغییرات به‌وجود 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).

۱-۲-۷- بیوپرایمینگ^۱

در بسیاری از گونه‌های گیاهی، بذر و گیاهچه مستعد به آلودگی‌های ناشی از بیماری‌های بذرزاد و خاکزاد می‌باشند چنین آلودگی‌هایی غالباً منجر به کاهش جوانه‌زنی و رویش گیاهچه و استقرار ضعیف گیاه و عملکرد پایین می‌گردد. در اکثر موارد، کنترل شیمیایی یک روش بازدارنده معمول است اما بیوپرایمینگ که در آن بذر با عوامل باکتریایی پوشانده می‌شود و پس از آن بذر تحت شرایط گرم و مرطوب تلقیح می‌شود، جایگزین مناسبی برای کنترل شیمیایی است. این یک روش پرایمینگ است که هیدراسیون قبل از کاشت بذر را با تیمار بیولوژیک بذر ادغام می‌نماید. بیوپرایمینگ با استفاده از میکروارگانیسم‌هایی که بطور طبیعی در خاک حضور دارند روشی سالم، غیرآلاینده و از نظر کنترل بیماری، سالم برای محیط است و در عین حال تیمار پیش از کاشت موثری برای بذر محسوب می‌شود. باکتری‌ها و قارچ‌های موثر و شناخته‌شده‌ای وجود دارند که اگر قبل از کاشت استفاده گردند رشد و نمو

^۱-Biopriming

گیاه را افزایش می‌دهند (بهاری و همکاران، ۱۳۹۴) و بیوپرایمینگ غالباً منجر به ایجاد پوششی یکنواخت-تر برای بذر در مقایسه با سایر روش‌های پرایمینگ می‌شود (اسمیت و کاب، ۱۹۹۱؛ وارن و بنت، ۱۹۹۷).

۱-۲-۱۲-۸- درام پرایمینگ

در این روش پرایمینگ، بذرها با مقدار آب مورد نیاز برای رسیدن به حد مطلوب پرایمینگ مخلوط می‌شوند، در این روش بذر می‌تواند در جایگاهی غیرمتحرک یا درون بشکه‌هایی برای دست یافتن به پخش یکنواخت رطوبت قرار گیرد. درام پرایمینگ کارایی بذر را بدون صرف هرگونه هزینه و به کار بردن مواد اضافی افزایش می‌دهد، در روشی که توسط راوز (۱۹۹۶) به ثبت رسید، افزایش رطوبت بذر با ورود بخار آب، به محوطه‌ای که بذر در آن می‌چرخد، صورت می‌گیرد. افزایش مقدار رطوبت به بذر توسط سنسورهای کامپیوتری اندازه‌گیری می‌شود تا وقتی که بذرها به وزن مورد نیاز رسیدند، فاز هیدراسیون تکمیل شده است. درام پرایمینگ شامل چهار مرحله متمایز می‌باشد راوز، ۱۹۹۶):

مرحله اول: کالیبراسیون^۱

مقدار آبی که باید در اختیار بذر قرارگیرد در این مرحله باید مشخص شود، که می‌توان از پتانسیل بحرانی جوانه‌زنی یا از زمان لازم برای جوانه‌زنی این مقدار آب را محاسبه کرد.

مرحلہ دوم: آبگیری^۲

در این مرحله مقدار آب محاسبه شده در مرحله کالیبراسیون به بذر اضافه می‌شود. آبیگری کنترل شده بذر برای رسیدن به سطح مطلوب رطوبتی در درام پرایمینگ با اضافه نمودن مقدار مشخص آب در چندین مرحله بدست می‌آید.

λ -Calibration

 γ -Hydration

مرحله سوم: انکوباسیون^۱

در این مرحله برای ایجاد تعادل رطوبتی، بذر به مدت زمان مشخصی نگهداری می‌شود.

مرحله چهارم: خشک کردن^۲

در این مرحله بذر را تا رسیدن به محتوی رطوبت اولیه خشک می‌کنند.

۱-۲-۹- ویوپرایمینگ

ویو پرایمینگ از دیگر روش‌های پرایمینگ محسوب می‌شود که بذرها ابتدا در آب خیسانده شده و سپس توسط امواج آلتراسونیک در ظرف حاوی آب مقطر پرتو دهی می‌شوند (قائدی ارجنکی و همکاران، ۱۳۹۳).

۱-۲-۱۳- فیزیولوژی پرایمینگ

در حین تیمار پرایمینگ، مرحله اول از مراحل جوانه‌زنی آغار یا کامل می‌گردد که می‌تواند شامل کاهش مواد بازدارنده، شکسته‌شدن مواد ذخیره‌ای، افزایش تدریجی آنزیم‌های ضروری برای شکستن اندوسپرم و غیره باشد، در بعضی گونه‌ها، تغییرات مورفولوژیکی نیز مشاهده شده است، اطلاعات کمی در مورد پروسه‌های اتفاق افتاده در حین پرایمینگ یا اختلاف‌های فیزیولوژیکی بین بذرها پرایم‌شده و پرایم-نشده وجود دارد. گالاردو و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که پرایمینگ بذرها آرابیدوبسیس منجر به سنتز و از بین رفتن پروتئین‌های مختلف در حین جوانه‌زنی می‌شود. پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs)، حین تیمار پرایمینگ در محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول افزایش می‌یابد در حالی که در هیدروپرایمینگ به مدت یک روز و به دنبال آن خشک کردن ضعیف، پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs) به سرعت کاهش می‌یابد.

^۱-Ancubation

^۲-Drying

پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs) می‌تواند متضمن از بین رفتن مناسب سایر پروتئین‌ها باشند زیرا فعالیت‌های حفاظتی از آن ناشی می‌شود و این عمل می‌تواند باعث محافظت بذر شود. در حین هیدروپرایمینگ، فعالیت‌های کاتالازی افزایش یافته و ظاهراً تنش‌های اکسیداتیو در حین جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد. با ورود تکنیک‌های جدید مانند پروتئومیکس و cDNA array، تحقیقات در زمینه فیزیولوژی بذر بسیار راحت خواهد شد. دلایل مختلفی برای تغییر در پتانسیل نگهداری بذرها در نتیجه تیمار پرایمینگ می‌توان پیدا کرد. این دو مکانیسم امکان تغییر در مقدار یا ترکیبات قندی و پروتئین در بذر می‌باشد. حضور قندهای ویژه در بذر می‌تواند یکی از مکانیسم‌هایی باشد، که بذر را برای بقاء در حالت خشک قادر سازد. الیگوساکاریدها بویژه زمانی که بخوبی در بذر پخش شده باشند باعث انبارداری خوب بذر می‌گردند. گروسنیک و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که در دو مطالعه انجام‌شده میزان قندهای نگهدارنده محافظتی در حین تیمار پرایمینگ کاهش یافت در حالی که ساکاروز افزایش یافت. گرچه همبستگی بین ترکیبات قندی و طول دوره نگهداری (زمان نگهداری) احساس شده بود، اما ارتباط مکانیسمی در این باره اثبات نشده است. گروسنیک و همکاران (۲۰۰۱) پی بردند که تنها تغییر در مقدار الیگوساکاریدها باعث کاهش در طول نگهداری پس از پرایمینگ می‌شود. ارتباط بین پروتئین‌های خاص و طول عمر بذر قبل و پس از پرایمینگ نیز بوسیله گروسنیک و همکاران (۲۰۰۱) مطالعه شد آنها پی بردند که تغییر در پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs) با طول عمر بذر پس از تیمار پرایمینگ ارتباط قابل ملاحظه‌ای ندارند.

۳-۱- اهداف

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

چشم بلیلی

- ۲- بررسی تغییرات برخی عناصر در دانه لوبیا با تغییر در زمان دور آبیاری
- ۳- مطالعه اثرات مختلف تیمارهای پرایمینگ بر خصوصیات بیوشیمیایی و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی و مقایسه آن با تیمار عدم پرایمینگ
- ۴- مطالعه اثرات متقابل دور آبیاری و تیمارهای پرایمینگ 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

مرور منابع

۲-۱- 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 بطوری‌که تنش خشکی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و 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).

۲-۲- اثر تنش خشکی بر اجزای عملکرد

کمبود آب، یکی از مشکلات اساسی کشاورزی ایران است، لذا وقوع تنش خشکی در دوره رشد گیاهان امری اجتناب ناپذیر است، واکنش گیاهان مختلف و حتی رقم‌های مختلف نسبت به تنش خشکی متفاوت است (ضابط و همکاران، ۱۳۸۱). مطالعات نشان داده است که ارزیابی تحمل گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی عامل مهمی در انتخاب آنها برای کشت در شرایط مختلف جغرافیایی می‌باشد. عوامل محیطی به ویژه شرایط تنش زرا، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت گیاهان زراعی و دارویی به عهده دارند (زئو و همکاران، ۲۰۱۱). به طور میانگین بیش از ۵۰ درصد عملکرد بسیاری از محصولات گیاهی در اثر تنش

خشکی کاهش می‌یابد (زلاتو و لیدون، ۲۰۱۲). گیاه لوبیا به تنش خشکی حساس بوده و عملکرد آن حتی در دوره‌های کوتاه مدت تنش صدمه می‌بیند.

۲-۳- 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 ترف گلاس (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).

پاسخ گیاهان به تنش خشکی بستگی به شدت و مدت تنش و همچنین گونه گیاهی و مرحله وقوع تنش دارد (بارناباس و همکاران، ۲۰۰۸). تنظیم اسمزی به عنوان یکی از سازوکارهای سازگاری گیاه در برابر تنش خشکی در نظر گرفته شده است که از طریق تجمع مواد محلول می‌تواند منجر به حفظ تورژسانس سلول‌ها و فرآیندهای وابسته به آن در پتانسیل‌های پایین آب شود. کربوهیدرات‌ها به عنوان تنظیم کننده-های اسمزی نقش اصلی در متابولیسم گیاه دارند و در واکنش به تنش‌های غیرزنده شرکت می‌کنند، اثر تنش خشکی روی کربوهیدرات‌ها به گونه و بافت گیاهی بستگی دارد (برودن و اگلی، ۲۰۰۳).

گیاهان در شرایط مزرعه ممکن است در برخی مراحل رشد درجاتی از کمبود آب را تجربه کنند که این امر بر برخی از شاخص‌های فیزیولوژیک مهم مانند میزان جذب عناصر مواد غذایی و میزان پروتئین اثرمستقیم دارد. محتوای نسبی آب یکی از پارامترهای فیزیولوژیکی مهم است که همبستگی خوبی با مقاومت به خشکی نشان می‌دهد (کلوم و وزانا، ۲۰۰۳).

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 (صادقی، ۱۳۸۸).

کامل‌منش و همکاران (۱۳۸۹) اثر تنش خشکی را 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 معنی‌داری 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 آقایی (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).

۲-۴- اثر تنش خشکی بر خصوصیات بوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌ها

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدود کننده تولید محصولات گیاهی در سراسر جهان محسوب شده و اثرات نامطلوبی بر رشد و نمو گیاه و سایر فرایندهای متابولیکی دارد (لئوم م همکاران، ۲۰۱۴، اکرم و همکاران، ۲۰۱۳). عنوان شده است تنش کم آبی میزان پروتئین دانه لوبیا را تحت تاثیر قرار می‌دهد و میزان این اثر به زمان اعمال تنش بستگی دارد (پور موسوی و همکاران، ۱۳۸۸).

تحقیقات نشان داده است تنش خشکی غلظت پرولین برگ را در گیاه گندم افزایش داد. در برگ‌های بالغ تجزیه پروتئین‌ها باعث کاهش غلظت آنها و افزایش اسیدآمینه آزاد از جمله پرولین می‌شود، انباشت پرولین در گیاهان مختلف در هنگام تنش خشکی جهت مقابله با تنش اسمزی صورت می‌گیرد (آیین، ۱۳۹۲). پرولین یکی از مولکول‌های اسموپروتکتین (اسمولیت) است که تجمع آن حتی در باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و گیاهان در پاسخ به تنش خشکی و شوری گزارش شده است (مهجان و توتجا، ۲۰۰۵).

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).

براساس نتایج منصوصی فر و همکاران (۱۳۹۲) نیز با افزایش شدت تنش خشکی، تولید قندهای محلول افزایش یافت. به طور کلی افزایش در میزان قندهای محلول از جمله واکنش‌هایی است که گیاهان مختلف مانند نخود برای کاهش پتانسیل اسمزی و مقابله با تنش خشکی از خود نشان می‌دهند.

کلودیا و همکاران، ۲۰۱۲ در بررسی اثر تنش خشکی روی غلظت کربوهیدرات‌های لوبیا دریافتند که تنش خشکی در مرحله گلدهی در لوبیا به مدت 6 و 10 روز باعث افزایش میزان کربوهیدرات‌ها گردید. پرولین از دیگر تنظیم کننده‌های اسمزی تحت تنش‌های محیطی می‌باشد که در تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی، همبستگی بالایی با تحمل به این تنش‌ها ایفا می‌کند (آذرپناه و همکاران، ۲۰۱۳). تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش به واسطه سنتز پرولین و غیر فعال شدن تخریب آن است. افزایش محتوای پرولین در شرایط تنش باعث محافظت غشای سلولی، پروتئین‌ها، آنزیم‌های سیتوپلاسمی و مهار گونه‌های فعال اکسیژن و حذف رادیکال‌های آزاد می‌گردد (قربانلی و همکاران، ۲۰۱۳، لینگ همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین از جمله پاسخ‌های گیاهان در برابر این تنش، افزایش سطح پرولین و القای فعالیت آنزیم‌های ضد اکسیداسیون می‌باشد. همچنین مطالعات انجام شده توسط الکسیوا و همکاران، ۲۰۰۱ در نخود فرنگی، صدیقی و همکاران، ۲۰۱۵ در باقلا، الله‌مرادی و همکاران، ۲۰۱۳ در عدس نشان داد که تنش خشکی باعث افزایش معنی‌داری در مقدار پرولین می‌شود.

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 دی‌آلدئید 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).

مالون‌دی‌آلدئید 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 یاخته‌ای 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 (بروسانی 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 آنتی‌اکسیدان، مقادیر کلروفیل و مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان کلروفیل کل و کاروتنوئید در شرایط تنش کاهش می‌یابد.

تحقیقات متعددی در زمینه نقش کربوئیدرات‌های محلول و افزایش آن‌ها تحت شرایط تنش‌های گوناگون صورت پذیرفته است که همگی بر نقش ترکیبات مذکور در تنظیم اسمزی سلول دلالت دارند (وئو و جارج، ۲۰۰۳). ازجمله می‌توان به پژوهش انجام شده بر روی گیاه سویا اشاره کرد مطابق با نتایج به دست آمده، تنش شدید خشکی موجب افزایش معنی‌دار قندهای محلول در ساقه و برگ رقم گرگان ۳ شد.

درمجموع افزایش قندهای محلول در طی تنش خشکی را می‌توان به دلایل زیر توجیه کرد:

۱- تخریب کربوهیدرات‌های نامحلول که منجر به افزایش قندهای محلول می‌شود.

۲- سنتز این ترکیبات از مسیرهای غیرفتوسنتزی

۳- متوقف شدن رشد (هیسائو، ۱۹۷۳).

۲-۵- اثر تنش خشکی بر جذب عناصر در دانه

تحت تنش خشکی، به علت کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، از انتقال موادذفتوسنتزی 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).

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).

اندازه سیستم ریشه‌ای، جذب فیزیولوژیکی و توانایی برای افزایش محلولیت پتاسیم در محیط ریزوسفر در گیاهان مختلف بعنوان مکانیسم‌های موثر در کارایی جذب عناصر معرفی گردیده است در طی خشکی دراز مدت، انتقال مواد به علت کاهش آب قابل دسترس، منجر به تغییر غلظت برخی از متابولیت‌ها و عناصر می‌شود (وئو و جارج، ۲۰۰۳).

۲-۶- 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 مکی‌زاده تفتی و همکاران، (۱۳۹۰) تأثیر پرایمینگ را روی جوانه‌زنی گونه‌های مختلف کاج در شرایط تنش خشکی بررسی کردند. بذرهای پتانسیل صفر تا ۸- بار پلی‌اتیلن‌گلیکول 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. داناتاس و گویمارائس، ۲۰۰۹ (به نقل از چراغی و همکاران، ۱۳۹۰) بیان نمودند که تیمار اسموپرایمینگ بر روی بذرهای گیاه لیمو به طور قابل توجهی معنی‌دار بود و همچنین با افزایش مدت پرایمینگ از ۳ روز به ۹ روز درصد جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد.

درخصوص 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 بطوری‌که در

هیدروپرایم بذربه مدت ۳۶ ساعت بیشترین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. ژن و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که ماتریکس پرایمینگ چند رقم کنتاکی بلوگراس سبب بهتر شدن جوانه‌زنی در شرایط خنک‌تر شده است. محمودی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود تأثیر پرایم هورمونی را بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کاهو بررسی کردند و سپس گزارش دادند که بین غلظت‌های مختلف GA3 از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

لیپوا و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود تأثیر چهار سطح جیبرلیک‌اسید (۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ ppm) را بر روی جوانه‌زنی ۱۱ گونه گیاه آروماتیک بررسی کردند که نتایج نشان داد بین گونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت و جیبرلیک‌اسید ۴۰۰ ppm بیشترین تأثیر را بر جوانه‌زنی بذرها گذاشت.

در مطالعه‌ای که بر روی گیاهچه‌های لوبیا و ذرت انجام گرفت سالیسیلیک‌اسید 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 سالیسیلیک‌اسید 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 جیبرلیک‌اسید به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد در متابولیسم گیاه عمل می‌کنند و در تنش‌های زنده و غیر زنده نقش مؤثری دارند.

در مطالعه تأثیر پرایمینگ بذر با آسکوربیک‌اسید و سالیسیلیک‌اسید و هیدروژن پراکسیداز بر روی ظهور گیاهچه، ویگور بذر و فعالیت آنتی‌اکسیدانت بر روی بذرها ذرت در شرایط دمای پایین اثر معنی-

داری مشاهده شد بطوری که تأثیر سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید تقریباً مشابه بود و زمانی که بذرها با ۴۰ میلی گرم برلیتر 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 معنی داری 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 معنی دار بود (ایجاز احمد و همکاران، ۲۰۱۲).

۲-۷- اثر پرایمینگ بر اجزای عملکرد

بر اساس تحقیقات موجود پرایمینگ بذرها سبب افزایش سرعت گلدهی می شود (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). در مطالعه ای بر روی گیاه نخود گزارش شده است که پرایم کردن بذرها باعث افزایش بیوماس، تعداد شاخه ها، گل ها، غلاف ها و تعداد بذر در گیاه شده که در مجموع سبب افزایش عملکرد گردید (کائور و همکاران، ۲۰۰۲). در تحقیقات دیگری پرایمینگ بذرها عامل افزایش عملکرد نخود (موسی و همکاران، ۲۰۰۱) به نقل از کائور و همکاران، (۲۰۰۵)، ذرت، برنج و گندم (هریس و همکاران، ۲۰۰۱) گردید. سویدی و ما (۲۰۰۵) گزارش کرده اند که تعداد بذر و عملکرد هر گیاه در بذرها پرایم شده نخود (با آب و مانیتول) در مقایسه با بذرهای پرایم نشده بیشتر بوده است آن ها در مطالعه خود بیان نمودند که ممکن است علت افزایش عملکرد گیاهان حاصل از بذرها پرایم شده میزان فعالیت آنزیم اسیداینورتاز در قسمت انتهایی ساقه اصلی و بخش پایین تر آن در زمان ۱۰۰ و ۱۳۰ روز پس از کاشت بوده است، زیرا فعالیت بیشتر آنزیم اسیداینورتاز باعث افزایش دسترسی بخش های انتهایی ساقه به هگوزها می شود علاوه بر این در نقاط انشعاب شاخه ها و میانگره های ساقه در گیاهان پرایم شده میزان فعالیت آنزیم مذکور کم بوده است، که نشان دهنده محدود شدن هیدرولیز ساکاروز در طول انتقال از درون ساقه است که باعث

می‌شود عرضه ساکارز در قسمت‌های فعال ریشه بیشتر شود. در دیواره غلاف گیاهان پرایم شده فعالیت هر دو آنزیم ساکاروز اینورتاز و ساکاروز سینتاز در زمان ۱۱۰ روز پس از کاشت بیشتر بود، همچنین در زمان ۱۴۰ روز پس از کاشت که مرحله پرشدن سریع دانه‌ها بود، فعالیت آنزیم‌های ساکاروز سینتاز و ساکاروز فسفات سینتاز در گیاهان پرایم شده افزایش یافت و فعالیت آنزیم ساکاروز سینتاز سبب تسهیل پر شدن بذرها در حال رشد می‌شود. کائور و همکاران (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که آنزیم‌های متابولیسم ساکاروز نقش مهمی در افزایش عملکرد محصول نخود حاصل از بذرهای 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 معنی‌دار بوده است. شکاری و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه خود بر روی لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی گزارش کردند که پرایمینگ بذر با اسیدسالیسیلیک 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 (۱۳۹۳) 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 و عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های قرمز لوبیا قرمز شد.

