

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک

بررسی تاثیر پرایمینگ و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی شاخص‌های رشدی ذرت در
مدارهای مختلف آبیاری

نگارنده: محمد بیاری

استاد راهنما

دکتر حمید عباس دخت

اساتید مشاور

دکتر حمیدرضا اصغری

دکتر حسن مکاریان

مهر ۱۴۰۰

شماره: ۱۹۸
تاریخ: ۱۴۰۰/۹/۱۳

ویرایش:

باسمه تعالی

فرمهای ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد
مربوط به ورودی های ۹۴ به بعد



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 / آقای محمد ییاری با شماره دانشجویی ۹۷۰۴۰۰۴ رشته زراعت گرایش آگرواکولوژی تحت عنوان بررسی تاثیر پرایمینگ و سوپرچازب بر عملکرد و برخی شاخص های رشدی ذرت در مدارهای مختلف آبیاری که در تاریخ ۱۴۰۰/۰۷/۲۴ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار شد به شرح ذیل اعلام می گردد:

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

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

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:



تقدیم بہ پدرم کہ زندگی را از دستاش،
مادرم کہ محبت را از نگاهش آموختم
و، ہمسر عزیزم بہ پاس ایثار و فداکاری ہائش

اینجانب محمد بیاری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته کشاورزی اکولوژیک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تحت عنوان بررسی تاثیر پرایمینگ و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی شاخص های رشدی ذرت در مدارهای مختلف آبیاری تحت راهنمایی دکتر حمید عباس دخت متعهد می شوم.

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

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی شاخص‌های رشدی ذرت در مدارهای مختلف آبیاری. آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دور آبیاری در سه سطح ۷ (آبیاری مطلوب مزرعه)، ۱۰ و ۱۴ روز دور آبیاری به عنوان فاکتور اصلی و استفاده از هیدروژل سوپر جاذب در دو سطح صفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و سه سطح پرایمینگ شامل شاهد، هیدروپرایمینگ و هورمون پرایمینگ با اسید سالیسیلیک (۱۰۰ ppm) به عنوان فاکتور فرعی لحاظ شدند. نتایج نشان داد تیمارهای آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب اثر معنی داری بر ارتفاع بوته، نشت الکترولیت و محتوای نسبی آب برگ، مقادیر کلروفیل a, b و کارتنوئید، پرولین، کاتالاز، قند محلول، پرکسیداز، آنتوسیانین برگ و نیز عملکرد دانه داشت. بر اساس نتایج این آزمایش با افزایش دور آبیاری ارتفاع بوته، رنگیزه‌های فتوسنتزی، محتوای نسبی آب و قندهای محلول در برگ و نیز تعداد دانه در بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در ذرت کاهش یافت، اما کاربرد سوپر جاذب و پرایمینگ بذر ذرت اثرات مخرب تنش خشکی کاهش داد به طوری که با کاربرد سوپر جاذب در سطوح مختلف آبیاری ارتفاع بوته، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل b، تعداد دانه در بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به طور معنی داری افزایش پیدا کرد. همچنین پرایمینگ بذر ذرت سبب افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت شد، به طوری که بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک در تیمار ۷ روز آبیاری و هورمون پرایمینگ مشاهده شد که به ترتیب برابر ۹۶۶۸/۵ و ۲۰۰۸۷ کیلوگرم در هکتار بودند. بر اساس نتایج این پژوهش، هورمون پرایمینگ اثر مطلوب‌تری نسبت به هیدرو پرایمینگ داشت. در جمع بندی کلی بر اساس نتایج این پژوهش، هر دو فاکتور پرایمینگ و سوپر جاذب باعث بهبود معنی‌دار در عملکرد دانه و مقدار ماده خشک تولیدی نسبت به حالت شاهد داشتند.

کلمات کلیدی: ذرت، سوپر جاذب، عملکرد دانه، هورمون پرایمینگ، هیدرو پرایمینگ

فهرست مطالب

فصل اول	۱
مقدمه و کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- فرضیات:	۹
۳-۱- اهداف:	۹
فصل دوم	۱۱
بررسی منابع	۱۱
۱-۲- گیاه‌شناسی ذرت	۱۲
۲-۲- طبقه‌بندی ذرت	۱۶
۳-۲- سوپر جاذب	۱۸
۴-۲- مزایای استفاده از پلیمر های سوپر جاذب	۲۰
۵-۲- پرایمینگ	۲۲
۱-۵-۲- هورمون پرایمینگ	۲۴
۲-۵-۲- اسموپرایمینگ	۲۴
۳-۵-۲- هیدروپرایمینگ	۲۴
۶-۲- مروری بر اثرات سوپر جاذب و پرایمینگ بر خصوصیات گیاهان	۲۵
فصل سوم	۳۱
مواد و روشها	۳۱
۱-۳- زمان و مکان انجام آزمایش	۳۲
۲-۳- موقعیت جغرافیایی و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش	۳۲
۳-۳- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش	۳۲
۴-۳- مشخصات طرح آزمایش	۳۳
۵-۳- مشخصات هیدروژل سوپر جاذب مورد استفاده	۳۴
۶-۳- نقشه طرح آزمایشی	۳۴
۷-۳- مراحل اجرای آزمایش	۳۶
۸-۳- نمونه برداری	۳۷
۹-۳- اندازه‌گیری صفات زراعی و مورفولوژی	۳۷
۱-۹-۳- ارتفاع و قطر ساقه	۳۷
۲-۹-۳- وزن خشک	۳۷
۳-۹-۳- عملکرد و اجزای عملکرد	۳۸
۱۰-۳- اندازه‌گیری صفات مرتبط با دانه	۳۸
۱-۱۰-۳- سدیم و پتاسیم دانه	۳۸
۲-۱۰-۳- درصد و عملکرد پروتئین دانه	۳۹

۴۰	۱۱-۳- اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک
۴۰	۱۱-۳-۱- میزان کلروفیل و کاروتنوئید
۴۱	۱۱-۳-۲- محتوای نسبی آب برگ (RWC)
۴۱	۱۱-۳-۳- پایداری غشای پلاسمایی برگ
۴۲	۱۱-۳-۴- فلاونوئید
۴۲	۱۱-۳-۵- استخراج کربوهیدرات محلول
۴۴	۱۱-۳-۶- پرولین
۴۶	۱۱-۳-۷- میزان آنتوسیانین
۴۶	۱۲-۳- اندازه‌گیری فعالیت‌های آنزیمهای آنتی اکسیدان
۴۶	۱۲-۳-۱- استخراج عصاره آنزیمی
۴۶	۱۲-۳-۲- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز
۴۷	۱۲-۳-۳- سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز
۴۹	فصل چهارم
۴۹	نتایج و بحث
۵۰	۴-۱- تعداد بلال در بوته و وزن هزار دانه
۵۱	۴-۲- تعداد دانه در بوته، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف
۵۶	۴-۳- عملکرد بیولوژیک
۶۰	۴-۴- عملکرد دانه
۶۳	۴-۵- رنگدانههای فتوسنتزی
۷۰	۴-۶- محتوای نسبی آب برگ و هدایت الکتریکی
۷۶	۴-۷- پرولین و قندهای محلول
۸۰	۴-۸- آنزیمهای آنتی اکسیدانت کاتالاز و پرکسیداز
۸۵	۴-۹- پروتئین و آنتوسیانین
۹۰	۴-۱۰- رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه و صفات اندازه‌گیری شده
۹۲	۴-۱۱- نتیجه‌گیری کلی
۹۵	منابع

فهرست جداول

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه	۳۳
جدول ۳-۲- مشخصات هیدروژل سوپر جاذب مورد استفاده	۳۴
جدول ۴-۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر وزن هزار دانه	۵۰
جدول ۴-۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تیمارهای مورد مطالعه بر برخی صفات ذرت	۵۱
جدول ۴-۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر صفات گیاه ذرت	۵۷
جدول ۴-۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه در ذرت	۶۴
جدول ۴-۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر هدایت الکتریکی و محتوای نسبی آب برگ گیاه در ذرت	۷۱
جدول ۴-۶- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر پرولین و قندهای محلول در ذرت	۷۶
جدول ۴-۷- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری (a)، پرایمینگ (b) و سوپر جاذب (c) و اثرات متقابل آنها بر آنزیمهای آنتی اکسیدانت کاتالاز و پراکسیداز در ذرت	۸۰
جدول ۴-۸- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری (a)، پرایمینگ (b) و سوپر جاذب (c) و اثرات متقابل آنها بر صفات اندازه گیری شده گیاه در ذرت	۸۵

فهرست شکل ها

- شکل ۴-۱- مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر وزن هزار دانه ۵۱
- شکل ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و پرایمینگ بر صفات تعداد دانه در بلال (الف)، ردیف در بلال (ب) و دانه در ردیف (ج) ۵۳
- شکل ۴-۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار، ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات تعداد دانه در بلال (ج)، ردیف در بلال (ب) و دانه در ردیف (الف) (ستون پر کاربرد سوپر جاذب و ستون خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) ۵۵
- شکل ۴-۴- اثر متقابل پرایمینگ و دور آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ذرت ۵۸
- شکل ۴-۵- اثر متقابل سوپر جاذب (کیلوگرم در هکتار) و دور آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ذرت ۵۹
- شکل ۴-۶- اثر متقابل سوپر جاذب، دور آبیاری (روز) (الف) و سوپر جاذب (کیلوگرم در هکتار) ، پرایمینگ (ب) بر عملکرد دانه ذرت ۶۲
- شکل ۴-۶- مقایسه میانگین اثر ساده پرایمینگ (الف) و دور آبیاری (ب) بر مقدار کلروفیل a ذرت ۶۵
- شکل ۴-۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات کلروفیل b (الف) و کارتنوئید (ب) ۶۶
- شکل ۴-۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات کلروفیل b (الف) و کارتنوئید (ب) ۶۸
- شکل ۴-۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات هدایت الکتریکی (الف) و محتوای نسبی آب برگ (ب) ۷۲
- شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات هدایت الکتریکی (الف) و محتوای نسبی آب برگ (ب) ۷۴
- شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات پرولین (الف) و قندهای محلول (ب) ۷۷
- شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات پرولین (الف) و قندهای محلول (ب) .. ۷۹
- شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات پرکسیداز (الف) و کاتالاز (ب) ۸۲
- شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات کاتالاز (الف) و پرکسیداز (ب) ۸۳
- شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات پروتئین (الف) و آنتوسیانین (ب) ۸۷
- شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات پروتئین (ب) و آنتوسیانین (الف) ۸۸
- شکل ۴-۱۷- رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه و صفات اندازه گیری شده در ذرت ۹۲

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

امروزه یکی از دغدغه‌ها و ضروریات مهم جوامع بشری تامین غذا است و این موضوع شاخص پیشرفت یا عقب ماندگی هر ملت می‌باشد. در امنیت غذایی باید تمهیداتی اندیشیده شود تا زمینه بهره‌برداری حداکثری و بهینه از منابع و ظرفیت‌های بالقوه در آب و خاک موجود در کشور برای تولید خوراک فراهم شود و این مهم مستلزم شناسایی منابع موجود و مواد غذایی در هر یک از مناطق کشور است تا بتوان بر اساس این اطلاعات برنامه‌ریزی لازم را برای تامین خوراک مورد نیاز انجام داد. با توجه به سرعت افزایش جمعیت جهان و پیش بینی بیش از ۹ میلیارد نفری جمعیت در سال ۲۰۵۰ از یک طرف و کاهش تولید غذا به علت اثر تنش‌های غیرزیستی مختلف از طرف دیگر، در نتیجه کاهش تلفات ناشی از تنش‌های غیرزیستی در همه کشورها مورد توجه قرار گرفته است (ماهاجان و تونجا، ۲۰۰۵). در این بین، خشکی مهمترین تنشی است که رشد و تولید گیاهان زراعی را در سرتاسر جهان محدود می‌کند (ردی و همکاران، ۲۰۰۴).

۷۵ درصد کل آب مصرفی دنیا به کشاورزی اختصاص دارد (مولدن، ۲۰۰۷). از سوی دیگر حدود ۲۶ درصد از زمین‌های قابل کشت دنیا در مناطق خشک قرار دارد (آتلین و فری، ۱۹۹۰). اما رشد جمعیت و تغییرات آب و هوایی، محققین و اصلاح‌گران گیاهی را با چالش بزرگی در قرن ۲۱ جهت تولید گیاهان مفید در محیط‌های کم آب مواجه ساخته است (پیمنتال و همکاران، ۱۹۹۷) و به علاوه، به دلیل گرم شدن کره زمین و نوسانات توزیع بارندگی ممکن است خطر اینکه گیاهان مکرر در معرض خشکی قرار گیرند را افزایش دهد. تقریباً همه گونه‌های گیاهی تحمل به تنش خشکی را نشان می‌دهند اما توانایی گونه‌ها و واریته‌های مختلف در این زمینه متفاوت است (لارچر، ۲۰۰۳). در محیط‌های طبیعی گیاهان دستخوش انواع تنش‌هایی می‌شوند که اثرات منفی بر رشدشان دارد. دما، نور، آب قابل دسترس و... از جمله عوامل غیر زنده‌ای می‌باشند که به طور موثری بر رشد گیاهان عالی اثر می‌گذارند. حدود ۳۵۰۰۰۰ گونه گیاهی شناخته‌شده وجود دارد، اما تنها ۲۴ گونه آن (یعنی

۰/۰۰۷ درصد از کل گونه‌های موجود) برای رفع نیازهای انسان به غذا و الیاف به‌عنوان گیاه زراعی استفاده می‌شوند (کافی و همکاران، ۱۳۸۴). در مقیاس جهانی نزدیک به ۵۲ درصد از زمین‌های قابل کشت دنیا (یعنی معادل ۷۰۷ میلیون هکتار) به کشت غلات اختصاص دارد.

ذرت با نام علمی (*Zea Mays*) یکی از غلات گرمسیری و از خانواده غلات با $2n=20$ کروموزوم می‌باشد. گیاه ذرت از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان، دام و طیور است که از نظر میزان تولید در دنیا رتبه اول را در بین گیاهان زراعی دارا بوده و به‌عنوان کشت دوم در مناطق معتدله و گرم و پس از برداشت گندم مورد توجه قرار گرفته است (خواجه‌پور، ۱۳۹۳). طول دوره رشد در انواع مختلف ذرت از ۵۰ تا ۱۳۰ روز متفاوت است از این‌رو تنوع سازگاری وسیعی داشته و از ۴۲ درجه عرض جنوبی تا ۵۰ درجه عرض شمالی با درجه حرارت‌های متفاوتی می‌روید. در صورتی که حداقل درجه حرارت زمین بین ۱۰-۶ درجه سانتی‌گراد باشد، ذرت جوانه‌زده و مناسب‌ترین درجه حرارت برای جوانه‌زنی رشد ذرت در هوای ۲۰-۳۰ درجه می‌باشد (خدابنده، ۱۳۹۲) به‌دلیل قدرت تطابق و سازگاری بالای ذرت، آن را می‌توان در تمامی نقاط کشور از اواخر فصل زمستان تا اواخر فصل تابستان کشت نمود (بهرانی و همکاران، ۲۰۰۷).

مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده ذرت، آمریکای شمالی، چین و آمریکای لاتین می‌باشند که آمریکای شمالی با ۱۴ درصد سطح زیر کشت جهانی ذرت، اندکی کمتر از نیمی از تولید جهانی ذرت را به خود اختصاص داده است (امام و همکاران، ۱۳۹۴). ذرت بیشتر برای استفاده دانه و سیلو کردن مورد کشت قرار می‌گیرد. هرچند ذرت گیاهی گرمسیری و نیمه گرمسیری است، ولی گرمای زیاد می‌تواند عامل محدودکننده‌ی رشد و نمو این گیاه محسوب شود. نزدیک ۲۰ تا ۲۵ درصد از تولید جهانی ذرت به‌صورت مستقیم در تغذیه انسان، ۶۰ تا ۷۵ درصد آن در تغذیه دام و حدود ۵ درصد نیز جهت فراورده‌های صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۲). از گیاه ذرت استفاده‌های زیادی می‌شود، از آسیاب نمودن دانه ذرت، آرد ذرت به دست می‌آید که در تهیه غذاهای

مختلف کاربرد دارد. از ساقه و برگ‌های ذرت نیز منابع کاغذ و مقوا سازی و همچنین کاغذ دیواری استفاده می‌شود آرد ذرت در تولید چسب، صابون و نشاسته آن در صنایع رنگرزی، داروسازی، مرکب‌سازی و پلاستیک‌سازی کاربرد دارد. کارایی استفاده از آب و نور در ذرت که یک گیاه چهار کربنه است بسیار بیشتر از غلات ۳ کربنه‌ای مثل گندم، برنج، جو، یولاف و چاودار است. این گیاه قادر است نسبت به آب مصرفی خود، بالاترین عملکرد را در واحد سطح تولید کند (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

در سال‌های اخیر در نتیجه توجه شایانی که به امر دامپروری و پرورش طیور به عمل آمده و همچنین به علت استقبال زیاد دامداران و پرورش‌دهندگان مرغان گوشتی و تخم‌گذار و نیز دامداری که به تولید و پرورش گاوهای شیری و گوشتی پرداخته‌اند و از طرف دیگر نیاز فراوان کارخانه‌های صنعتی و حتی داروسازی به فراورده‌های این گیاه به سرعت سطح زیر کشت آن افزایش یافته است (کافی و همکاران، ۱۳۹۵). اهمیت اقتصادی ذرت بر همگان روشن است. کلیه قسمت‌های گیاه، شامل دانه، شاخ و برگ و حتی چوب‌بلال و کاکل آن در تغذیه انسان (۲۵-۲۰ درصد)، در دام و طیور (۷۵-۷۰ درصد) و در صنعت و داروسازی (۵ درصد) مصارف فراوانی دارد (میرهادی، ۲۰۰۲) امروزه تأمین غذا متناسب با نرخ رشد جهانی جمعیت یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی بشر محسوب می‌شود.

گیاهان هم در شرایط طبیعی و هم زراعی مکرراً در معرض تنش‌های محیطی قرار دارند. برخی از عوامل محیطی مانند دما ممکن است در عرض چند دقیقه تنش‌زا شوند. عوامل دیگر مانند محتوای آب خاک ممکن است پس از گذشت روزها تا هفته‌ها و کمبود عناصر معدنی خاک پس از ماه‌ها و سال‌ها تنش‌زا شوند. تخمین زده می‌شود که در ایالات متحده به دلیل تنش ناشی از شرایط اقلیمی و خاک (عوامل غیرزیستی) که زیر حد بهینه هستند، محصول گیاهان زراعی تنها ۴۲٪ ظرفیت ژنتیکی آنهاست (کاکر، ۲۰۱۴). تنش رطوبتی ناشی از کمبود آب و اشکال مختلف آن به عنوان یکی از اصلی-

ترین و فراگیرترین عوامل محدودکننده عملکرد گیاهان زراعی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است (بادفر و باتاقر، ۲۰۰۱).

خشکی، یک عامل مهم در کاهش عملکرد و سطح کشت محصولات زراعی در سراسر جهان به شمار می‌رود. علاوه بر این تنش‌ها مانع افزایش سطح زیر کشت گیاهان هستند و چنین پیش بینی شده که اشکال مختلف تنش‌های محیطی مانند درجه حرارت بالا یا پائین، شوری، خشکی و غیره (به صورت جداگانه و یا اثرات توأم آنها) قادرند تولید گیاهان را در دهه آینده به شدت محدود سازند (دانکن، ۲۰۰۰).

آب عامل عمده در محصولات، اکولوژی و محیط زیست سالم و تامین مواد غذایی برای جمعیتی است که به طور روز افزون در حال رشد می‌باشد. نزدیک به ۹۷ درصد از منابع آب جهان در دریاها و اقیانوس‌هاست که برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعتی بسیار شور است. از سه درصد باقی مانده، ۲/۹۹۷ درصد در یخچال‌های طبیعی است یا در اعماق زیاد قرار دارد که هزینه استخراج آنها بسیار زیاد است. فقط ۰/۰۳ درصد از حجم کل آب کره زمین به صورت رطوبت خاک، بخار آب در هوا، آب زیر زمینی، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها قابل استحصال است. بنابراین اگر آب موجود در کره زمین را ۱۰۰۰۰ لیتر فرض کنیم ۳۰۰ لیتر آن آب شیرین و فقط ۰/۳ لیتر آن قابل بهره‌برداری است (والاس و والاس، ۱۹۹۰). ایران در جنوب نیمکره شمالی واقع شده که میانگین بارش سالانه کمتر از یک سوم میانگین بارش سالانه در جهان است. علاوه بر کمبود باران، توزیع زمانی و مکانی آن نیز بسیار نامناسب است. به طوری که حتی پر باران‌ترین نقاط کشور ما در فصل تابستان نیاز به آبیاری دارند. در این شرایط هر اقدامی در راستای صرفه جویی در مصرف آب و جلوگیری از هدر رفتن آن اهمیت حیاتی دارد. یکی از اثرات کم آبی مشابه دیگر تنش‌های محیطی، ایجاد آسیب‌های اکسیداتیو می‌باشد که توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن مانند رادیکال‌های سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسیل صورت می‌گیرد (ماگدی و همکاران، ۲۰۱۶). گیاهان سازوکارهای مختلفی را برای کاهش

اثر مخرب رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند. از جمله این سازوکارها تولید ترکیبات آنزیمی و غیر آنزیمی است. بدین صورت که مقدار گونه‌های فعال اکسیژن در سلول‌های گیاهی به وسیله فعالیت آنتی اکسیدان‌ها کنترل می‌شود. ظرفیت کاهش اثر مخرب اکسیژن فعال بستگی به میزان تحمل گیاه به تنش دارد (سولوته و خانا، ۲۰۰۴). بر اساس نظر محققان دو مدیریت مهم که می‌تواند باعث کاهش اثرات تنش خشکی شود استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب و پرایمینگ می‌باشد که می‌تواند باعث افزایش در کارایی گیاهان در شرایط تنش خشکی شود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

یکی از راهکارهای استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن استفاده از اصلاح‌کننده‌های مصنوعی به نام پلیمر سوپر جاذب است که در دهه‌های اخیر در دنیا کاربرد وسیعی یافته است. این مواد می‌توانند با کاهش تعداد دفعات آبیاری و کاهش هزینه‌ها، گزینه مناسبی در استفاده بهینه از آب در مناطق خشک و نیمه خشک باشند (عابدی کوپایی و سهراب، ۱۳۸۴). پلیمرهای سوپر جاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبی را جذب نموده و متورم شوند. این مخازن ذخیره کننده آب وقتی در خاک قرار می‌گیرند، آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرو نشستن آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند (سیددراجی و همکاران، ۱۳۸۹). یک سوپر جاذب به صورت خشک و شبیه ذرات شکر است و می‌تواند آب و برخی مواد محلول را به میزان ۲۰۰-۵۰۰ برابر وزن خود جذب نماید. ساختار این مواد به گونه‌ای است که می‌توانند در شرایط یونی، وجود فشار و حضور میکروارگانیسم‌های خاک، چندین سال مانند یک مخزن، آب و مواد محلول را جذب کرده، نگهداری و برحسب نیاز ریشه (بر اثر اختلاف فشار اسمزی) در اختیار گیاه قرار دهند (اعوانی، ۱۳۸۷).

مؤذن قمصری و همکاران (۱۳۸۴) تأثیر کاربرد پلیمر طراوت A200 را بر روی عملکرد گیاه ذرت علوفه‌ای بررسی نمودند، نتایج نشان دهنده اثرات مثبت مقادیر زیاد سوپر جاذب روی صفات مورد

بررسی به خصوص ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک گیاه بود. کبیری (۱۳۸۱) نتیجه گرفت که با استفاده از سوپر جاذب‌ها می‌توان هدر رفت عناصر غذایی را به حداقل رساند. سوپر جاذب‌ها بی‌بو، بی‌رنگ، بدون خاصیت آلاینده‌گی در خاک، آب‌های سطحی، زیرزمینی و بافت‌های گیاهی می‌باشند. pH این مواد خنثی بوده و بسته به نوع سوپر جاذب، بافت خاک و شرایط اقلیمی حدود ۴-۷ سال در خاک ماندگار هستند (کبیری، ۱۳۸۱).