رجبی و همکاران (۱۳۹۱) واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم به اسیدسالیسیلیک 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 معنی‌دار بود و باعث افزایش این شاخص‌ها شد.

قائدی ارجنکی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تاثیر پرایم مضاعف ویو، هالوهاردنینگ پرایمینگ و سطوح تقسیط نیتروژن بر اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک ذرت زودرس گزارش دادند که اثرات تیمارهای پرایمینگ بر اجزای عملکرد ذرت معنی‌دار بودند و تیمارهای پرایمینگ منجر به افزایش اجزای عملکرد گیاه ذرت شدند.

۲-۸- اثر پرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیک

دمیرکایا و همکاران (2006) 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 اورتوهیدروکسی بنزوئیک از ترکیبات فنلی است که در تعداد زیادی از گیاهان به‌وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود و به عنوان ماده‌ای شبه هورمونی، نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند (خان و همکاران، ۲۰۱۵).

اسیدسالیسیلیک نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مانند رشد و نمو گیاه، جذب یون‌ها، فتوسنتز و جوانه‌زنی، رسیدگی و پاسخ‌های دفاعی ایفا می‌کند (میورا و تادا، ۲۰۱۴).

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).

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، نیترات کلسیم و هیدروپرایمینگ منجر به افزایش خصوصیات فیزیولوژی از جمله کلرفیل، شاخص سطح برگ، سرعت رشد و سرعت جذب خالص گردیدند.

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

احمدپور دهکردی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل خشکی و پرایمینگ بر پروتئین، آنزیم‌های آنتی اکسیدان، پرولین و مالون‌دی‌آلدئید سیاهدانه در سطوح مختلف تنش خشکی گزارش دادند که تیمار سالیسیلیک‌اسید و هیدروپرایمینگ باعث کاهش مالون‌دی‌آلدئید، افزایش پرولین، افزایش پروتئین محلول و همچنین منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز گردیدند.

گزارش‌ها نشان می‌دهند که کاربرد خارجی براسونولیدها، آنتی کونازول و متیل جاسمونات، مقاومت به خشکی را با افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پلی فنول اکسیداز و آبسیک اسید، افزایش می‌دهد و مقدار کاروتنوئیدها را در ذرت اصلاح می‌کند (لی و همکاران، ۱۹۹۸).

در شرایط تنش خشکی، تیمار اسیدسالیسیلیک احتمالاً فعالیت نیترات 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).

باندگلو و همکاران (۲۰۰۴) دریافتند که تنش شوری تولید MDA و تخریب غشای سلولی را در برگ‌های برنج افزایش می‌دهد. کاهش در تخریب یا پراکسیداسیون غشای سلولی و تولید MDA با فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان بهبود می‌یابد که با استفاده از روش پرایمینگ می‌توان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان به ویژه کاتالاز و پراکسیداز را افزایش داد و از تخریب غشایی سلول‌ها جلوگیری کرد.

پرایمینگ بذر گندم با اسیدسالیسیلیک سبب کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدئید در بذره‌های تنش دیده شد (دولت‌آبادیان و همکاران، ۲۰۰۸) افزایش تولید مالون‌دی‌آلدئید و کاهش آن در اثر مصرف اسید سالیسیلیک تحت تنش شوری در عدسک آبی نیز مشاهد شده است (پاندا و یوپدهایای، ۲۰۰۴). موسوی و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که اسموپرایمینگ بذره‌های گل همیشه بهار با پلی اتیلن-گلایکول، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، مخصوصاً کاتالاز و پراکسیداز را در مقایسه با بذره‌های پرایم نشده، بالا می‌برد.

گیاهچه‌های حاصل از بذره‌های پرایم شده *Cucomin melon* در مقایسه با گیاهچه‌های رشد یافته از بذره‌های 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).

برخی از تحقیقات قبلی حاکی از تأثیر مثبت اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذور گیاهان زراعی از مسیرهای مختلفی نظیر افزایش فعالیت آنزیم‌های پاکسازی کننده گونه‌های فعال اکسیژن و فعالسازی اسید فسفاتاز و ATP ase و RNA سینتتاز می‌باشد (جی و همکاران، ۲۰۰۲).

نتایج اشرفی و رزمجو (۲۰۱۰) نشان داد که محتوای پرولین در قسمت‌های رویشی گلرنگ در بذور هیدروپرایم شده تحت شرایط تنش و غیرتنش، 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 می-گردد (اشرفی و رزمجو، 2010).

علاوه بر این گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که پرولین می‌تواند نقش یک تثبیت کننده آنزیم را ایفا کند (ماگیو و همکاران، 2002) و پراکسیداسیون لیپید را در تنش‌های محیطی کاهش دهد (جین و همکاران، 2001).

۲-۱۰- اثر پرایمینگ بر جذب عناصر

در رابطه با اثرات مثبت پرایمینگ بر خصوصیات مرتبط با دانه نتایج متعددی ارائه شده است به طوری که در سورگوم (هریس، ۱۹۹۶) ذرت، برنج و نخود (هریس و همکاران، ۱۹۹۹) و جو (عبدالرحمانی و همکاران، ۲۰۰۷) نتایجی را گزارش داده‌اند.

گزارش عبدالرحمانی و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که در کشت پائیزه روش‌های مختلف پرایمینگ آبی، اسمزی و غذایی موجب افزایش غلظت عناصر فسفر، روی، آهن، منگنز و مس در کاه و کلش و دانه-های جو گردید. همچنین افزایش جذب مواد غذایی در اثر پرایمینگ در مطالعات اشرف و همکاران، (۲۰۰۲) گزارش شده است.

مشاهده شده است که پرایمینگ باعث تغییرات وسیع شاخص‌های مورفولوژیکی ریشه به ویژه گره‌بندی و افزایش طول ریشه می‌شود (علیمددی و همکاران، ۲۰۱۰ و عیسوند و همکاران، ۲۰۱۰) و از این رو می-توان گفت تیمارهای پرایمینگ سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی مورد نیاز گیاه می‌شوند. عیسوند و همکاران، (۲۰۱۱)؛ آذرینیا و همکاران (۱۳۹۵) افزایش نیتروژن در اثر تیمارهای پرایمینگ را در گیاه نخود و عدس گزارش نموده‌اند.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و مکان انجام آزمایش

به منظور بررسی اثرات تیمارهای مختلف پرایمینگ بر اجزای عملکرد، خصوصیات فیزیولوژی، خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌ها در شرایط مختلف آبیاری، این پژوهش در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام به اجرا در آمد.

۳-۲- خصوصیات مزرعه آزمایشی

مزرعه آزمایشی 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 ۱۳۶۶ متر از سطح دریا واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۵۴ میلی‌متر، متوسط حداقل و حداکثر دمای سالیانه آن به ترتیب ۹٫۶- و ۳۹ درجه سانتی‌گراد و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک به شمار می‌رود. بارندگی عمدتاً در فصول پاییز و زمستان و با پراکنش نامنظم رخ می‌دهد. 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 سانتی‌متری در سه نقطه مختلف در هر تکرار نمونه‌گیری صورت گرفت سپس خاک‌ها باهم مخلوط شده و نهایتاً یک نمونه یک کیلوگرمی که گویای تمام سطح مزرعه بود به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه نهایی مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج حاصله در جدول ۳-۱ نشان داده شده است. مطابق اطلاعات به دست آمده بافت خاک لومی رسی تعیین شد.

جدول ۳-۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی									
پارامترهای اندازه‌گیری شده	شن	لای	رس	کربن آلی	نیترژن	پتاسیم	فسفر	هدایت الکتریکی	اسیدیته اشباع
مقدار	۲۰٫۲	۴۹٫۱	۳۰٫۷	۰٫۴	۰٫۱	۲۸۰	۱۰	۱٫۵	۷٫۸
واحد	درصد	درصد	درصد	درصد	درصد	ppm	ppm	دسی‌زیمنس	-

۳-۳- طرح آزمایشی و تیمارها

طرح آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قابل بلوک‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد، دور آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح: آبیاری مزرعه هر هفت روز یک بار (آبیاری مطلوب مزرعه)، آبیاری مزرعه هر ۱۰ روز یک بار و آبیاری مزرعه هر ۱۴ روز یک بار. تیمارهای پرایمینگ بذر به عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح: بدون پرایمینگ (شاهد)، هیدروپرایمینگ، هیدروترمال پرایمینگ و ویو-پرایمینگ می‌باشند.

۳-۴- نقشه طرح آزمایشی

در این نقشه A آبیاری مطلوب مزرعه (هر هفت روز یک بار)، B آبیاری مزرعه هر ۱۰ روز یک بار مزرعه، C آبیاری مزرعه هر ۱۴ روز یک بار را نشان می‌دهد. I، II، III و IV، چهار تکرار آزمایشی هستند و اعداد ۱ تا ۴ بیانگر تیمارهای پرایمینگ هستند که به ترتیب شامل ۱- بدون پرایمینگ (شاهد)، ۲- هیدروپرایمینگ، ۳- هیدروترمال پرایمینگ و ۴- ویوپرایمینگ می‌باشند.

I	A				B				C			
	۱	۲	۳	۴	۱	۳	۴	۲	۲	۳	۴	۱

II	B				C				A			
	۳	۲	۱	۴	۴	۳	۱	۱	۱	۴	۳	۲

III	C				A				B			
	۳	۲	۴	۱	۱	۳	۲	۴	۲	۱	۴	۳

IV	A				C				B			
	۱	۳	۴	۲	۱	۲	۳	۴	۴	۳	۲	۱

۳-۵- روش انجام کار

برای انجام این آزمایش با مساعد شدن شرایط آب و هوایی و گاورو شدن زمین در نیمه اول خرداد ماه ۹۵ آماده سازی زمین صورت گرفت. در ابتدا زمین مورد نظر توسط گاواهن برگردان دار شخم زده شد. سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. در پایان به وسیله فارور، جوی و پشته های به فاصله ۷۵ سانتی-متر در جهت شمال به جنوب ایجاد گردید و سپس جوی های آبیاری، یکی برای ورود آب به هر تکرار و دیگری برای خروج زه آب تعبیه شدند. مطابق با نقشه فوق الذکر طول هر کرت ۶ متر و شامل ۴ خط کاشت و یک خط نکاشت (جهت تعیین مرز بین کرت ها) با فواصل ۷۵ سانتی متری بین ردیف و فاصله ۱۰ سانتی متری روی ردیف کاشت بودند. در این پژوهش از بذرهای بومی منطقه بسطام (لوبیای چشم بلبلی بسطامی) استفاده شد، برای تیمار هیدروپرایمینگ قبل از کاشت بذرها به مدت ۹ ساعت در داخل آب مقطر که درصد حجمی آن ۵۰ درصد وزن بذرها بود خیسانده شدند همچنین برای تیمار هیدروترمال پرایمینگ بذرها به مدت ۹ ساعت در دمای ۲۱ درجه در داخل آب مقطر که درصد حجمی آن ۵۰ درصد وزن بذرها بود خیسانده شدند و سپس بذرها برای خشک شدن در معرض نور آفتاب قرار گرفتند. برای تیمار ویوپرایمینگ ابتدا بذرها به مدت ۹ ساعت در آب خیسانده شدند و سپس جهت پرتو دهی با امواج آلتراسونیک در یک ظرف حاوی آب مقطر به روش مستقیم و با استفاده از دستگاه حمام آلتراسونیک در فرکانس ثابت ۳۰ کیلوهرتز به مدت ۶ دقیقه امواج دهی شدند. بذرهای تیمار شده بلافاصله پس از اعمال تیمارها جهت کاشت به مزرعه تحقیقاتی منتقل گردیدند. کاشت بذرها به صورت دستی و طبق نقشه طرح، در تاریخ ۲۰ خرداد ۹۵ 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 گیاه 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 گیاه به صورت دستی انجام شد و مزرعه تا پایان دوره رشد عاری از علف‌های هرز بود. هیچ گونه بیماری و حشره‌ای 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 ردیف‌ها کاملاً مرطوب شوند. آبیاری بر اساس تیمارهای آزمایشی هر ۷، ۱۰ و ۱۴ روز انجام شد. در نهایت در پایان دوره رشد (رسیدگی فیزیولوژیکی) برداشت نیز به صورت دستی صورت گرفت.

۳-۶- نمونه برداری

برای نمونه برداری، دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شدند. سپس بوته‌ها به نحوی انتخاب می‌شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند. بوته‌های مورد نظر از سطح خاک و از ناحیه طوقه قطع شدند، سپس بوته‌ها جهت اندازه‌گیری 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 صفات به آزمایشگاه منتقل گردید.

۳-۷- صفات مورد ارزیابی

به طور کلی صفات مد نظر در این پژوهش شامل اجزای عملکرد، صفات مرتبط با دانه، صفات فیزیولوژی، صفات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌ها می‌باشد که در ادامه به روش اندازه‌گیری هر یک از این صفات پرداخته می‌شود.

۳-۷-۱- اجزای عملکرد

صفات مرتبط با اجزای عملکرد شامل: تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه بودند. همچنین ارتفاع بوته در پایان دوره به هنگام رسیدگی گیاه، بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد. در انتهای دوره رشد با رسیدگی کامل دانه ها و زرد شدن غلاف ها و بوته ها، تعداد ۵ بوته با در نظر گرفتن حاشیه برداشت گردید و صفاتی از جمله تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ (گرم) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری وزن صد دانه، بذرها به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون قرار گرفتند. پس از آن، پاکت ها به مدت ۲۵-۲۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. در انتها عملکرد نهایی برحسب کیلوگرم در هکتار برآورد گردید.

۳-۷-۲- صفات مرتبط با دانه

۳-۷-۲-۱- سدیم و پتاسیم دانه

به منظور اندازه گیری میزان سدیم و پتاسیم، نمونه های خشک شده 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 که به هرکدام از نمونه ها ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه گردید و پس از قرار گرفتن در حمام بن ماری به مدت ۲۰ دقیقه و صاف شدن توسط کاغذ صافی، به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شدند. سپس نمونه ها با دستگاه فلیم فتومتر (نورسنج شعله) قرائت شده و با استفاده از منحنی استاندارد به غلظت تبدیل شدند.

۳-۷-۲-۲- نیتروژن و پروتئین دانه

مقدار نیتروژن موجود در دانه پس از برداشت به روش کجلدال تعیین گردید. برای مرحله هضم کجلدال از اجاق هضم کننده از شرکت Gerhardt و برای مرحله‌ی تقطیر از دستگاه Vapodest 30 از همان شرکت استفاده شد. مرحله‌ی تیتراسیون نیز به صورت دستی انجام گرفت. پس از تعیین درصد نیتروژن، عدد به دست آمده در ۶,۲۵ ضرب گردید و درصد پروتئین دانه تعیین شد.

۳-۷-۳- خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

۳-۷-۳-۱- پرولین

برای استخراج و سنجش پرولین ۲۰ دیسک از بافت برگ در ۴ میلی‌لیتر 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 میلی‌لیتر از عصاره صاف شده، با ۲ میلی‌لیتر محلول معرف ناین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلیسالی مخلوط و لوله‌های آزمایش به مدت یک ساعت در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. نمونه‌ها براساس محتوای پرولین به رنگ زرد تا قرمز تغییر رنگ می‌دهند. بلافاصله نمونه‌ها 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 میلی‌لیتر 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 وزن‌تر نمونه گیاهی مطابق رابطه (۳)- (۱) زیر محاسبه شد (بیتس و همکاران ۱۹۸۸)

$$(\text{رابطه ۳-۱}) = \left(\frac{\text{Mg prolin}}{\text{ml}} \times \frac{\text{ml toloen}}{115.5 \left(\frac{\text{mg}}{\text{mmol}} \right)} \right) / \frac{\text{gr sample}}{5}$$

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 می‌رسانیم. از این محلول پایه در ۱۱ لوله آزمایش به ترتیب به حجم‌های 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 محلول‌های 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 اسیداستیک مخلوط و به مدت یک ساعت در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. نمونه‌ها بر اساس محتوای پرولین به رنگ زرد تا قرمز تغییر رنگ می‌دهند 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.

۳-۷-۳-۲- 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، 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 توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۳۰۰ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه غلظت از ضریب خاموشی $33000 \text{ Cm}^{-2}\text{mol}^{-6}$ استفاده شد (کرزک و همکاران، ۱۹۹۸).

۳-۷-۳-۳- قندهای محلول

استخراج قندهای محلول با استفاده از روش اوموکولو و همکاران (۱۹۹۶) انجام شد. برطبق این روش ۴۰ میلی گرم از بافت تر گیاهی با ۵ میلی لیتر اتانول ۸۰ درصد مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم (بن ماری) با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. عصاره الکلی به دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۰۰۰g سانتریفیوژ گردید و محلول شفاف به دست آمده که حاوی قندهای محلول بود به یک بشر منتقل شد و عمل فوق ۴ مرتبه دیگر روی بقایای بافت به جا مانده تکرار گردید. در نهایت عصاره الکلی با حرارت غیر مستقیم تغلیظ شد به طوری که حجم آن به یک پنجم حجم اولیه رسید. برای حذف کلروفیل، عصاره به دست آمده به نسبت ۱ به ۵ با کلروفرم مخلوط گردید و بعد از هم زدن محلول به مدت ۵ دقیقه به حال سکون رها شد. این عمل سبب جدا شدن کلروفیل از فاز آبی گردید. فاز آبی رویی به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ g سانتریفیوژ شد. فاز شفاف بالایی جدا شده و از آن برای اندازه گیری انواع قند-های محلول استفاده گردید.