جوانه‌زنی عبارت است از فعال شدن متابولیکی بذر و بیرون آمدن ریشه‌چه و ساقه‌چه از پوسته بذر که نهایتاً منجر به تولید گیاهچه شود (اشرف و وحید، ۱۹۹۰). جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به حساب می‌آید، زیرا نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه از خود به جا می‌گذارد. تنش خشکی، شوری، غرقاب، دماهای پایین و بالا در هنگام جوانه‌زنی، سله بستن خاک، کشت بی‌موقع، آماده نبودن کافی بستر بذر و غیره از جمله عواملی هستند که استقرار گیاهچه‌ها را در مزرعه محدود می‌کنند (مکدونالد ۲۰۰۰). در این میان عدم جوانه‌زنی و استقرار ضعیف گیاهچه به دلیل خشکی یا فقدان آب کافی و وجود شوری و در مناطق مستعد غرقاب شدن، تنش غرقابی یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید محصول زراعی می‌باشد (خزاعی و همکاران، ۱۳۹۰؛ خادم‌پیر و همکاران، ۱۳۹۲).

از تیمارهای افزایش دهنده قدرت جوانه‌زنی بذرها می‌توان به پرایمینگ بذرها اشاره نمود. پرایمینگ به تعدادی از روش‌های مختلف بهبود دهنده بذور اطلاق می‌شود، که در تمامی آنها آبگیری کنترل شده‌ی بذر اعمال می‌شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۷). در پرایمینگ اجازه داده می‌شود که بذر-ها مقداری آب جذب کنند به‌طوری که در مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود، اما ریشه‌چه خارج نشود. به عبارت دیگر، بذرها تا مرحله دوم جوانه‌زنی پیش می‌روند اما وارد مرحله سوم نمی‌شوند، بعد از تیمار پرایمینگ بذرها خشک و همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند (مکدونالد، ۱۹۹۹). تیمار پرایمینگ باعث کوتاه کردن زمان کاشت تا سبز شدن و حفاظت بذرها از عوامل زنده و

غیر زنده در مرحله بحرانی استقرار گیاهچه می‌شود. همچنین این تیمارها یکنواختی سبز شدن را موجب می‌شوند که منجر به استقرار یکنواخت و بهبود عملکرد در محصول می‌شوند (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳). رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ شامل هیدروپرایمینگ^۱، هورمون پرایمینگ^۲ و اسمو پرایمینگ^۳ می‌باشند.

سالیسیلیک اسید^۴ زمانی یکی از پر فروش‌ترین داروهایی بود که در سال (۱۹۸۹) در آلمان ساخته شده بود. با این حال جان بوخنر (۱۹۲۸) سالیسیل الکل گلوکوزید (سالیسین) را از پوست درخت بید در مونیخ جدا کرد که بعدها توسط رافاسل پیریا (۱۹۳۸) سالیسیلیک اسید نام گرفت. واژه سالیسیلیک اسید از کلمه لاتین سالیکس^۵ به معنی درخت بید مشتق شده است. این ماده به صورت فراگیری در همه سلسله‌های گیاهی پراکنده شده است. در گروه هورمون‌های گیاهی طبقه‌بندی شده است. سالیسیلیک اسید نقش‌های تنظیمی متنوعی در متابولیسم گیاهان بر عهده دارد. از نظر شیمیایی، سالیسیلیک اسید متعلق به گروه بسیار متنوع فنل‌های گیاهی می‌باشد که دارای یک حلقه آروماتیک به همراه یک گروه هیدروکسیل با مشتقات وابسته‌اش می‌باشد. سالیسیلیک اسید در حالت آزاد به صورت یک پودر کریستالی است که در دمای ۱۵۷-۱۵۹ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. به طور متوسط در آب قابل حل است اما در حلال‌های آلی قطبی شدیداً حل می‌شود. pH محلول آبی آن ۲/۴ است (راسکین، ۱۹۹۲).

در جهت افزایش کارایی مصرف آب از روشهای مختلفی استفاده می‌شود. یکی دیگر از این روش‌ها استفاده از پلیمر سوپر جاذب است که هم اکنون در سطح وسیعی از جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مواد ضمن قرار گرفتن در خاک و جذب آب ثقیلی و غیر قابل استفاده برای گیاه می‌توانند در موقع کم آبی، به راحتی آب ذخیره شده را در اختیار گیاه قرار داده و از تنش‌های وارده و تقلیل عملکرد تا

¹: Hydropriming

²: Hormopriming

³: Osmopriming

⁴: Salicylic acid (SA)

⁵: Salix

حدود زیادی جلوگیری نمایند. با کاربرد برخی مواد افزودنی نظیر پلیمرهای سوپر جاذب، میتوان از بارندگی‌های پراکنده و سایر منابع محدود آب در امر حفظ و ذخیره آب در خاک استفاده نمود و با بهبود شرایط فیزیکی خاک، چنین موادی می‌توانند مانع از تنش های رطوبتی گردند. با توجه به اینکه، اطلاعات اندکی در خصوص اثرات تیمارهای پرایمینگ و سوپر جاذب بر تحمل خشکی ذرت وجود دارد. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی نقش تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و سوپر جاذب در بهبود تحمل به خشکی این گیاه بر اساس اجزای عملکرد، خصوصیات فیزیولوژی و فعالیت آنزیم ها صورت گرفت.

۱-۲- فرضیات:

۱- پرایمینگ باعث بهبود صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در گیاه ذرت در مدارهای مختلف آبیاری می‌شود.

۲- کاربرد سوپر جاذب اثرات مخرب تنش خشکی را بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت کاهش می‌دهد.

۳- برهمکنش سوپر جاذب و پرایمینگ باعث اثر هم افزایی در مقابله با تنش خشکی در گیاه ذرت می‌شود.

۱-۳- اهداف:

با توجه به مطالب ذکر شده هدف از اجرای این پژوهش عبارتست از:

۱- ارزیابی برهمکنش پرایمینگ و کاربرد سوپر جاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در مدارهای مختلف آبیاری.

۲- بررسی تغییرات برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ذرت تحت مدارهای

مختلف آبیاری و استفاده از پرایمینگ و کاربرد سوپر جاذب.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- گیاه‌شناسی ذرت

۱- ذرت گیاهی است تک‌لپه‌ای و یک‌ساله، از خانواده گرامینه Gramineae، زیر خانواده Maydeae، از جنس Zea و از گونه mays با $2n=20$ کروموزوم. به‌طور خلاصه قسمت‌های مختلف ذرت عبارت‌اند از:

ریشه:

ذرت دارای ۳ نوع ریشه است: الف- ریشه‌های بذری یا اولیه^۱ ب- ریشه‌های تاجی یا ثانویه^۲ ج- ریشه‌های هوایی^۳

تعداد ریشه‌های اولیه ۵-۳ بوده و برخلاف ریشه‌های اولیه بعضی از غلات که پس از تکمیل ریشه‌های ثانویه از بین می‌روند، در این گیاه باقی‌مانده و از گیاه جدا نمی‌شوند. ریشه‌های ثانویه که به ریشه‌های دائمی^۴ یا ریشه‌های طوقی^۵ نیز مشهور هستند، به تعداد ۲۰-۱۵ برابر ریشه‌های اولیه بوده، از میان گره ساقه و از ۵-۳ سانتی‌متری زیرخاک تشکیل می‌شوند. ریشه‌های هوایی که به ریشه‌های جانبی و یا نابجا نیز مشهور هستند، از گره‌های دوم و سوم در بالای سطح خاک به وجود می‌آیند و ضمن کمک به استقرار گیاه در خاک در جذب آب و مواد غذایی نیز مؤثر هستند (امام، ۱۳۹۴). ریشه‌های بوته جوان ذرت به‌سرعت رشد می‌کند، به‌طوری‌که وقتی ارتفاع بوته هنوز به ۱۰ سانتی‌متر نرسیده، ممکن است ریشه‌هایش تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک نفوذ کرده باشند. قسمت اعظم بوته‌های ذرت در عمق ۷۵-۷۰ سانتی‌متری سطح خاک بوده ولی ممکن است بعضی از ریشه‌ها تا عمق ۲ متری و یا بیشتر نیز نفوذ نمایند. در شرایط مساعد رشد، گسترش جانبی ریشه‌ها تا شعاع

1: Seminal roots
2: Coronal roots
3: Brace roots
4: Permanent
5: Nodal roots

۱۰۰ سانتی متری می‌رسد و این پراکندگی جانبی ریشه‌ها معمولاً در حدود یک تا دو هفته قبل از تشکیل کاکل متوقف شده و رشد بعدی ریشه‌ها عمقی می‌باشند (خواجه‌پور، ۱۳۹۳).

ساقه:

ذرت دارای ساقه بندبند، گره‌دار و توپر، ولی معمولاً مستقیم و بدون انشعاب است. تعداد میان گره‌ها بین ۸ تا ۲۱ و فاصله بین گره‌ها در انواع مختلف بین ۶ تا ۲۰ سانتی متر تغییر می‌نماید. طول ساقه بین ۶۰ سانتی متر تا ۶ متر تغییر نموده و در بعضی شرایط طول ساقه ذرت ممکن است تا ۸ متر نیز برسد. قطر ساقه حدوداً ۱/۵ تا ۵ سانتی متر می‌شود. میانگره‌های بالایی تقریباً استوانه‌ای است، درحالی‌که میانگره‌های پایینی معمولاً شیاردار هستند. هر گره معمولاً شامل یک برگ و یک جوانه است که از رشد این جوانه‌ها بلال، یا بلال‌هایی تولید می‌شود. برخلاف سایر غلات، اکثر وارپته‌های ذرت پنجه نمی‌زنند و این احتمالاً در نتیجه انتخابی است که از ذرت‌های خوشه بزرگ به عمل آمده است، در بعضی موارد، جوانه‌های موجود در گره‌های زیرخاک، در شرایط محیطی مناسب (تراکم کمتر، ازت بیشتر، رطوبت و عمق کاشت مناسب) قادر به تولید پنجه هستند. تولید پنجه یک صفت نامطلوب به شمار می‌آید، زیرا پنجه‌ها یا اغلب بدون خوشه‌اند و اگر هم بلال تولید نمایند در انتهای ساقه بوده و به بلال تاجی موسوم هستند. این بلال‌ها فاقد پوشش بوده و اغلب مورد حمله پرندگان قرار می‌گیرند (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ خواجه‌پور، ۱۳۹۳).

برگ:

برگ‌ها به‌طور متناوب درروی ساقه قرار می‌گیرند؛ بدین معنی که در هر گره ساقه یک برگ به وجود می‌آید که شامل یک غلاف که ساقه را دربر می‌گیرد و یک پهنک پهن و بزرگ که ممکن است یک لیگول یقه مانندی نیز داشته باشد، ذرت‌هایی که لیگول ندارند، دارای برگه‌ای ایستاده هستند که این طرز قرار گرفتن برگ‌ها باعث جذب نور بیشتر و در نتیجه افزایش فتوسنتز می‌شود، البته زاویه بین

برگ و ساقه علاوه بر اینکه به ژنوتیپ گیاه بستگی دارد، به موقعیت آن نیز وابسته است. مثلاً، برگ‌های پایینی زاویه بیشتری نسبت به برگ‌های بالایی دارند. تعداد برگ نسبت به نوع واریته فرق می‌کند و معمولاً بین ۸ تا ۴۸ عدد (به‌طور متوسط حدوداً ۱۲ تا ۱۸ عدد) متغیر است و تعداد آن در ذرت یک صفت واریته‌ای بوده، نسبتاً ثابت است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ خواجه‌پور، ۱۳۹۳).

گل‌آذین:

ذرت گیاهی است یک‌پایه و گل‌های نر و ماده در دو گل‌آذین جدا از هم ولی بر روی یک گیاه قرار گرفته‌اند. آرایش گل نر تاجی به‌صورت خوشه‌ای منشعب در انتهای ساقه قرار گرفته است که به آن گل‌آذین نر یا تاسل (Tassel) نیز می‌گویند. درروی خوشه نر، خوشه‌های فرعی به‌صورت جفت، جفت قرار دارند. در هر سنبلك دو گل یافت می‌شود که گل بالایی از نقطه‌نظر رشد کامل‌تر است. هر گل نر شامل سه پرچم، دو لودیکول و یک مادگی تکامل نیافته است. گل‌های ماده بر روی سنبله‌ها قرار دارند. سنبله‌ها در نزدیک وسط ساقه ایجاد می‌شوند. گل‌آذین ماده دارای خوشه‌ای با محوری نسبتاً قطوری است و درروی سنبله‌های فرعی و دوتایی در کنار هم قرار دارند. محور ضخیم سنبله حاوی ۸ تا ۳۰ ردیف طولی از سنبله‌های زوج می‌باشد. هر سنبله فرعی دو گل دارد که معمولاً یکی از آن‌ها بارور شده و دیگری عقیم می‌ماند؛ چنانکه گل دوم نیز بارور شود ازدیاد دانه باعث به هم خوردن ترتیب ردیف‌ها شده و درنتیجه توزیع دانه بر روی سنبله‌ها نامنظم می‌شود. هر گل دارای تخمدانی است که از آن کاکل یا ابریشم به طول ۲۰-۱۰ سانتی‌متر که مجموعاً کلالة و خامه آن است، خارج می‌شود (امام، ۱۳۹۴؛ خواجه‌پور، ۱۳۹۳).

کاکل از موهای ریز و چسبناکی که دانه‌های گرده را به خود می‌گیرند، پوشیده شده است؛ طول عمر کاکل‌ها ۱۰-۵ روز می‌شود. دو گلوله ضخیم و کوتاه سایر قسمت‌های سنبله را فراگرفته که باهم

کزل یا پوست دانه را تشکیل می‌دهند و کوتاه‌تر از گلوله‌ها هستند. سنبله ذرت توسط پوشش‌هایی (پوست‌های بلال) که در حقیقت غلاف‌های تغییر شکل یافته برگ است، پوشیده و محافظت می‌شود. به این پوشش‌ها چمچه یا اسپات^۱ نیز می‌گویند (عبدلی و اسفندیاری، ۱۳۹۶). عمل گرده‌افشانی که توسط باد صورت می‌گیرد، حدوداً ۹۵ درصد به‌صورت دگرگشن و ۵ درصد به‌طور خودگشن صورت می‌گیرد. مقدار گرده تولیدشده یک صفت واریته‌ای بوده و ممکن است یک خوشه نر بین ۵ تا ۲۵ میلیون دانه گرده تولید نماید؛ دانه‌های گرده ۱ تا ۳ روز قبل از خروج کاکل ذرت آزاد می‌شود، بنابراین، گرده‌افشانی در ذرت ضمن آلوگام بودن پروتاندرا^۲ نیز هست. وقتی دانه گرده بر روی کاکل قرار گرفت، پس از ۱۲ تا ۲۸ ساعت عمل لقاح صورت می‌گیرد. عمر دانه گرده در شرایط مناسب بین ۱۸ تا ۲۴ ساعت است. تعداد دانه‌های ذرت در هر سنبله معمولاً بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ دانه می‌شود. چون دانه‌ها به‌طور محکم روی محور سنبل قرارگرفته‌اند، ذرت قادر به پراکندن بذرهايش نیست؛ بنابراین، در طبیعت بدون مداخله انسان نمی‌تواند به بقای خود ادامه دهد (خواجه‌پور، ۱۳۹۳؛ خدابنده، ۱۳۹۲).

دانه ذرت:

دانه ذرت که یک میوه گندمه^۳ یا به‌عبارت‌دیگر، یک میوه تک‌لپه‌ای خشک و ناشکوها است، ۱۶-۹ میلی‌متر طول، ۹-۶ میلی‌متر عرض و ۶-۳ میلی‌متر قطر داشته و ساختمان آن به شرح زیر است. الف- پوسته میوه یا پریکارپ^۴: پوسته میوه که یک دیواره نازک است. از چندلایه سلول تشکیل شده و قسمت‌های داخلی دانه را فراگرفته است. پریکارپ مجموعاً ۶ درصد دانه را تشکیل می‌دهد و از لحاظ سلولز و همی سلولز غنی بوده و دانه را از خسارات مکانیکی و عوامل نامساعد محیطی حفاظت

1: Spath
2: Protandry
3: Caryopsis
4: Pericarp

می‌کند. ب- لایه آلورن^۱: این لایه که طبقه منفردی از سلول‌هاست، بلافاصله بعد از پوسته میوه قرار دارد. رنگ‌های آبی و بنفش دانه ذرت مربوط به سلول‌های همین لایه بوده و در این لایه پروتئین نیز جمع می‌شود. ج- آندوسپرم یا آردینه^۲: آندوسپرم همان بافت غذایی دانه است و حجم اصلی دانه را تشکیل داده و حدوداً ۸۵ درصد آن را تشکیل می‌دهد. آندوسپرم بیشتر در قسمت بالای دانه قرار دارد. در ذرت دو نوع آندوسپرم دیده می‌شود. د- جنین دانه^۳: جنین ذرت که حدود ۱۰-۱۲ درصد آن را تشکیل می‌دهد در قسمت پایین دانه قرار دارد. جنین از دو قسمت اصلی لپه یا اسکاتلوم^۴ و محور جنین^۵ تشکیل یافته است. محور جنینی شامل جوانه^۶ که در آن ۵-۶ گلبرگ جنینی دیده می‌شود و به‌وسیله کولئوپتیل^۷ احاطه شده و همچنین ریشه‌چه^۸ می‌باشد که به‌وسیله کلئوریزا^۹ محافظت می‌گردد. دانه بدون آب ذرت حدود ۷۷ درصد نشاسته (دوسوم نشاسته ذرت معمولاً آمیلوپکتین و یک‌سوم آن آمیلوز)، ۹ درصد پروتئین (پرولامین، به‌خصوص زئین حدود ۴۸ درصد، گلبولین حدود ۱۴ درصد و گلوتلین حدود ۳۱ درصد)، ۵ درصد چربی (تا ۷ درصد)، ۵ درصد نپتوزان، ۲ درصد قند و ۲ درصد خاکستر دارد. حدود ۸۰ درصد روغن ذرت در قسمت جنین دانه متمرکز است. وزن هزار دانه ذرت بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ گرم متغیر است (عبدلی و اسفندیاری، ۱۳۹۶؛ میرهادی، ۱۳۸۱؛ نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۲- طبقه‌بندی ذرت

ارقام مختلف ذرت را می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

-
- 1: aleurone
 - 2: endosperm
 - 3: embryo
 - 4: Scutelum
 - 5: Coleoptile
 - 6: Plumule
 - 7: Coleoptile
 - 8: Radicle
 - 9: Cleorhiza

الف- ارتفاع ساقه: ارتفاع ساقه ذرت ممکن است بین ۶۰ سانتی متر تا ۸ متر و تعداد برگ در هر ساقه نیز بین ۸ تا ۴۴ برگ متغیر باشد.

ب- دوره رشد: دوره رشد ذرت بین ۵۰ تا ۳۳۰ روز متغیر بوده و ذرت‌ها را در این ارتباط به ۳ گروه به شرح زیر طبقه‌بندی می‌کنند: ارقام زودرس، ارقام متوسط رس، ارقام دیررس

ج- رنگ دانه، که شامل ذرت‌های سفید، ذرت‌های زرد و ذرت‌های الوان می‌باشد.

د- نحوه تولید بذر که شامل، واریته‌های ذرت با گرده‌افشانی باز، واریته‌های ذرت هیبرید، واریته‌های ذرت مصنوعی (سنتیتک) است.

ه- شکل ظاهری، کیفیت دانه و موارد مصرف آن، ذرت‌ها را برحسب صفات مشخص آندوسپرم، شکل ظاهری دانه، ترکیبات دانه، کیفیت دانه و موارد مصرف آن، در ۷ گروه به شرح زیر طبقه‌بندی کرده‌اند (خداپنده، ۱۳۹۲):

۱- ذرت دندان‌اسبی (*Zea mays indentata* (Dent Corn))

۲- ذرت بلوری یا سخت (*Zea mays indentata* (Flint Corn))

۳- ذرت بوداده (*Zea mays* (Pop Corn))

۴- ذرت آردی یا نرم (*Zea mays amylaceae* (Flour Corn))

۵- ذرت شیرین (*Zea mays saccharata* (Sweet Corn))

۶- ذرت مومی (*Zea mays ceratina* (Waxy Corn))

۷- ذرت غلافدار (*Zea mays tunicata*)

۲-۳- سوپر جاذب

سوپر جاذب (سوپر آب) ها ابتدا در اواخر دهه ۱۹۶۰ در آمریکا تولید شدند و انواع تجاری آن در اوایل دهه ۱۹۷۰ به بازار آمریکا عرضه شدند. سوپر جاذب مواد اصلاح کننده ای هستند که کاربرد وسیعی پیدا کرده اند. این هیدروژل ها، پلیمرهایی به شدت آبدوست اند که ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب، به مثابه آب انبارهای مینیاتوری عمل کرده و در موقع نیاز ریشه، به راحتی آب و مواد غذایی محلول در آب را در اختیار ریشه گیاه قرار می دهند (موذن و همکاران، ۱۳۸۸).

سوپر جاذب ها، سالهاست که در کشورهای پیشرفته، به عنوان محصولی مطمئن در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می گرفته اند سوپر جاذب ها شبکه های پلیمری هستند که قابلیت جذب آب، تا بیش از ۴۰۰ برابر وزن خود در ساختارشان را دارند. این محصول در کنار ریشه گیاه و در داخل خاک قرار داده شده و پس از آبیاری، آب فراوانی را در خود جذب می کند (جهان و همکاران، ۱۳۹۵).

سوپر جاذب ها با جذب آب در خود، هدر رفتن آب در اثر تبخیر و فرو نشست را تا ۸۰ درصد کاهش می دهند و به همین دلیل تا حد زیادی می توانند در مصرف آب صرفه جویی کنند، هنگامی که آبیاری به اتمام رسید و پس از مدتی رطوبت خاک در اثر فرونشست و تبخیر از بین رفت، ریشه گیاه، آب جذب شده در ساختار این سوپر جاذب ها را با جذب اسمزی به صورت هوشمند دریافت می کند (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۰). اساس ساخت این پلی مرها آلی بوده و به صورت مصنوعی تولید می - گردند از پلی اکریلات پتاسیم و کوپلمیرهای پلی اکریل آمید ساخته شده و ویژگی منحصر به فرد آن بالا بودن ظرفیت جذب آب و حفظ آن است این مواد پس از استفاده مستمر، در خاک کشت هیچگونه تغییری ایجاد نمی نماید و گیاهان، ارگانیسم های زنده خاک یا آب سطحی را آلوده نمی سازند. مطالعات توسط سازمان محیط آلمان و سایر کشورها نشان داده که استفاده از این ماده هیچگونه عوارضی برای انسان، گیاه و خاک و محیط زیست ندارد (محبی، ۱۳۹۵).

مقدار آبی که در خاک ذخیره می‌شود به ظرفیت نگهداری رطوبت خاک نیز بستگی دارد. پلیمرهای سوپر جاذب ضمن بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های سبک می‌توانند مشکل نفوذناپذیری خاک‌های سنگین و مشکل شستشوی سریع کودها و آلودگی آب‌های زیرزمینی را نیز برطرف می‌سازد (ترابی و همکاران، ۱۳۹۲). این سوپر جاذب ها به خاطر جذب سریع آب در کشاورزی و باغبانی، جنگلکاری، فضای سبز و نیز در تثبیت بیولوژیکی شن‌های روان، کنترل فرسایش خاک و کویرزدایی از جایگاه ویژه‌ای در دنیا برخوردار شده‌اند. با اینکه سوپر جاذب، تحت فشار هم قادر به نگهداری آب جذب کرده خود است، به محض نیاز ریشه، آب را به سهولت در اختیار آن قرار می‌دهد (محبی، ۱۳۹۵).

سوپر جاذب با جذب سریع آب و حفظ آن، بازدهی جذب آب ناشی از بارندگی‌های پراکنده را بالا برده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را نیز افزایش می‌دهند. مقدار این افزایش به شرایط فیزیکی خاک، آب و هوای منطقه و میزان مصرف سوپر جاذب در خاک، بستگی دارد. استفاده از سوپر جاذب در کاشت نشاء و نهال، تنش‌های رطوبتی را از بین برده و به سازگاری نباتات کاشته شده با محیط کمک می‌نماید (پیرزاد و همکاران، ۲۰۱۲). این مواد شامل سه نوع کاتیونی، آنیونی و خنثی می‌باشد که در کشاورزی نوع آنیونی آن با داشتن بار منفی مورد توجه می‌باشد، سوپر جاذب‌های آنیونی با دارا بودن قابلیت بالای ظرفیت کاتیونی قادرند علاوه بر جذب مقادیر قابل توجهی آب، کاتیون‌های موثر و مفید در رشد گیاه را در خود جذب کنند و ضمن جلوگیری از هدر رفتن آنها در موقع لزوم آنها را در اختیار گیاه قرار دهند. این مواد بی بو، بی رنگ و بدون خاصیت آلاینده‌گی خاک، آب و بافت گیاهی می‌باشند (پیرزاد و همکاران، ۲۰۱۲).