۳-۷-۳-۴- مالون دی آلدئید

اندازه‌گیری محتوای مالون دی آلدئید که شاخص پراکسیداسیون لیپیدی در طی تنش‌ها و همچنین معیاری برای سنجش تأثیر تنش می‌باشد با استفاده از روش (Popham and Novachy ۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. در این روش ۰,۲ گرم بافت تر گیاهی (برگ) در ۵ میلی‌لیتر تری کلرو استیک اسید یک درصد سائیده شده و داخل لوله آزمایش ریخته شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۸۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. یک میلی‌لیتر از فاز بالایی نمونه‌های سانتریفیوژ شده در لوله‌های آزمایش که حاوی چهار میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد تری کلرو استیک اسید در ۰,۵ درصد تیوباربیتوریک اسید بودند، ریخته شد. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در بن ماری در دمای ۹۵ درجه سلسیوس قرار گرفته و بی‌درنگ در آب یخ سرد شدند. سپس به مدت ۵ دقیقه در دور ۸۰۰۰ سانتریفیوژ شده و در نهایت جذب آن در ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد، میزان مالون دی آلدئید با استفاده از رابطه (۳-۲) محاسبه گردید:

$$\text{MDA } (\mu\text{mol/g FW}) = (A_{532} - A_{600/155}) \times 1000 \quad \text{رابطه (۳-۲)}$$

۳-۷-۳-۵- آنتوسیانین

برای سنجش میزان آنتوسیانین کل، مقدار 0.02 گرم از بافت تازه گیاهی با ۴ میلی‌لیتر محلول اسید-کلریدریک ۱ درصد نرمال 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. فاز رویی را برداشته و جذب محلول‌ها در طول موج ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان آنتوسیانین برای هر عصاره با استفاده از رابطه ۳-۳ اندازه‌گیری گردید (میتا و همکاران، ۱۹۹۷).

$$A = A_{530} - (0.25 A_{657})$$

رابطه (۳-۳)

۳-۷-۳-۶- محتوای نسبی آب برگ (RWC)

به منظور تعیین مقدار آب نسبی برگ، از هر کرت سه بوته به طور تصادفی انتخاب و از هر بوته یک برگ جوان و کاملاً رشد یافته جدا شد. برگ‌ها بلافاصله درون پوشش‌های پلاستیکی قرار داده شده و بر روی تکه‌های یخ گذاشته شدند و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. پس از توزین با ترازویی به دقت ۰,۰۰۱ گرم (وزن تر)، به مدت ۲۴ ساعت درون آب مقطر و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس برگ‌ها از آب مقطر خارج و به کمک کاغذ صافی خشک گردیدند و مجدداً 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. مقدار نسبی آب برگ با استفاده از رابطه ۳-۴ محاسبه شد.

$$\text{رابطه (۳-۴)} \quad 100 \times \left\{ \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}}{\text{وزن تر}} \right\} = \text{مقدار آب نسبی}$$

۳-۷-۳-۷- پایداری غشاء

برای اندازه‌گیری پایداری غشاء از هر ترکیب تیماری ۳ تا ۴ برگ هم سن انتخاب گردید. سپس در آزمایشگاه به وسیله ی پانچ ۰,۱ گرم دیسک برگی تهیه گردید. نمونه‌ها داخل ۱۰ سی‌سی آب مقطر قرار گرفتند. از هر ترکیب تیماری ۲ نمونه تهیه شد. یک نمونه در آون در دمای ۴۰ درجه به مدت ۳۰ دقیقه و نمونه‌ی دیگر در دمای ۱۰۰ درجه به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. بعد از سپری شدن زمان مورد نیاز نمونه‌ها در دمای معمولی عادی اتاق قرار گرفتند تا به دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برسند. پس با استفاده از دستگاه EC متر EC محلول‌ها خوانده شد. پایداری غشاء با استفاده از رابطه‌ی (۳-۵) محاسبه گردید.

$$\text{رابطه (۳-۵)}$$

$$\text{پایداری غشاء} = (1 - \frac{a}{b}) \times 100$$

b= دمای ۱۰۰ درجه

a= دمای ۴۰ درجه

۳-۷-۳-۸- میزان کلروفیل و کاروتنوئید

به منظور اندازه گیری کلروفیل برگ از هر کرت ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته برگ‌های جوان و کاملاً رشد یافته قطع گردید. اندازه گیری میزان کلروفیل با استفاده از روش آرنون صورت گرفت. برای این منظور ۰.۵ گرم نمونه برگ با ۴ میلی لیتر استون ۸۰ درصد در هاون سائیده شد، سپس محلول حاصل به مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شده، میزان جذب نمونه‌های حاوی کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Jenway 6305 ساخت کشور سوئیس در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. سپس با استفاده از روابط موجود میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید محاسبه گردید.

$$\text{Chl a} = (19/3 A_{663}) - (0/86 A_{645})$$

$$\text{Chl b} = (19/3 A_{645}) - (3/6 A_{663})$$

$$\text{Chl t} = \text{chl a} + \text{chl b}$$

$$\text{Carotenoid} = (1000 A_{470}) - (3/27 \text{ chl a}) - (104 \text{ chl b}) / 227$$

اعداد به دست آمده از روابط در $(W * 1000) / V$ ضرب گردیدند تا اعداد بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر به دست آید. V حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی لیتر و W وزن برگ بر حسب گرم می باشد.

۳-۷-۴- فعالیت آنزیم‌ها

۳-۷-۴-۱- کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) در دمای 25 درجهٔ سلسیوس با استفاده از اسپکتروفتومتر و به روش ایبی (۱۹۸۴) اندازه‌گیری شد. برای سنجش میزان فعالیت آنزیم از دستگاه طیف سنج نوری ساخت کشور ژاپن در طول موج 240 نانومتر استفاده شد. محلول‌ها و مواد استفاده شده شامل 3000 میکرولیتر بافر فسفات 50 میلی‌مولار، 5 میکرولیتر پراکسید هیدروژن ($\text{pH}=7$) ۳۰ درصد و 50 میکرولیتر عصارهٔ آنزیم بوده و فعالیت آنزیم به مدت سه دقیقه در فاصله‌های زمانی بیست ثانیه‌ای ثبت شد. آنزیم کاتالاز بدون نیاز به عامل احیا کننده H_2O_2 را به O_2 و H_2O تبدیل می‌کند.

۳-۷-۴-۲- آسکورات پراکسیداز

میزان فعالیت آنزیم با روش رانیری و همکاران (۲۰۰۳) سنجیده شد. محیط واکنش حاوی 600 میکرولیتر از EDTA ۰,۱ میلی‌مولار 1500 میکرولیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار ($\text{pH}=7$) 400 میکرولیتر آسکوربیک اسید ۰,۵ میلی‌مولار، ۴۰۰ میکرولیتر H_2O_2 ۳۰ درصد و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود سنجش فعالیت آنزیم در طول دو دقیقه با فاصله‌های زمانی بیست ثانیه‌ای ثبت شد. در نتیجهٔ واکنش بین آسکوربیک اسید و H_2O_2 در حضور آنزیم آسکورات پراکسیداز دهیدروآسکورات تولید می‌شود که در طول موج 290 نانومتر خوانده و داده‌ها به صورت میکرومول آسکورات اکسیده شده در دقیقه در میلی گرم پروتئین گزارش شد.

۳-۸- تجزیه و تحلیل آماری

در نهایت برای آنالیز تجزیه واریانس صفات از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد. مقایسه میانگین صفات بر اساس آزمون LSD محاسبه شدند و جهت رسم نمودارها از نو افزار Excel 2007 استفاده شد.

فصل چہارم

نتایج و بحث

۴-۱- ارتفاع بوته و اجزای عملکرد

نتایج آنالیز تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار دور آبیاری و تیمار پرایمینگ بر صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه با احتمال خطای آماری یک درصد معنی دار شد، همچنین اثر متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر صفات ارتفاع بوته با احتمال خطای پنج درصد و بر روی عملکرد دانه با احتمال خطای آماری یک درصد معنی دار گردید (جدول ۴-۱). در این راستا حاجی خانی و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر پرایمینگ بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا چیتی در شرایط تنش کم آبی را مطالعه کردند و اثرات معنی دار تیمارهای پرایمینگ و تنش خشکی را گزارش نمودند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. به طور کلی گزارش‌های متعدد گویای آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین افزایش درصد سبز شدن بذرها در شرایط محیطی تنش‌زا و در نتیجه موجب افزایش عملکرد می‌گردد (هریس و همکاران، ۱۹۹۹، کایا و همکاران، ۲۰۰۶ و اکرم‌قادری و همکاران، ۲۰۰۸).

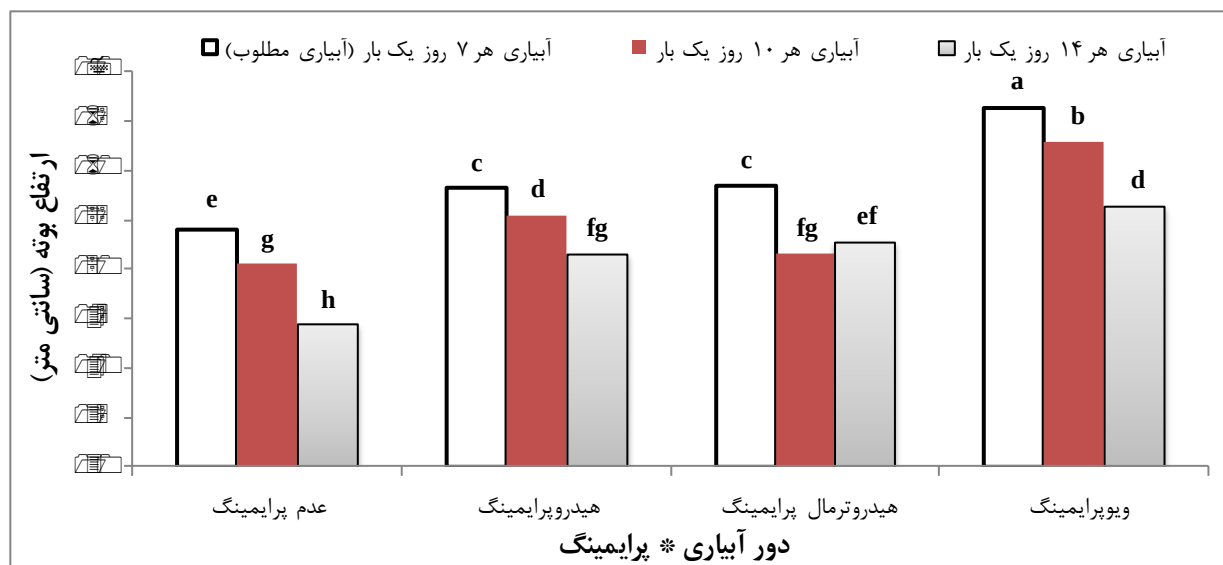
جدول (۴-۱) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

میانگین مربعات (MS)						
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه
بلوک	۳	0.29	0.13	۰/۱۱۵	0.091	3.216
دور آبیاری	۲	311.45**	16.63**	۳۹,۷۷**	36.23**	7592.89**
خطای اصلی	۶	1.14	3.84	۰/۲۲	0.19	4.03
پرایمینگ	۳	320.87**	8.62**	۱۴,۶۱**	12.45**	2717.55**
دور آبیاری * پرایمینگ	۶	2.46 *	0.33 ^{ns}	۰/۴۶ ^{ns}	0.34 ^{ns}	45.99**
خطای فرعی	۲۷	0.97	1.36	۰/۳۱	0.211	12.53
ضریب تغییرات (درصد)	-	۳/۶۳		۸/۶۸	۱/۷۰	۱/۷۲

^{ns}، * و **، به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

۴-۱-۱- ارتفاع بوته

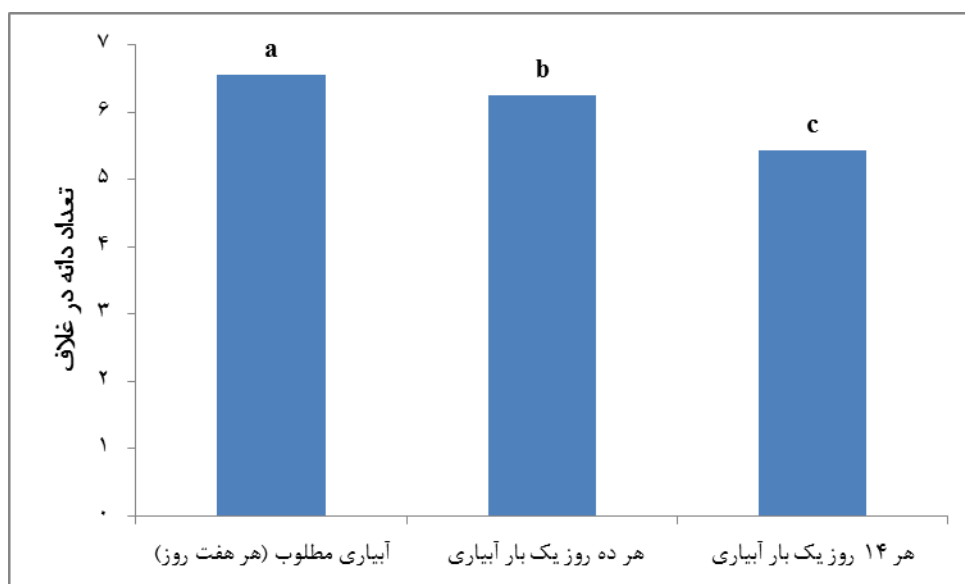
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری * پرایمینگ نشان داد که ارتفاع بوته در شرایط مختلف رطوبتی و تحت تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ، تغییرات معنی‌داری را به دنبال داشت به طوری که افزایش زمان دوره آبیاری باعث کاهش ارتفاع بوته گردید، تیمارهای مختلف پرایمینگ منجر به افزایش ارتفاع بوته گردیدند و تیمار آبیاری هفت روز و ویوپرایمینگ با مقدار عددی ۱۶۶,۴ سانتی‌متر بالاترین مقدار ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (شکل ۴-۱، جدول ۴-۱). در خصوص تأثیر تنش خشکی بر کاهش ارتفاع بوته نقوی و همکاران (۱۳۹۵) شاهد نتایج مشابهی در گیاه گندم بودند. شیخی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر تنش کمبود آب بر خصوصیات زراعی هیبریدهای ذرت در شرایط اقلیمی اراک به این رسیدند یافتند که تنش کمبود آب ارتفاع بوته را کاهش داد. بهاری و همکاران (۱۳۹۱) گزارش نمودند که تکنولوژی‌های مختلف آماده سازی بذر قبل از کاشت منجر به افزایش طول گیاه بروموس تومن‌توس تحت شرایط تنش خشکی گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.



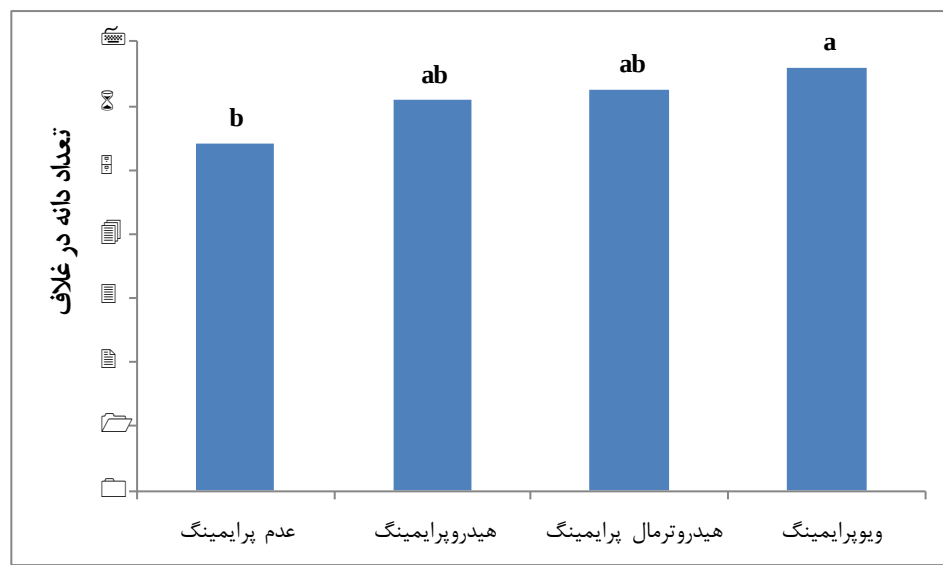
شکل (۴-۱) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر ارتفاع بوته لوبیا چشم بلبلی

۴-۱-۲- تعداد دانه در غلاف

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش دور آبیاری باعث کاهش تعداد دانه در غلاف گردید، به طوری که در تیمار آبیاری مطلوب مزرعه تعداد دانه در غلاف به طور میانگین ۶,۷ بود ولی در شرایط آبیاری ۱۴ روز مزرعه این مقدار به ۵,۵ دانه در غلاف کاهش یافت (شکل ۴-۲). بررسی نصری و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که اعمال تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در کلزا گردید که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده میزان عملکرد لوبیا تعداد دانه موجود در غلاف می‌باشد. نتایج حاجی‌خانی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد تیمارهای مختلف پرایمینگ از نظر اثرگذاری بر تعداد دانه در غلاف، تفاوت معنی‌داری داشتند به طوری که کمترین تعداد دانه در غلاف در تیمار بدون پرایمینگ (۵,۴ دانه) مشاهده شد و تیمار ویوپرایمینگ با تعداد ۶,۷ دانه در غلاف بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (شکل ۴-۳، جدول ۴-۱). افزایش تعداد دانه در غلاف در گیاه نخود توسط چائی‌چی و همکاران، (۲۰۰۴) گزارش شده است.



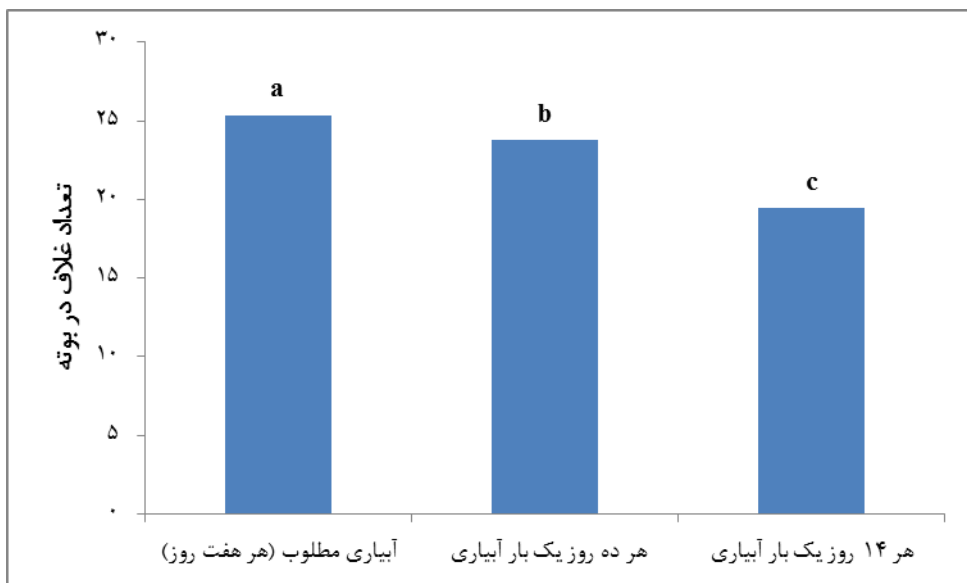
شکل (۴-۲) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر تعداد بذر در غلاف لوبیا چشم بلبلی



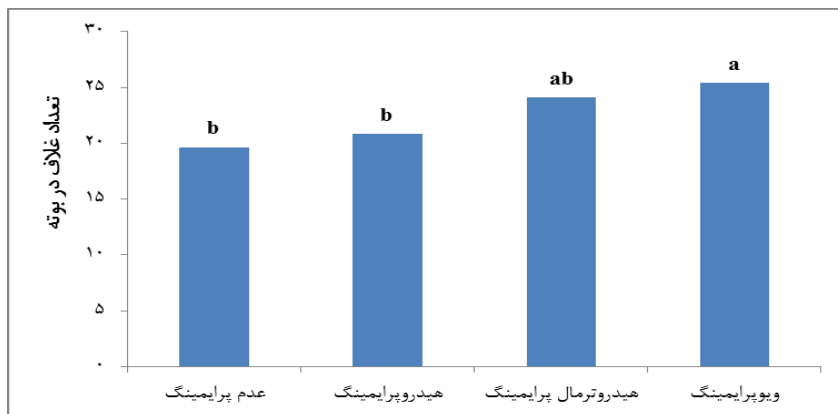
شکل (۳-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم بلبلی

۳-۱-۴- تعداد غلاف در بوته

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد غلاف در بوته لوبیا در اثر افزایش زمان دوره آبیاری کاهش یافت و کمترین تعداد غلاف در بوته در آبیاری ۱۴ روز مزرعه مشاهده شد (شکل ۴-۴). تیمارهای مختلف پرایمینگ اثرات معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته لوبیا داشتند و منجر به افزایش تعداد غلاف در بوته شدند به طوری که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار ویوپرایمینگ مشاهده شد (شکل ۴-۵).



شکل (۴-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر تعداد غلاف در بوته لوبیا چشم بلبلی

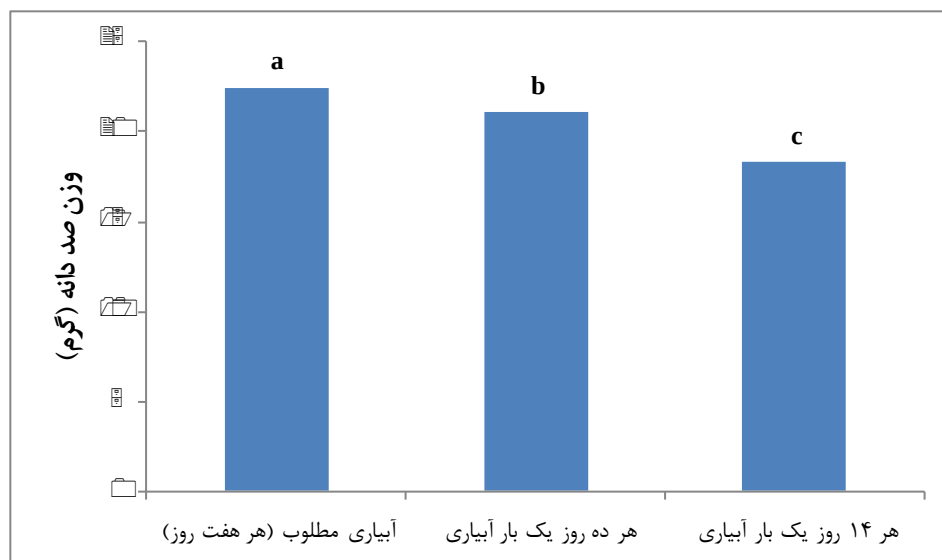


شکل (۴-۵) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته لوبیا چشم بلبلی

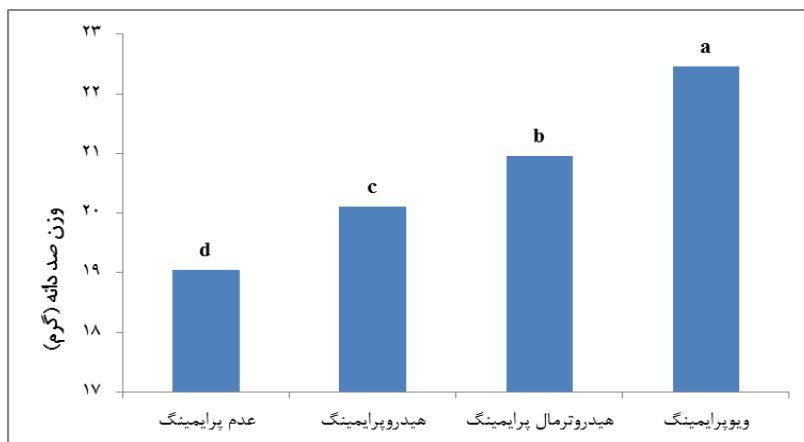
۴-۱-۴- وزن صد دانه

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تفاوت در دور آبیاری مزرعه باعث تغییر در وزن صد دانه گردید و روند تغییرات به شیوه‌ای بود که با افزایش زمان دور آبیاری، وزن صد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. میزان آن در شرایط مطلوب آبیاری (آبیاری هر هفت روز یک بار) ۲۲٫۵ گرم بود و با افزایش زمان دور آبیاری از هفت روز به چهارده روز، وزن صد دانه به ۱۸ گرم کاهش یافت (شکل ۴-۶). کاهش وزن

صد دانه در اثر ایجاد تنش خشکی در گیاه ذرت در مطالعه ماهرخ و همکاران (۱۳۹۵) به اثبات رسیده است که دلیلی بر صحت نتایج این پژوهش می‌باشد. کاهش وزن صد دانه در اثر تنش خشکی به علت کاهش فتوسنتز در اثر تنش خشکی است. از طرفی تنش خشکی باعث رسیدن سریع دانه‌ها شده و در نتیجه وزن صد دانه کاهش می‌یابد. کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی در اثر تنش خشکی باشد که موجب کوتاه شدن طول دوره مؤثر پر شدن دانه و نیز کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده و باعث تقلیل وزن صد دانه می‌شود (امیری و همکاران، ۲۰۱۱). مطالعه اثرات تیمارهای مختلف پرایمینگ بر وزن صد دانه نشان داد که این تیمارها از نظر اثر گذاری بر وزن صد دانه تفاوت قابل توجهی داشتند به طوری که وزن صد دانه در تیمار شاهد عدم پرایمینگ ۱۹ گرم، هیدروپرایمینگ ۲۰،۱۱ گرم، هیدروترمال پرایمینگ ۲۰،۹۶ گرم و ویوپرایمینگ ۲۲،۴۶ گرم بودند (شکل ۴-۷، جدول ۴-۱) که با نتایج چائی چی و همکاران (۲۰۰۴) در گیاه نخود همخوانی دارد.



شکل (۴-۶) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر وزن صد دانه در لوبیا چشم بلبلی

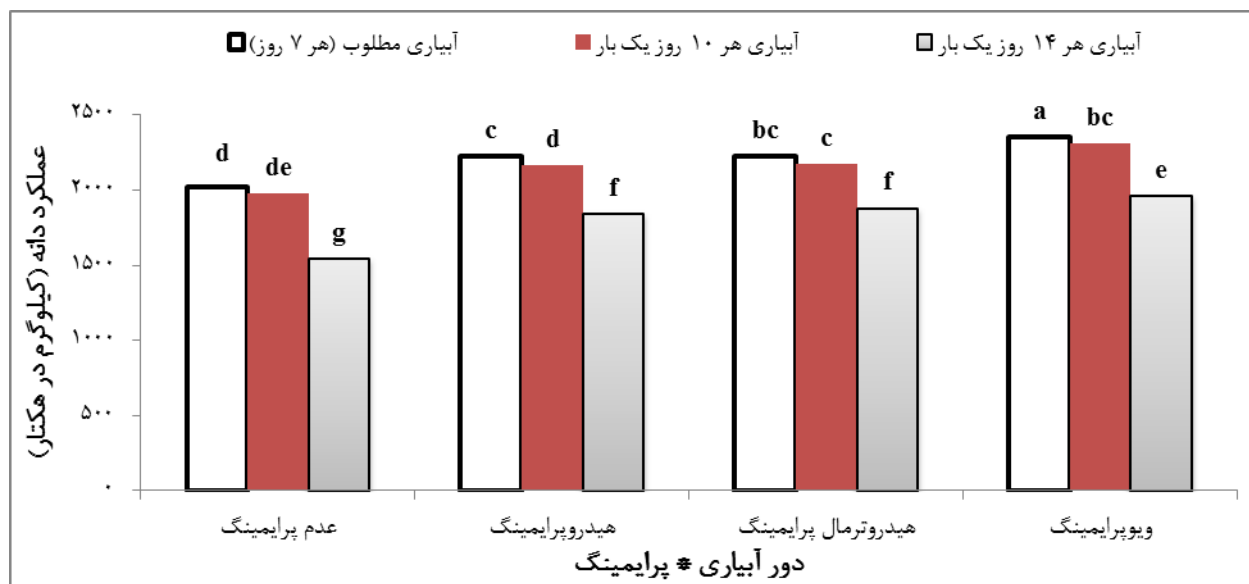


شکل (۴-۷) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر وزن صد دانه در لوبیا چشم بلبلی

۴-۱-۵- عملکرد دانه

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد که عملکرد دانه لوبیا تحت تأثیر اثرات متقابل دور آبیاری و پرایمینگ قرار گرفت. افزایش دوره‌ی آبیاری از هفت روز به چهارده روز منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید. تیمارهای مختلف پرایمینگ هم در شرایط مطلوب آبیاری و هم در شرایط استرس عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار دادند (شکل ۴-۸ و جدول ۴-۱). به طور کلی بیشترین میزان عملکرد دانه به تیمار ویوپرایمینگ بذر و آبیاری مطلوب مزرعه اختصاص یافت (۲۳۴۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار عدم پرایمینگ و دور آبیاری هر ۱۴ روز یک بار مشاهده شد (۱۵۴۵ کیلوگرم در هکتار). در این خصوص مطالعات نشان داده است که تیمار پرایمینگ از طریق افزایش تعداد دانه در گیاه نخود منجر به افزایش عملکرد گردید (کائور و همکاران، ۲۰۰۵)، همچنین چائی‌چی و همکاران (۲۰۰۴) هریس و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش عملکرد در گیاهانی نظیر ذرت، سورگوم، برنج آپلند 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 جوانه‌زنی 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 (۴-۸) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر عملکرد دانه در لوبیا چشم بلبلی

۴-۲- سدیم، پتاسیم، نیتروژن و پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثرات دوره‌های مختلف آبیاری و همچنین تیمارهای متفاوت پرایمینگ بر میزان پتاسیم دانه، نیتروژن دانه و پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند ولی با این وجود اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر این صفات نداشتند (جدول ۴-۲). در رابطه با اثرات مثبت پرایمینگ نتایج مشابه با نتایج این تحقیق برای گیاهان سورگوم (هریس، ۱۹۹۶) ذرت، برنج و نخود (هریس و همکاران، ۱۹۹۹) و جو (عبدالرحمانی و همکاران، ۲۰۰۷) گزارش شده است. گزارش عبدالرحمانی و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که در کشت پائیزه روش‌های مختلف پرایمینگ آبی، اسمزی و غذایی موجب افزایش غلظت عناصر فسفر، روی، آهن، منگنز و مس در کاه و کلس و دانه‌های جو گردید.

جدول (۲-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر صفات مرتبط با دانه لویا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

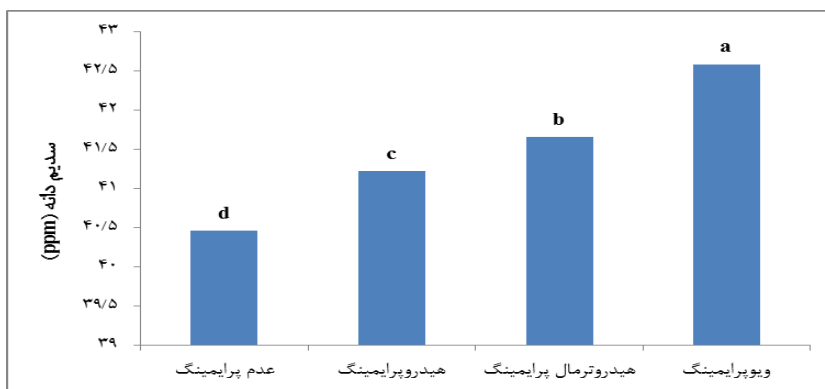
میانگین مربعات (MS)					منابع تغییرات
درجه آزادی	سدیم دانه	پتاسیم دانه	نیتروژن دانه	پروتئین دانه	
۳	2.21	5.99	0.071	0.58	بلوک
۲	2.40 ^{ns}	634.46 ^{**}	0.486 ^{**}	3.94 ^{**}	دور آبیاری
۶	1.45	5.40	0.039	0.31	خطای اصلی
۳	13.10 ^{**}	187.01 ^{**}	3.628 ^{**}	29.25 ^{**}	پرایمینگ
۶	0.85 ^{ns}	6.07 ^{ns}	0.029 ^{ns}	0.24 ^{ns}	دور آبیاری * پرایمینگ
۲۷	1.09	8.73	0.024	0.19	خطای فرعی
-	۲/۵۶	۱/۸۶	۱/۳۳	۱/۴۵	ضریب تغییرات (درصد)

^{ns}، * و **، به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

۴-۲-۱- سدیم دانه

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف پرایمینگ از نظر میزان سدیم دانه تفاوت معنی‌داری داشتند، کلیه تیمارهای پرایمینگ در مقایسه با تیمار شاهد (بدون پرایمینگ)، میزان سدیم دانه را افزایش دادند (شکل ۴-۹) و بیشترین مقدار مربوط به این صفت در تیمار ویوپرایمینگ مشاهده شد (۴۴,۵۹ ppm). اغلب گیاهان به خصوص شیرین پسندها (گلیکوفیت‌ها) به غلظت بالای سدیم حساسند، زیرا پایداری یون‌های داخل سلول را برهم می‌زند و منجر به عملکرد بد غشا و تضعیف واکنش‌های متابولیکی می‌شود همچنین باعث بازدارندگی رشد و سرانجام مرگ سلول می‌شود (وانگ و همکاران، ۲۰۰۴). از طرفی دیگر در بسیاری گیاهان خشکی پسند سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. به طوریکه بیشتر گیاهان خشکی‌زی یا غیرخشکی‌زی مقاوم به خشکی، افزایش موقتی سدیم را در آپوپلاست از طریق افزایش مقدار آب سلول‌های مزوفیل (مثل مقدار آب واکوئل) تحمل می‌کنند، بنابراین نمک‌ها رقیق‌تر شده و ظرفیت خود را برای جذب نمک از محلول آپوپلاست بالاتر می‌برند (وانگ و همکاران، ۲۰۰۴). در مطالعه سانتوز و همکاران (۱۹۹۶) نیز مشابه با این مطالعه تغییرات سدیم در اثر تنش خشکی معنی‌دار نشد (جدول ۲-۴) 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.

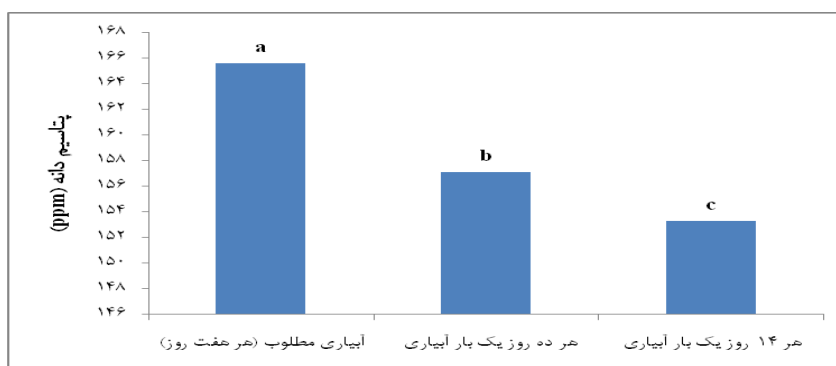


شکل (۹-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر سديم دانه در لوبیا چشم بلبل

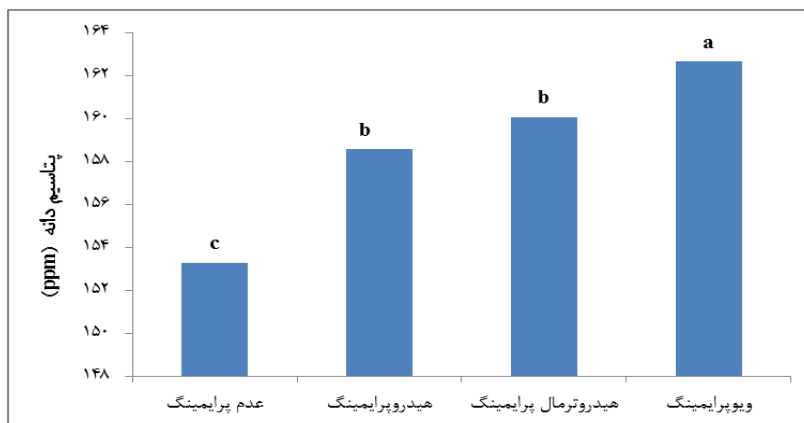
۴-۲-۲- پتاسیم دانه

مطابق نتایج مقایسه میانگین‌ها، دور آبیاری میزان پتاسیم دانه را تحت تأثیر قرار داد به طوری که با افزایش دور آبیاری میزان پتاسیم دانه کاهش یافت و کمترین میزان مربوط به این صفت در شرایط آبیاری هر ۱۴ روز یک بار مشاهده شد (شکل ۴-۱۰). در شرایط تنش خشکی تجمع برخی یون‌های غیر آلی مانند پتاسیم محدود به واکوئل می‌شود و مواد تنظیم کننده دیگر در سیتوپلاسم تجمع می‌یابد تا تعادل پتانسیل آب بین دو بخش سلول برقرار شود لذا این می‌تواند دلیل بر کاهش این عنصر در دانه تحت شرایط تنش رطوبتی باشد (کافی و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر به روش‌های مختلف در مقایسه با تیمار عدم پرایمینگ، میزان پتاسیم دانه را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (شکل ۴-۱۱) که این نتایج با مطالعات آذرنیا و همکاران (۱۳۹۵) در گیاه عدس همخوانی دارد. به طور کلی تیمارهای ویوپرایمینگ و عدم پرایمینگ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان پتاسیم دانه را به خود اختصاص دادند (به ترتیب ۱۶۲٫۷ ppm و ۱۵۳٫۳ ppm). مشاهده شده است که پرایمینگ باعث

تغییرات وسیع شاخص‌های مورفولوژیکی ریشه به ویژه گره‌بندی و افزایش طول ریشه می‌شود (علیمددی و همکاران، ۲۰۱۰ و عیسوند و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین می‌توان گفت که تیمارهای پرایمینگ از طریق تنظیم اسمزی و دخالت در مکانیسم‌های حفاظتی با تنش خشکی مقابله می‌نماید و افزایش جذب آب و مواد غذایی مورد نیاز گیاه را به همراه دارند و در نهایت انتقال برخی عناصر مانند پتاسیم به دانه را افزایش می‌دهد.



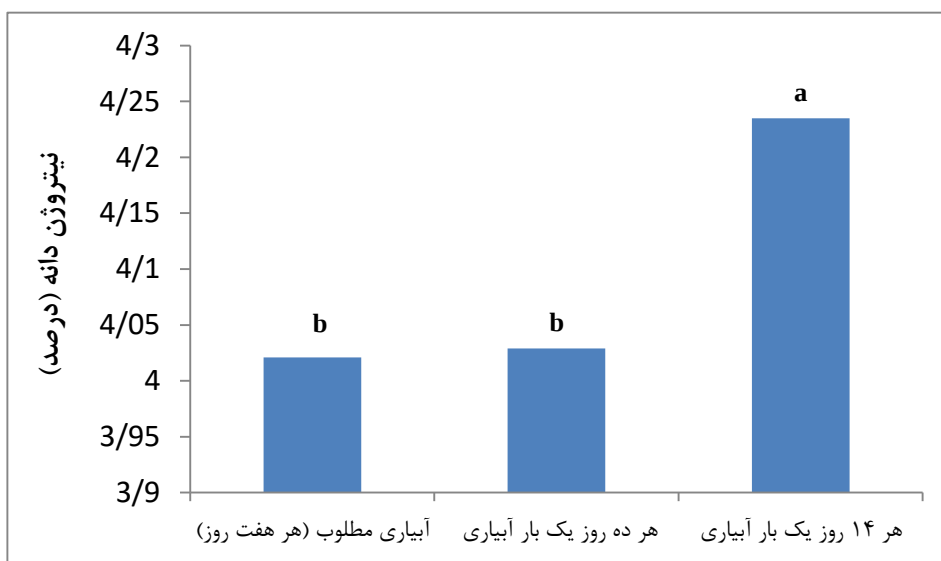
شکل (۴-۱۰) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر پتاسیم دانه در لوبیا چشم بلبلی



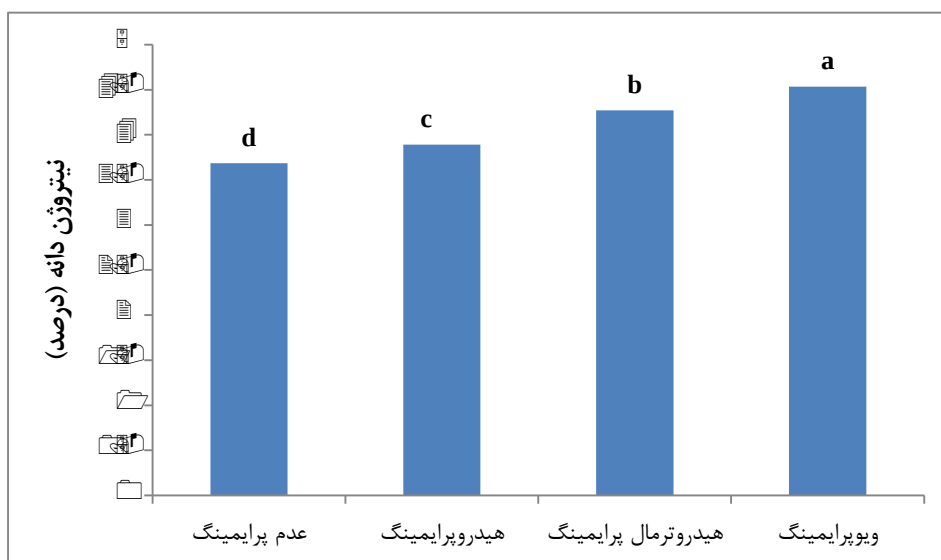
شکل (۴-۱۱) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر پتاسیم دانه در لوبیا چشم بلبلی

۴-۲-۳- نیتروژن دانه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمار دور آبیاری بر میزان نیتروژن دانه بود. آبیاری مزرعه هر ۷ روز یک بار و هر ۱۰ روز یک بار تفاوت چندانی بر میزان نیتروژن دانه نداشتند ولی با این وجود افزایش دور آبیاری به ۱۴ روز یک بار در مقایسه با سایر تیمارها، میزان نیتروژن دانه را به طور معنی‌داری افزایش دادند (شکل ۴-۱۲). نتایج بدست‌آمده از مقایسه میانگین‌های مربوط به تیمارهای مختلف پرایمینگ نشان داد اعمال تیمار پرایمینگ بذر قبل از کاشت با افزایش میزان نیتروژن دانه همراه خواهد بود (شکل ۴-۱۳ و جدول ۴-۲) به نحوی که بیشترین مقدار نیتروژن دانه در تیمار ویوپرایمینگ مشاهده شد (۵۳/۴٪). عیسوند و همکاران (۲۰۱۱) افزایش نیتروژن در اثر تیمارهای پرایمینگ را در گیاه نخود گزارش نمودند. همچنین آذرینا و همکاران (۱۳۹۵) افزایش نیتروژن دانه در اثر پرایمینگ بذر را تأیید می‌نمایند. می‌توان توصیف کرد که در شرایط تنش خشکی انتقال نشاسته به دانه با مشکل مواجه می‌شود و کاهش تجمع نشاسته دارنه باعث افزایش پروتئین دانه و همچنین افزایش نیتروژن دانه می‌گردد (دی‌مجیا و همکاران، ۲۰۰۳).