با توجه به اسیدیته نزدیک به خنثی سوپر جاذب که بین ۶ تا ۷ است، اثر سوء بر خاک نداشته و هیچگونه سمیتی نیز ندارد. این سوپر جاذب ها پس از ۳ تا ۵ سال، بسته به نوع آن و ترکیب خاک، توسط میکروارگانیسم ها تخریب می‌شوند و لذا آلودگی زیست محیطی ایجاد نمی‌کنند. علاوه بر

نگهداری آب، سوپر جاذب به علت تغییر حجم مداوم (انبساط به هنگام تورم و انقباض به هنگام از دست دادن آب) میزان هوا را در خاک افزایش می دهد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲-۴- مزایای استفاده از پلیمر های سوپر جاذب

مدیریت آبیاری: سوپر جاذبها با توجه به قدرت جذب بالایی که دارند پس از آبیاری یا بارندگی ها آب را جذب کرده و به تدریج بر حسب نیاز ریشه در اختیار گیاه قرار می دهند و با این کار دوره آبیاری را بین ۵۰ تا ۶۰٪ کاهش می دهد.

فشردگی خاک: یکی از مشکلات مهم در کشاورزی فشردگی خاک می باشد که می تواند سبب کاهش شدید محصول گردد و در صورتی که بخواهیم آن را بر طرف سازیم باید هزینه های سنگینی را متحمل شویم در صورتی استفاده از سوپر جاذبها با توجه به انبساط و انقباضی که در اثر جذب و دفع آب بدست می آورند سبب جلوگیری از فشردگی خاک می شوند (پیرزاد و همکاران، ۲۰۱۲).

کمبود مواد غذایی: یکی از عمده مشکلات بخش کشاورزی مبحث تغذیه نباتات می باشد. با توجه به اینکه هزینه های خرید و حمل و نقل کودها و همچنین هزینه های کارگری گزاف می باشد، سوپر جاذبها توانایی جذب عناصر غذایی را داشته و به تدریج در اختیار گیاه قرار می دهند این ویژگی علاوه بر صرفه جویی در مصرف کود و در نتیجه کاهش هزینه ها سبب شده کود در منطقه موثر ریشه قرار گیرد و باعث افزایش راندمان محصول گردد و به علاوه از شسته شدن کودهای شیمیایی و الودگی آبهای زیرزمینی نیز جلوگیری می کند (جهان و همکاران، ۱۳۹۲).

تبخیر و روان آب: سوپر جاذب با جذب سریع آب سبب کاهش تبخیر آن شده و همچنین با توجه به افزایش نفوذپذیری خاک از ایجاد روان آب ها به شکل موثری می کاهد.

شیب تند: از مشکلات زمین هایی که شیب تند دارند این است که قادر به نگهداری آب در خودشان نمی باشند و در نتیجه کشت و کار در آن مشکل می شود در حالی که استفاده از سوپر جاذب با توجه به نگهداری آب در منطقه موثر ریشه باعث شده تا بتوانیم حتی در زمین های شیب دار نیز اقدام به کشت گیاهان نماییم.

فرسایش: فرسایش بادی و آبی سالانه میلیون ها تن خاک حاصلخیز را از مزارع ایران جابجا کرده و خسارت شدیدی بر اقتصاد کشاورزی کشور وارد می کند در حالی که استفاده از سوپر جاذب با توجه به داشتن رطوبت دائمی از فرسایش بادی جلوگیری کرده و با افزایش نفوذپذیری خاک نسبت به آب از ایجاد روان آبها و فرسایش آبی نیز جلوگیری به عمل می آورد (اعلامی و همکاران، ۱۳۹۰).

افزایش بازدهی: این ماده با قابلیت نگهداری رطوبت و مواد غذایی در منطقه موثر ریشه سبب افزایش محصول بین ۱۷٪ تا ۵۵٪ می شوند.

بازده اقتصادی: به جهت افزایش بازدهی و کیفیت محصولات تولیدی و همچنین کاهش هزینه های آبیاری، جلوگیری از فرسایش، جلوگیری از فشردگی خاک و ... سبب افزایش بازده اقتصادی می گردد.

سرسبزی و شادابی گیاهان: از بزرگترین مشکلات در فضای سبز نیاز آبی گیاهان و ایجاد استرس و شوک در اثر گرما و خشکی می باشد که باعث شده گیاهان سرسبزی و شادابی خودشان را از دست بدهند. استفاده از سوپر جاذب باعث شده تا سرسبزی و شادابی گیاهان حفظ گردد چرا که رطوبت کافی و مواد غذایی مناسبی را در اختیار گیاه قرار می دهد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۱).

تامین دائمی مواد مغذی: مشکلات تغذیه گیاهان این هست که بر اثر آبیاری مواد غذایی شسته شده و به طبقات پایین رفته و از دسترس گیاه خارج می شود، استفاده از سوپر جاذب باعث شده تا با

جذب مواد غذایی و آزاد کردن آنها به تدریج نقش موثری در کاهش عناصر غذایی در منطقه موثر ریشه داشته باشد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۱).

یکنواختی رطوبت: در خاکهای شنی مشکل اصلی زهکشی بالای خاک و در نتیجه کاهش دوره آبیاری است که سبب افزایش هزینه ها می گردد و سوپر جاذب با جذب آب و دفع آن بسته به نیاز ریشه باعث شده رطوبت به شکل یکنواختی در خاک پخش شده و از خشک شدن سریع آن جلوگیری می کند.

کاهش هزینه آبیاری: فضاهاى سبز و بخصوص مناطق چمن کاری و گل ها به آبیاری زیادی نیاز دارند و گاهی لازم است تا چندین نوبت در روز آبیاری صورت گیرد و این در حالی است که استفاده از سوپر جاذب سبب افزایش دوره آبیاری شده که تا حدود زیادی در هزینه کارگری صرفه جویی خواهد کرد (خادم و همکاران، ۱۳۸۶).

۲-۵- پرایمینگ

جوانه زنی اولین مرحله نمو در گیاه است، که یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان و یک فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه می باشد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷). به طور کلی جوانه زنی بذر سه مرحله دارد: فاز اول، فرایند جذب آب است؛ که در آن آب توسط بذر جذب می شود ولی فعالیت متابولیکی اندکی صورت می گیرد. فاز دوم، فاز تاخیری است که در آن جذب آب اندکی صورت می گیرد، اما فعالیت متابولیکی گسترده ای صورت می گیرد و فاز سوم، که در آن افزایش محتوای آب با پیدایش و رشد ریشه چه همراه است (برادفورد، ۱۹۹۵).

مدت زمان فاز دوم حائز اهمیت است زیرا هنگامی که رشد جنین آغاز می شود جوانه زنی می بایست خاتمه یافته باشد. در جریان جوانه زنی بذر، محیط خاک موجب جوانه زنی سریع و رشد گیاهچه یا برعکس می شود. به عنوان مثال، تنش های زیستی و غیر زیستی از قبیل دمای بالا و پائین، لایه لایه

شدن خاک، کمبود یا افزونی آب، شوری، بیماری‌های پاتوژنی و حشرات می‌توانند، میزان جوانه زنی بذر و رویش گیاهچه را کاهش داده یا حتی مانع آن شوند.

پرایمینگ^۱ 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 ریشه‌چه جلوگیری می‌شود، به عبارت دیگر، بذرها تا مرحله دوم جوانه‌زنی پیش می‌روند اما وارد مرحله سوم نمی‌شوند، بعد از پرایم کردن بذرها، بذر خشک شده و تا زمان کاشت قابلیت نگهداری در انبار را دارا می‌باشند (جمالی، ۱۳۹۲). پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی در مزرعه خصوصاً در شرایط نامساعد از جمله پایین بودن درجه حرارت و کمبود رطوبت می‌شود. همچنین باعث کاهش ناهمگونی فیزیولوژیکی در توده بذر می‌گردد (استیل و برادفورد، ۱۹۹۷).

عواملی که بر روی پرایمینگ بذر اثر می‌گذارند عبارتند از: (۱) شرایط محدود در طی آبیگری (دما، نور)، (۲) محلول‌های اسمزی، (۳) در دسترس بودن اکسیژن، (۴) دوام تیمار، (۵) کنترل آلودگی میکروبی، (۶) خشک کردن بذرها (روحي و همکاران، ۱۳۹۰).

بذره‌های تیمار شده معمولاً قبل از استفاده مجدداً خشک می‌شوند و هنگامی که تحت شرایط نرمال کاشت می‌شوند، مجدداً آب جذب می‌کنند و جوانه‌زنی سریعتری دارند. روش‌های پرایمینگ متعددی وجود دارد که عبارتند از: هیدروپرایمینگ (جذب آب)، هالوپرایمینگ (جذب در محلول نمکی غیر آلی)، اسموپرایمینگ (جذب در محلول اسمزی مختلف آلی)، ترمو پرایمینگ (تیمار بذر با دمای بالا یا پائین)، پرایمینگ در ماتریکس جامد (تیمار بذر با ماتریس‌های جامد) و بیوپرایمینگ (هیدراسیون با استفاده از ترکیبات بیولوژیک). هر روش دارای نقاط قوت و ضعفی است و بسته به نوع گیاه، غلظت، مقدار عامل پرایمینگ، و دوره ی تلقیح، تاثیرات مختلفی دارد.

1: Priming

از رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ بذر می‌توان به هیدروپرایمینگ، اسمو پرایمینگ و هورمون پرایمینگ اشاره کرد که باعث افزایش جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی، مخصوصاً در شرایط تنش‌های محیطی می‌شوند (روحی و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۵-۱- هورمون پرایمینگ

مشخص شده است که خیساندن بذر با غلظت مناسبی از هورمون‌های رشد گیاه، تاثیر مثبتی بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گونه‌های مختلف گیاهی در شرایط نرمال و تنش دارد (دارا و همکاران، ۲۰۰۲؛ هورلی و همکاران، ۱۹۹۱؛ لی و همکاران، ۱۹۹۸). هورمون‌های رشدی که معمولاً برای پرایمینگ مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: اکسین‌ها (IAA, IBA, NAA)، جیبرلین‌ها (GA)، کینتین‌ها، اسید آبسیزیک، پلی‌آمین‌ها، اتیلن، براسینولید، اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک.

۲-۵-۲- اسمو پرایمینگ

اسموپرایمینگ که به اسموکاندیشنینگ^۱ یا اسموتیک‌کاندیشنینگ^۲ هم معروف است به جذب، توسط بذر در محلول‌های شکر، پلی‌اتیلن گلیکول (PEG)، گلیسرول، سوربیتول، یا مانیتول اشاره دارد که پس از آن و قبل از کاشت، بذر خشک می‌شود. میزان پتانسیل پائین آب در محلول تیمار، امکان هیدراسیون محدودی را برای بذر فراهم می‌آورد، به نحوی که فرایندهای متابولیک پیش از جوانه‌زنی شروع می‌شوند، اما مانع از جوانه‌زنی می‌شود. هنگامی که بذرهای پرایم شده در زمین کاشته می‌شوند، معمولاً جوانه‌زنی سریع و یکنواختی خواهند داشت (دمیر و وانتر، ۱۹۹۹).

۲-۵-۳- هیدروپرایمینگ

^۱: Osmoconditioning

^۲: Osmotic conditioning

در روش هیدروپرایمینگ بذرها با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند که روشی بسیار ساده و ارزان می‌باشد. مقدار جذب آب توسط بذر از طریق مدت زمانی که بذرها در تماس با آب خالص هستند کنترل می‌شود. با کاهش این مدت زمان و یا انجام تیمار در درجه حرارت پایین (بین صفر تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد) از خروج ریشه‌چه جلوگیری می‌شود. در اثر اعمال هیدروپرایمینگ فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی تحریک شده و قندهای ساده حاصل برای سنتز مواد پروتئینی در طی جوانه‌زنی به سرعت قابل استفاده می‌گردند که این امر موجب بهبود سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی رشد بوته‌ها و بنیه گیاهچه می‌شود (موبشار و همکاران، ۲۰۰۶).

با توجه به مطالب مورد اشاره تنش‌های محیطی به شدت می‌توانند در مراحل اولیه رشد خسارت‌زا باشند و باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، استقرار بوته‌ها و ... در مزرعه شوند. بنابراین اگر تاثیر تنش‌های محیطی در مراحل اولیه کاهش یابد، شانس به دست آوردن یک محصول خوب تحت شرایط تنش افزایش می‌یابد (گالشی، ۱۳۹۴).

۲-۶- مروری بر اثرات سوپر جاذب و پرایمینگ بر خصوصیات گیاهان

در گیاه کلزا افزایش ارتفاع، قطر ساقه و شمار شاخه‌های فرعی با کاربرد ۱۰ تن در هکتار ژئولیت نیز گزارش شد (زاهدی، ۲۰۰۹). در پژوهشی، تأثیر سوپر جاذب A100 بر شاخص‌های رشد یک گونه درختچه‌زینتی در فضای سبز و همچنین روی منحنی رطوبتی خاک، بررسی شدند. نتایج نشان داد، مخلوط کردن ۴ یا ۶ گرم با ۱ کیلوگرم خاک، آب مورد نیاز برای گیاه را دست کم یک سوم، کاهش می‌دهد که علت آن به افزایش آب قابل استفاده گیاه نسبت داده شد. آنان اعلام کردند، استفاده از این می‌تواند به طور معنی‌داری شمار بارهای آبیاری را به ویژه در خاک‌های سبک کاهش دهد (عابدی کوهپایه و اسدی، ۲۰۰۶).

پیرزاد و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی به بررسی عملکرد گل، اسانس و شاخص برداشت بابونه آلمانی *Matricaria chamomilla* L تحت رژیم‌های آبیاری مختلف و مقادیر مختلف سوپر جاذب A 200 بیان کردند که افزایش فاصله آبیاری به بیش از ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر باعث کاهش در عملکرد گل و اسانس گیاه بابونه می‌گردد و همچنین ایشان بیان کردند کاربرد پلیمر سوپر جاذب تا سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب بهبود عملکرد گل و اسانس بابونه شد.

با بررسی تأثیر توأم پساب شهری و سوپر جاذب در رشد گونه قره داغ *Nitraria schoberi* محققان دریافتند که استفاده از سوپر جاذب‌ها حتی در خاک‌های بیابانی می‌تواند در احیای بیولوژیک گونه مذکور مؤثر باشد (صالح و همکاران، ۱۳۸۶). پلیمرها با بهبود ساختار خاک باعث افزایش رشد گیاه، کاهش فرسایش آبی و بادی و افزایش نگه داشت آب می‌شوند (والاس و والاس، ۱۹۹۰). همچنین، بانج شفیع (۱۳۸۲) تأثیر پلیمر نوازورب A را بر پدیده‌های رویشی پانیکوم (*Panicum antidotale* Retz) مورد بررسی قرار داد. مقایسه ویژگی‌های رویشی پانیکوم در شرایط استفاده از پلیمر آبدوست و شاهد در سه نوع خاک سبک، متوسط و سنگین و سه دور آبیاری چهار، هشت و ۱۲ روزه تا آستانه خروج زهاب از گلدان‌های مستقر در فضای آزاد نشان داد که کاربرد پلیمر سبب تسریع رویش بذرهای خاک‌های سبک شده ولی تأثیری در زمان پیدایش سایر پدیده‌های رویشی (فنولوژی) ندارد. وانگ و همکاران (۱۹۸۷) آب حاصل از آبخوبی خاک حاوی پلیمر سوپر جاذب را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که این آب از هدایت الکتریکی پایینی برخوردار است و علت آن را جذب و نگهداری کودها و نمک‌های اضافه شده به ماتریکس خاک به وسیله پلیمر سوپر جاذب ذکر کردند.

سیلبربوش و همکاران (۱۹۹۳) طی تحقیقی با کاربرد مقادیر مختلف پلیمر Agrosoak در تپه های شنی و استفاده از سیستم آبیاری قطره ای برای آبیاری ذرت های کشت شده در آن، به این نتیجه رسیدند که استفاده از این پلیمر باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین افزایش وزن خشک ریشه گیاه شده است. هاترمن و همکاران (۱۹۹۹) اثر هیدروژل استاکوزورب با

مقدارهای مختلف بر زنده ماندن نهال‌های نوعی کاج (*Pinus halepensis*) در تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که با افزایش مقادیر هیدروژل، نگهداری آب در خاک به طور فزاینده افزایش یافت و پس از قطع آبیاری، مدت زمان زنده ماندن گیاهان تیمار شده با هیدروژل دو برابر تیمار شاهد بود. در پژوهشی تأثیر میزان های مختلف سوپر جاذب و فاصله های زمانی آبیاری روی رشد و عملکرد ذرت علوفه ای نشان دهنده تأثیر مثبت مقادیر زیادتر سوپر جاذب روی ویژگی های مورد بررسی به ویژه ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک گیاه بوده است (عابدی و اسدی، ۲۰۰۶).

تیلور و هالفاکر (۱۹۸۶) در پژوهشی تأثیر پلیمر آبدوست بر بازده آب و مواد غذایی قابل دسترس در گونه‌های برگ نو (*Ligustrum iucidum Ait*) را بررسی و گزارش نمودند که رشد گیاه در محیط بهبود یافته با استفاده از پلیمر های آبدوست به مراتب نیاز به آبیاری کمتری در مقایسه با گیاهانی داشت که در محیط های بدون پلیمر کشت شده بودند. همچنین، این گیاهان دارای میزان سدیم و پتاسیم بیشتر و نیز کلسیم و منیزیم و دیگر کاتیون‌های دو ظرفیتی کمتری نسبت به محیط شاهد بودند. اثر نوعی پلیمر آبدوست بر دور آبیاری در کشت گیاه خربزه توسط نجاتعلی و همکاران (۱۳۸۴) بررسی شده است، آزمایش شامل سه دور آبیاری (شش، ۱۰-۱۲ روز) و پنج سطح مختلف پلیمر (صفر ۱۰-۱۵-۲۰ و ۲۵ گرم در کیلوگرم خاک) انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از هیدروژل سوپرجاذب تأثیر مثبت روی شاخص‌های شادابی بوته، تولید بیولوژیک و وزن میوه خربزه در شرایط تنش خشکی داشت، لیکن این تأثیرات آشکار نبوده و اختلاف ها در سطح آماری پنج و یک درصد معنی‌دار نشد، فاکتور اثرات متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف پلیمر در سطح یک درصد فقط برای صفت تولید بیولوژیک گیاه معنی‌دار شد، به طوری که تیمار با دور آبیاری شش روز و ۱۵ گرم پلیمر بیشترین تولید بیولوژیک را داشت.

کریمی و همکاران (۱۳۸۷) اثر کاربرد ماده اصلاحی ایگیتا (جاذب آب) در چهار سطح بر مقدار آب خاک، رشد و نمو گیاه و دور آبیاری، اقدام به کاشت گیاه آفتاب گردان در سه نوع خاک با بافت رسی،

لومی و شنی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد با افزایش مقدار ماده اصلاحی، دور آبیاری افزایش می‌یابد. مقدار صرفه جویی در مصرف آب، در خاک رسی ۳۰ درصد، در خاک لومی ۴۰ درصد و در خاک شنی حدود ۷۰ درصد بود. همچنین، در خاک‌هایی با بافت رسی و لومی با کاربرد ۳ درصد ماده اصلاحی زمان وقوع نقطه پژمردگی موقت از چهار روز به ۱۰ روز و در خاک شنی از چهار روز به ۱۲ روز تغییر یافت. افزایش غلظت کلروفیل با مصرف زیولیت، توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (قلی زاده و همکاران، ۲۰۱۰؛ رنجبر و همکاران، ۲۰۰۴).

تحقیقات زیادی نشان داده است که جوانه زنی بذر در گونه های مختلف گیاهی تحت شرایط طبیعی و تنشی در پاسخ به پرایمینگ با هورمون های رشد گیاهی یا سایر مواد آلی افزایش می یابد (جمالی و همکاران، ۱۳۹۲؛ روحی و همکاران، ۱۳۹۰؛ رضانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ باسرا و همکاران، ۲۰۰۴؛ اشرف و فولاد، ۲۰۰۵).

در پنبه، خیساندن بذر کرک زدایی شده^۱ در ۵ یا ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین به مدت ۱۶ تا ۲۴ ساعت، سرعت و درصد جوانه زنی را افزایش داد. در حالیکه بیشترین میزان تاثیر در تیمار با ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین به مدت ۱۶ ساعت گزارش شده است (وارما و همکاران، ۱۹۸۴). در گیاه ماش از خانواده ی لگوم‌ها، تیمار پیش از کاشت با ۴۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین، بیشترین تاثیر را برای حداکثر میزان جوانه زنی تحت شرایط غیر تنشی نشان داد (شارما و ساران، ۱۹۹۲). در آفتابگردان اسید آسکوربیک بیشترین میزان تاثیر را بر جوانه زنی بذر تحت شرایط غیر تنشی نشان داده است (سینگ و رائو، ۱۹۹۳). همچنین مشخص شده است که تیمار بذر با هورمون های رشد در کاهش تاثیرات مخرب تنش شوری در جریان جوانه زنی مؤثر بوده است (سوبدا و همکاران، ۲۰۰۵).

همچنین تحقیقات نشان داده است که پرایمینگ سبب القای سنتز DNA هسته در سلول های کلاhek ریشه چه ی گوجه فرنگی (لیو و همکاران، ۱۹۹۷) و چندین گونه ی گیاهی دیگر از جمله

¹ - Delinted

فلفل^۱ (لانتیری و همکاران، ۱۹۹۳)، ذرت (گارسیا و همکاران، ۱۹۹۵) و تره فرنگی می‌گردد (اشرف و بری، ۱۹۹۳؛ کلارک و جیمز، ۱۹۹۱).

دمیر و وانتر (۱۹۹۹) بذرهای هنداونه را در معرض شرایط اسمزی (KNO_3 ۲٪، ۲۰ درجه سانتی گراد، ۶ روز) و هیدروپرایمینگ (۳۰ درجه سانتی گراد، ۱۸ ساعت) قرار دادند. زمان متوسط برای جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد و جوانه‌زنی با هر دو عملیات پرایمینگ در ۱۵ درجه سانتی گراد (شرایط اسمزی و هیدروپرایمینگ) افزایش یافت. ولی هیچیک از عملیات پرایمینگ تاثیری بر جوانه‌زنی ۲۵ درجه و ۳۸ درجه سانتی‌گراد نگذاشت و رشد ریشه هم با پرایمینگ بهبود قابل ملاحظه‌ای نیافت، آنها نتیجه گرفتند اسموپرایمینگ جوانه‌زنی را تحت فشار اسمزی افزایش می‌دهد. پاتان (۲۰۰۰) طی مطالعه‌ای تحت عنوان تاثیر درجه حرارت بر جوانه‌زنی بذر دریافت که اسموپرایمینگ بذر در محلول پلی اتیلن گلیکول هوا داده شده برای تمام درجات حرارت باعث بهبود جوانه‌زنی می‌شود. پرایمینگ بذر همچنین تاثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی بذر در درجه حرارت ۱۰ درجه سانتی‌گراد داشت و باعث افزایش آن شد.

بذور قهوه پرایم شده در آب و محلول پلی اتیلن گلیکول سبب بهبود جوانه‌زنی شد، در مقایسه‌ای آب و پلی اتیلن گلیکول، آب مفید تر بود (لیما، ۲۰۰۱). خان و همکاران (۱۹۹۵) سبزیجات مختلف را با استفاده از پرایمینگ بذر مورد ارزیابی قرار دادند و در تمامی آنها افزایش محصول را مشاهده کرد. آماده سازی بذر با قرار دادن بذر در آب یا محلول‌هایی با خاصیت اسمزی در دماهای پایین باعث افزایش میزان و سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی رشد گیاهچه‌ها می‌شود (میسرا و دیدی، ۱۹۸۹). در جریان آماده سازی بذر به روش هیدرو پرایمینگ، بذرهای پوک و آسیب دیده روی سطح آب یا محلول آمده و جداسازی می‌گردند (موبشار و همکاران، ۲۰۰۶). آزمایش‌های زراعی اجرا شده در

³ - *Capsicum annum*

مناطق نیمه خشک نشان دادند که خیساندن شبانه بذر با آب باعث جوانه‌زنی سریع و عملکرد بالاتر

در برنج، ذرت و نخود می‌شود (هریس، ۱۹۹۶).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و مکان انجام آزمایش

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی شاخص‌های رشدی ذرت در مدارهای مختلف آبیاری، پژوهشی در سال ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام به اجرا در آمد.