شکل (۴-۱۲) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر نیتروژن دانه در لوبیا چشم بلبلی



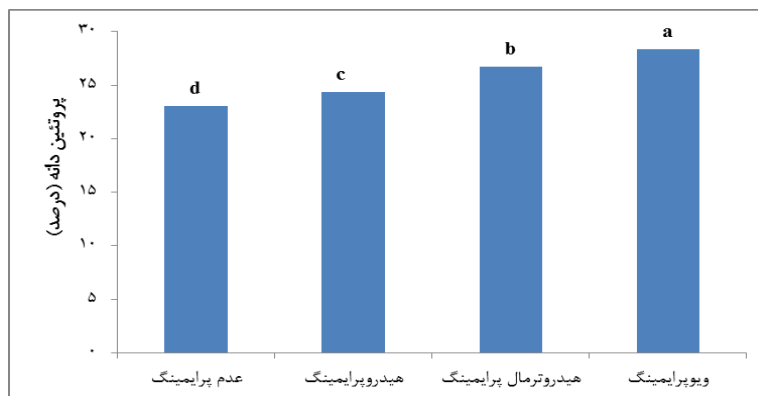
شکل (۴-۱۳) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر نیتروژن دانه در لوبیا چشم بلبلی

۴-۲-۴- پروتئین دانه

با توجه به اینکه میزان پروتئین دانه وابسته به میزان نیتروژن دانه است، همانند نیتروژن دانه مقادیر عددی مربوط به این صفت با افزایش دور آبیاری افزایش یافت و 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 مطابق با نتایج مهاجرانی و همکاران (۱۳۹۴) در گیاه لوبیا قرمز، میزان پروتئین دانه افزایش معنی‌داری داشت (شکل ۴-۱۴). 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 پرایمینگ بر پروتئین دانه گویای تفاوت معنی‌دار این تیمارها از نظر میزان پروتئین دانه می‌باشد (شکل ۴-۱۵ و جدول ۴-۲). روش‌های مختلف پرایمینگ بذر قبل از کاشت منجر به افزایش پروتئین دانه گردید، براساس این نتایج تیمار عدم پرایمینگ و ویوپرایمینگ به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار پروتئین دانه را داشتند (۲۳٪ و ۲۸٪). بر اساس مطالعات نشان داده است که با شدت گرفتن میزان تنش، مقدار کل پروتئین‌های محلول در برگ کاهش می‌یابد که با تغییرات نیتروژن در دانه همخوانی ندارد و این روند با افزایش غلظت پرولین همراه است و با نتایج اعلام شده در گوجه فرنگی (دیویدسون و همکاران، ۱۹۹۳) ذرت (هانسون و هیتز، ۱۹۸۲) و سویا (یامادا و فکوتوکو، ۱۹۸۶) همخوانی دارد. به طور کلی مطالعات نشان داده است که تنش آبی سبب هیدرولیز پروتئین‌های تیلاکوئیدی شده (سینری و همکاران، ۱۹۹۳، کورنوی و همکاران، ۱۹۸۸) و تجزیه پروتئین‌های کلروپلاستی منبع با ارزشی برای اشکال قابل تحرک نیتروژن به محض ورود به شرایط تنش است (مارتین و توریس، ۱۹۹۲).



شکل (۴-۱۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر پروتئین دانه در لوبیا چشم بلبلی



شکل (۴-۱۵) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر پروتئین دانه در لوبیا چشم بلبلی

۴-۳- خصوصیات فیزیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات فیزیولوژیکی لوبیا چشم بلبلی نشان که تفاوت در دور آبیاری و همچنین تیمارهای مختلف پرایمینگ، کلیه صفات فیزیولوژیکی را با احتمال یک درصد تحت تأثیر قرار دادند. مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس، اثرات متقابل دور آبیاری و پرایمینگ بر میزان پرولین، فلاونوئید، مالون دی آلدئید، آنتوسیانین، کلروفیل a، کلروفیل b و مجموع کلروفیل ها با خطای یک درصد معنی دار بودند (جدول ۴-۳). دمیرکایا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند پرایمینگ بذری می تواند

تحت شرایط تنش‌های محیطی سبب بهبود روند واکنش‌های فیزیولوژیکی در بذر شده و در نتیجه مقاومت به تنش‌های محیطی در این بذرها را به طور قابل ملاحظه‌ای ارتقا دهد. در بذره‌ای پرایم شده‌ای که در بستر خود با شرایط تنش‌زا روبرو هستند تخریب ماکرومولکول‌ها، اسیدهای هسته‌ای و واکنش‌های اکسیداتیو که منجر به تولید مواد سمی و خسارت‌زایی چون رادیکال‌های آزاد می‌شود به مراتب کمتر از بذره‌ای تیمار نشده می‌باشد.

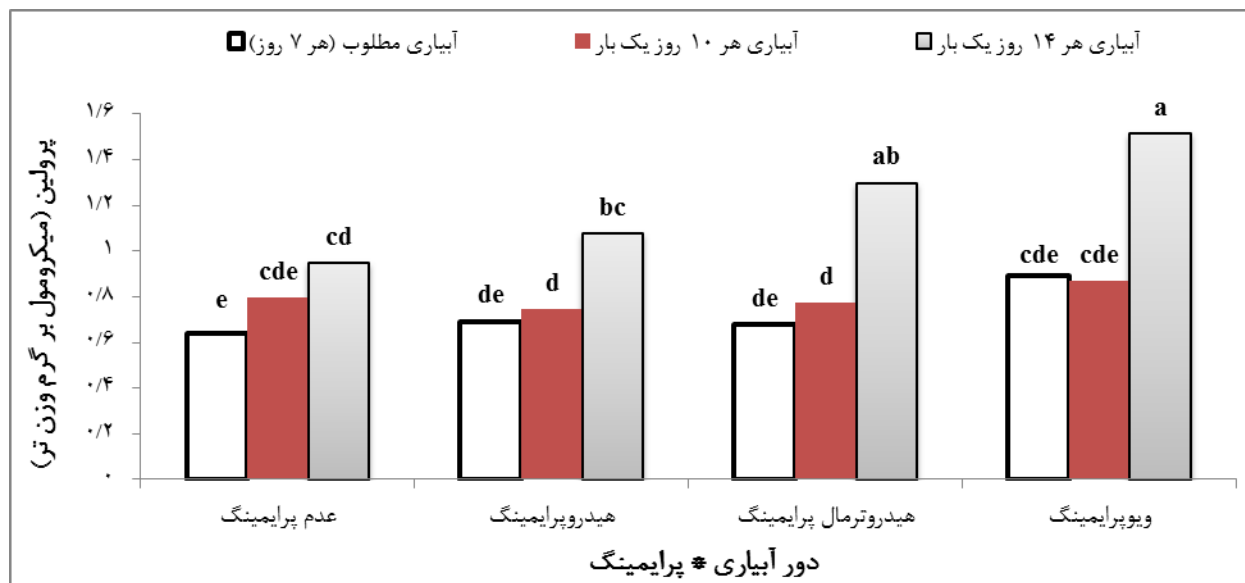
جدول (۳-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر خصوصیات فیزیولوژیکی لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط تنش خشکی

میانگین مربعات (MS)												
منابع تغییرات	درجه آزادی	پرولین	فلاونوئید	قندهای محلول	مالون دی آلدئید	آنتوسیانین	محتوای نسبی آب برگ	درصد تراوایی غشاء	کلروفیل a	کلروفیل b	مجموع کلروفیل	کاروتنوئید
بلوک	۳	0.035	0.006	0.001	0.009	0.001	0.62	0.32	0.002	0.002	0.001	0.07
دور آبیاری	۲	9.15**	0.379**	0.543**	0.995**	0.053**	316.29**	386.67**	1.454**	0.893**	2.357**	11.23**
خطای اصلی	۶	0.050	0.005	0.003	0.005	0.001	2.54	2.10	0.013	0.020	0.005	0.22
پرایمینگ	۳	1.64**	0.098**	0.991**	0.772**	0.081**	133.10**	16.07**	4.826**	1.342**	5.852**	9.33**
دور آبیاری * پرایمینگ	۶	0.35**	0.032**	0.005 ^{ns}	0.103**	0.003**	1.70 ^{ns}	1.51 ^{ns}	0.114**	0.021**	0.090**	0.20 ^{ns}
خطای فرعی	۲۷	0.038	0.002	0.006	0.017	0.001	1.58	1.68	0.004	0.004	0.003	0.31
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۵۸	۰/۵۱	۲/۸۴	۲/۰۶	۲/۵۶	۲/۲۲	۴/۰۵	۰/۹۰	۱/۱۹	۰/۶۳	۳/۹۲

^{ns}، * و **، به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

۴-۳-۱- پرولین

مطابق با نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۳) نتایج نشان داد که تغییر در دور آبیاری و همچنین پرایمینگ به روش‌های مختلف، میزان پرولین را تحت تأثیر قرار دادند. میزان پرولین با افزایش زمان دوره آبیاری افزایش یافت. تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر از نظر اثر گذاری بر میزان پرولین موجود در برگ تفاوت قابل توجهی داشتند (شکل ۴-۱۶) در شرایط آبیاری مطلوب مزرعه و همچنین آبیاری مزرعه هر ۱۰ روز یک بار تیمارهای هیدروپرایمینگ و هیدروترمال پرایمینگ نتایج مشابهی را گزارش نمودند، به طور کلی بیشترین مقدار پرولین در تیمار ویوپرایمینگ و در شرایط آبیاری ۱۴ روز یک بار مزرعه مشاهده شد (۱,۵۱ میکرومول بر گرم وزن تر برگ). نتایج اشرفی و رزمجو (2010) نشان داد که محتوای پرولین در قسمت‌های 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 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، 2010). علاوه بر این گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که پرولین می‌تواند نقش یک تثبیت کننده آنزیم را ایفا کند (باتاچرجی و موخرجی، 2002، ماگیو و همکاران، 2002) و پراکسیداسیون لیپید را در تنش‌های محیطی کاهش دهد (جین و همکاران، ۲۰۰۱).

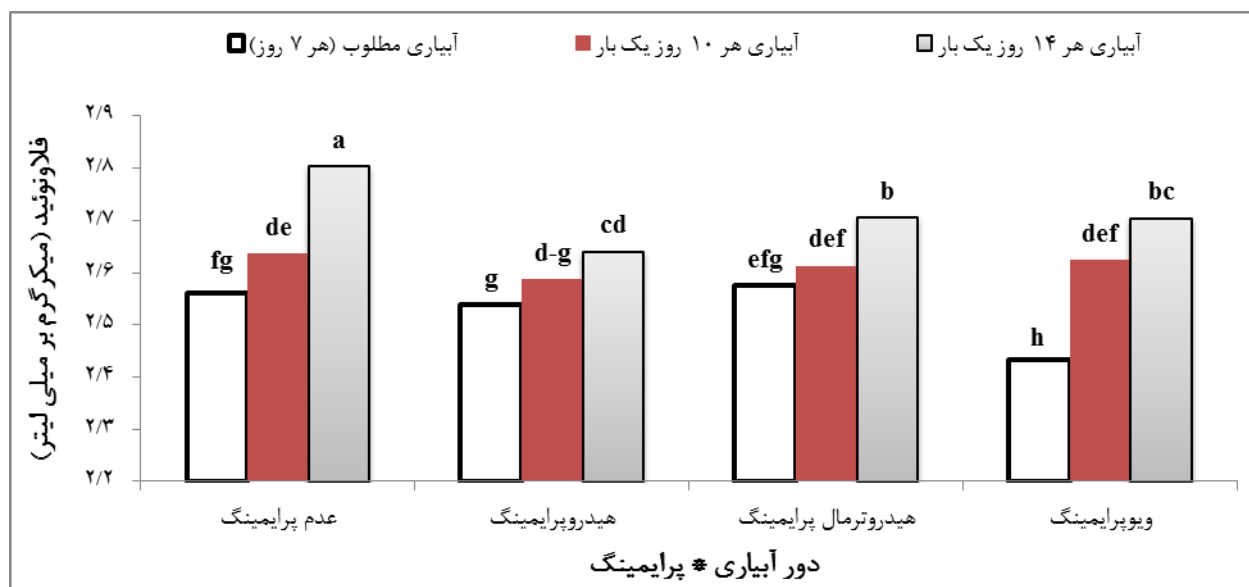


شکل (۴-۱۶) مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر میزان پرولین برگ در لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۲- 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 پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۴-۳)، با افزایش زمان دور آبیاری میزان فلاونوئید افزایش معنی‌داری را نشان داد، روش‌های مختلف آماده‌سازی بذر قبل از کاشت در مقایسه با تیمار شاهد به طور قابل توجهی میزان فلاونوئید را کاهش دادند و بیشترین مقدار مربوط به این صفت در تیمار عدم پرایمینگ و شرایط آبیاری هر ۱۴ روز یک بار مشاهده شد (شکل ۴-۱۷). 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. بررسی - های انجام شده نشان داده است که هرگونه تنش برگ‌یاه، مقدار ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد و وجود چنین ترکیباتی موجب کاهش استقرار میکروارگانیزم‌ها می‌شود (سالیسبوری و روس، ۱۹۹۱).



شکل (۴-۱۷) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر میزان فلاونوئید در لوبیا چشم بلبلی

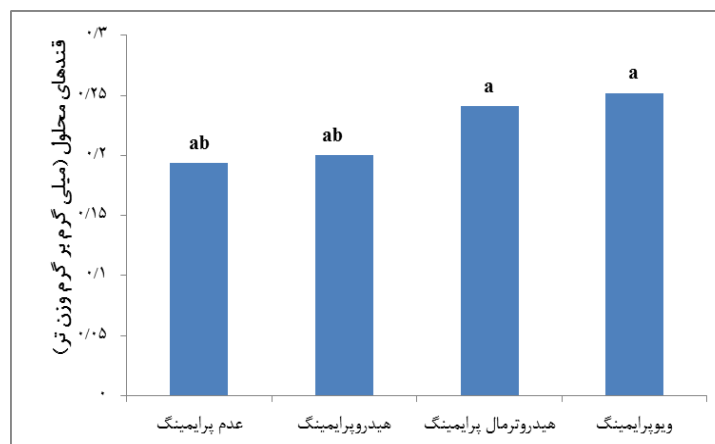
۴-۳-۳- قندهای محلول

مطابق با شکل (۴-۱۸) مقایسه میانگین‌های مربوط به میزان قندهای محلول در برگ لوبیا نشان داد که با افزایش دور آبیاری میزان قندهای محلول به طور معنی‌داری افزایش یافت. 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).

پرایمینگ بذر قبل از کشت تأثیر اندکی بر میزان قندهای محلول داشت، تیمار ویوپرایمینگ و هیدروترمال پرایمینگ بذر قبل از کاشت، و همچنین هیدروپرایمینگ و تیمار عدم پرایمینگ از نظر میزان قندهای محلول مشابه عمل کردند (شکل ۴-۱۹). اندوه و کوباتا (۲۰۰۲) گزارش نمودند که در اثر تیمارهای پرایمینگ با افزایش فعالیت آنزیم‌ها، میزان قندهای محلول افزایش می‌یابد.



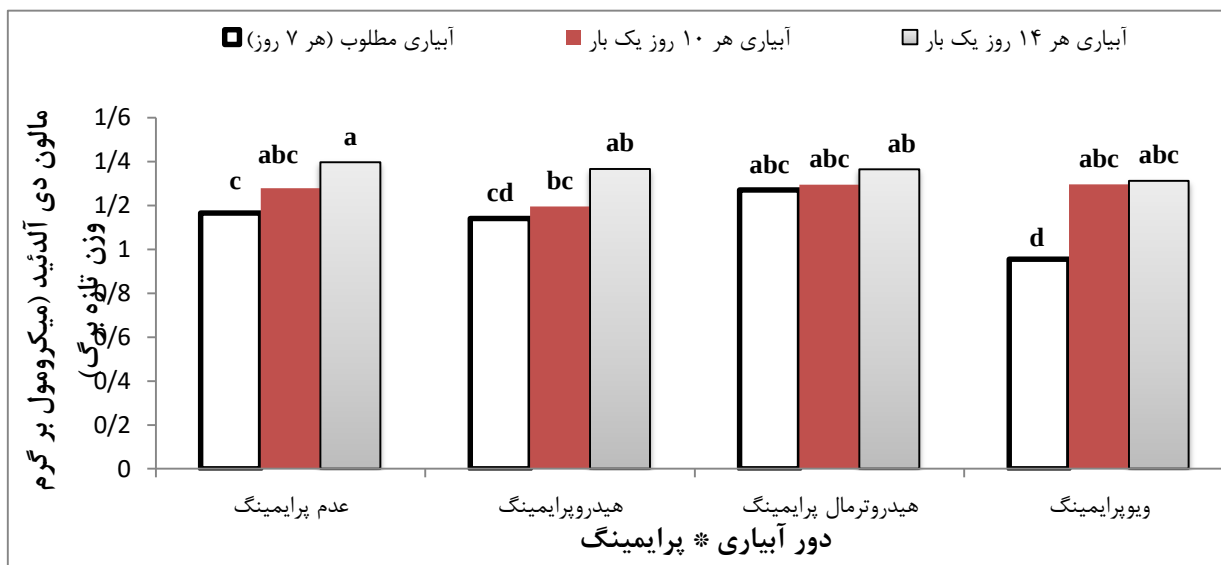
شکل (۴-۱۸) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان قندهای محلول در لوبیا چشم بلبلی



شکل (۴-۱۹) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان قندهای محلول در لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۴- مالون دی آلدئید

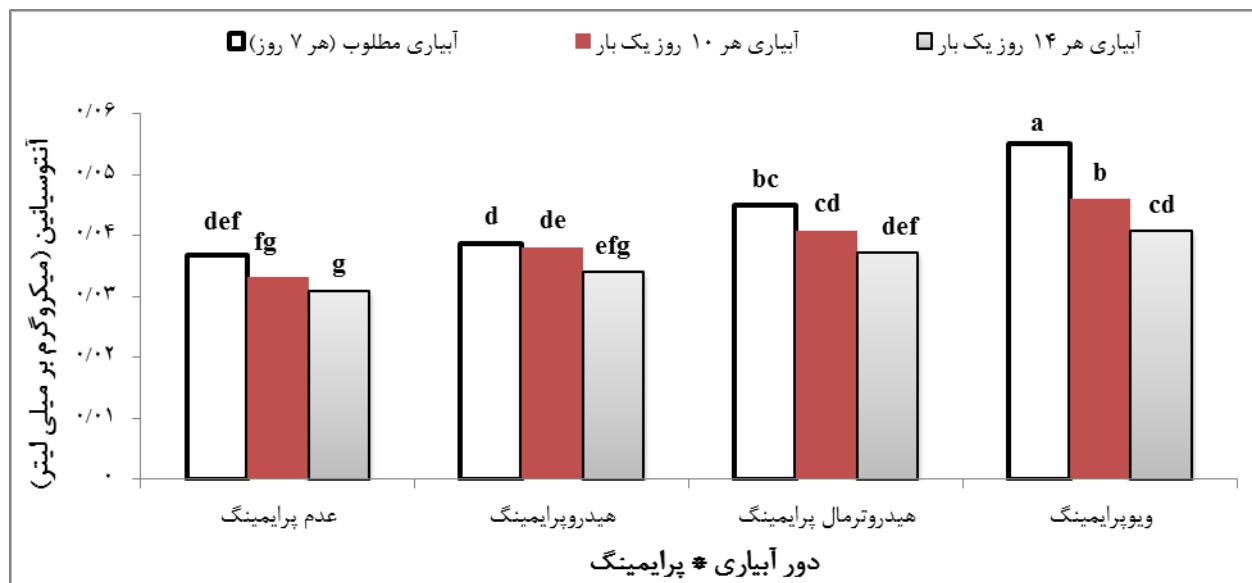
ارزیابی میزان مالون دی آلدئید در برگ‌های لوبیا چشم بلبلی از دیگر صفات مد نظر در این پژوهش بود که نتایج نشان داد با اعمال تنش رطوبتی مقدار عددی این ماده در برگ لوبیا افزایش یافت که با نتایج مونس و ترمات (۱۹۸۶)؛ باندوگلو و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. میزان مالون دی آلدئید در شرایط آبیاری ۱۴ روز یک بار مزرعه در تیمارهای پرایمینگ در مقایسه با تیمار عدم پرایمینگ مقدار عددی کمتری را نشان دادند، در شرایط هر ۱۰ روز یک بار آبیاری تیمارهای مختلف پرایمینگ و همچنین عدم پرایمینگ تفاوت چندانی نداشتند و در شرایط هر هفت روز یک بار آبیاری تیمار ویوپرایمینگ باعث کاهش معنی‌دار این صفت شد. به طور کلی بیشترین مقدار مربوط به این ماده در تیمار آبیاری مزرعه هر ۱۴ روز یک بار و تحت تیمار عدم پرایمینگ گزارش گردید و کمترین مقدار آن در تیمار ویوپرایمینگ و تحت شرایط هفت روز آبیاری مزرعه مشاهده شد (شکل ۴-۲۰). میزان مالون دی آلدئید و تخریب غشای سلولی در شرایط تنش به دلیل تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) بالا می‌رود (مونس و جیمز، ۲۰۰۳). کاهش در تخریب یا پراکسیداسیون غشای سلولی و تولید MDA با فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان بهبود می‌یابد که با استفاده از روش پرایمینگ می‌توان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان به ویژه کاتالاز و پراکسیداز را افزایش داد و از تخریب غشایی سلول‌ها جلوگیری کرد.