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

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

۳-۳- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

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

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

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

۳-۴- مشخصات طرح آزمایش

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

۳-۵- مشخصات هیدروژل سوپر جاذب مورد استفاده

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

جدول ۳-۲- مشخصات هیدروژل سوپر جاذب مورد استفاده

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

۳-۶- نقشه طرح آزمایشی

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

هر ۱۴ روز A_3						هر ۱۰ روز A_2						هر ۷ روز A_1					
B_1C_3	B_1C_2	B_1C_1	B_1C_3	B_1C_2	B_1C_1	B_1C_3	B_1C_2	B_1C_1	B_1C_3	B_1C_2	B_1C_1	B_1C_3	B_1C_2	B_1C_1	B_1C_3	B_1C_2	B_1C_1

هر ۱۰ روز A_2						هر ۷ روز A_1						هر ۱۴ روز A_3					
B_1C_3	B_2C_3	B_2C_2	B_1C_3	B_2C_3	B_2C_2	B_1C_3	B_2C_3	B_2C_2	B_1C_3	B_2C_3	B_2C_2	B_1C_3	B_2C_3	B_2C_2	B_1C_3	B_2C_3	B_2C_2

هر ۱۰ روز A_2						هر ۱۴ روز A_3						هر ۷ روز A_1					
B_2C_3	B_1C_2	B_2C_2	B_2C_3	B_1C_2	B_2C_2	B_2C_3	B_1C_2	B_2C_2	B_2C_3	B_1C_2	B_2C_2	B_2C_3	B_1C_2	B_2C_2	B_2C_3	B_1C_2	B_2C_2

۳-۷- مراحل اجرای آزمایش

برای انجام این آزمایش با مساعد شدن شرایط آب و هوایی و آماده سازی زمین در تاریخ ۱۲ خرداد ماه ۹۸ آماده سازی زمین صورت گرفت. در ابتدا زمین توسط گاو آهن برگردان دار شخم زده شد و بعد از آن اقدام به تسطیح زمین گردید. در پایان جوی و پشته هایی به فاصله ۷۵ سانتی متر ایجاد گردید و سپس جوی های آبیاری آماده شدند. مطابق با نقشه، طول هر کرت ۵ متر و شامل ۵ خط کاشت به فواصل ۷۵ سانتی متر بین ردیف در نظر گرفته شد. سپس پلیمر سوپرجاذب به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با توجه به مقدار مورد نظر در هر کرت، بر اساس ابعاد کرت و تیمارهای آزمایش، محاسبه و در عمق حدود ۲۰ سانتی متر روی ردیف کاشت بصورت نواری به خاک افزوده شد. لازم به ذکر است جهت قرارگیری پلیمر سوپرجاذب در ناحیه گسترش ریشه گیاه، این عمق از سطح پشته در نظر گرفته شد. فاصله بذور روی ردیف ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. در این پژوهش از بذر های ذرت سینگل گراس ۷۰۴ و به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. برای تیمار هیدروپرایمینگ قبل از کاشت، بذر ها به مدت ۱۲ ساعت در داخل آب مقطر که درصد حجمی آن ۵۰ درصد وزن بذرها بود خیسانده شدند. هم چنین برای تیمار هورمون پرایمینگ با سالیسیلیک اسید، بذرها به مدت ۱۲ ساعت در محلول ۱۰۰ ppm این مواد قرار گرفت و پس از خشک شدن در دمای محیط، بلافاصله جهت کاشت به مزرعه تحقیقاتی منتقل گردیدند. کاشت بذرها به صورت دستی و طبق نقشه طرح در عمق ۴-۵ سانتی متری صورت گرفت (تراکم بوته برابر ۷۵ بوته در متر مربع بود)، ضمناً هیچ گونه کودی قبل از کاشت به زمین داده نشد. عملیات داشت در طی فصل رشد به صورت مداوم انجام پذیرفت و امور مربوط به نمونه برداری نیز همزمان با آن صورت می گرفت. وجین علف های هرز در کل دوره رشد به صورت دستی انجام شد و مزرعه تا پایان دوره رشد عاری از علف های هرز بود. هیچ گونه بیماری و حشره ای که آفت ذرت باشد در مزرعه مشاهده نشد، بنابراین به مبارزه شیمیایی احتیاجی نبود. آبیاری مزرعه به روش جوی و پشته انجام گرفت و اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد

تا ردیف ها کامل مرطوب شوند. تیمار آبیاری پس از حدود ۴ برگی شدن بوته ها و بر اساس تیمارهای آزمایشی هر ۷، ۱۰ و ۱۴ روز انجام شد و در نهایت در پایان دوره رشد برداشت به صورت دستی صورت گرفت.

۳-۸- نمونه برداری

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

۳-۹- اندازه گیری صفات زراعی و مورفولوژی

۳-۹-۱- ارتفاع و قطر ساقه

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

۳-۹-۲- وزن خشک

به منظور اندازه گیری وزن خشک بوته ها پس از گل دهی و تشکیل شدن بلال، ۵ بوته به عنوان نمونه از هر کرت برداشته شد. نمونه های منتقل شده به آزمایشگاه به دو بخش برگ و ساقه تفکیک شدند. اجزاء تفکیک شده به طور مجزا و به منظور تعیین ماده خشک، به مدت ۴۸ ساعت در دمای

۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند. پس از آن، پاکت‌ها به مدت ۲۵ - ۲۰ دقیقه در هوای آزمایشگاه قرار گرفتند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. مقادیر به دست آمده بر حسب گرم در متر مربع محاسبه گردید.

۳-۹-۳- عملکرد و اجزای عملکرد

اجزای عملکرد در یک گیاه زراعی مؤلفه‌های میزان تولید نهایی گیاه می‌باشند و در هر گیاه زراعی دارای اجزای خاص خود است. در انتهای دوره‌ی رشد به منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب گردید و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در بلال و تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد و نهایتاً ۸ بوته در یک متر مربع جهت محاسبه عملکرد نهایی، بر حسب کیلوگرم در هکتار برآورد گردید، بدین صورت که با جدا کردن بلال‌های هر بوته و توزین این بلال‌ها و ضرب آن در تراکم بوته در متر مربع عملکرد نهایی برای یک متر مربع محاسبه شد.

۳-۱۰-۱- اندازه‌گیری صفات مرتبط با دانه

۳-۱۰-۱-۱- سدیم و پتاسیم دانه

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

۳-۱۰-۲- درصد و عملکرد پروتئین دانه

مقدار نیتروژن موجود در دانه پس از برداشت به روش کجلدال تعیین گردید. برای مرحله هضم کجلدال از اجاق هضم کننده 2040 Digester از شرکت Foss tecator و برای مراحل تقطیر و تیتراسیون از دستگاه تمام خودکار 2300 Kjeltac Analysis Unit از همان شرکت استفاده گردید. برای انجام عمل هضم مقدار ۱ گرم از نمونه بذر پودر شده را درون فلاسک‌های شیشه‌ای مخصوص کجلدال ریخته و یک عدد قرص کاتالیزور شامل ۱/۵ گرم سولفات پتاسیم و ۰/۱۵ گرم سولفات مس به هر فلاسک اضافه گردید. سپس به هر فلاسک ۲۰ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد افزوده شد و فلاسک‌ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. دمای اجاق به آرامی و هر بار ۴۰ درجه سانتی گراد افزایش یافت تا به دمای ۳۸۰ درجه سانتی گراد رسید. این شیوه برای جلوگیری از جوشش و کف کردن مواد درون فلاسک‌ها بسیار مؤثر بود. پایان عمل هضم پس از ۲ تا ۲/۵ ساعت و با تبدیل محلول سیاه رنگ درون فلاسک‌ها به محلولی نسبتاً زلال به رنگ سبز بسیار کمرنگ مشخص می‌شد. مقدار نیتروژن نمونه‌ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کجلدال سنجیده شد. دستگاه دارای ۳ مخزن آب مقطر، سود سوزآور ۴۰ درصد و محلول دریافت کننده بود. محلول دریافت کننده از ترکیب ۱۰۰ میلی متر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی متر الکل)، ۷۰ میلی متر متیل قرمز (۰/۱ میلی گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی متر الکل) و ۱۰ لیتر اسیدبوریک ۱ درصد تشکیل شده بود. پس از قرار گیری فلاسک‌ها در دستگاه به ترتیب ۲ میلی لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی لیتر سود سوزآور ۴۰ درصد به نمونه‌ها اضافه شده و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. طی مرحله تقطیر نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک حاصل به ظرفی حاوی محلول دریافت کننده منتقل شده و به همراه اسید بوریک، بورات آمونیم را تشکیل می‌دهد که معرف‌های موجود در محلول دریافت کننده آن را به صورت رنگ سبز نمایان می‌سازد.

عمل تیتراسیون نیز توسط دستگاه صورت گرفت. طی این عمل بورات آمونیم حاصل در محلول

دریافت کننده توسط مقدار کافی از محلول تیتريزول اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیترا شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس مقدار اسید کلریدریک مصرف شده در تیتراسیون توسط دستگاه مشخص گردید.

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

معادله (۱-۳) وزن نمونه (گرم) / (۰/۱۴ * A) = درصد نیتروژن

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

معادله (۲-۳) ضریب تبدیل نیتروژن * درصد نیتروژن = درصد پروتئین نمونه

۱۱-۳- اندازه گیری صفات فیزیولوژیک

۱-۱۱-۳- میزان کلروفیل و کاروتنوئید

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

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

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

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

پس از جایگزین کردن داده‌ها در روابط بالا، اعداد بدست آمده در $1000 \times v/w$ ضرب گردید تا اعداد بر حسب میلی گرم بر گرم^۱ وزن تر به دست آیند. V حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی لیتر و W وزن تر برگ بر حسب گرم می‌باشد.

۳-۱۱-۲- محتوای نسبی آب برگ (RWC^2)

به منظور تعیین مقدار محتوای نسبی آب برگ، در اواسط شهریور ماه و از هر کرت سه بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته یک برگ جوان و کاملاً رشد یافته قطع گردید. برگ‌ها بلافاصله درون پوشش‌های پلاستیکی داخل یخدان قرارداده و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از توزین با ترازو بادقت 0.001 گرم (وزن تر)، به مدت ۲۴ ساعت درون آب مقطر و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (روش کرامر، ۱۹۸۳). سپس برگ‌ها از آب مقطر خارج و آب روی آن‌ها با دستمال گرفته و خشک گردیدند و دوباره توزین شدند (وزن اشباع)، در نهایت نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید (وزن خشک). محتوای نسبی آب برگ با استفاده از معادله (۳-۶) محاسبه شد.

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

۳-۱۱-۳- پایداری غشای پلاسمایی برگ

برای تعیین شاخص پایداری غشاء پلاسمایی اقدام به نمونه‌گیری برگ در اواسط شهریور ماه و از

¹ - RWC : Relative Water Content

هرکرت سه بوته به طور تصادفی انتخاب شد، از نمونه برگ‌های تهیه شده به اندازه ۰/۰۱ گرم به- صورت قطعات کوچک و هم‌اندازه جدا گردید، سپس این قطعات به فالکن‌های حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و ۳۰ دقیقه در حمام آبگرم در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد (C1) قرارداده شدند. به همین ترتیب سری دوم فالکن‌ها آماده سازی گردید و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی-گراد (C2) قرار گرفتند. پس از خنک شدن، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد هدایت الکتریکی آن‌ها توسط دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد و از طریق معادله (۷-۳) میزان پایداری غشای پلاسمایی محاسبه گردید (سایرام و سریواساوا، ۲۰۰۲).

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

پلاسمایی

۳-۱۱-۴- فلاونوئید

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

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

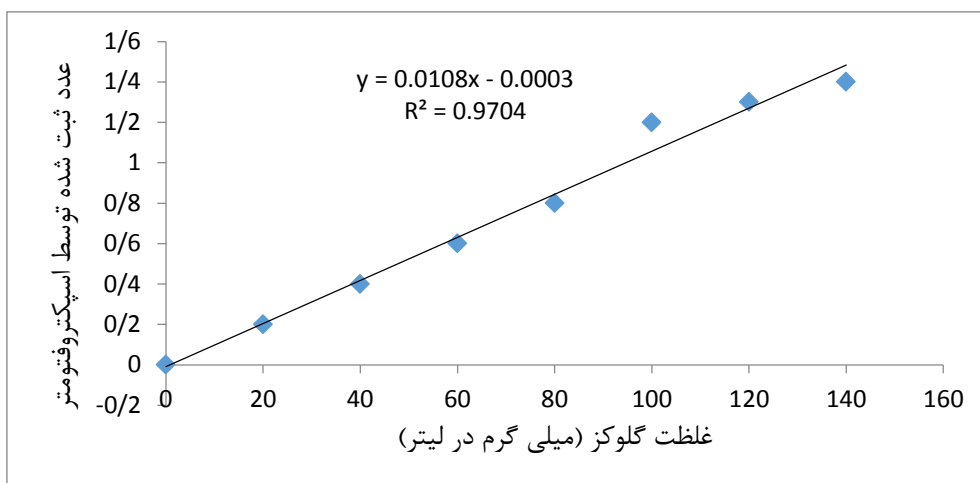
۳-۱۱-۵- استخراج کربوهیدرات محلول

به منظور استخراج کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی، ۱۰۰ میلی‌گرم از نمونه پودر شده و در فالکون ۱۵ میلی‌لیتری ریخته، ۸ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به آن افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰

درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم قرار داده شد. سپس لوله‌های حاوی نمونه‌ها خارج شده و پس از سرد شدن به مدت ۲۰ دقیقه در ۲۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شدند. روش‌ناور لوله‌ها جدا شده و عمل استخراج سه بار تکرار شد. به روش‌ناور جمع شده به ترتیب ۳/۵ میلی لیتر سولفات روی ($ZnSO_4$) ۵ درصد و ۳/۵ میلی لیتر هیدروکسید باریم ($Ba(OH)_2$) ۰/۳ نرمال جهت حذف رنگ‌ریزه‌ها اضافه گردید و دوباره ۲۰ دقیقه در ۲۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شدند. روش‌ناور در بالن ژوژه به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسیده و ۲ میلی لیتر از محلول حاصل جهت تعیین قند محلول به روش فنل اسید سولفوریک (بانت و اینکال، ۱۹۹۳؛ هلوبات و کارایجی، ۱۹۷۸) مورد استفاده قرار گرفت.

بر اساس روش فنل اسید سولفوریک روی ۲ میلی لیتر محلول برداشته شده از محلول به دست آمده، ابتدا ۱ میلی لیتر فنل ۵ درصد و سپس ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ با فشار اضافه گردید. افزودن اسید سولفوریک با جوشش و تولید بخار سوزاننده و حرارت بالا همراه است. لذا این کار بایستی زیر هود و در ظرف مناسب انجام گیرد. بسته به غلظت قند موجود در نمونه رنگ گل‌بهی کم‌رنگ تا پر رنگ ایجاد می‌شود. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه خنک شدند، سپس میزان جذب آنها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. محلول شاهد با افزودن ۱ میلی لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به ۲ میلی لیتر آب مقطر تهیه گردید.

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



۳-۱۱-۶- پرولین

برای استخراج و سنجش پرولین ۲۰ دیسک از بافت برگ در ۴ میلی لیتر اسید سولفوسالسیلیک آبدار (v/w) ۳ درصد کاملاً ساییده شده تا همگن شود. در اواسط شهریور ماه و از هر کرت سه بوته به طور تصادفی انتخاب شد برای نمونه گیری. سپس هموژن حاصل توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۲ صاف و از محلول حاصل برای سنجش پرولین استفاده گردید. ۲ میلی لیتر از عصاره صاف شده، با ۲ میلی لیتر محلول معرف ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک گلیسینال مخلوط و لوله های آزمایش به مدت یک ساعت در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. نمونه ها براساس محتوای پرولین به رنگ زرد تا قرمز تغییر رنگ می دهند. بلافاصله نمونه ها به ظرف حاوی یخ منتقل شدند تا واکنش خاتمه یابد و پس از آن به دمای اتاق منتقل شدند. سپس به محتوایات داخل لوله آزمایش ۴ میلی لیتر تولوئن افزوده و به مدت ۳۰ ثانیه به شدت مخلوط گردید. این عمل موجب دو فاز شدن لوله شد (فاز تولوئن رنگی حاوی پرولین در بالا و فاز آبی شفاف در پایین). پس از مدت ۲۰ دقیقه، جذب نوری محلول فوقانی در ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت پرولین در محلول محاسبه گردید. در نهایت مقدار پرولین بر اساس میکرومول در گرم وزن تر نمونه گیاهی مطابق رابطه زیر محاسبه شد (بیتس و همکاران ۱۹۸۸).

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

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 حجم های ۰-۱/۵ - ۱-۱/۵ - ۲-۱/۵ - ۳-۲/۵ - ۳-۳/۵ - ۴ - ۴/۵ - ۵ میلی لیتر از این محلول ریخته شد و حجم نهایی با آب مقطر به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد تا به ترتیب محلول های ۰-۲-۴-۶-۸-۱۰ - ۱۲ - ۱۴ - ۱۶ - ۱۸ - ۲۰ میکروگرم در میلی لیتر از پرولین به دست آمدند. سپس مشابه روش سنجش پرولین ۲ میلی لیتر از محلول فوق در یک لوله آزمایش با ۲ میلی لیتر محلول اسید ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک مخلوط و به مدت یک ساعت در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. 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 محتوای لوله شد (فاز آلی حاوی پرولین در بالا و فاز آبی شفاف در پایین) پس از ۲۰ دقیقه جذب نوری محلول فوقانی در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و بر اساس میزان جذب و غلظت پرولین تهیه شده در نمونه‌ها نمودار استاندارد رسم شد.

۳-۱۱-۷- میزان آنتوسیانین

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

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

۳-۱۲- اندازه گیری فعالیت های آنزیم های آنتی اکسیدان

۳-۱۲-۱- استخراج عصاره آنزیمی

در اواسط شهریور ماه و از هرکرت سه بوته به طور تصادفی انتخاب شد به منظور اندازه گیری آنزیم-ها ۰/۵ گرم بافت تازه برگ در یک هاون چینی محتوای ۵ میلی لیتر بافر تریس (۰/۰۵ مولار ۷/۵ pH=) به مدت ۳۰ دقیقه و در حمام یخ کاملاً ساییده شد. سپس به لوله سانتریفیوژ منتقل شد و پس از ده دقیقه سکون به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۵۰۰۰ دور، سانتریفیوژ نمونه ها انجام شد. در پایان مرحله سانتریفیوژ، لوله ها به آرامی از دستگاه خارج و محلول رویی از کاغذ صافی عبور داده شد و در طول موج ۵۹۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. عصاره های پروتئینی حاصل برای بررسی فعالیت آنزیم ها مورد استفاده قرار گرفت (برادفورد، ۱۹۷۶).

۳-۱۲-۲- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز

اندازه گیری کاتالاز به روش ابی (۱۹۸۴) انجام شد. مخلوط واکنش شامل ۲/۵ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی مولار (pH = ۷)، ۰/۲ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۱ درصد و ۰/۳ میلی لیتر عصاره استخراجی بود. سپس فعالیت آنزیم کاتالاز به صورت کاهش در جذب طی ۱ دقیقه در طول

موج ۲۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر محاسبه شد. برای سنجش فعالیت کاتالاز از ضریب خاموشی ($0.043 \text{ Mm}^{-1} \text{ Cm}^{-1}$) استفاده شد.

۳-۱۲-۳- سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز

فعالیت آنزیم پراکسیداز براساس روش هالی (۱۹۷۲) اندازه‌گیری شد. بدین منظور ابتدا ۲ میلی-لیتر تامپون استات ۰/۲ مولار با $\text{pH} = 5$ ، ۰/۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۰/۳ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر بنزیدین ۰/۰۲ مولار محلول در متانول ۵۰ درصد، در حمام یخ مخلوط شدند، سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره آنزیمی برگ به این مخلوط واکنش اضافه شد، منحنی جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در دمای اتاق، هر ۳۰ ثانیه به مدت ۳ دقیقه در طول موج ۵۳۰ نانومتر رسم شد. واحد آنزیم به ازای $\mu\text{mol ml}^{-2} \text{H}_2\text{O}_2$ تجزیه شده در هر دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تعریف شد و با کمک منحنی استاندارد فعالیت ویژه‌ی آنزیم برحسب تغییرات واحد آنزیم در دقیقه به ازای هر میلی‌گرم پروتئین محاسبه شد. برای سنجش فعالیت پراکسیداز از ضریب خاموشی ($\text{Mm}^{-1} \text{ Cm}^{-1}$) استفاده شد. (۶/۲۶)

مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و SAS در سطح احتمال ۵ درصد و رسم شکل‌ها با نرم افزار اکسل انجام شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

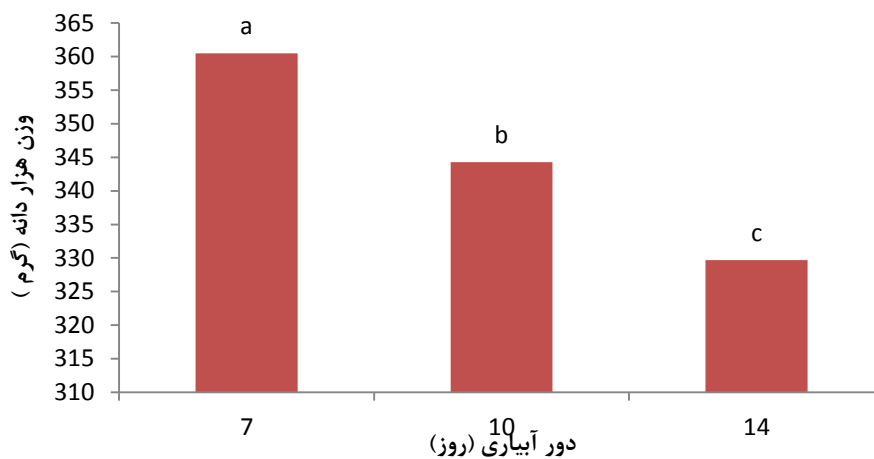
۴-۱- تعداد بلال در بوته و وزن هزار دانه

اثر هیچ کدام از تیمارهای مورد مطالعه بر صفت تعداد بلال در بوته معنی دار نشد زیرا در هر بوته تنها یک بلال مشاهده شد. (جدول ۴-۱)، وزن هزار دانه ذرت بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها تحت تاثیر معنی دار تیمار دور آبیاری قرار گرفت و سایر تیمارها شامل پرایمینگ، دورآبیاری و پرایمینگ، سوپر جاذب، دور آبیاری و سوپر جاذب، سوپر جاذب و پرایمینگ، دور آبیاری و سوپر جاذب و پرایمینگ اثر معنی داری بر وزن هزار دانه ذرت نداشتند (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دورآبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر وزن هزار دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۳۱۱۴ ^{ns}
دور آبیاری	۲	۵۴۸۶۲ ^{**}
خطا	۴	۱۲۴
پرایمینگ	۲	۴۲۶۲ ^{ns}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۳۵۷۸ ^{ns}
سوپر جاذب	۱	۷۳۸ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۱۵۱۰ ^{ns}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۷۴۶ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۱۸۳۳ ^{ns}
خطا	۳۰	۱۵۹۸
ضریب تغییرات		۱۱/۵

نتایج مقایسه میانگین اثر ساده دور آبیاری نشان داد افزایش در دور آبیاری سبب کاهش معنی دار در وزن هزار دانه ذرت شد، به طوری که وزن هزار دانه ذرت در سطوح ۷، ۱۰ و ۱۴ روز به ترتیب برابر ۳۶۰/۵، ۳۴۴/۳ و ۳۲۹/۷ گرم بود که از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند که بین ۷ تا ۱۴ روز ۸/۵۴ درصد کاهش مشاهده شد (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱- مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر وزن هزار دانه

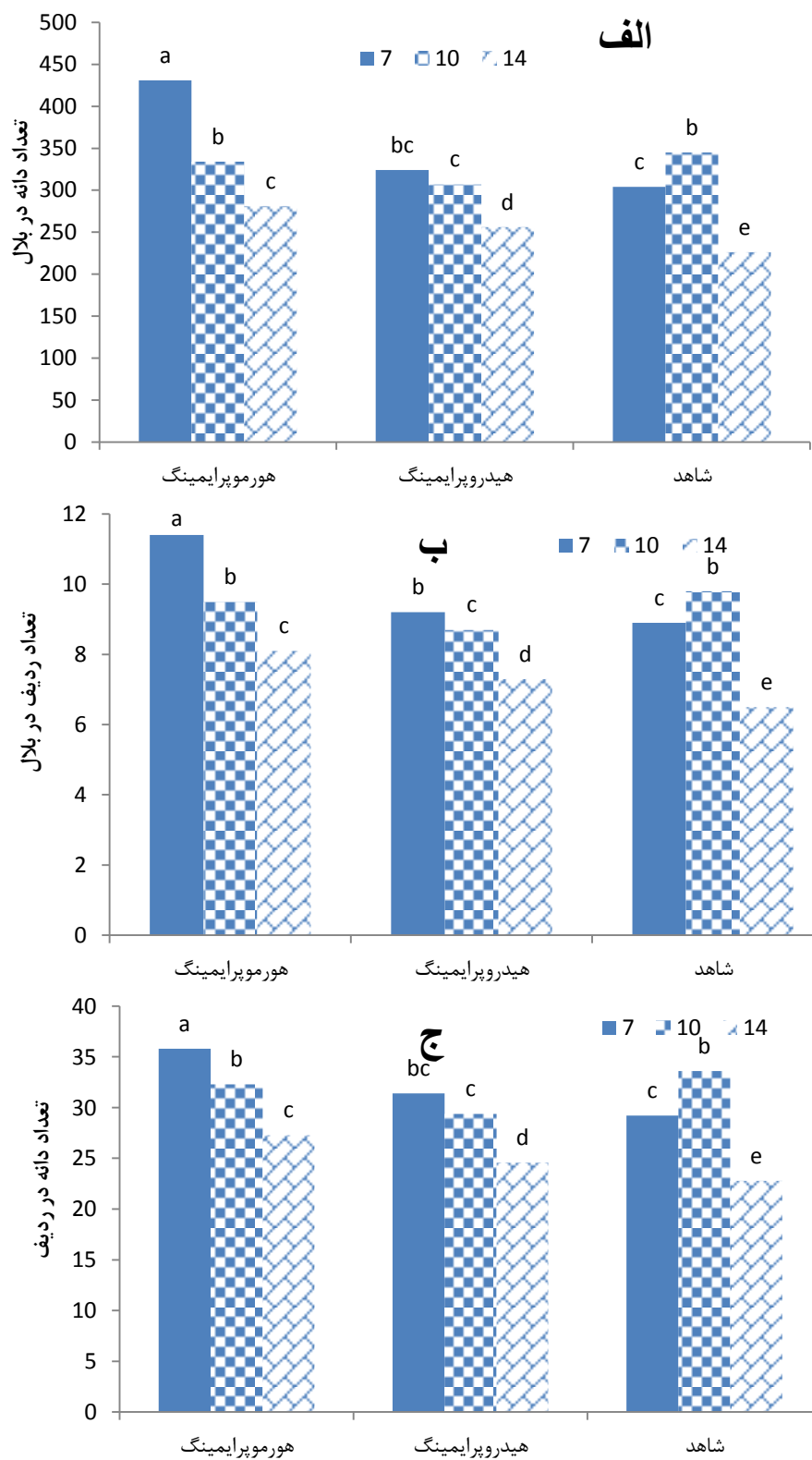
۴-۲- تعداد دانه در بوته، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر دور آبیاری، پرایمینگ، سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ و نیز سوپر جاذب و پرایمینگ و دور آبیاری و سوپر جاذب بر تعداد دانه در بوته ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف ذرت نیز تحت تاثیر تیمار دور آبیاری، پرایمینگ، سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ و سوپر جاذب و پرایمینگ و دور آبیاری و سوپر جاذب قرار گرفت (جدول ۴-۲).

جدول ۴-۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تیمارهای مورد مطالعه بر برخی صفات ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در بوته	ردیف در بلال	دانه در ردیف
بلوک	۲	۳۲۱۱ ^{ns}	۱/۲ ^{ns}	۲۴/۴ ^{ns}
دور آبیاری	۲	۴۷۳۵۸ ^{**}	۳۲/۳ ^{**}	۳۰۰/۶ ^{**}
خطا	۴	۵۶۰	۰/۵۶	۳/۳
پرایمینگ	۲	۱۸۱۷۹ ^{**}	۹/۷ ^{**}	۶۴/۴ ^{**}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۸۲۹۵ ^{**}	۳/۷ ^{**}	۲۹/۷ [*]
سوپر جاذب	۱	۲۰۱۴۵ ^{**}	۱۱/۵ ^{**}	۶۲/۹ [*]
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۱۳۱۳۹ ^{**}	۶/۵ ^{**}	۴۲/۲ [*]
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۴۵۳۱ ^{**}	۳/۱۸ ^{**}	۳۲/۵ [*]
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۱۰۸۷ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۲/۵ ^{ns}
خطا	۳۰	۸۱۹	۰/۶۴	۸/۷
ضریب تغییرات		۹/۱	۹/۰	۹/۹

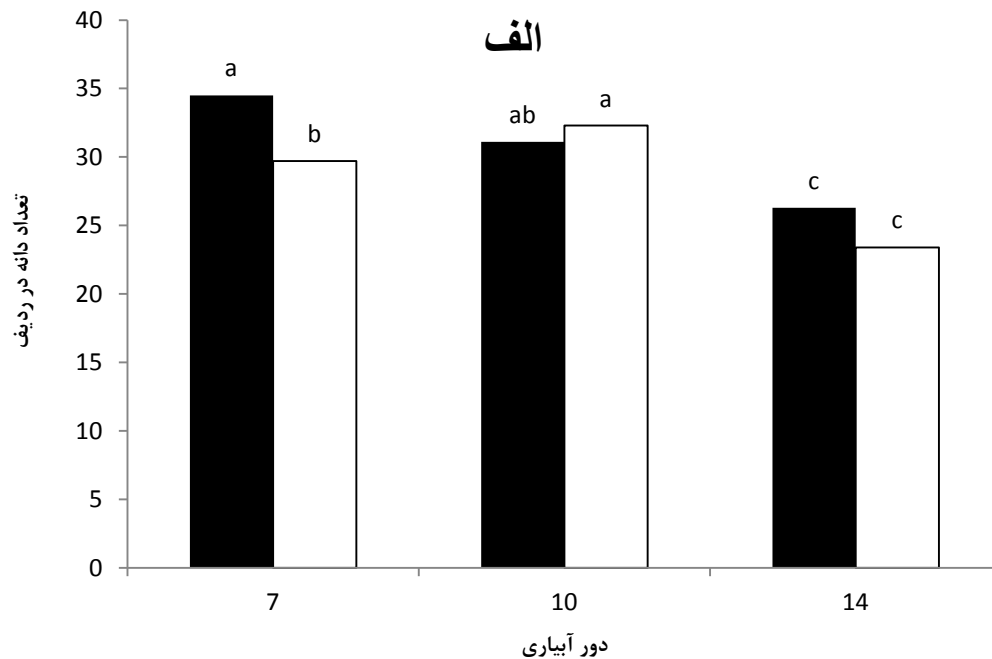
بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ بر صفت تعداد دانه در بلال ذرت مشاهده شد با افزایش دور آبیاری از ۷ به ۱۴ روز این صفت کاهش پیدا کرد. به طوری که در تمام سطوح پرایمینگ کمترین تعداد دانه در بلال در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری بدست آمد و بیشترین تعداد دانه در بلال ذرت در تیمار دور آبیاری ۷ روز مشاهده شد (شکل ۴-۲). بر اساس نتایج این آزمایش پرایمینگ بذر ذرت باعث افزایش در میزان تعداد دانه در بلال ذرت می شود، در واقع اگرچه تنش خشکی تعداد دانه در بلال را کاهش می دهد اما پرایمینگ می تواند باعث افزایش در تعداد دانه در بلال ذرت شود (شکل ۴-۲)، بر همین اساس بیشترین تعداد دانه در بلال در تیمار ۷ روز دور آبیاری و هورمون پرایمینگ مشاهده شد که برابر $431/2$ عدد در بوته بود و کمترین تعداد دانه در بوته در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و عدم پرایمینگ بدست آمد و برابر $266/6$ عدد دانه در بلال بود (شکل ۴-۲). در بین سطوح مختلف پرایمینگ نیز پرایمینگ بذر به صورت هورمون پرایمینگ نسبت به هیدرو پرایمینگ باعث افزایش بیشتری در تعداد دانه در بوته ذرت شد (شکل ۴-۲)، در صفات تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف نیز مشاهده شد که با افزایش دور آبیاری تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال کاهش یافت، در واقع تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف تعیین کننده تعداد دانه در بلال می باشند که تحت شرایط افزایش شدت تنش خشکی یا افزایش دور آبیاری کاهش نشان دادند، از طرف دیگر با پرایمینگ بذرهای ذرت، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال افزایش پیدا کرد که این امر در نهایت باعث افزایش در تعداد دانه در بلال شد (شکل ۴-۲).

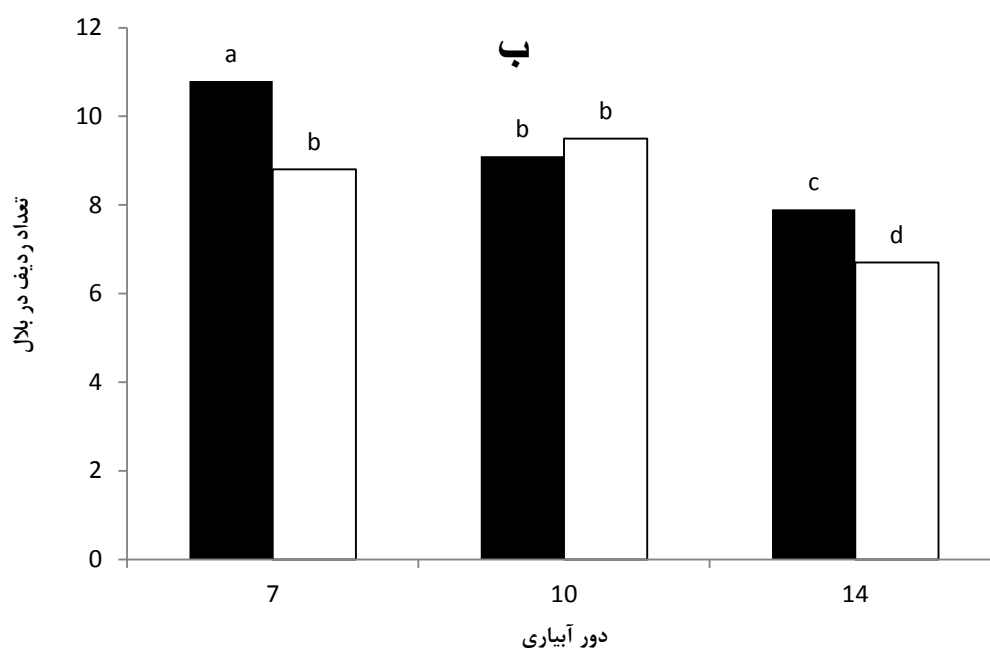
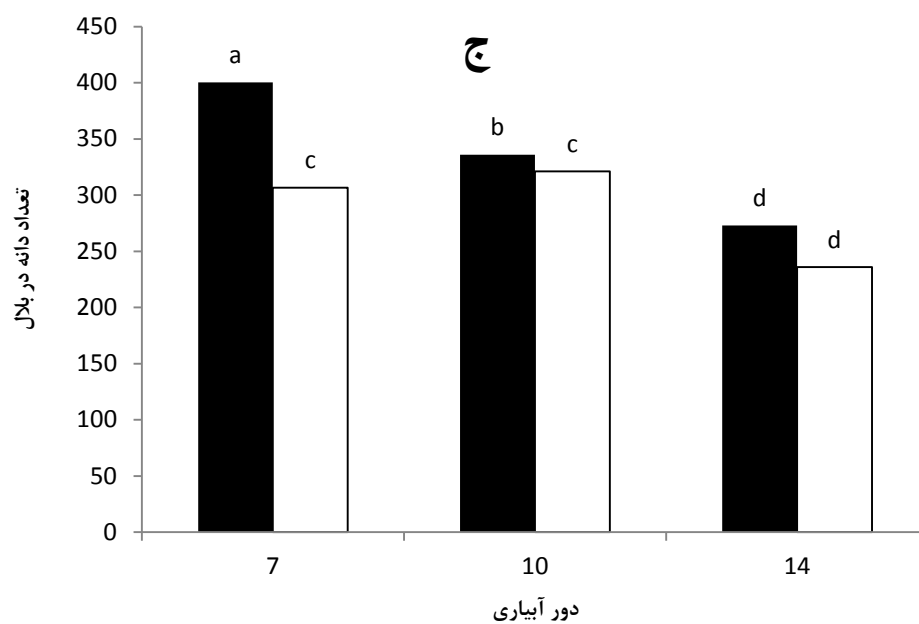


شکل ۴-۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل دورآبیاری و پرایمینگ بر صفات تعداد دانه در بلال (الف)، ردیف در بلال

(ب) و دانه در ردیف (ج)

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب نشان داد افزایش در دور آبیاری باعث کاهش در تعداد دانه در بلال ذرت می‌شود، اما با کاربرد سوپر جاذب می‌توان اثر مخرب تنش خشکی بر تعداد دانه در بلال ذرت را کاهش داد، به طوری که در تمام سطوح آبیاری تعداد دانه در بلال ذرت در هنگام کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب بیشتر از عدم کاربرد سوپر جاذب بود، نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سوپر جاذب و دور آبیاری نشان داد بیشترین تعداد دانه در بلال ذرت در تیمار ۷ روز آبیاری و ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب مشاهده شد و کمترین تعداد دانه در بلال در تیمار ۱۴ روز آبیاری و عدم کاربرد سوپر جاذب بدست آمد که برابر ۲۳۶/۵ عدد بود (شکل ۳-۴).





شکل ۳-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار، ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات تعداد دانه در بلال (ج)، ردیف در بلال (ب) و دانه در ردیف (الف) (ستون پر کاربرد سوپر جاذب و ستون خالی عدم کاربرد سوپر جاذب)

تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف نیز با افزایش دور آبیاری کاهش پیدا کرد و کاربرد سوپر جاذب باعث کاهش اثرات مخرب تنش خشکی شده به طوری که با کاربرد سوپر جاذب میزان تاثیر تنش خشکی کاهش پیدا کرد، بر همین اساس تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف به طور متوسط با کاربرد سوپر جاذب در ۷ روز آبیاری ۲۰ درصد افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۳). در تحقیقات متعددی مشخص شده است که تنش خشکی باعث کاهش در اجزای عملکرد گیاهان زراعی می‌شود که از جمله آن می‌توان به نتایج پژوهش های محمدی و همکاران (۱۳۸۵) در گندم، میر محمدی و همکاران (۱۳۹۴) در ذرت، محسن بیگی و همکاران (۱۳۸۹) در سویا اشاره کرد. یکی از تیمارهایی که باعث کاهش اثرات تنش خشکی می‌شود سوپر جاذب می‌باشد، عیاباف و همکاران (۱۳۹۱)، در ارتباط با نقش پلیمر سوپر جاذب و تنش خشکی بر روی گیاه گندم نشان دادند که تنش خشکی و پلیمر سوپر جاذب اثر معنی‌داری بر صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. همچنین اثر متقابل تنش خشکی و پلیمر سوپر جاذب بر صفات مذکور نیز معنی‌دار بود. حضور پلیمر سوپر جاذب در خاک با افزایش ظرفیت نگهداری آب موجب فراهمی رطوبت بیشتر شده و سطح سبز برگ توسعه یافته و در نتیجه فتوسنتز بیشتر شده و منابع فتوسنتزی نیز افزایش پیدا کرده است.

۴-۳- عملکرد بیولوژیک

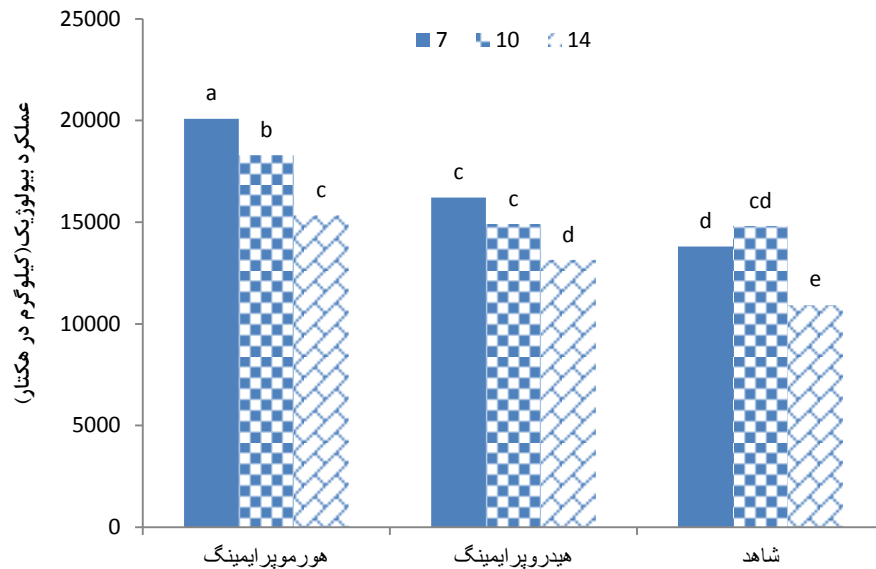
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک ذرت تحت تاثیر معنی‌دار دور آبیاری، پرایمینگ، سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ، سوپر جاذب و دور آبیاری در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۴-۳).

جدول ۴-۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر صفات گیاه ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱۰۱۹۶۳۴ ^{ns}	۵۳۸۰۸ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}
دور آبیاری	۲	۳۱۰۳۶۰۷ ^{**}	۷۷۶۶۱۵ ^{**}	۰/۰۰۸ ^{ns}
خطا	۴	۱۲۷۷۱۷۸	۹۵۳۱۳	۰/۰۲
پرایمینگ	۲	۱۰۴۰۱۰۲۳ ^{**}	۱۸۱۹۴۲۹ ^{**}	۰/۵۵ ^{ns}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۲۱۱۶۹۹۷ ^{**}	۴۷۲۳۴۹ ^{**}	۰/۰۰۶ ^{ns}
سوپر جاذب	۱	۵۲۸۸۸۱۸۲ ^{**}	۱۴۷۳۸۴۷ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۳۰۲۵۰۲۱ ^{**}	۳۳۶۹۲۲ [*]	۰/۰۳ ^{ns}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۳۳۴۵۰ ^{ns}	۱۷۸۲۱ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۶۲۲۶۳۱ ^{ns}	۱۱۵۷۳۹ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
خطا	۳۰	۴۴۲۹۲۲	۷۱۰۲۶	۰/۰۵
ضریب تغییرات	۱۳/۷	۱۱/۳	۱۴/۸	

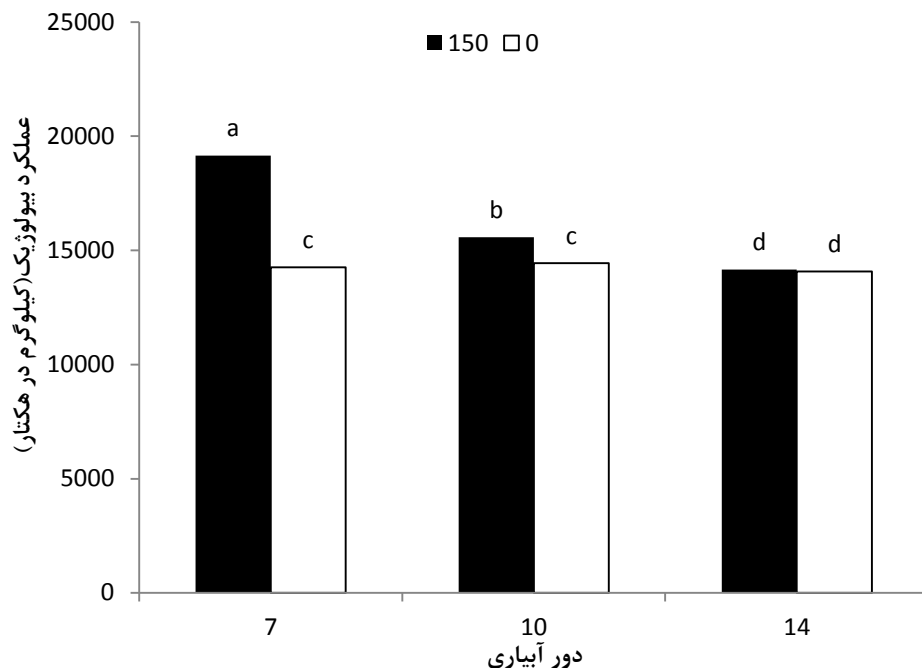
در شکل ۴-۴ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ برای عملکرد بیولوژیک ذرت نشان داده شده است، بر اساس نتایج این جدول دامنه تغییرات عملکرد بیولوژیک بین ۲۰۰۸۷/۳ تا ۱۰۹۲۷/۲ کیلوگرم در هکتار بود، بیشترین میزان برای عملکرد بیولوژیک در تیمار ۷ روز آبیاری و هورمون پرایمینگ مشاهده شد و کمترین میزان برای عملکرد بیولوژیک در تیمار ۱۴ روز آبیاری و عدم پرایمینگ بدست آمد، همانطور که در شکل ۴-۴ مشاهده می شود با افزایش دور آبیاری میزان عملکرد بیولوژیک ذرت نیز کاهش پیدا کرد، پرایمینگ بذر نیز باعث افزایش در عملکرد بیولوژیک ذرت می شود به طوری که در تمام سطوح آبیاری با پرایمینگ بذر عملکرد بیولوژیک ذرت افزایش پیدا

کرد، هورمون پرایمینگ در مقایسه با هیدروپرایمینگ اثر بیشتری بر عملکرد بیولوژیک داشت که این امر نشان دهنده اهمیت روش پرایمینگ می باشد (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴- اثر متقابل پرایمینگ و دور آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ذرت

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب مشاهده شد با افزایش در دور آبیاری میزان عملکرد بیولوژیک کاهش پیدا کرد اما بر اساس نتایج این پژوهش کاربرد سوپر جاذب باعث افزایش در عملکرد بیولوژیک در تمام سطوح آبیاری شد، بر همین اساس بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ۷ روز آبیاری و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب مشاهده شد که برابر ۱۹۱۴۸/۷ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ۴/۱۴۰۷۸ کیلوگرم در هکتار بود. به عبارتی کاربرد سوپر جاذب اثرات کاهش عملکرد بیولوژیک ناشی از افزایش دور آبیاری را کاهش داد. (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵- اثر متقابل سوپر جاذب (کیلوگرم در هکتار) و دور آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ذرت

تنش خشکی از طرق مختلف باعث کاهش در ماده خشک گیاه می‌شود که یکی از مهمترین آنها کاهش در رشد گیاه به وسیله اختلاف در جذب آب و مواد غذایی می‌باشد (میر محمدی و همکاران، ۱۳۹۴)، همچنین تنش خشکی با کاهش در فتوسنتز باعث کاهش در تولید مواد فتوسنتزی شده و در نهایت باعث کاهش در تجمع ماده خشک می‌شود (نظری و همکاران، ۱۳۹۴). فرخی‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که به نظر می‌رسد تنش خشکی در گیاه با کاهش آب برگ و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها و افت فتوسنتز از یک سو و متأثر کردن فعالیت‌های آنزیمی و فرآیندهای مربوطه از سوی دیگر، موجب افت عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه از طریق کاهش اجزای عملکرد می‌شود.