شکل (۴-۲۰) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر میزان مالون‌دی‌آلدئید در لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۵- آنتوسیانین

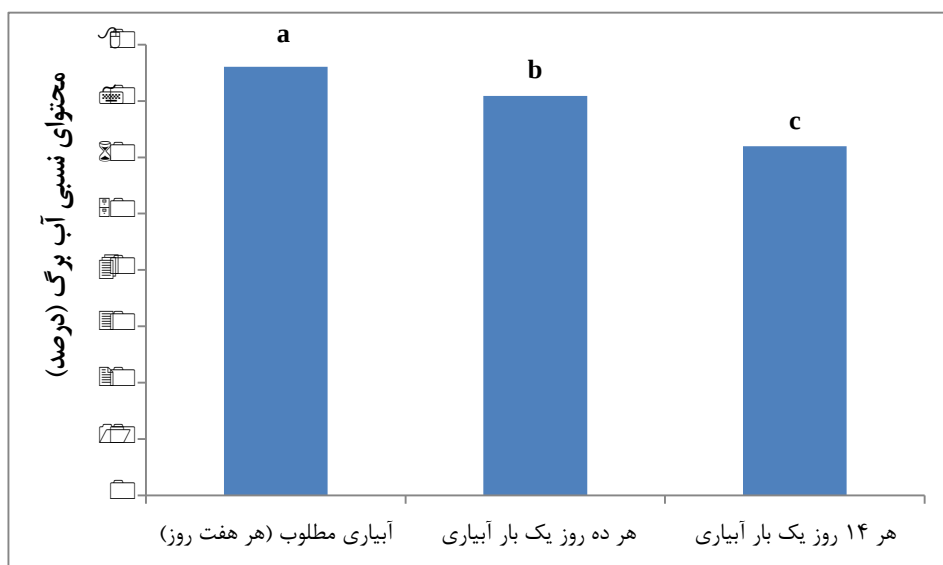
با توجه به نتایج به دست آمده، میزان آنتوسیانین با اعمال تنش خشکی روند کاهشی و با پرایمینگ بذر روند افزایشی به خود گرفت، به نحوی که تیمار ویوپرایمینگ بذر با مقدار عددی ۰,۰۵۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر در شرایط آبیاری مطلوب مزرعه بیشترین مقدار آنتوسیانین را داشت و کمترین مقدار مربوط به این صفت به تیمار عدم پرایمینگ و دور آبیاری ۱۴ روز یک‌بار اختصاص یافت (شکل ۴-۲۱). کاهش رنگدانه‌هایی مانند آنتوسیانین تحت تاثیر خشکی ممکن است ناشی از کاهش سنتز کمپلکس اصلی رنگدانه باشد یا اینکه ممکن است به علت صدمه اکسیداتیو لیپیدهای کلروپلاست، رنگدانه‌ها و پروتئین‌ها یا افزایش فعالیت آنزیم کلروفیل‌لاز باشد (سنجاری - میجانی و همکاران، ۲۰۱۵). ولی با این وجود تیمارهای پرایمینگ افزایش میزان آنتوسیانین را نشان دادند که تاکنون در این خصوص مطالعه‌ای یافت نشده است.



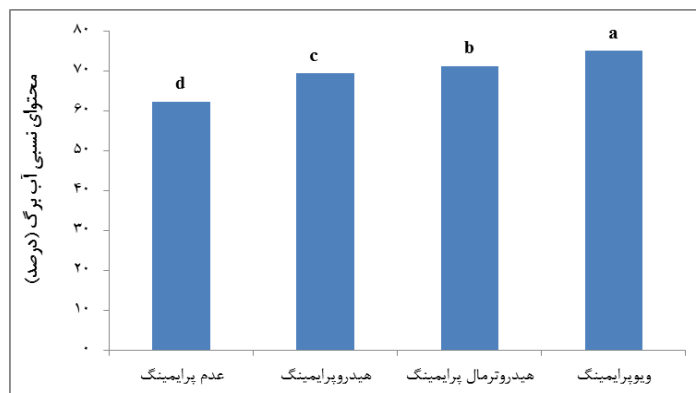
شکل (۴-۲۱) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر میزان آنتوسیانین در لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۶- محتوای نسبی آب برگ (LRWC)

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، افزایش زمان دور آبیاری در مزرعه لوبیا از ۷ روز یک بار به ۱۴ روز یک بار، محتوای نسبی رطوبت برگ را به طور معنی‌داری کاهش داد (شکل ۴-۲۲). پیش‌تیمار بذر به روش‌های هیدروپرایمینگ، هیدروترومال پرایمینگ و ویوپرایمینگ در مقایسه با تیمار شاهد (بدون پیش-تیمار)، محتوای نسبی آب برگ را تحت تأثیر قرار دادند. با اعمال این تیمارها مقدار عددی رطوبت نسبی برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۴-۲۳) به طوری که تیمار ویوپرایمینگ، بالاترین مقدار رطوبت نسبی برگ را به نمایش گذاشت (۷۵,۲۱٪). کاهش محتوای نسبی رطوبت برگ در اثر تنش خشکی و پاسخ مثبت تیمار پرایمینگ به افزایش محتوای نسبی رطوبت برگ در گیاه لوبیا چشم بلبلی، قبلاً در تحقیقات پاک‌مهر و همکاران (۱۳۹۳) گزارش شده است که می‌تواند دلیلی بر صحت این نتایج باشد.



شکل (۲۲-۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر محتوای نسبی رطوبت برگ در لوبیا چشم بلبلی

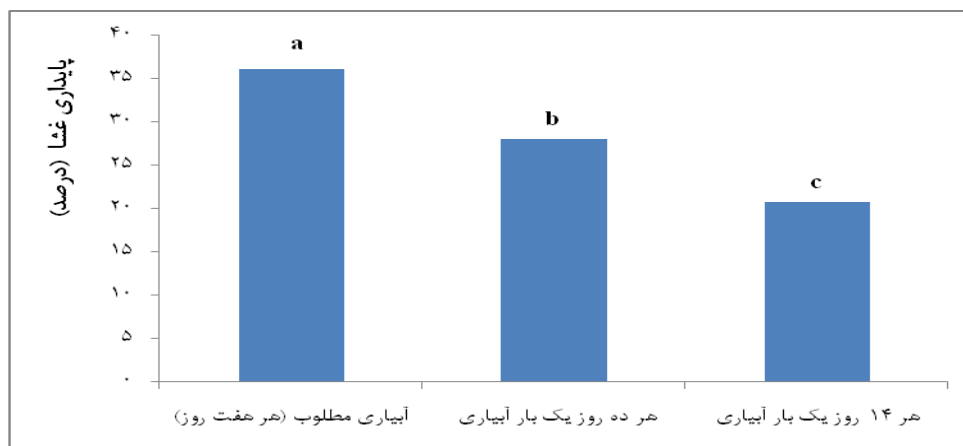


شکل (۲۳-۴) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر محتوای نسبی آب در برگ لوبیا چشم بلبلی

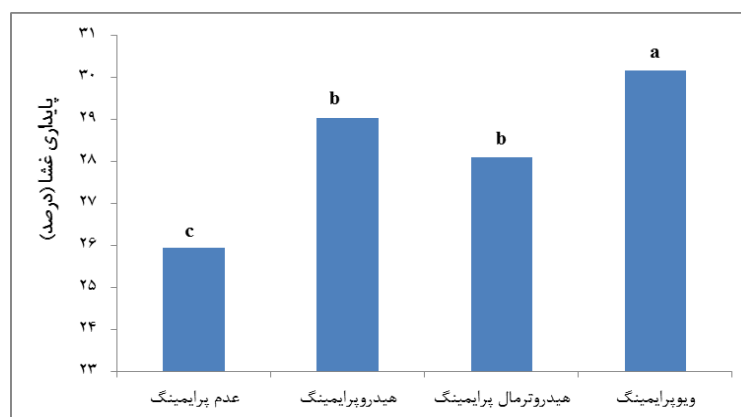
۴-۳-۷- پایداری غشاء

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تنش خشکی و پرایمینگ بذر از نظر درصد پایداری غشاء رابطه معکوسی وجود دارد، افزایش دور زمان آبیاری، کاهش پایداری غشاء را به همراه داشت (شکل ۴-۲۴) ولی تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر منجر به افزایش پایداری غشاء را داشت (شکل ۴-۲۵) تیمار

عدم پرایمینگ بذر کمترین مقدار پایداری غشاء را ثبت نمود (۲۵,۹۵٪). دلیل کاهش پایداری غشاء را می‌توان به آسیب وارده به غشاء سلولی نسبت داد (جونیس و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل (۴-۲۴) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان پایداری غشاء در لوبیا چشم بلبلی

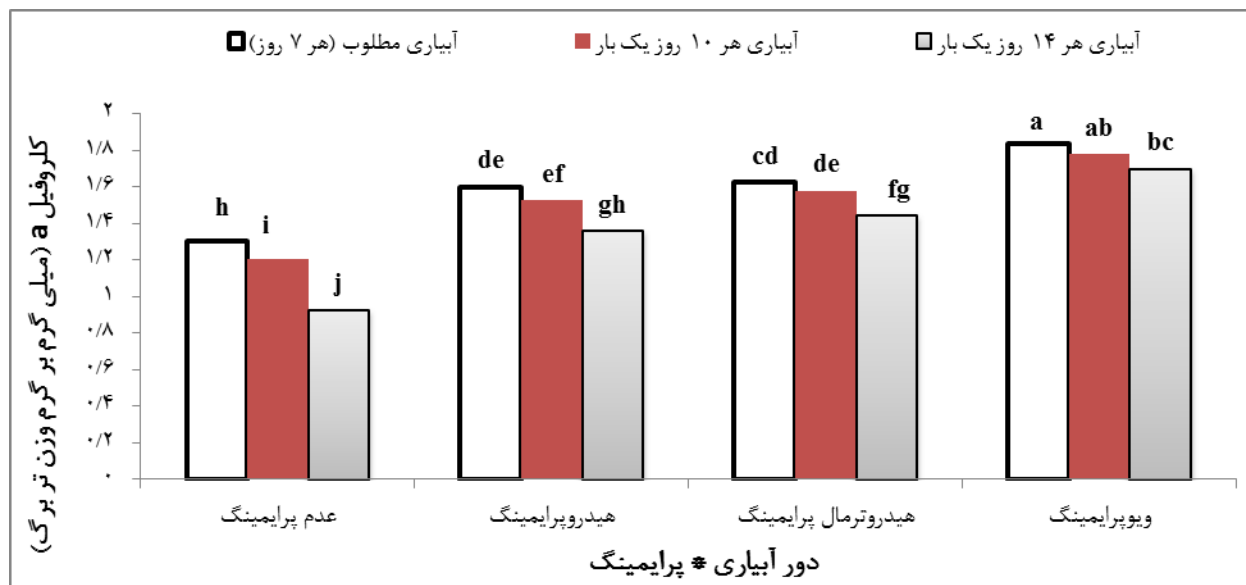


شکل (۴-۲۵) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر تراوایی غشاء در لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۸- کلروفیل a

براساس یافته‌های این پژوهش ثابت شد که افزایش زمان دور آبیاری باعث کاهش میزان کلروفیل a در برگ لوبیا می‌گردد، به طوری که نتایج مشابه با این نتایج در تحقیقات زالی و همکاران (۱۳۹۵) در گیاه کلزا به ثبت رسیده است. همچنین گزارش شد که پرایمینگ بذر قبل از کاشت منجر به افزایش غلظت

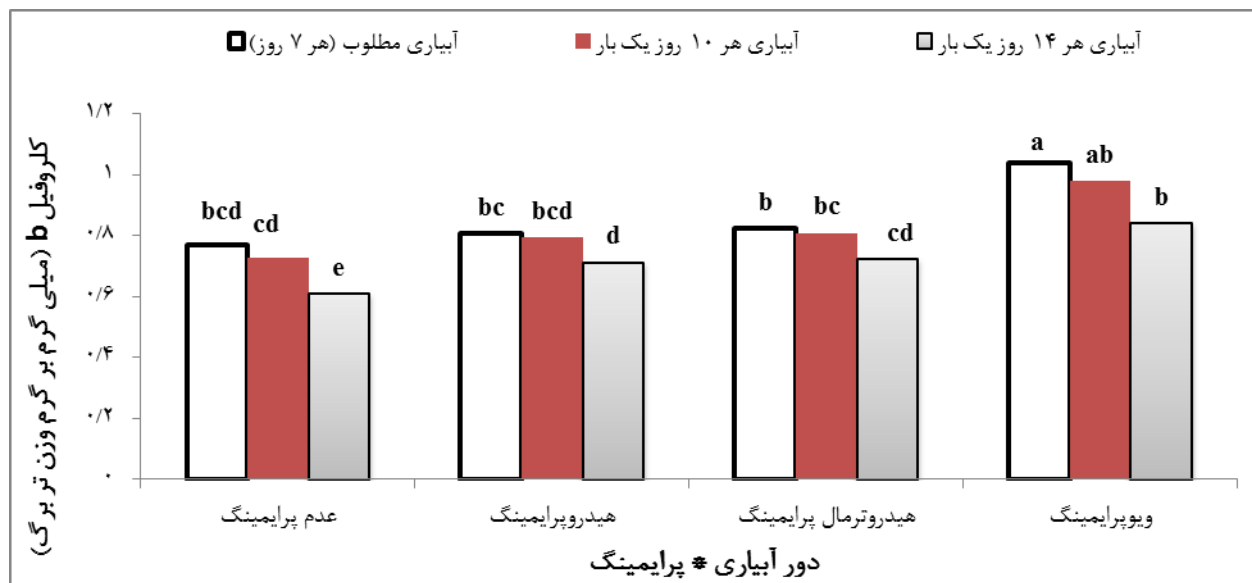
کلروفیل a در برگ لوبیا شده و تا حدودی اثرات منفی خشکی را بهبود بخشید (شکل ۴-۲۶) و بیشترین مقدار مربوط به این صفت به تیمار ویوپرایمینگ و آبیاری مطلوب مزرعه اختصاص یافت (۱,۸۴ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ).



شکل (۴-۲۶) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر میزان کلروفیل a در برگ لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۹- کلروفیل b

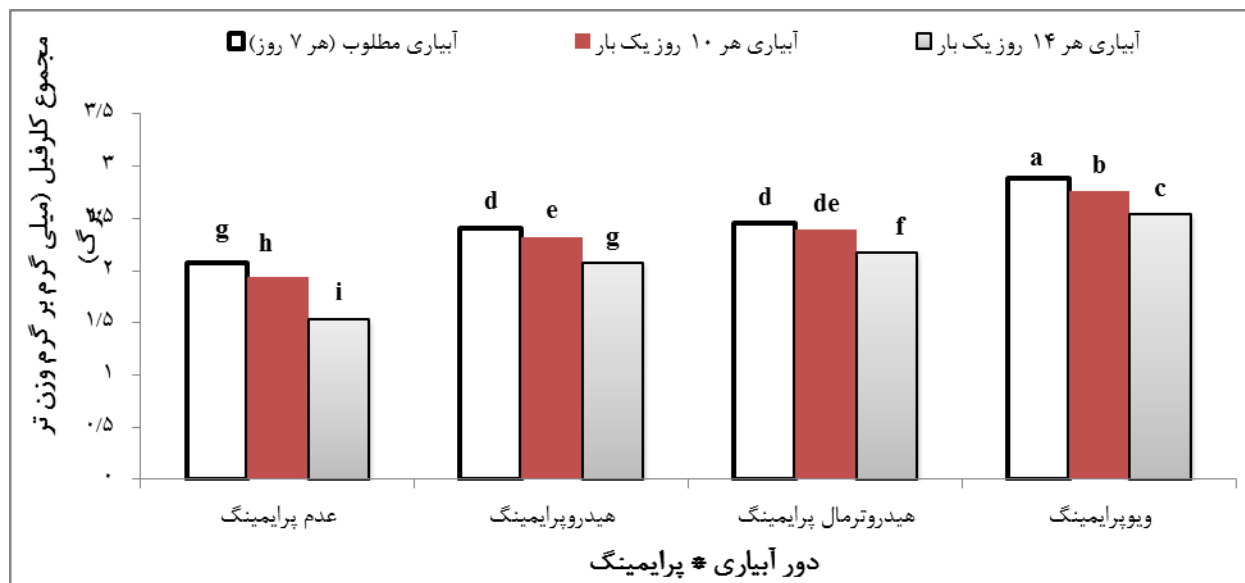
نتایج مبنی بر آنالیز مقایسه میانگین‌ها، تغییرات نزولی کلروفیل b را در شرایط تنش خشکی و تغییرات صعودی آن تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ را نشان دادند (شکل ۴-۲۷). بر اساس این نتایج گیاهان حاصل از بذرهای عدم پرایمینگ و تحت شرایط آبیاری ۱۴ روز یک بار، کمترین مقدار کلروفیل b را داشتند (۰,۶ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) و تیمار ویوپرایمینگ بذر با آبیاری مطلوب مزرعه بیشترین مقدار مربوط به این صفت را به نمایش گذاشتند (۱,۰۴ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ).