محققان گزارش کردند که پرایمینگ با تاثیر مثبتی که در تسريع سبز شدن گیاه، استقرار بهتر و سریعتر گیاهچه، پوشش سریعتر زمین، قدرت رقابت بهتر با علف‌های هرز، توسعه بهتر ریشه و در نتیجه جذب بهتر آب و مواد غذایی دارد، می‌تواند سبب بهبود ماده خشک کل یا عملکرد بیولوژیک شود و در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی اثرات مفید آن بهتر نمایان می‌شود (عیسوند و

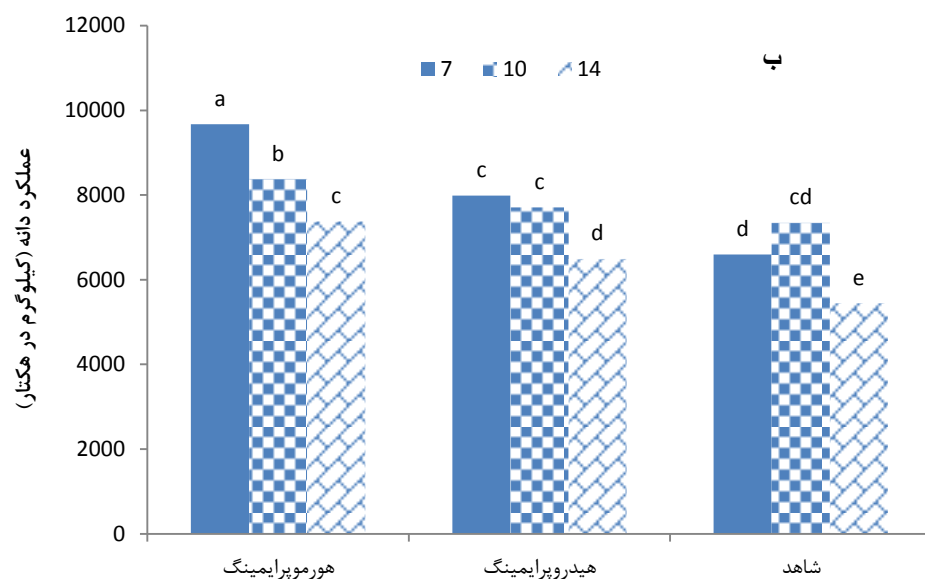
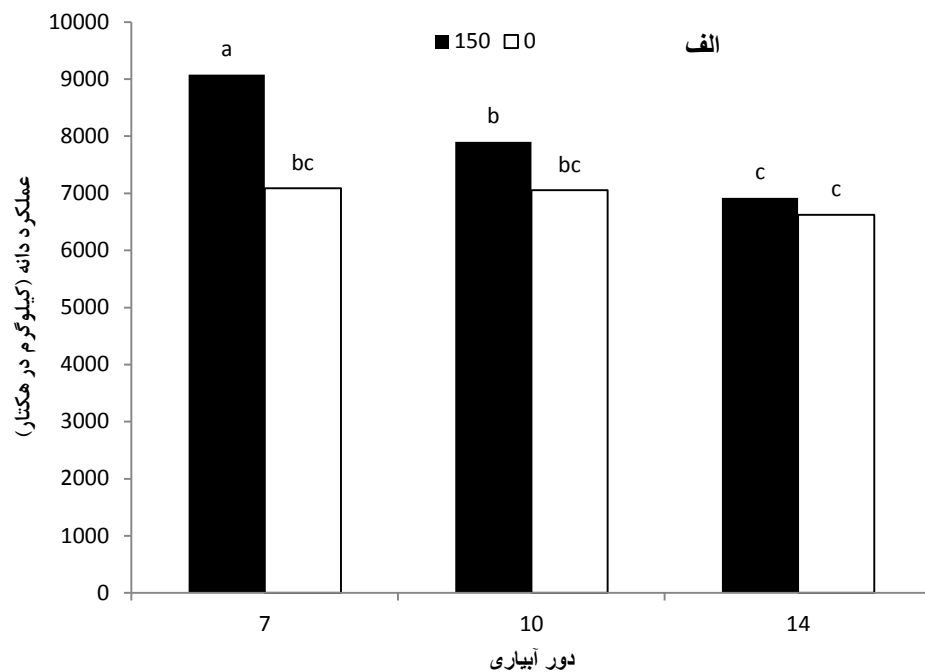
همکاران، ۲۰۱۰؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۱). چائی چی و همکاران (۲۰۰۴) هریس و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش عملکرد در گیاهانی نظیر ذرت، سورگوم، برنج و نخود شد. نتایج آزمایشات مزرعه‌ای در مورد ذرت، برنج، نخود و گندم (سودهی و هریس، ۲۰۰۵) حاکی از آن است که پرایمینگ بذر از نظر جوانه زنی و سبز شدن گیاهچه و عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تنش تضمین خوبی برای کشاورزان است و تقریباً هیچ اثر منفی از کاربرد این روش در گیاهان گزارش نشده است. سوپر جاذب نیز به دلیل ویژگی های مطلوبی که دارد از جمله تامین آب در شرایط افزایش دور آبیاری در نهایت باعث افزایش در میزان ماده خشک کل در گیاه می‌شود (مکی زاده و همکاران، ۱۳۹۰). بر اساس نتایج این آزمایش نیز با کاربرد سوپر جاذب و پرایمینگ بذر-ها در ذرت، عملکرد بیولوژیک در گیاه افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۵).

۴-۴- عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه ذرت در جدول ۴-۴ آورده شده است بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری، پرایمینگ، سوپر جاذب و اثر متقابل آبیاری و پرایمینگ، سوپر جاذب و آبیاری بر عملکرد دانه ذرت معنی‌دار بود (جدول ۴-۴).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ بر عملکرد دانه نشان داد با افزایش در دور آبیاری و شدت یافتن تنش خشکی عملکرد دانه نیز کاهش پیدا کرد به طوری که به طور متوسط از ۷ روز آبیاری تا ۱۴ روز آبیاری عملکرد دانه در سطوح مختلف پرایمینگ بین ۲۵ تا ۱۵ درصد کاهش نشان داد، اما با پرایمینگ بذر میزان عملکرد دانه در تمام سطوح آبیاری افزایش پیدا کرد، بدین صورت که در تمام سطوح آبیاری به طور معنی‌داری با پرایمینگ بذر عملکرد دانه افزایش نشان داد (شکل ۴-۶). بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۷ روز آبیاری و هورمون پرایمینگ مشاهده شد که برابر ۹۶۶۸/۵ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین عملکرد دانه در تیمار ۱۴ روز آبیاری و عدم پرایمینگ معادل ۵۴۴۷/۸ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴-۶). محققان بیان کرده‌اند کاهش در عملکرد دانه در

مرحله اول به دلیل کاهش در میزان اجزای عملکرد دانه می‌باشد که از مهمترین آنها می‌توان به کاهش در تعداد دانه در بوته اشاره کرد (مهاجرانی و همکاران، ۱۳۹۴)، بر همین اساس کاهش در اجزای عملکرد دانه ناشی از کاهش در صفاتی همچون سطح برگ، رنگیزه‌های فتوسنتزی، نشت الکترولیت‌ها و سایر صفات اثر گذار بر اجزای عملکرد دانه در گیاهان زراعی می‌باشد (محسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۹). 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. محققان فراوانی بیان کرده‌اند پرایمینگ از طریق بهبود درصد جوانه زنی، افزایش سرعت رشد، افزایش رشد ریشه و ... باعث افزایش در عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند که از آن جمله می‌توان به فرودل و همکاران (۱۳۹۰) و فرخی نیا و همکاران (۱۳۹۰) اشاره کرد. نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد پرایمینگ بذر ذرت چه به صورت هورمون پرایمینگ و چه به صورت هیدرو پرایمینگ باعث افزایش در عملکرد دانه ذرت در تمام سطوح آبیاری نسبت به شرایط عدم پرایمینگ می‌شود که این امر نشان دهنده کارکرد مطلوب پرایمینگ در جهت بالا بردن عملکرد دانه ذرت می‌باشد (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶- اثر متقابل سوپر جاذب، دور آبیاری (روز) (الف) و سوپر جاذب (کیلوگرم در هکتار) ، پرایمینگ (ب) بر عملکرد دانه ذرت

علاوه بر پرایمینگ برای مقابله با اثرات مخرب تنش خشکی می‌توان از پلیمرهای سوپر جاذب استفاده کرد، این پلیمرها در شرایط تنش خشکی با قرار دادن آب در دسترس گیاه باعث افزایش جذب آب شده و اثرات تنش خشکی را کاهش می‌دهند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۰). در بررسی که

روی گیاه ذرت علوفه ای (سینگل کراس) انجام شد نشان داد که تنش خشکی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد را کاهش داد. در مقابل کاربرد سوپر جاذب باعث افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه گردید. با افزایش شدت تنش خشکی از تعداد بلال کاسته شد. بیشترین تعداد دانه در بلال از تیمار عدم تنش و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم سوپر جاذب و کمترین آن از تیمار تنش شدید خشکی و تیمار عدم مصرف سوپر جاذب به دست آمد (سالاری ساردویی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین نتایج اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب بر عملکرد دانه ذرت نشان داد با کاربرد سوپر جاذب میزان عملکرد دانه در تمام دوره‌های آبیاری افزایش پیدا کرد با وجود اینکه افزایش در دور آبیاری باعث کاهش در عملکرد دانه شده بود (شکل ۴-۶)، به نظر می‌رسد سوپر جاذب‌ها با ذخیره آب و رها کردن آن به طور تدریجی برای گیاه باعث افزایش در عملکرد دانه ذرت شده است.

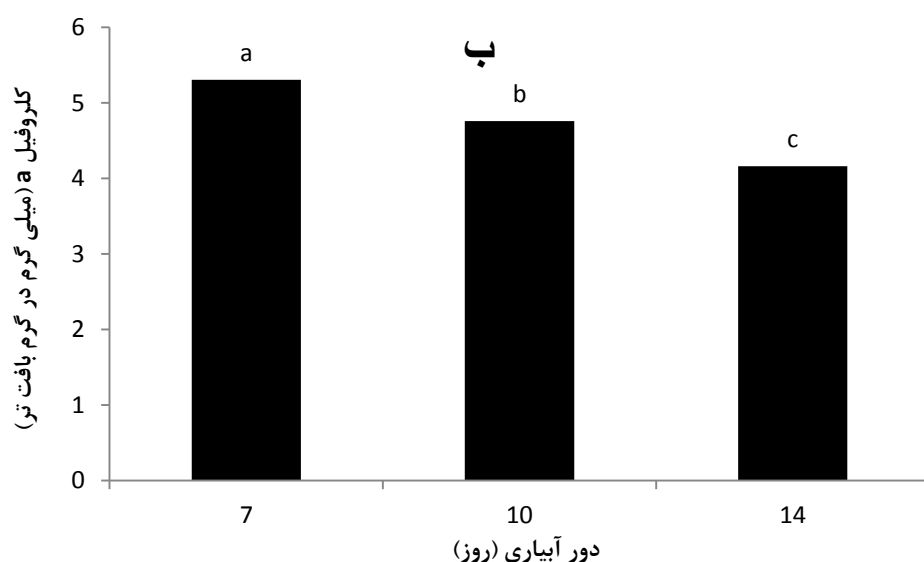
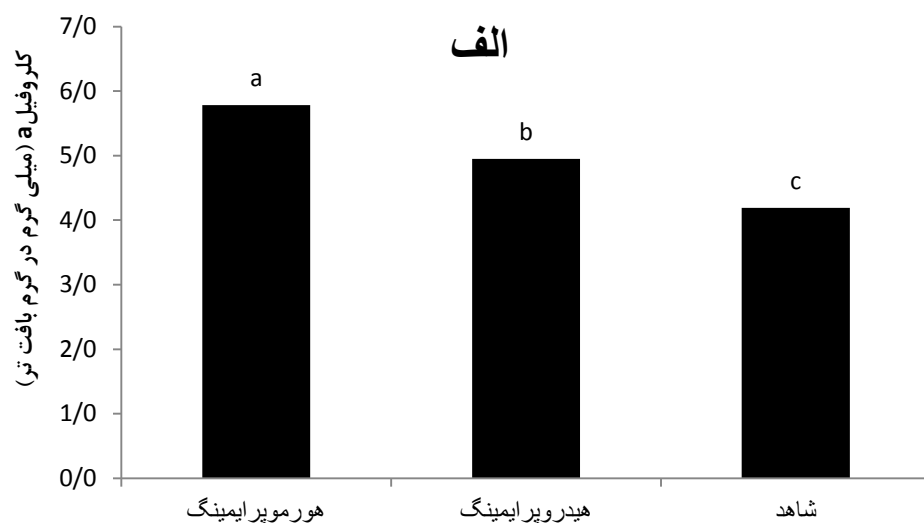
۴-۵- رنگدانه‌های فتوسنتزی

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ساده دور آبیاری و پرایمینگ بر میزان کلروفیل a معنی دار بود، در مورد کلروفیل b اثر ساده دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ و اثر متقابل سوپر جاذب و دور آبیاری معنی دار بود، کارتنوئید نیز تحت تاثیر معنی دار اثر ساده دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب قرار گرفت. همچنین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ و اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب بر محتوای کارتنوئید برگ معنی دار بود (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه در ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کارت نوئید
بلوک	۲	۰/۶۴ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}
دور آبیاری	۲	۱/۵۲*	۳/۰۴**	۰/۷۸**
خطا	۴	۰/۰۴	۰/۵۰	۰/۰۹
پرایمینگ	۲	۱۱/۴۳**	۵/۲۲**	۱/۸۵**
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۰/۴۲ ^{ns}	۱/۵۲*	۰/۴۸**
سوپر جاذب	۱	۰/۱۵ ^{ns}	۵/۰۲**	۱/۵۰**
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۰/۳۶ ^{ns}	۲/۴۹*	۰/۳۴*
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۵۲ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۰/۳۵ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}
خطا	۳۰	۰/۳۲	۰/۴۷	۰/۰۷
ضریب تغییرات		۱۱/۵	۱۵/۸	۱۱/۳

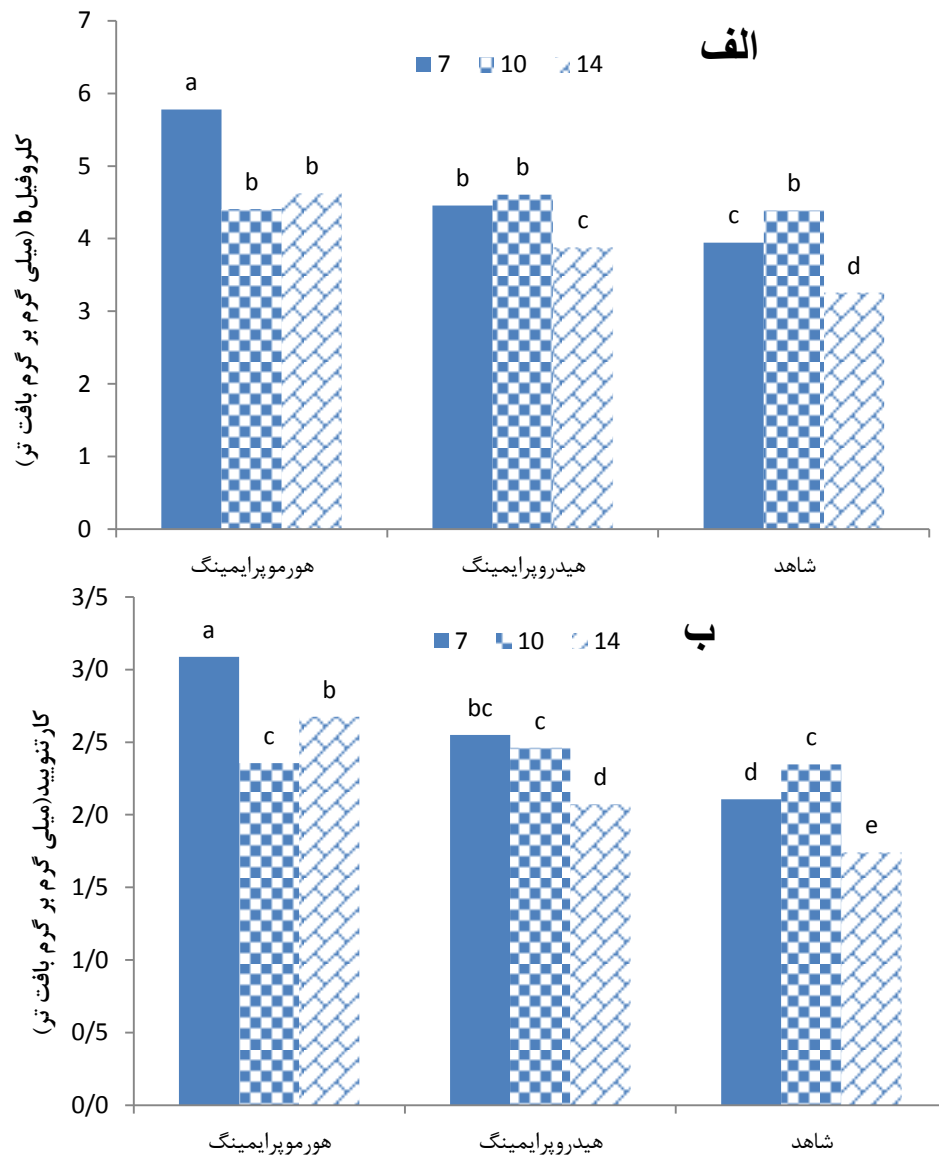
بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر کلروفیل a، با افزایش دور آبیاری میزان کلروفیل نیز به طور معنی داری کاهش پیدا کرد به طوری که بیشترین میزان کلروفیل a در دور آبیاری ۷ روز مشاهده شد که برابر ۵/۳ میلی گرم در گرم بافت تر بود و کمترین میزان کلروفیل a در دور آبیاری ۱۴ روز بدست آمد و برابر ۴/۱۶ میلی گرم در گرم بافت تر بود (شکل ۴-۶)، همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بر میزان کلروفیل a، بیشترین مقدار برای کلروفیل a در تیمار هورمون پرایمینگ مشاهده شد که میزان کلروفیل a در این تیمار به طور معنی داری از تیمارهای هیدروپرایمینگ و شاهد بیشتر بود، مقدار کلروفیل a در تیمارهای هورمون پرایمینگ، هیدروپرایمینگ و شاهد به ترتیب برابر ۵/۷۸، ۴/۹۵ و ۴/۱۹ میلی گرم در گرم بافت تر بود (شکل ۴-۶).



شکل ۴-- مقایسه میانگین اثر ساده پرایمینگ (الف) و دور آبیاری (ب) بر مقدار کلروفیل a ذرت

در رابطه با کلروفیل b نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نشان داد در تمام سطوح دور آبیاری پرایمینگ باعث افزایش در مقدار کلروفیل b در گیاه ذرت شد، همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نشان داد با افزایش دور آبیاری در تمام سطوح پرایمینگ میزان کلروفیل b کاهش پیدا کرد، بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار ۷ روز آبیاری و

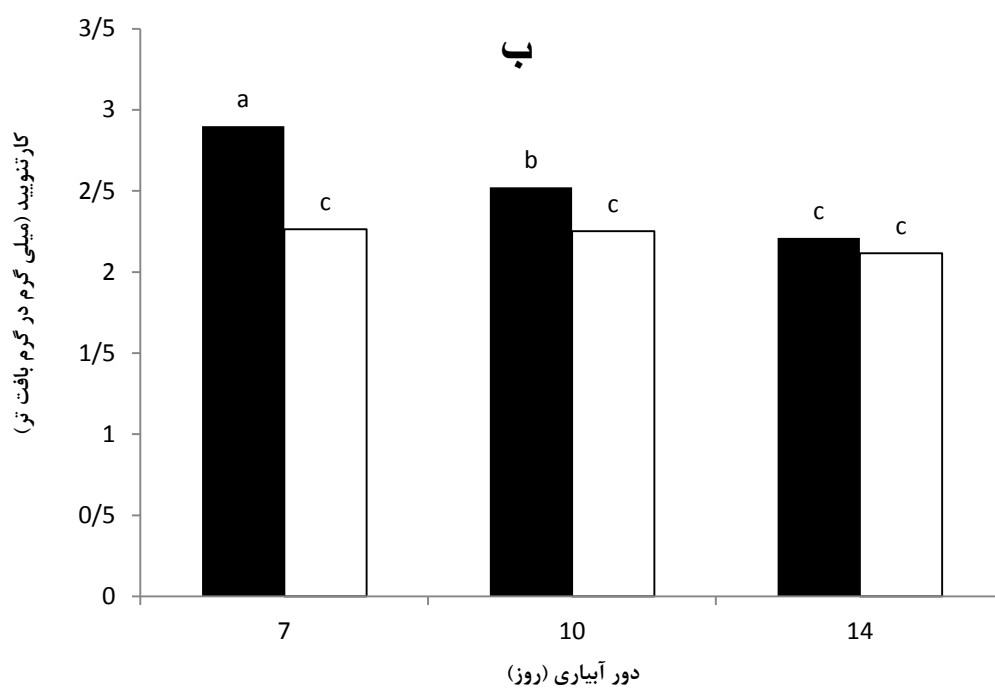
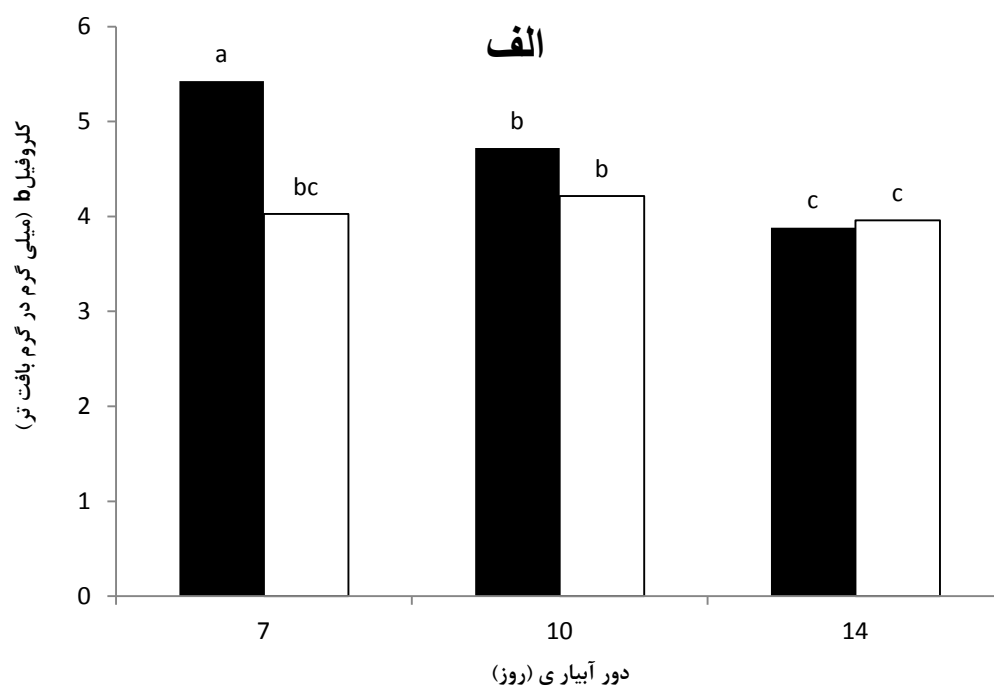
هورمون پرایمینگ مشاهده شد که برابر ۵/۷۸ میلی گرم در گرم بافت تر بود و کمترین میزان برای کلروفیل b در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و عدم پرایمینگ بدست آمد و برابر ۳/۲۶ میلی گرم در گرم بافت تر بود (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات کلروفیل b (الف) و کارتنوئید

(ب)

در رابطه با کارتنوئید نیز نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نشان داد با پرایمینگ بذره‌های ذرت در سطوح مختلف آبیاری میزان کارتنوئید برگ افزایش پیدا کرد که بیشترین میزان برای کارتنوئید در تیمار ۷ روز دور آبیاری و هورموپرایمینگ مشاهده شد که برابر ۳/۰۹ میلی گرم بر گرم بافت تر بود (شکل ۴-۸). اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب بر کارتنوئید نیز نشان داد با افزایش دور آبیاری میزان کارتنوئید کاهش می‌یابد اما استفاده از سوپر جاذب می‌تواند تاثیر تنش خشکی ناشی از دور آبیاری زیاد را کاهش داده و باعث افزایش میزان کارتنوئید نسبت به حالت عدم استفاده از سوپر جاذب شود (شکل ۴-۸)، بر همین اساس بیشترین میزان کارتنوئید در تیمار ۷ روز دور آبیاری و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب مشاهده شد که برابر ۲/۹ میلی گرم در گرم بافت تر بود و کمترین میزان برای کارتنوئید نیز در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و عدم کاربرد سوپر جاذب بدست آمد که برابر ۲/۱۲ میلی گرم در گرم بافت تر بود (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در

هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات کلروفیل b (الف) و کارتنوئید (ب)

بر اساس نظر محققان گیاهان در طول دوره رشد خود به وسیله عوامل نامساعد محیطی تحت تاثیر قرار می گیرند بعضی از این عوامل نامساعد مانند تنش رطوبتی رشد و نمو را در گیاهان محدود می کنند (عزیزی نیا و همکاران، ۲۰۰۵). تنش رطوبتی جزء تنش های عمومی می باشد که آثار بسیار نامطلوب بر رشد گیاه و تولید گیاهان زراعی به جای می گذارد (بلوم، ۲۰۰۵). خشکی در ایران و جهان پدیده ای اجتناب ناپذیر است که همه ساله با شدت های متفاوتی، تولید موفقیت آمیز محصولات کشاورزی را با مخاطره رو برو می سازد. عدم بارندگی کافی و توزیع غیر یکنواخت آن در طول فصل رشد در مناطق خشک و نیمه خشک باعث شده است که کشت بیشتر محصولات کشاورزی فقط با آبیاری امکان پذیر گردد. کمبود آب با تاثیر بر آماس سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه ها فرایندهای فتوسنتز، تنفس و تعرق را تحت تاثیر قرار داده و از طرف دیگر با تاثیر بر فرایندهای آنزیمی که به طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می شوند بر رشد گیاه اثر منفی می گذارد (برار و همکاران، ۱۹۹۰).

به طور کلی، کاهش رشد گیاهان در شرایط تنش خشکی به واسطه محدود شدن فتوسنتز صورت می گیرد. تنش شدید آبی باعث توقف فتوسنتز، اختلال در متابولیسم سلولی و نهایتاً مرگ سلول می شود (آمارجیت و همکاران، ۲۰۰۵). فتوسنتز به عنوان یک فرآیند کلیدی متابولیسم اولیه، نقش مرکزی در عملکرد گیاه در شرایط تنش دارد، به نحوی که از طریق کاهش انتشار CO_2 به کلروپلاست فرایندهای متابولیکی را محدود می کند (چاوز و همکاران، ۲۰۰۹). وجود مقدار کافی آب برای حفظ فتوسنتز، عملکرد و رشد ضروری است (جوادی و بهرام نژاد، ۱۳۸۹). یکی از اصلی ترین دلایل کاهش فتوسنتز طی تنش خشکی کاهش در میزان کلروفیل های داخل برگ می باشد که در اثر تنش خشکی یا دفرمه شده و تخریب می شوند و یا میزان تولید آنها کاهش پیدا می کند (آیین، ۱۳۹۲). در همین رابطه سقلام و همکاران (۲۰۱۱) حساسیت چند واریته لوبیای معمولی را به تنش خشکی با اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان، مقادیر کلروفیل را مورد بررسی قرار

دادند، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان کلروفیل کل و کاروتنوئید در شرایط تنش کاهش می‌یابد، که نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد با افزایش دور آبیاری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی کاهش نشان می‌دهد. محققان بیان کرده‌اند هر عاملی که باعث کاهش تنش خشکی شود در نهایت باعث کاهش اثرات مخرب آن بر فتوسنتز می‌شود (امانی و همکاران، ۱۳۸۹).

پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی در مزرعه خصوصاً در شرایط نامساعد از جمله پایین بودن درجه حرارت و کمبود رطوبت می‌شود. همچنین باعث کاهش ناهمگونی فیزیولوژیکی در توده بذر می‌گردد (استیل و برادفورد، ۱۹۹۷). همچنین مشخص شده است که تیمار بذر با هورمون‌های رشد در کاهش تاثیرات مخرب تنش شوری در جریان جوانه زنی مؤثر بوده است (سودا و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر این سوپر جاذب‌ها پلیمرهایی به شدت آبدوست هستند که ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب، در موقع نیاز ریشه، به راحتی آب و مواد غذایی محلول در آن را در اختیار ریشه گیاه قرار می‌دهند. آب جذب شده در هنگام تنش کم آبی به آرامی آزاد می‌شود و ریشه‌های گیاهان می‌توانند از آن استفاده کنند (اعوانی، ۱۳۹۳). بر همین اساس نتایج این آزمایش نیز نشان داد با کاربرد سوپر جاذب میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی افزایش پیدا می‌کند و در شرایط تنش خشکی این امر می‌تواند باعث ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتری شود و در نهایت عملکرد دانه را افزایش دهد (شکل ۴-۸). نتایج تحقیقات (شیخ مرادی، ۱۳۹۰) بر روی چمن اسپورت نشان داد سوپر جاذب موجب افزایش ارتفاع شاخه، کلروفیل $a + b$ شد ولیکن وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، وزن خشک شاخه، وزن تر شاخه و عمق توسعه ریشه و وزن خشک شاخه معنی دار نشد.

۴-۶- محتوای نسبی آب برگ و هدایت الکتریکی

در جدول ۴-۶ نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایش بر محتوای نسبی آب برگ و هدایت الکتریکی برگ ذرت آورده شده است، بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ساده دور آبیاری و پرایمینگ و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ، اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب و اثر متقابل

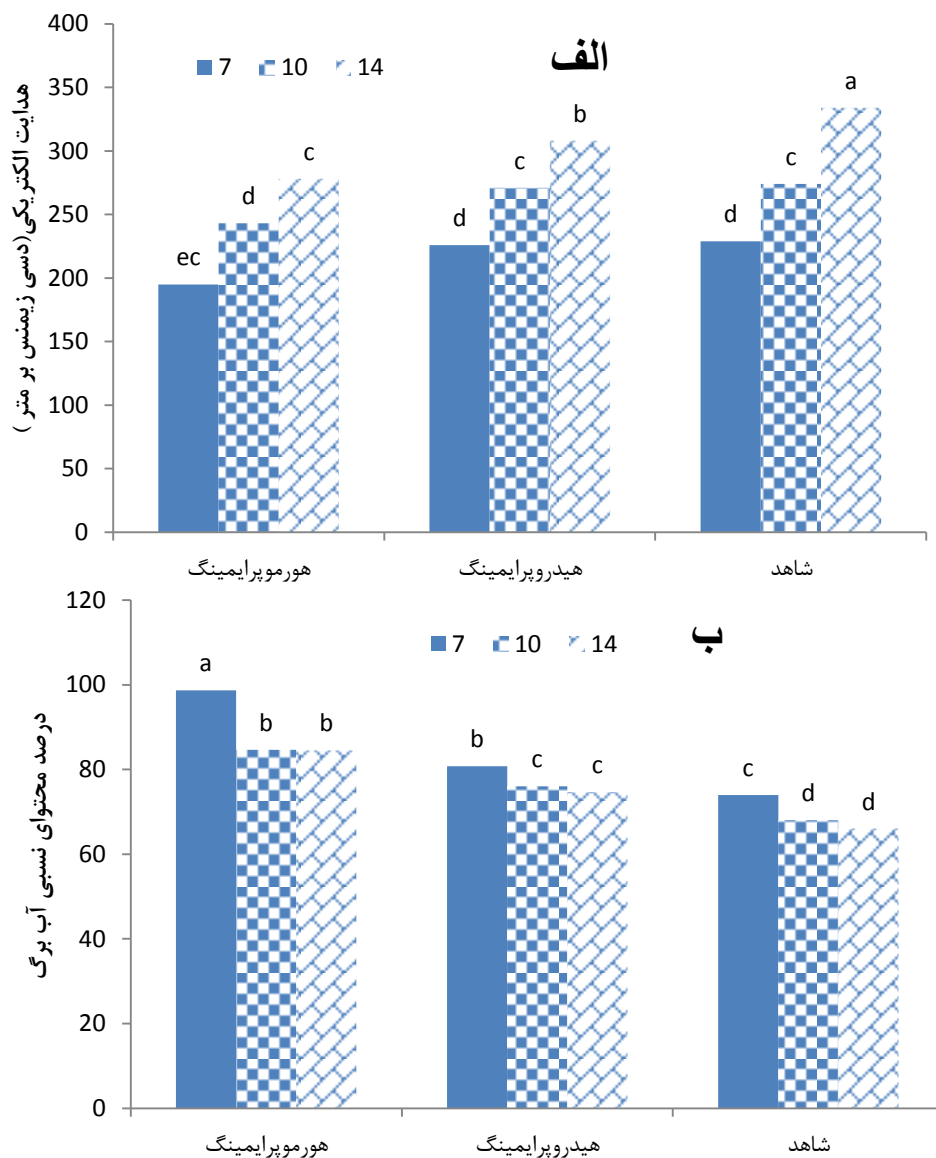
سوپر جاذب و پرایمینگ بر هدایت الکتریکی برگ ذرت معنی دار بود، همچنین اثر ساده دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ، اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب و اثر متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ بر محتوای نسبی آب برگ ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴-۵).

جدول ۴-۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر هدایت الکتریکی و محتوای نسبی آب برگ گیاه در ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	هدایت الکتریکی	محتوای نسبی آب برگ
بلوک	۲	۴۴۰ ^{ns}	۱۴/۵ ^{ns}
دور آبیاری	۲	۱۲۵۶۶ ^{**}	۱۶۹/۱ ^{**}
خطا	۴	۳۸۳	۱۱/۹
پرایمینگ	۲	۱۲۵۴۴ ^{**}	۱۶۴۷/۳ ^{**}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۹۹۸۸ ^{**}	۲۵۰/۰ ^{**}
سوپر جاذب	۱	۹۲۱ ^{ns}	۱۸۴/۰ ^{**}
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۱۸۱۹۹ ^{**}	۹۳/۳ ^{**}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۷۱۰۱ ^{**}	۱۰۶/۸ ^{**}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۸۸۳ ^{ns}	۸/۳ ^{ns}
خطا	۳۰	۱۱۹۰	۱۵/۸
ضریب تغییرات		۱۳/۱	۵/۰

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نشان داد افزایش دور آبیاری باعث افزایش در نشت الکترولیت ها می شود، به بیانی دیگر با افزایش در دور آبیاری و افزایش یافتن شدت تنش میزان نشت الکترولیت ها نیز افزایش پیدا می کند، بر همین اساس بیشترین میزان برای نشت الکترولیت ها در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و عدم پرایمینگ مشاهده شد که برابر ۳۳۴/۲ دسی زیمنس بر متر بود، کمترین میزان برای نشت الکترولیت ها در تیمار ۷ روز آبیاری و هورمون پرایمینگ بدست آمد و برابر ۱۹۵/۵ دسی زیمنس بر متر بود، همچنین باید بیان شود پرایمینگ باعث کاهش در نشت

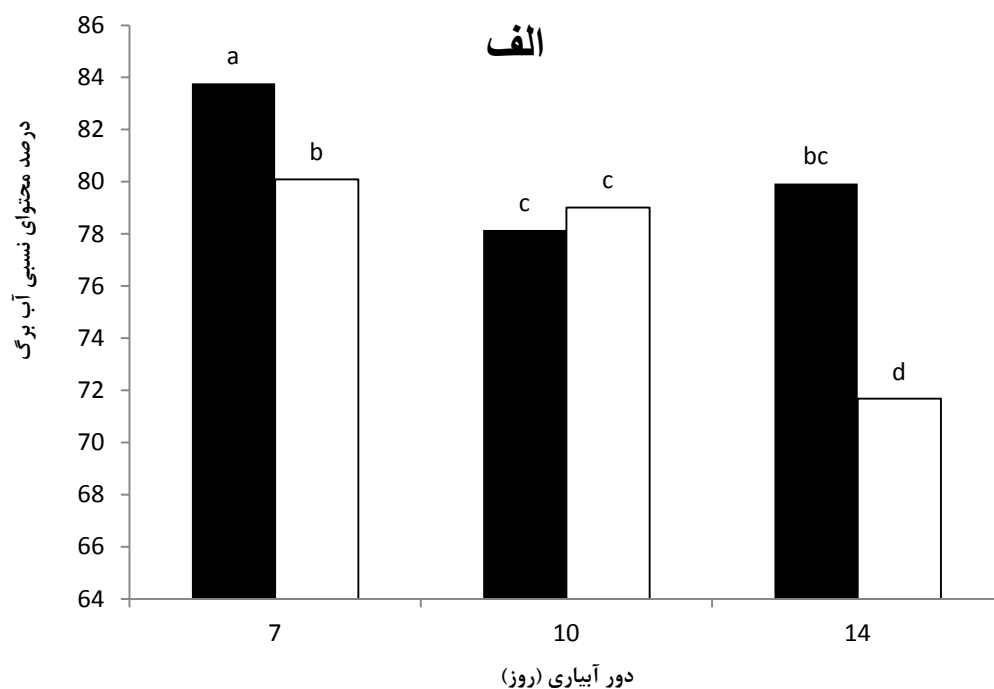
الکترولیت‌ها شد به طوری که در تمام سطوح دور آبیاری پرایمینگ باعث کاهش معنی دار در نشت الکترولیت‌ها از سلول‌ها شد (شکل ۹-۴). همچنین اثر متقابل سوپر جاذب و دور آبیاری نشان داد کاربرد سوپر جاذب باعث کاهش در نشت الکترولیت‌ها در تمام دوره‌های آبیاری ۷، ۱۰ و ۱۴ روز می شود، بر همین اساس باید بیان شود یکی از اثرات مفید پلیمرهای سوپر جاذب کاهش نشت الکترولیت‌ها در سلول‌های گیاهان زراعی می‌باشد (شکل ۹-۴).

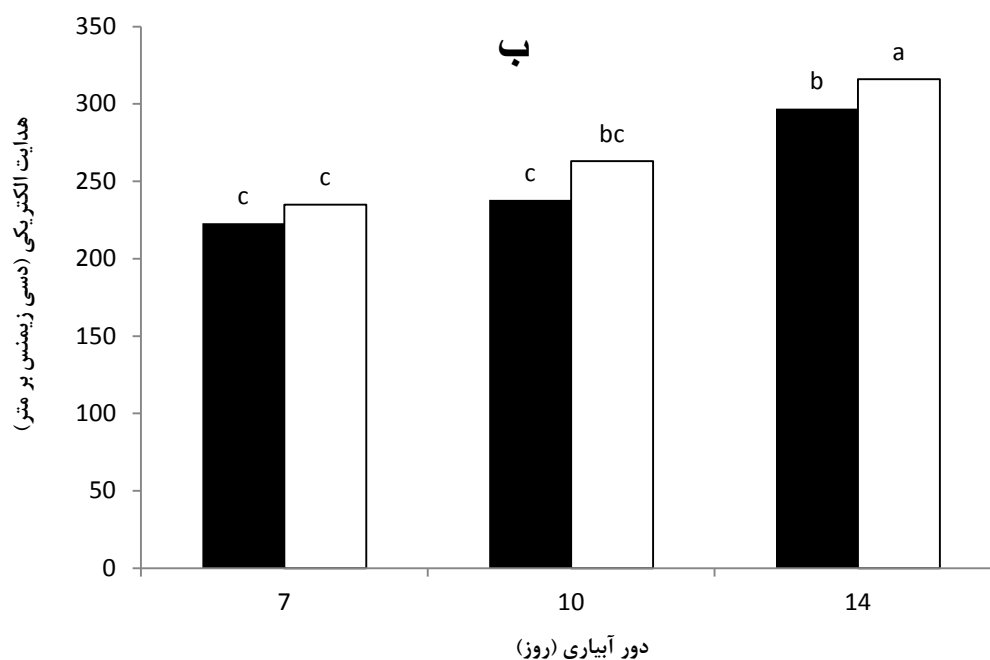


شکل ۹-۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات هدایت الکتریکی (الف) و

محتوای نسبی آب برگ (ب)

همچنین در مورد محتوای نسبی آب برگ باید بیان شود با افزایش در دور آبیاری محتوای نسبی آب برگ به شدت افت کرد به طوری که دامنه تغییرات محتوای نسبی آب برگ بین ۹۶/۱ تا ۶۶/۴ درصد بود، البته باید بیان شود پرایمینگ بذر نیز در این تغییرات نقش داشته است به طوری که با کاهش دور آبیاری و پرایمینگ بذر ذرت محتوای نسبی آب برگ افزایش پیدا کرد، بر همین اساس بیشترین درصد محتوای نسبی آب برگ در تیمار ۷ روز دور آبیاری و هورموپرایمینگ مشاهده شد که برابر ۹۶/۱ درصد بود و با افزایش در دور آبیاری و عدم پرایمینگ محتوای نسبی آب برگ کاهش پیدا کرد و کمترین درصد محتوای نسبی آب برگ در تیمار عدم پرایمینگ و دور آبیاری ۱۴ روز مشاهده شد که برابر ۶۶/۴ بود (شکل ۴-۱۰).





شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات هدایت الکتریکی (الف) و محتوای نسبی آب برگ (ب)

همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ و دور آبیاری باید بیان کرد در بین تیمارهای پرایمینگ، هورمون پرایمینگ اثر مطلوب تری نسبت به هیدروپرایمینگ بر محتوای نسبی آب برگ ذرت داشت که این امر باید در هنگام پرایمینگ مد نظر قرار بگیرد (شکل ۴-۱۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب نشان داد در تمام سطوح دور آبیاری کاربرد سوپر جاذب باعث افزایش در میزان محتوای نسبی آب برگ ذرت می شود، کاربرد سوپر جاذب باعث بالا رفتن محتوای نسبی آب برگ ذرت می شود که این افزایش با افزایش دور آبیاری نیز بیشتر می شود، به طوری که در دور آبیاری ۷ روز اختلاف بین کاربرد و عدم کاربرد سوپر جاذب بر محتوای نسبی آب برگ برابر ۳/۶۸ درصد می باشد اما در دور آبیاری ۱۴ روز این اختلاف برابر ۸/۲۵ درصد بود (شکل ۴-۱۱). این نکته از آن جهت دارای اهمیت می باشد که کارایی سوپر جاذب در شرایط تنش خشکی بیشتر می باشد (شکل ۴-۱۱).

گالشی (۱۳۹۴) گزارش کرد که خشکی به عنوان مهم‌ترین فاکتور کنترل کننده عملکرد محصولات زراعی، تقریباً روی کلیه فرایندهای رشد گیاه تاثیر گذار است، اخیراً نتایج تحقیقات نشان داده است که علاوه بر تغییرات مورفولوژیکی که در اثر کمبود آب در گیاه ایجاد می‌شود، صدمات اکسیداتیو نیز از عوامل مهم محدود کننده رشد و تولیدات گیاهی هستند که در اثر عدم وجود شرایط مناسب ایجاد می‌شود. تنش اکسیداتیو در نتیجه تنش خشکی باعث از بین رفتن غشاها شده که این امر ابتدا باعث افزایش در نشت الکترولیت‌ها شده و در مرحله بعد محتوای نسبی آب برگ را کاهش می‌دهد (بهاری و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد با افزایش دور آبیاری و شدت یافتن خشکی هم نشت الکترولیت‌ها افزایش یافته و هم باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ در گیاه ذرت شد (شکل ۴-۱۱). از طرف دیگر بر اساس گزارش محققان پلیمرهای سوپر جاذب با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود دانه‌بندی و ساختمان خاک و نیز افزایش قابلیت ثبات خاکدانه‌ها و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاهان زراعی خصوصاً در شرایط تنش خشکی فراهم می‌کنند (بهبهانی و همکاران، ۱۳۸۸). در واقع پلیمرهای سوپر جاذب باعث می‌شوند اثرات مضر تنش خشکی به تعویق افتاده و با رهاسازی تدریجی آب از صدمات خشکی به گیاه جلوگیری می‌کنند (خادم و همکاران، ۱۳۸۷). علاوه بر پلیمرهای سوپر جاذب پرایمینگ نیز می‌تواند از روش‌هایی باشد که باعث کاهش اثرات مخرب تنش خشکی شود، در آزمایشات اولیه‌ای که توسط رشید و همکاران (۲۰۰۲) صورت پذیرفت، پرایمینگ بذر گندم با محلول رقیق سولفات روی که حاوی ۰/۴٪ روی بود، باعث بهبود استقرار گیاهچه‌ها گردید. در آزمایشات دیگری که در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ انجام شد، بذور پرایم شده با محلول سولفات روی به مدت ۱۰ ساعت، افزایش عملکردی به میزان ۲۱٪ نسبت به گیاهان غیر پرایم نشان دادند. نتایج این آزمایش نیز نشان داد در تیمارهای پرایم محتوای نسبی آب برگ در گیاه ذرت بیشتر از تیمارهای عدم پرایمینگ بود که به نظر می‌رسد این امر به دلیل رشد بهتر گیاهچه و داشتن ریشه‌های قویتر باشد (جدول ۴-۵).

۴-۷- پرولین و قندهای محلول

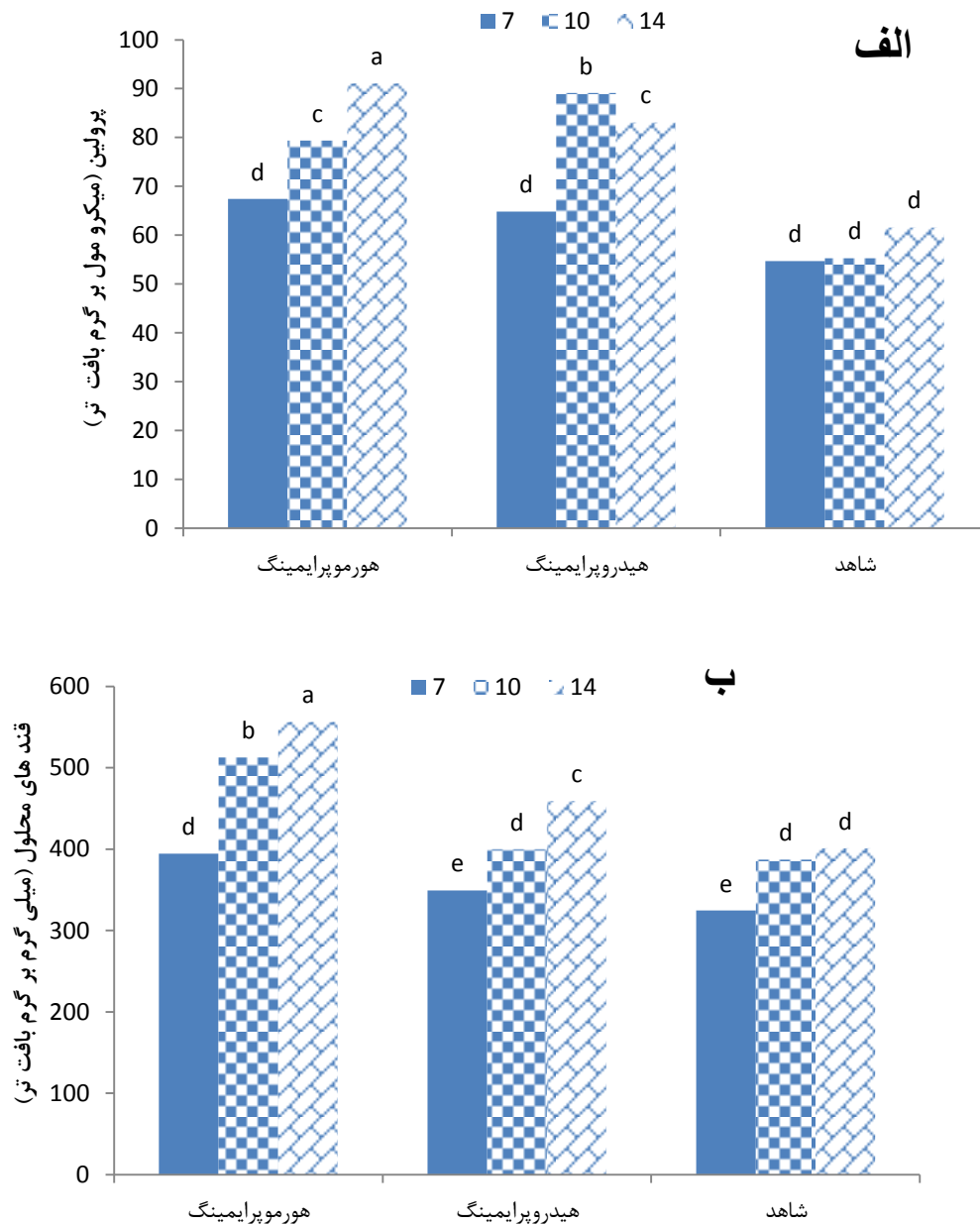
نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر محتوای پرولین ذرت نشان داد اثر ساده دور آبیاری، پرایمینگ، سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ، دور آبیاری و سوپر جاذب و اثر متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ بر میزان پرولین ذرت معنی‌دار بود (جدول ۴-۶)، در رابطه با قندهای محلول نیز همانند پرولین اثر ساده دور آبیاری، پرایمینگ، سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ، دور آبیاری و سوپر جاذب و اثر متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ بر میزان قندهای محلول ذرت معنی‌دار بود (جدول ۴-۶).