شکل (۴-۲۷) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر میزان کلروفیل b در برگ لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۱۰- مجموع کلروفیل a و b

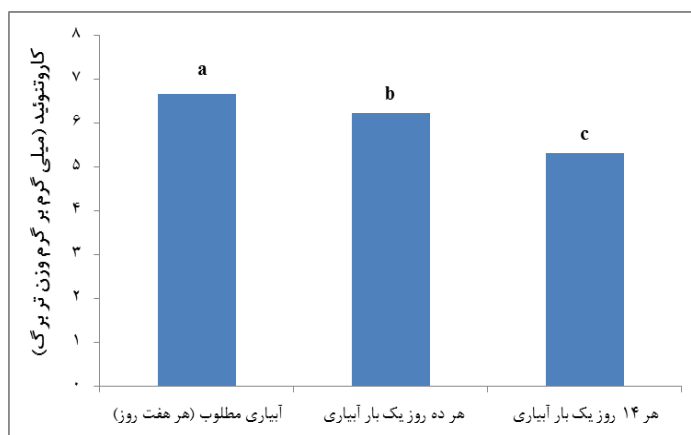
نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثرات متقابل دور آبیاری و تیمار پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر مجموع کلروفیل در برگ لوبیا دارند (جدول ۴-۳). ایجاد تنش رطوبتی میزان کلروفیل را کاهش داد و پرایمینگ بذر قبل از کاشت باعث افزایش میزان کلروفیل در برگ گیاه تولید شده می‌شود (شکل ۴-۲۸). به طور کلی بیشترین مقدار کلروفیل از تیمار ویوپرایمینگ و تحت شرایط آبیاری نرمال مزرعه به وجود آمد (۲,۸۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ). کاهش غلظت کلروفیل در تنش خشکی می‌تواند یک عامل محدود کننده غیرروزی‌ای به حساب آید. تنش خشکی موجب کاهش میزان کلروفیل برگ‌ها می‌شود. یانگ و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که تنش رطوبتی باعث افزایش غلظت آبسزیک اسید در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها می‌شود. در واقع آبسزیک اسید، سرعت فتوسنتز، مقدار کلروفیل و پروتئین محلول برگ‌ها را کاهش می‌دهد.



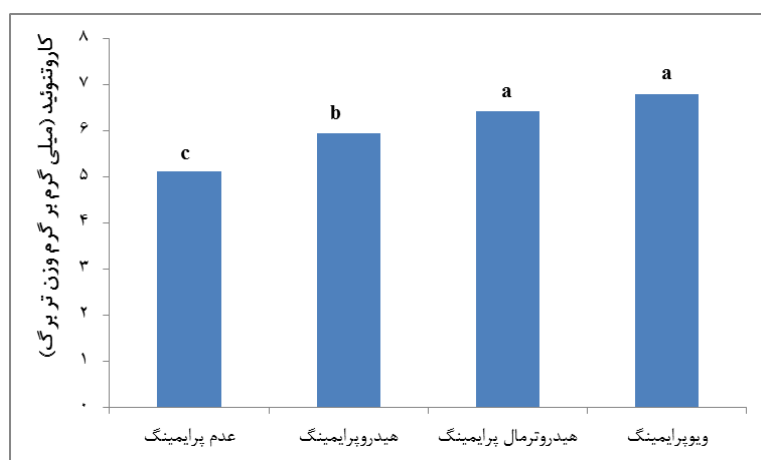
شکل (۴-۲۸) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر مجموع کلروفیل a و b در برگ لوبیا چشم بلبلی

۴-۳-۱۱- کاروتنوئید

مطابق با نتایج زالی و همکاران (۱۳۹۵) افزایش زمان دور آبیاری و به عبارتی ایجاد شرایط استرس رطوبتی، میزان کاروتنوئید را نیز همانند کلروفیل برگ تحت تأثیر قرار داد (جدول ۴-۳) و به نحوی باعث کاهش آن گردید (شکل ۴-۲۹). تنش آب در میان دیگر تغییرات، بخصوص با تولید ROS در تیلاکوئیدها، قادر به کاهش تراکم بافت کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها می‌باشد (کیانی و همکاران، ۲۰۰۸) نتایج مربوط به اثرات پرایمینگ بر میزان کاروتنوئید نشانگر اثرات مثبت این تیماره می‌باشد. پرایمینگ بذر به روش هیدروترمال و ویوپرایمینگ علی‌رغم اثر افزایشی، تفاوت معنی‌داری نداشتند. به طور کلی تیمارهای پرایمینگ بذر شرایطی را مهیا می‌کنند که گیاه با تنش رطوبتی مقابله می‌کند و از این طریق باعث افزایش میزان کاروتنوئید گردیدند (شکل ۴-۳۰).



شکل (۴-۲۹) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان کاروتنوئید در برگ لوبیا چشم بلبلی



شکل (۴-۳۰) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان کاروتنوئید در لوبیا چشم بلبلی

۴-۴-۴- فعالیت آنزیم

نتایج نشان داد که دور آبیاری و تیمارهای مختلف پرایمینگ، میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز را در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر قرار دادند. علی‌رغم این نتایج اثرات متقابل دور آبیاری * پرایمینگ بر روی این دو آنزیم از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴-۴).

جدول (۴-۴) تجزیه واریانس اثرات پرایمینگ بر فعالیت آنزیم در لویا چشم بلبلی تحت شرایط رطوبتی متفاوت

میانگین مربعات (MS)			
منابع تغییرات	درجه آزادی	کاتالاز	آسکوربات پراکسیداز
بلوک	۳	0.000001	0.0001
دور آبیاری	۲	0.001**	0.0005**
خطای اصلی	۶	0.000001	0.0001
پرایمینگ	۳	0.003**	0.001**
دور آبیاری * پرایمینگ	۶	0.000001 ^{ns}	0.000001 ^{ns}
خطای فرعی	۲۷	0.000001	0.000001
ضریب تغییرات (درصد)	-	۰/۶۶	۰/۴۷

^{ns}، * و **، به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

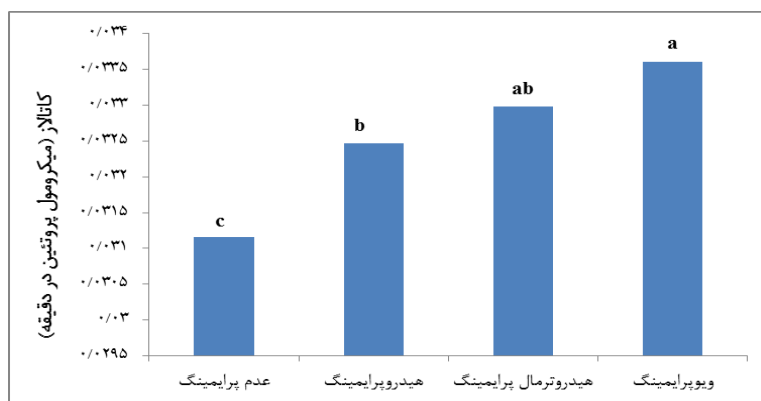
۴-۴-۱- کاتالاز

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش دور آبیاری از ۷ روز به ۱۰ روز تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نداشت ولی آبیاری مزرعه هر ۱۴ روز یک بار در مقایسه با تیمار شاهد، میزان آنزیم کاتالاز را به طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۴-۳۱). هر با و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که هر گیاهی پاسخ مولکولی و بیوشیمیایی متفاوتی نسبت به شرایط تنش خشکی مشابه نشان می‌دهد ولی در راستای این نتایج، یعنی افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در اثر تنش خشکی توسط وو و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها ثابت شد که تیمارهای مختلف پرایمینگ، اعم از هیدروپرایمینگ، هیدروترمال پرایمینگ و همچنین ویوپرایمینگ، میزان آنزیم کاتالاز را در مقایسه با بذرهای عدم پرایمینگ به طور معنی‌داری افزایش دادند و بیشترین تأثیر تیمار پرایمینگ در روش ویوپرایمینگ مشاهده شد (شکل ۴-۳۲). 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). همچنین تحقیقات نشان داده است که 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).



شکل (۴-۳۱) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان کاتالاز در لوبیا چشم بلبلی

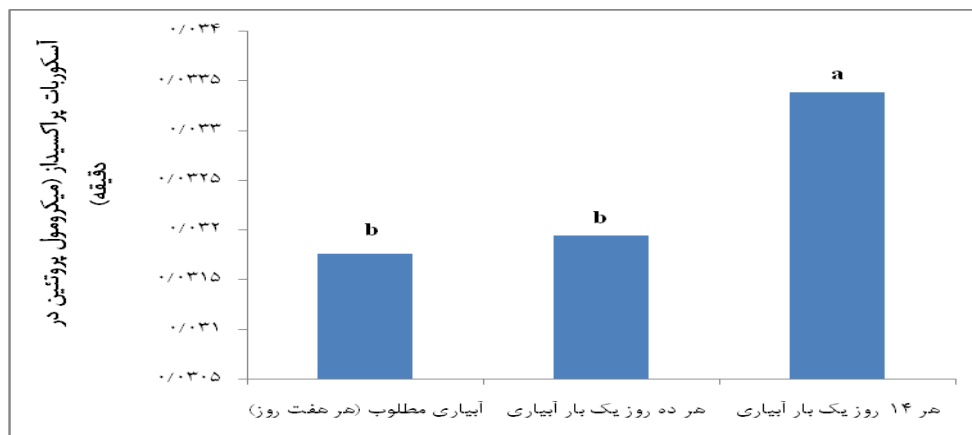


شکل (۴-۳۲) مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان کاتالاز در لوبیا چشم بلبلی

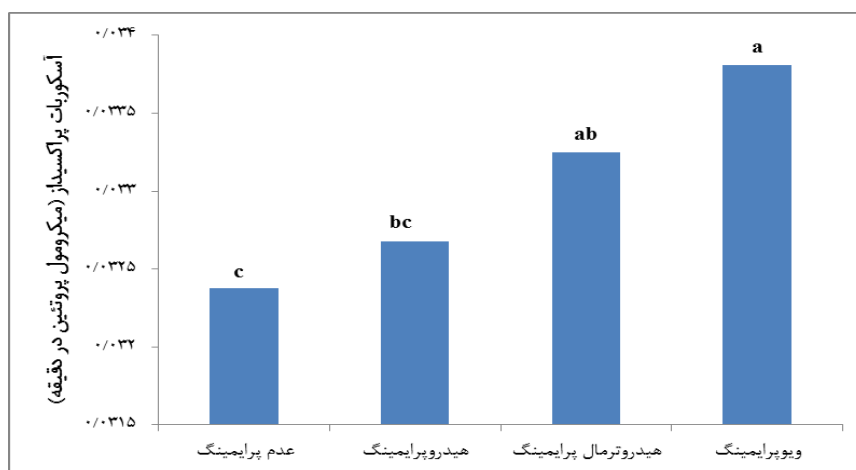
۴-۴-۲- آسکورات پراکسیداز

یافته‌های این پژوهش نشان داد که فعالیت آنزیم آسکورات پراکسیداز در گیاه لوبیا با ایجاد تنش خشکی، دستخوش تغییراتی می‌گردد به طوری که افزایش دور آبیاری از هفت روز به ۱۴ روز، میزان فعالیت این آنزیم را به طور قابل توجهی افزایش داد (شکل ۴-۳۳). مطابق با نتایج موجود، روش‌های

مختلف پرایمینگ بذر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز را تحت تأثیر قرار دادند و در مقایسه با تیمار شاهد، میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز همانند آنزیم کاتالاز افزایش یافت و بیشترین مقدار مربوط به این آنزیم در روش ویوپرایمینگ مشاهده شد (شکل ۴-۳۴). در راستای این نتایج رزمی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه تیمارهای پرایمینگ بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز، افزایش فعالیت این آنزیم را تحت تنش خشکی و همچنین تحت تأثیر پرایمینگ گزارش نمودند. 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). 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 بذرهای پرایم شده تنها بعد از ۶ تا ۱۲ ساعت پس از اعمال پرایمینگ گزارش شده است (برای و همکاران، ۱۹۸۹).



شکل (۴-۳۳) مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر میزان آسکوربات پراکسیداز در لوبیا چشم بلبلی



شکل ۴-۳۴- مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان آسکوربات پراکسیداز در لوبیا چشم بلبلی

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این تحقیق استنباط شد که تغییر دور آبیاری مزرعه از شرایط مطلوب (هفت روز یک بار) به ۱۰ و ۱۴ روز یک بار، خصوصیات مرتبط با اجزای عملکرد (تعداد بذر در غلاف، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه) و ارتفاع بوته و در نهایت عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی را کاهش می دهد. افزایش دور آبیاری، علاوه بر اجزای عملکرد میزان خصوصیات فیزیولوژی و بیوشیمیایی را نیز در گیاه لوبیا چشم بلبلی تحت تأثیر قرار داد به نحوی که با افزایش دور آبیاری، یا به عبارت دیگر ایجاد شرایط تنش رطوبتی باعث شد که مقدار پرولین، فلاونوئید، قندهای محلول، مالون دی آلدئید و فعالیت آنزیم های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز به طور معنی داری افزایش یابد و صفات، محتوای نسبی رطوبت برگ، پایداری غشاء، میزان کلروفیل و میزان کاروتنوئید با وقوع تنش خشکی در گیاه لوبیا چشم بلبلی به طور قابل توجهی کاهش یافتند. همچنین بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد که تیمارهای پرایمینگ اثرات مثبت و معنی داری بر بهبود عملکرد و سایر صفات لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط تنش رطوبتی داشتند. تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد بذر در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه شدند. همچنین اثرات پرایمینگ بذر به نحوی بود که میزان پرولین، قندهای محلول، آنتوسیانین، محتوای نسبی رطوبت برگ، پایداری غشاء، میزان کلروفیل ها، میزان کاروتنوئید و میزان فعالیت آنزیم ها تا حدودی افزایش یافتند و میزان فلاونوئید و مالون دی آلدئید به طور معنی داری کاهش یافتند. و تیمارهای مختلف پرایمینگ اثرات منفی ناشی از تنش خشکی را تعدیل نمودند. بین تیمارهای مختلف پرایمینگ تفاوت قابل توجهی مشاهده شد و بیشترین اثر مثبت در بهبود فرآیند رشد به تیمار ویوپرایمینگ اختصاص یافت.

پیشنهادات

۱- با توجه به خشکسالی حاکم بر اکثر مناطق ایران و همچنین با توجه به اثرات سوء تنش خشکی بر خصوصیات زراعی و بیوشیمیایی لوبیا چشم بلبلی در این پژوهش توصیه می‌شود که با استفاده از روش‌های نوین آبیاری مصرف آب به نحو احسن مدیریت شود و آب به صورت اقتصادی مصرف شود تا کشاورزان با کمبود آب مواجه نشوند.

۲- مصرف بی‌رویه آب علاوه بر محدودیت کشاورزی، مشکلات اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی نیز به دنبال دارد، بنابراین مصرف صحیح آب بسیار حائز اهمیت است.

۳- با توجه به این که همه تیمارهای پرایمینگ در این پژوهش تأثیر مثبتی بر رشد و نمو گیاه لوبیا داشتند توصیه می‌شود که سایر روش‌های پرایمینگ نیز در ارقام مختلف لوبیا مورد بررسی قرار بگیرد تا نتایج جامع و کامل‌تری از اثرات پرایمینگ به دست آید.

۴- تیمارهای مختلف پرایمینگ هر چند اثرات مثبت زیادی در بهبود رشد و نمو گیاه تحت شرایط تنش رطوبتی داشتند ولی برای کاربران و کشاورزان مبتدی کار آسانی نیست بنابراین در بین تیمارهای مختلف پرایمینگ استفاده از روش هیدروپرایمینگ به علت آسان بودن روش انجام کار و همچنین کم هزینه بودن آن بیشتر از سایر روش‌ها توصیه می‌شود.

۵- در نهایت توصیه می‌شود که با استفاده از دست آوردهای مولکولی و ژنتیکی، مکانیسم‌های دخیل در بهبود گیاه در شرایط تنش خشکی و همچنین عوامل مؤثر بر پرایمینگ بذرها به طور دقیق مورد مطالعه قرار گیرد تا اینکه بتوانند در سطح وسیع رشد و نمو گیاه را در شرایط نامساعد محیطی بهبود ببخشند.

منابع

- احمدپور دهکردی، س، و بلوچی ح، (۱۳۹۱) "اثر پرایمینگ بذر بر آنزیم های 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.
- آذرنیا م بیابانی ع، قلی زاده ع، عیسوند ح، و غلامعلی پور ا، (۱۳۹۵) "بررسی اثر تلقیح میکوریزی و پرایمینگ بذر بر برخی خصوصیات کمی و کیفی عدس" **نشریه آب و خاک**، جلد 30، شماره 3، ص ۸۱۷-۸۲۸.
- آیین ا، (۱۳۹۲) "تغییرات میزان پرولین، کربوهیدرات های محلول و جذب عناصر پتاسیم، روی و کلسیم در ژنوتیپ های کنجد (*Sesamum indicum* L) تحت تنش خشکی" **مجله تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش های محیطی**، شماره ۴، ص ۴۸-۴۰.
- براری م، کردی س، و لطفعلی ف، (1393) "اثر محلول پاشی روی بر تعدیل تنش کم آبی در مراحل مختلف رشد ارقام لوبیا در شرایط آب و هوایی ایلام" **مجله بهزرایی کشاورزی**، جلد ۱۶، شماره ۳، ص ۶۵۲-۶۴۱.
- بهراری ع، بهرامی ش، باسره ا، یونسی م، یونسی ا، (۱۳۹۴) "کاربرد باکتریهای محرک رشد بر خصوصیات جوانه زنی بذرهای کلزا (*Brassica napus* L) تحت تنش شوری" **اولین کنگره ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک ایران**، شماره ۲۰۳۹.
- پاک مهر آ، شکاری ف و راستگو م، (۱۳۹۳) "اثر پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید روی برخی صفات فتوسنتزی لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی در مرحله گلدهی" **نشریه پژوهش های حبوبات ایران**، جلد ۵، شماره ۲، ص ۳۰-۱۹.
- پورموسوی م، گلوی م، دانشیان ج، قنبری ا و بصیرانی ن، (1388) "بررسی تاثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشا سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا" **مجله علوم گیاهان زراعی ایران**، مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۴۰، ص ۱۴۶-۱۳۳.
- چراغی ف، محمودی س، جامی الاحمدی م، 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.
- حاجی خانی س، حبیبی ح، شکاری ف، و فتوکیان م، (۱۳۹۰) "تأثیر پرایمینگ بذر بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام لوبیا چیتی در شرایط تنش کم آبی" **مجله علوم گیاهان زراعی ایران**، دوره ۴۲، شماره ۱، ص ۱۹۷-۱۹۱.
- رجبی ل. ساجدی ن ع، و روشندل م، (۱۳۹۱). "واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم با اسید سالیسیلیک و پلیمر سوپرجاذب". **مجله پژوهش های به زراعی**، جلد ۴، شماره ۴، ص ۳۵۴-۳۴۳.
- رحیمی ا، زیبایی س، 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.
- رزمی ز، و حمیدی ر، (۱۳۹۵) "اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و فواصل مختلف آبیاری بر ویژگی های بیوشیمیایی دو رقم گندم نان" **فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی**، سال هشتم، شماره بیست و نهم، ص ۸۷-۷۳.
- زارع چاهوکی م ع، (۱۳۷۹). "تنش خشکی در گیاهان". **سمینار کارشناسی ارشد دانشگاه تهران**.
- زالی ح، حسنلو ط، سفالیان ا، اصغری ع، زین العابدینی م، (۱۳۹۵) "اثر تنش خشکی بر پارامترهای فیزیولوژیکی و تجمع اسیدهای آمینه در کلزا" **پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی**، سال هشتم، شماره 18، ص ۲۰۳-۱۹۱.

سپهری ع، عباسی ر، وکرمی 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.

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

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

شیخی م، ساجدی ن، جیریایی م، (۱۳۹۱) "تأثیر تنش کمبود آب بر خصوصیات زراعی هیبریدهای ذرت در شرایط اقلیمی اراک" **کنگره زراعت و اصلاح نباتات**، ص ۱۱۰-۱۰۱.

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

ضابط م، حسین زاده ع، خیال پرست ف، (۱۳۸۱) "مطالعه اثرات تنش خشکی بر صفات مختلف و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ماش"، **مجله علوم کشاورزی ایران**، شماره ۳۴، جلد ۴، ص ۶۸ - ۶۲.

علیزاده ا، کمالی غ، کشاورز ع، دهقان م، وظیفه دوست م، (۱۳۸۶). "نیاز آبی گیاهان". **انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)**. ص ۲۲۸.

فرودل س، صدرآبادی حقیقی ر، نبوی کلات س م، (۱۳۹۰) "تأثیر پرایمینگ بذر بر رشد گیاهچه های (*Sesamum indicum* L) تحت تنش شوری". **نشریه پژوهش های زراعی ایران**. ۹(۳): ص ۵۴۳-۵۳۵.

قاسمی ا، دلیلی ب، برهانی س، ولیزاده م، راعی ی، (۱۳۹۲). "تنش خشکی در گیاهان". **انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه**. ص ۲۲۰.

قاندی ارجنکی م، عباس دخت ح، عامران م، مکاریان ح، (۱۳۹۳) "بررسی تأثیر پرایم مضاعف ویو، هالوهاردنینگ پرایمینگ و سطوح تقسیط نیتروژن بر اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک ذرت زودرس". **سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران**. ص ۴.

کافی م، پرویزی ا، صالحی م، کمندی ع، معصومی ع، نباتی ج، (۱۳۹۳). "فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان". **انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد**. ص ۵۰۴.

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

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

کوچکی ع، حسینی م، و خزائی ح ر، (1376) "**نظامهای کشاورزی پایدار**" (ترجمه)، **انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد**، ص 188.

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

ماهرخ ع، نبی‌پور م، روشنفکر دزفولی ح، و چوکان ر، (۱۳۹۵) "ارزیابی روابط هورمون‌های اکسین و سیتوکینین بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت در شرایط تنش خشکی" **نشریه پژوهش‌های زراعی ایران**، جلد ۱۴، شماره ۲، ص ۲۸۸-۲۶۶.

مجنون حسینی ن، (۱۳۹۴) "زراعت و تولید حبوبات" (حبوبات در ایران)، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران ص. ۲۸۴.

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

منصوری فر س، شعبان م، و قبادی م، (۱۳۹۲) "بررسی روند پر شدن دانه در ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum* L) در شرایط تنش خشکی و مصرف کود نیتروژنه آغازگر" **نشریه پژوهش‌های زراعی ایران**، شماره ۹، ص ۱۰ - ۳. 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 ۵۰ - ۴۱.

میرمحمدی ع، گلکار پ، گل‌آبادی م، (۱۳۹۴). "پاسخ‌های گیاهان به تنش خشکی". انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان. ص ۲۴۰.

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

نظری‌ناسی حر جباری ف، عظیمی م ر، و نوروزیان مر (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 شکیبا م، (۱۳۹۵) "ارزیابی ارقام گندم بهاره از نظر صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و زراعی تحت تنش خشکی" **پژوهش‌نامه اصلاح گیاهان زراعی**، سال هشتم، شماره ۱۸، ص ۷۷ - ۶۴.

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.

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.

Abdolrahmani B. Ghassemi-Golezani K., Valizadeh M., Feizi Asl V. (2007). "Seedpriming and seedling establishment of barley (*Hordium vulgare* L.)". **Journal of Food, Agriculture and Environment**, 5: 179 184.

Aebi, H. (1984). "Catalase in vitro. Methods in Enzymology". **ELSEVIER**. 105, 121-126.

- Akram H. M. Ali A. Sattar A. Rehman H. S. U. and Bibi A. (2013). "Impact of water deficit stress on various physiological and agronomic traits of three Basmati rice (*Oryza sativa* L.) cultivars". **Journal of Animal & Plant Sciences** 23 (5): 1415-1423.
- Akram-Ghaderi F., Soltani E., Miri A.A. (2008). "Effect of priming on response of germination to temperature in cotton". **Journal of Agricultural Science and Natural Resource**, 15: 44-51. (In Persian).
- 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.
- Alimadadi A., Jahansouz M.R., Besharati H., Tavakkol-Afshari R., and Tavakkoli M. (2010). "Effect phosphate solubilizing micro-organisms, mycorrhiza and seed priming on the nodulation in chickpea crop (*Cicer arietinum*L.)." **Journal of Soil Research (Soil Science and Water)** 24(1): 43-53. (in Persian with English abstract).
- 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.
- Amiri, A., Parsa, S. R., Nezami, M. and Ganjeali, A. (2011). "The effects of droght stress at different phonological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum*L.)in greenhouse condition".**Iranian Journal of Pulses Research**.1:69-84.
- Ansari O. CHoghazardi H. R. SHarifzadeh F. Nazarli h. (2012). "Seed reserve utilization and seedling growth of treatef seeds of mountain rye (*Secale mountanum*) as affected by drought stress". **Cercetări Agronomice în Moldova Vol. 2 (150): 43-48.**
- Asgin, E., Atic, O., and Nalbantoglu, B. (2003). "Effect of salicylic acid on freezing tolerance in winterwheat leaves". **Plant Growth Regul.** 41: 231-236.
- 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., and Foolad, M. R. (2005) “Presowing seed treatment, a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline”.

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.**

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. 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).**

Bandeoglu E, Eyidogan, F. Yucel, M., and Oktem. H.A. (2004). “Antioxidant response of shoots and roots of lentil to NaCl Salinity stress”. **Plant Growth Regul.** **42: 69-77.**

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.**

Barnabas B. Jager K. and Feher A. (2008). “The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals”. **Plant Cell Environ** **31: 11–38.**

Beebe S. (2012). “Common bean breeding in the tropics”. **Plant Breeding Reviews.****36:357-365.**

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

Bewley, J. D., Blak, M., (1994). “Seeds: **physiol. Dev. Germination**”. Plenum pub crop.

Bhattacharjee S. and Mukherjee A. K. (2002). “Salt stress induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in three rice cultivars during early germination”. **Seed Sci. Techno.** **30: 279-287.**

- Borsani O. Valpuesta V. and Butella M.A. (2001) "Evidence for the role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings". **Plant Physiology**, **126**, 1024-1030.
- Bourgne S. Job C. and Job D. (2000). "Sugar beet seed priming: Solubilization of the basic subunit of 11S globulin in individual seeds". **Seed Science Research**. **10**, 153-161.
- Bourgne, S., Job, C., and Job, D., (2003). "Sugar beet seed priming: Solubilization of the basic subunit of 11S globulin in individual seeds". **Seed Science Research**. **10**, 153-161.
- Bray, C.M., Davison, P.A., Ashraf, M., and Taylor, R.M. (1989). "Biochemical changes during osmopriming of leek seed". **Annal. Botany**. **63**: 185-193.
- Brevedan R. and Egli B. (2003). "Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence and yield of soybean". **Crop Science** **43**: 2083-2088.
- 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". **J. of Agric. Sci. and Natural Res**. **10**: 55-63 (In Persian).
- 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.
- Colom M. R. and Vazzana C. (2003). "Photosynthesis and PSII functionality of drought-resistant and drought sensitive weeping love grass plants". **Environmental and Experimental Botany**. **49(2)**: 135-144.
- Cornoy J P, J.M.Virgon, R.M.Smillie and E.W. (1988). "Influence of drought acclimation and CO₂ enrichment on osmotic adjustment and chlorophyll a fluorescence of sunflower during drought". **Plant Physiol**, vol. **186** 1108-1115.
- 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.

Davidson D Y, and Chevalier P. M. (1992) “Storage and remobilization of water soluble carbohydrates in stems of spring wheat”. **Crop.Sci**, vol.32 86-190.

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.

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

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).

Eisvand H. R., Tavakkol-Afshari R., Sharifzadeh F., Madah Arefi H., and Hesamzadeh Hejazi S.M. (2010). (b). “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 Science and Technology**. 38,280-297.

Eisvand H.R., Shahrosvand S., Zahedi B., Heidari S., and Afroughe SH. (2011). (b). “Effects of hydro-priming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota* var. sativus)”. **Iranian Journal of Plant Physiology**. 1 (4), 233-239.

FAO. (2001). “**Perfiles nutricionales porpaíses**”. Nicaragua. Available online at: <ftp://ftp.fao.org/esn/nutrition/ncp/nic.pdf>.

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: 1363-1370.

Farhoudi. R., Saeedipour, S. and mohammadreza, D. (2011). “The effect of NaCl seed priming on salt tolerance, antioxidant enzyme activity, and proline and carbohydrate accumulation of Muskmelon (*Cucumis melo* L.) under saline condition.” **African J. Agric. Res.** 6: 1363-1370.

- 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.
- Fered E. B. Baldwin I. L. & McCoy E. (1932). "*Root nodule bacteria and leguminous*". University of Wisconsin Press. Madison.
- Fischer R A., and Hagan R M., (1965) "Plant water relations, irrigation management and crop yield." **Exp. Agric.** **1**: 161-177.
- 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.
- Gallardo, K., C., Job, S. P. C., Groot, M., Puype, H., Demol, J., Vandekerckhove, and D., Job. (2001). "Proteomic analysis of Arabidopsis seed Germination and priming". **Plant Physiol.** **126**:835-848.
- 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.
- Gunes, A., Inal, A., Adak, M.S., Bagci, E.G., Cicek, N. and Eraslan, F. (2008). "Effect of drought stress implemented at pre-or postanthesis stage on some physiological parameters as screening criteria in chickpea cultivars." **Russian Journal of Plant Physiology**, **55 (1)**:59-67.
- Gurusinghe, S. H. Z., Cheng, and Bradford, K. J. (۲۰۰۹). "Cell cycle activity during seed priming is not essential for germination advancement in tomato". **Journal of Experimental Botany**. **50**: 101-106.
- Hanson A D, and Hitz W. D. (1982) "Metabolism response of mesophytes to plant water deficits". **Annu Rev.Plant.Physiol.vol.33** 163-203.

Harba A., Awada, D. and Samarahb, N. (2015). "Gene expression and activity of antioxidant enzymes in barley (*Hordeum vulgare* L.) under controlled severe drought". **Journal of Plant Interactions** 10: 109–116.

Harris 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.

Harris D., Joshi A., Khan P.A., Gothkar P., Sodhi P.S. (1999). "On–Farm seed priming in semi- arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods". **Experimental Agriculture**, 35: 15- 29.

Harris, D., B. S., Raghuwenshi, J. S., Gangwar, S. C., Singh, K. B., Joshi, A., Rashid, and P. Hollington, A. (2001). "Participatory evaluation by farmers of on-farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan." **Exp. Agric.** 37:403-415.

Hissao T, (1973) "Plant responses to water stress". **Annu Rev Plant Physiol**,vol. 24 519-570.

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.

Hurli, R. F., Van staden, J., and smith, M. T., (1991). "Improved germination in seeds of guayule (*Parthenium argentatum* Gray) following polyethylene glycol and gibberellic acid pretreatments". **Ann. Appl. Boil.** 118, 175 – 184.

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 Jornal of Agriculture & Biology.**, vol. 15, No. 1, 2012.

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.

Jain, M., Mathur, A., Koul, S. and Sarin, N.B. (2001). "Ameliorative effects of proline on salt stress-induced lipid peroxidation in cell lines of groundnut (*Arachis hypogaea* L.)". **Plant Cell Rep.** 20: 463-468.

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.**

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

Kafi, M., E. Zand, B. Kamkar, A. Mahdavi- Damghani and F. Abbasi. (2010). Plant physiology 2 (translate). **Jihad-e- Daneshgahi of mashhad press.**

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

Kaur S. A. Gupte K. and Kaur N. (2002). “Seed priming increases crop yieldpossibly by Modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea”. **J. Agron. Cr op Sci. 191: 81-87.**

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

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.**

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

Kaya, C. Tuna A. L. and Yokas, I. (2009) “**The Role of Plant Hormones in Plants under Salinity Stress**”. Book Salinity and Water Stress 44: 45-50.

Khan M. I., Fatma M, Per, T.S., Anjum, N. A., 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.**

Kng, 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.

Lee, S. S., Kim, J. H., Hong, S. B., Yuu, S. H. and Park, E. H., (1998). "Effect of humidification and hardening treatment on seed germination of rice". **Korean J. Crop Sci.** **43**:157-160.

Li, L., Van Staden, J., and Jager, A.K. (1998). "Effects of plant growth regulators on the antioxidant system in seedling of two maize cultivars subjected to water stress". **Plant Growth Reg.** **25**: 81-87.

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.

Lum M. S. Hanafi M. M. Rafii Y. M. and Akmar A. S. N. (2014). "Effect of Drought Stress on Growth, Proline and Antioxidant Enzyme Activities of Upland Rice". **Journal of Animal & Plant Sciences** **24** (5): 1487-1493.

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.

MacDonald, M. B. (2000). "Seed priming. (eds. M. Black and J. D. Bewley)" **Sheffield Academic Press**. Pp. 287-325.

Maggio A. Dalton F. and Piccinni G. (2002). "The effect of elevated carbon dioxide on static and dynamic induced for tomato salt tolerance". **Eur. J. Agron.** **16**: 197-206.

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.**

Majnoon Hoseini, N. (2008). Culture and Production Leguminous, Tehran University **Publication Jahad. (in Farsi)**

Majnoon Hosseini N. (2008). “*Grain legume production*”. Tehran Univ. Press. 4, 1-7. (In Farsi).

Martin B, and Torres. N. A. R, (1992) “Effects of water deficits stress on photosynthesis, its components and component limitations and on water use efficiency in wheat”. **Plant Physiol, vol. 100 733-739.**

Min, T. G., and B. M., Seo. (1999). “Optimum conditions for tobacco seed priming by PEG 6000”. **Korean J. Crop Sci. 44:263-266.**

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.**

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

Moosavi, A., Tavakkol-Afshari, R., Sharif-Zadeh, F., and Aynehband, A. (2009).” Effect of seed priming on germination characteristics, polyphenol oxidase, and peroxidase activities of four amaranth cultivars”. **J. Food Agr. Environ. 7: 353- 358.**

Munns, R. and James, R.A. (2003). “Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat”. **Plant and Soil, 253: 201-218.**

Munns, R., and Termatt, A. (1986). “Whole plant responses to salinity”. **J. Plant physiol. 13:143-160.**

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.**

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.**

- 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.**
- Panda, S.K., Upadhyay, R.K. (2004). "Salt stress induces oxidative alterations and antioxidative defense in the roots of *Lemna minor*". **Biology Plant. 48: 249-253.**
- 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.**
- Pospisilova, J. (2003). "Participation of phytohormones in the stomatal regulation of gas exchange during water stress". **Biologia Plantarum 46: 491-506.**
- Ranieri, A., Castagna, A., Pacini, J., Baldan, B., Mensuali Sodi, A. & Soldatini, G.F. (2003). "Early production and scavenging of hydrogen peroxide in the apoplast of sunflower plants exposed to ozone". **Jornal of Experimental Botany, 54, 2529-2540.**
- 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 drought-stressed common bean cultivars". **Field Crops Research. 85(2): 203- 211.**
- Rowse, H. R. (1996). "Drum priming, a non osmotic method of priming seeds". **Seed Science and Technology. 24:281-294.**
- 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.**

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

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.

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.

Satvir, K. Anil, G. K. and Narinder, K. (2000). "Effect of GA₃, kinetin and indole acetic acid on carbohydrate metabolism in chickpea seedlings germinating under water stress". **Plant Growth Regulation** 30: 61–70.

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.

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.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., and Dixon, K. (2000). "Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants." **Plant Growth Regul.** 30: 157-161.

Shahram A. and Daneshi N. (2005). "The most appropriate amount of water needed in irrigation and agriculture agricultural white beans". **Ninth Congress of Soil Science. Tehran, Iran.**

Siddiqui M. H. Al-Khaishany M. Y. Al-Qutami M. A. Al-Waibi 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.

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.

- Smith, P. T., and Cobb, g. (1991). "Physiological and enzymatic activity of pepper seeds (*Capsicum annum*) during priming". **Physiological plantarum**. **82:433-439**.
- 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". Saycer Publishing, London, United Kingdom.
- Subedi, K. D., and Ma, B. L., (2005). "Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment". **Agron. J.** **97:211-218**.
- 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**.
- Synerri C L M, Pizino C. and Navari-Izzo F (1993). "Chemical changes and O₂ production in
- 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**.
- Thornton, J. M., and Powell, A. A. (1995). "Prolonged aerated hydration for for the improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L". **Ann. Appl. Biol.** **127:183-189**.
- Trkyilmaz, B. (2012) "Effects of salicylic and Gibberellic acid on wheat (*Triticum Aestivum* L.) under salinity stress". **Bangladesh J. Bot.** **41(1): 29-34**.
- 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**.
- 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**.
- Wang, S., Wan, Ch., Wang, Ya., Chen, H., Zhou, Z., Fu, H. and Sosebee, R.E., (2004). The characteristics of Na⁺, K⁺ & free proline distribution in several drought-resistant plants of the Alexa Desert, China. **Journal of Arid Environments**, **56: 525-539**.
- Warren, J. E., and Bennett, M. A., (1997). "Seed hydration using the drum priming system. Hort". **sci. 32, 1220-1221**.

- 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**.
- Wu G.O., Zhang, L.N. and Wang, Y.Y. (2012). "Response of growth and antioxidant enzymes to osmotic stress in two different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars seedlings". **Plant Soil Environ** **58:534-539**.
- Wu R, and Garg A. (2003). "Engineernig rice plants with trehalose producing genes improves tolerance to drought, salt and low temperature". *ISB News*, February vol.32 21-81.
- Xu, L., Han, L. and Huang, B. (2011). "Antioxidant Enzyme Activities and Gene Expression Patterns in Leaves of Kentucky bluegrass in Response to Drought and Post-drought Recovery". **Journal of the American Society for Horticultural Science**, **136(4):247**.
- Yamada, Y.and.Fukutoku, Y (1986) "Effect of water stress on soybean stress.Soybean in tropical and sub tropical cropping system.The asion vegetable research and development center shanbue Taiwan",**China chapter48: 373-382**.
- 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**.
- Yang, J., J. Zhang, Z. Huang, Z. Wang, Q. Zhu and L. Liu. (2002). "Correlation of cytokinin levels in the endosperms and roots with cell number and cell division activity during endosperm development in rice". **Animals of Bot. 90: 369-377**.
- 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**.
- Yunca 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**.
- Zlatev Z. Lidon F. C. (2012). "An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis". **Emirates Journal of Food and Agriculture** **24: 57–72**.

Abstract

In order to investigate the effects of priming treatments on yield components, physiological and biochemical properties of bean brussels under moisture stress, this study was conducted as split plot in completely randomized block design with four replications in 2016 at Shahrood University of Technology, faculty of agriculture, Located in the city of Bastam. Experimental treatments included: Priming as the main factor in four levels: (without priming (control), hydropriming, hydrothermal priming and wavepriming) and moisture stress as sub factor in three levels (irrigated every seven days (optimal irrigation of the field), Irrigation was performed every 10 days, irrigation was performed every 14 days.) in this research, indigenous of Bastam region were bean) were used. The evaluated traits were: yield components, physiological characteristics, biochemical and enzymatic properties. The results showed that the effect of drought stress, plant height, seed number per pod, 100 seed weight, grain yield, leaf anthocyanin content, relative leaf moisture content, membrane stability, chlorophyll content and carotenoid content were significantly reduced. Based on these results, the amount of proline in leaf, flavonoid content, soluble sugars, malondialdehyde levels and activity of catalase and ascorbate peroxidase enzymes increased under drought stress. Different methods of priming have positive and significant effects on these traits and increase the amount of proline, soluble sugars, anthocyanin, relative humidity of leaves, membrane stability of chlorophyll a and b, the amount of carotenoid and activity of catalase and ascorbate peroxidase enzymes they gave. Different priming treatments have significant differences in terms of effect on traits, and all of them have improved the negative effects of drought stress. And also the effects of drought stress on priming have a significant effect on some traits such as grain yield, proline, flavonoids, anthocyanin and Chlorophyll content. In general, experimental treatments increased physicochemical characteristics and bean yield components, among which wavepriming had a more positive effect on other treatments and was selected as the best experimental treatment.

Keywords: Priming, Drought stress, Grain yield and Enzyme



Faculty of Agriculture
M.Sc. Thesis in Agroecology

**The effect of different methods of priming on quantitative
and qualitative Function of beans at drought stress levels**

By: Mohadese Farhadi

Supervisor:
Dr. Hamid Abbasdokht

Advisor:
Dr. Manochehr Gholipour

January 2017