جدول ۴-۶- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب و اثرات متقابل آنها بر پرولین و قندهای محلول در ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	پرولین	قند محلول
بلوک	۲	۹۱/۲ ^{ns}	۲۴۸۷ ^{ns}
دور آبیاری	۲	۷۰۲/۶ ^{**}	۴۰۹۵۸ ^{**}
خطا	۴	۴۹/۶	۱۲۴۸
پرایمینگ	۲	۷۰۶/۸ ^{**}	۳۶۷۳۰ ^{**}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۱۶۸۸/۸ ^{**}	۲۹۲۳۳ ^{**}
سوپر جاذب	۱	۵۶۷/۲ ^{**}	۱۵۴۹۶ ^{**}
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۱۲۳۳/۴ ^{**}	۲۰۲۷۸ ^{**}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۵۳۳/۵ ^{**}	۵۴۳۲۴ ^{**}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۷۶/۲ ^{ns}	۸۸۵۰ ^{ns}
خطا	۳۰	۳۴/۹	۱۳۰۳
ضریب تغییرات		۸/۲	۸/۵

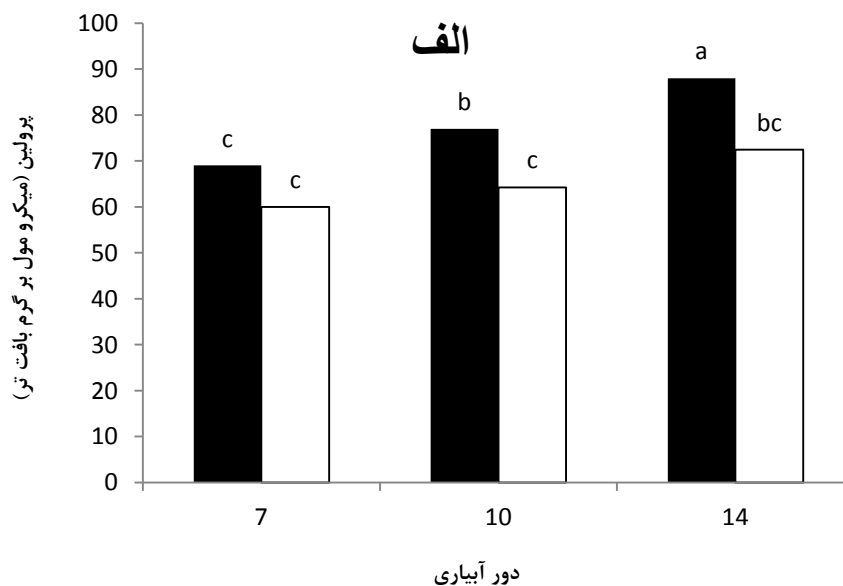
بر اساس مقایسه میانگین نتایج اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ بذر ذرت، میزان پرولین در تمام سطوح پرایمینگ با افزایش در دور آبیاری افزایش پیدا کرد به طوری که بالاترین مقدار برای پرولین در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و هورمون پرایمینگ بدست آمد که برابر ۹۱/۱ میکرومول بر گرم بود، به بیانی دیگر با افزایش دور آبیاری و افزایش در شدت تنش خشکی گیاه برای مقابله با خشکی میزان بیشتری پرولین تولید کرده که پرایمینگ بذر نیز بر این پروسه اثر گذاشته و باعث تولید بیشتری

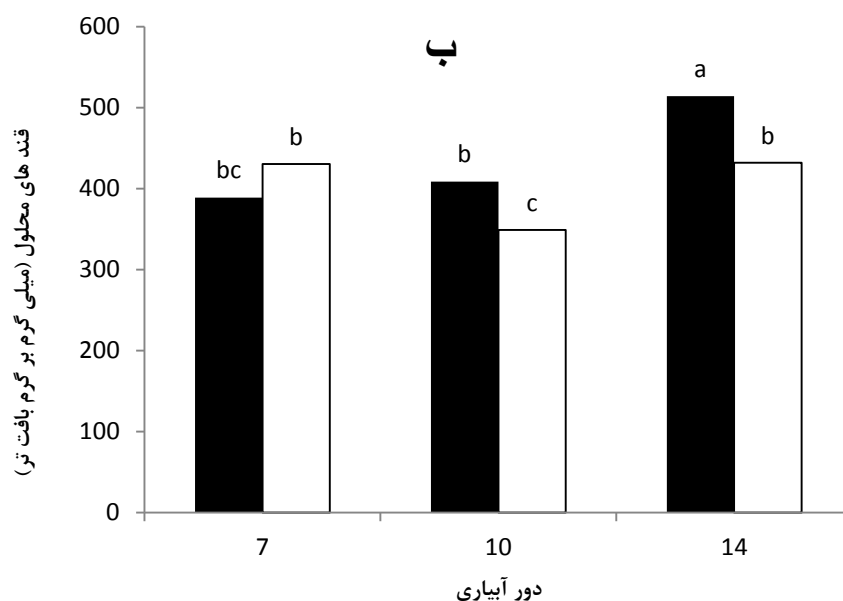
پرولین در ذرت می‌شود (شکل ۴-۱۲)، به طوری که در سطوح مختلف دور آبیاری میزان پرولین در تیمار شاهد بسیار کمتر از تیمارهای پرایمینگ بذر ذرت بود که این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات پرولین (الف) و قندهای محلول (ب)

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب نیز نشان داد با افزایش در دور آبیاری میزان تولید پرولین نیز افزایش یافته است به طوری که در تمام سطوح سوپر جاذب میزان پرولین در دور آبیاری ۱۴ روز بیشتر از دور آبیاری ۷ و ۱۰ روز بود، همچنین باید بیان شود کاربرد سوپر جاذب نیز باعث افزایش در میزان پرولین تولیدی نسبت به حالت شاهد در تمام سطوح آبیاری شد (شکل ۴-۱۳)، تغییرات در قندهای محلول نیز شبیه به پرولین بود به طوری که با افزایش در دور آبیاری از ۷ به ۱۴ روز میزان قندهای محلول نیز افزایش پیدا کرد، همچنین پرایمینگ بذر ذرت باعث افزایش در تولید قندهای محلول شد به طوری که در تمام سطوح آبیاری بیشترین مقدار برای قندهای محلول در تیمار پرایمینگ بدست آمد و از شرایط شاهد و بدون پرایمینگ بیشتر بود، بر همین اساس بیشترین مقدار برای قندهای محلول در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و هورمون پرایمینگ مشاهده شد که برابر ۵۵۶/۶ میلی گرم بر گرم بود (شکل ۴-۱۳).





شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در

هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات پرولین (الف) و قندهای محلول (ب)

همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب نشان داد با افزایش دور آبیاری میزان قندهای محلول نیز افزایش پیدا کرد، به طوری که در دو سطح سوپر جاذب بیشترین میزان برای قندهای محلول در ۱۴ روز دور آبیاری مشاهده شد، قندهای محلول در تیمارهای ۱۴ روز دور آبیاری و ۱۵۰ و ۰ کیلو سوپر جاذب به ترتیب برابر ۵۱۴/۶ و ۴۳۱/۷ میلی گرم بر گرم بود (شکل ۴-۱۳)، سوپر جاذب نیز باعث افزایش در میزان قندهای محلول شد به طوری که در تمام سطوح آبیاری کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب باعث افزایش در میزان قندهای محلول شد (شکل ۴-۱۳). به طور کلی در رابطه با نقش پرولین و قندهای محلول باید بیان کرد، این ترکیبات نقش اسمولیت در گیاه را دارند و محققان بیان کرده‌اند با افزایش در شدت تنش خشکی این ترکیبات برای حفظ پتانسیل اسمزی در سلول تولید شده که در نهایت باعث تقلیل اثرات مخرب تنش خشکی می‌شوند (حیدری، ۱۳۸۷). پرایمینگ یکی از عواملی می‌باشد که باعث بهبود فرایندهای فیزیولوژیک در گیاه می‌شود، در واقع پرایمینگ تحت شرایط تنش می‌تواند با بهینه کردن فرایندهای مانند جذب آب و

مواد غذایی و کاهش نشت الکترولیت‌ها از سلول باعث کاهش اثرات مخرب تنش خشکی شود (صادقی، ۲۰۱۲). علاوه بر پرایمینگ استفاده از سوپر جاذب‌ها نیز از روش‌های نوین برای کاهش اثرات تنش خشکی می‌باشد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۱). که باعث می‌شود آب در اختیار گیاه دیرتر از بین برود و بر همین اساس گیاه دیرتر تنش خشکی را احساس کند (رجبی و همکاران، ۱۳۹۱). بر همین اساس محققان بیان کرده‌اند در مجموع با بکارگیری روش‌های پیشرفته از طریق حفظ و ذخیره رطوبت در خاک، بهبود فرایند جوانه زنی و افزایش بازده مصرف آب می‌توان گامی موثر در جهت بهره‌وری از منابع محدود آب برداشت (شیخ مرادی و همکاران، ۱۳۹۰).

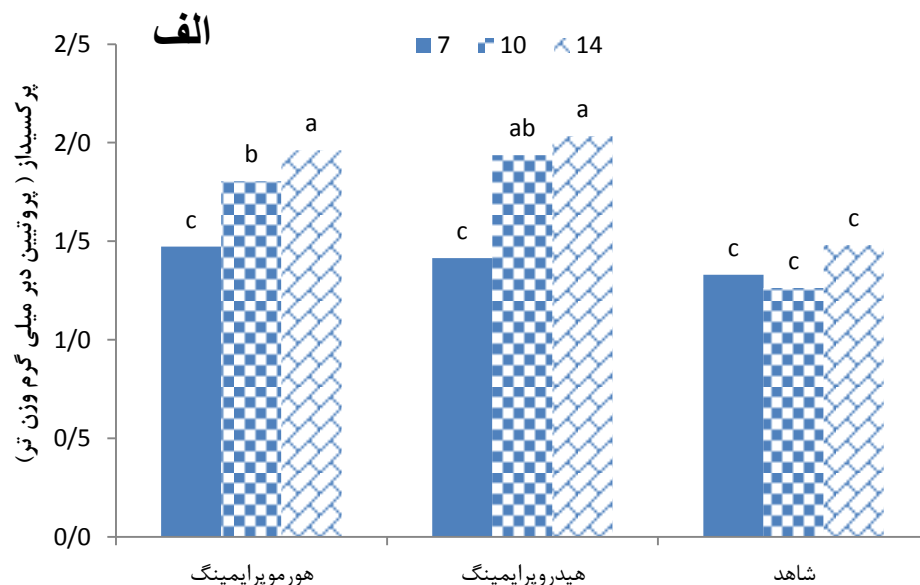
۴-۸- آنزیم‌های آنتی اکسیدانت کاتالاز و پرکسیداز

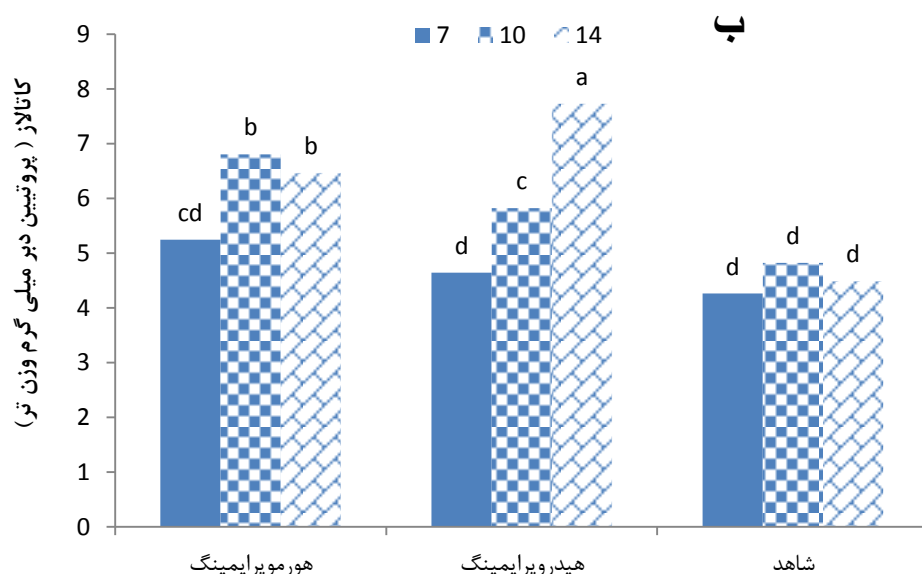
نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، میزان فعالیت کاتالاز و پرکسیداز تحت تاثیر معنی‌دار اثر دور آبیاری، پرایمینگ و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ، اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب و اثر متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ قرار گرفتند (جدول ۴-۷).

جدول ۴-۷- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری (a)، پرایمینگ (b) و سوپر جاذب (c) و اثرات متقابل آنها بر آنزیم‌های آنتی اکسیدانت کاتالاز و پرکسیداز در ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	پرکسیداز	کاتالاز
بلوک	۲	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}
دور آبیاری	۲	۰/۸۱ ^{**}	۹/۰۸ ^{**}
خطا	۴	۰/۰۰۵	۰/۱۹
پرایمینگ	۲	۰/۰۳ ^{**}	۱۵/۳ ^{**}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۰/۱۵ ^{**}	۴/۹۸ ^{**}
سوپر جاذب	۱	۰/۱۷ ^{**}	۰/۲۲ ^{ns}
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۰/۰۸ [*]	۱/۲۰ [*]
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۰/۴۷ ^{**}	۳/۳۷ ^{**}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۰/۴۰ ^{ns}	۱/۳۰ [*]
خطا	۳۰	۰/۰۲	۰/۲۳
ضریب تغییرات		۸/۸	۸/۶

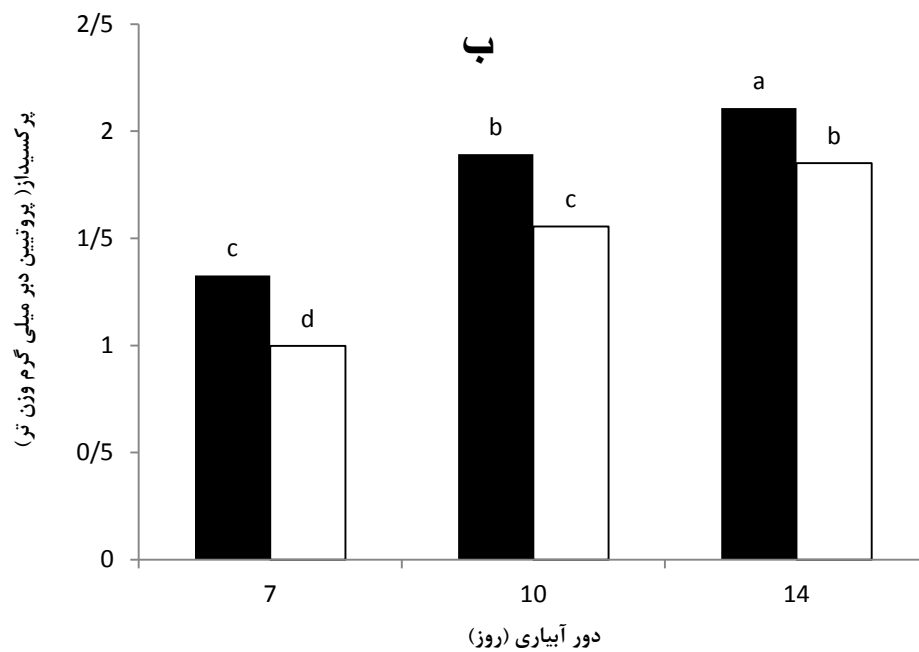
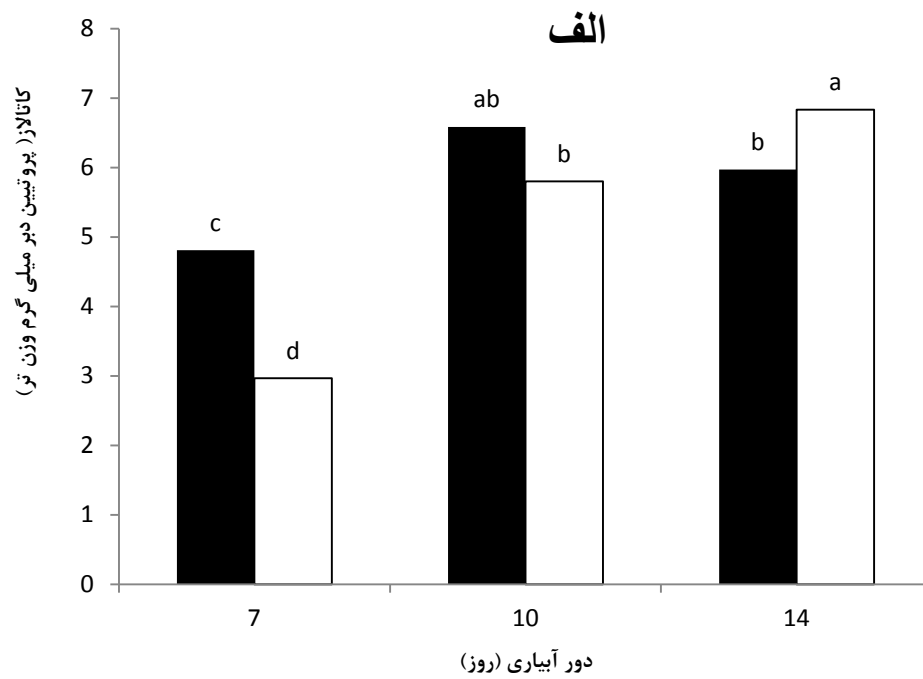
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نشان داد با افزایش دور آبیاری میزان فعالیت کاتالاز نیز افزایش پیدا کرد به طوری که بیشترین مقدار برای فعالیت کاتالاز در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و هیدروپرایمینگ مشاهده شد که معادل ۷/۷۳ میلی بود کمترین میزان برای فعالیت آنزیم کاتالاز نیز در تیمار ۷ روز دور آبیاری و عدم پرایمینگ بذر مشاهده شد که برابر ۴/۲۶ میلی بود (شکل ۴-۱۴)، همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نشان داد پرایمینگ بذرهای ذرت باعث افزایش در فعالیت آنزیم کاتالاز نسبت به حالت شاهد شد که این امر در تمام سطوح آبیاری مشاهده شد (شکل ۴-۱۴). در رابطه با پرکسیداز نیز نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نشان داد به طور کلی در تمام سطوح پرایمینگ با افزایش دور آبیاری میزان فعالیت آنزیم پرکسیداز افزایش پیدا می‌کند، که این امر با پرایمینگ افزایش پیدا می‌کند، به عبارت دیگر با افزایش دور آبیاری و پرایمینگ بذرهای ذرت، میزان فعالیت پرکسیداز افزایش نشان داد، به طوری که بیشترین میزان برای فعالیت پرکسیداز در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و هیدروپرایمینگ بذر مشاهده شد که برابر ۲/۰۳ میلی بود، بر همین اساس، کمترین میزان فعالیت در دوره‌های آبیاری ۷ و ۱۰ روز و در عدم پرایمینگ مشاهده شد (شکل ۴-۱۴).





شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پراکسیداز بر صفات پرکسیداز (الف) و کاتالاز (ب)

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب نشان داد افزایش در دور آبیاری باعث افزایش در فعالیت کاتالاز و پرکسیداز می‌شود، در واقع افزایش شدت تنش خشکی می‌تواند فعالیت پراکسیداز و کاتالاز را به شدت تحت تاثیر قرار دهد و باعث افزایش در آنها شود، بر همین اساس بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و عدم کاربرد سوپر جاذب مشاهده شد که برابر ۶/۸۳ میلی بود و بیشترین میزان برای فعالیت آنزیم پرکسیداز در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب بدست آمد و برابر ۲/۱۱ میلی بود (شکل ۴-۱۵).



شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات کاتالاز (الف) و پرکسیداز (ب)

آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در شرایط تنش اکسیداتیو که در ادامه تنش‌هایی مثل شوری و خشکی به وجود می‌آیند تولید و میزان آنها در سلول افزایش پیدا می‌کند، به عبارت دیگر در هنگام وقوع تنش و تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) گیاه برای مقابله با این عوامل مخرب آنزیم‌های آنتی اکسیدانت را تولید کرده و باعث کاهش اثرات گونه‌های اکسیژن فعال می‌شوند (فاضلی رستم پور و همکاران، ۱۳۸۹). محققان گزارش کرده‌اند که در شرایط تنش، تولید بیشتر آنزیم‌های آنتی اکسیدانت نشان دهنده مقاوت بیشتر در مقابل تنش‌های محیطی می‌باشد (عیاباف همکاران، ۱۳۹۱). با افزایش تولید آنزیم‌های آنتی اکسیدانت تخریب دیواره‌های سلولی کمتر شده و در نتیجه نشت الکترولیت‌های نیز کاهش یافته و گیاه بهتر می‌تواند فرآیندهای فیزیولوژیک خود را انجام دهد (عیاباف همکاران، ۱۳۹۱). پرایمینگ از جمله روش‌هایی می‌باشد که می‌تواند تولید آنزیم‌های آنتی اکسیدانت را بهبود بخشد در همین راستا فاروق و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که پرایمینگ بذر ذرت هیبرید با سالیسیلیک اسید چه در شرایط نرمال و چه در شرایط تنش ظهور گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه را افزایش داد و همچنین باعث افزایش در تولید آنزیم‌های آنتی اکسیدانت شد. ترکیلماز (۲۰۱۲) در مطالعه خود اشاره کرد که هورمون‌های سالیسیلیک اسید و جیبرلیک اسید به عنوان تنظیم کننده رشد در متابولیسم گیاه عمل می‌کنند و در تنش های زنده و غیر زنده نقش مؤثری دارند و هورمون پرایمینگ باعث بهبود فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه می‌شود. در مطالعه تأثیر پرایمینگ بذر با آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید و هیدروژن پراکسیداز بر روی ظهور گیاهچه، ویگور بذر و فعالیت آنتی اکسیدانت بذرهای ذرت در شرایط دمای پایین اثر معنی‌داری مشاهده شد (ایجاز احمد و همکاران، ۲۰۱۲). سوپر جاذب نیز نقش بسیار مهمی در شرایط تنش برای گیاهان بازی می‌کند، در واقع سوپر جاذب‌ها در دوره خشکی باعث می‌شوند که در محیط ریشه آب در دسترس گیاه حفظ شود و باعث کاهش اثرات مخرب تنش خشکی شود (فاضلی رستم پور و همکاران، ۱۳۸۹). بر همین اساس بیان شده است هدف اصلی از افزودن پلیمرهای سوپر جاذب به

خاک، بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک است (چاتزوپلوس و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد با کاربرد سوپر جاذب میزان آنزیم‌های آنتی اکسیدانت نیز افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۱۵).

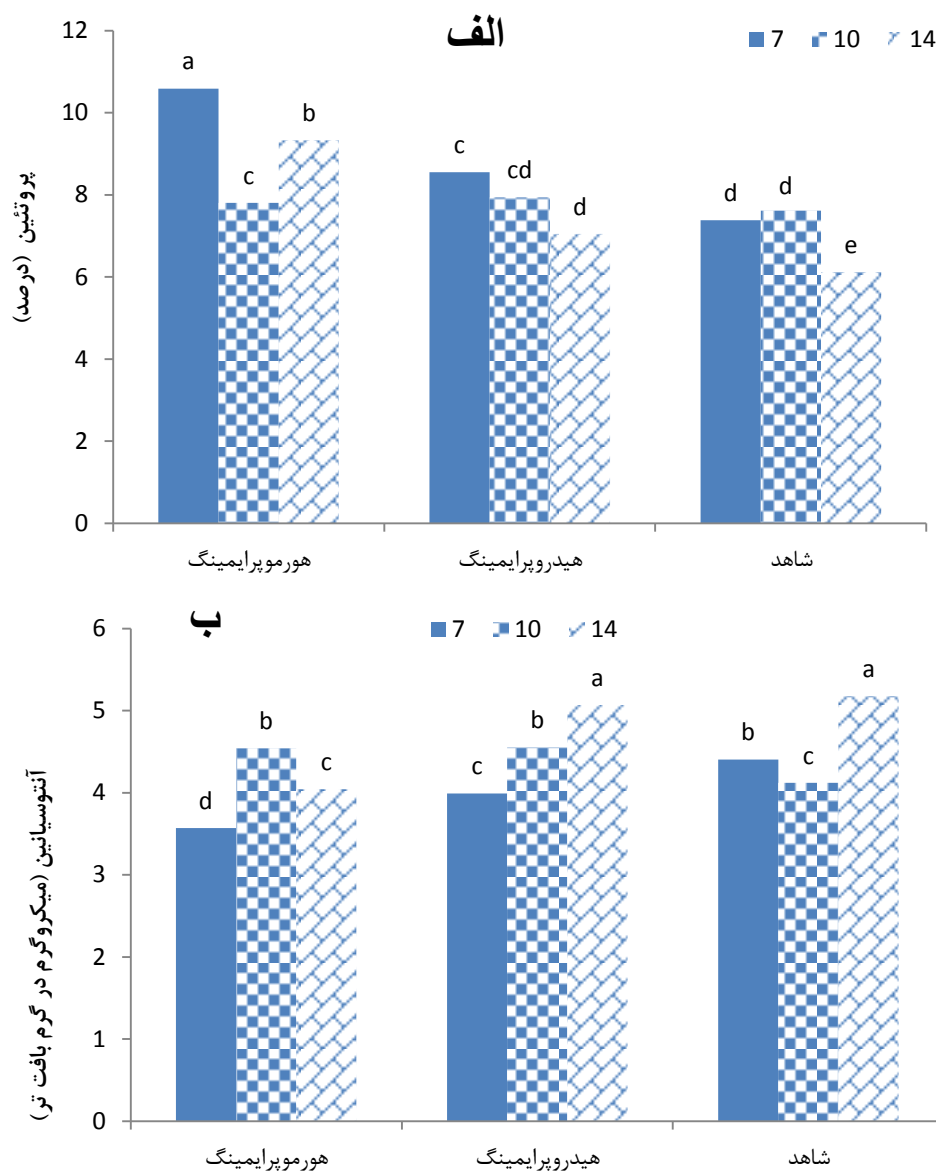
۹-۴- پروتئین و آنتوسیانین

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمارهای دور آبیاری، پرایمینگ، سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ و اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب بر پروتئین دانه ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۸)، میزان آنتوسیانین ذرت نیز تحت تاثیر معنی‌دار اثر دور آبیاری، پرایمینگ، سوپر جاذب و اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ، اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب و اثر متقابل سوپر جاذب و پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۴-۸).

جدول ۴-۸- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر دور آبیاری (a)، پرایمینگ (b) و سوپر جاذب (c) و اثرات متقابل آنها بر صفات اندازه گیری شده گیاه در ذرت

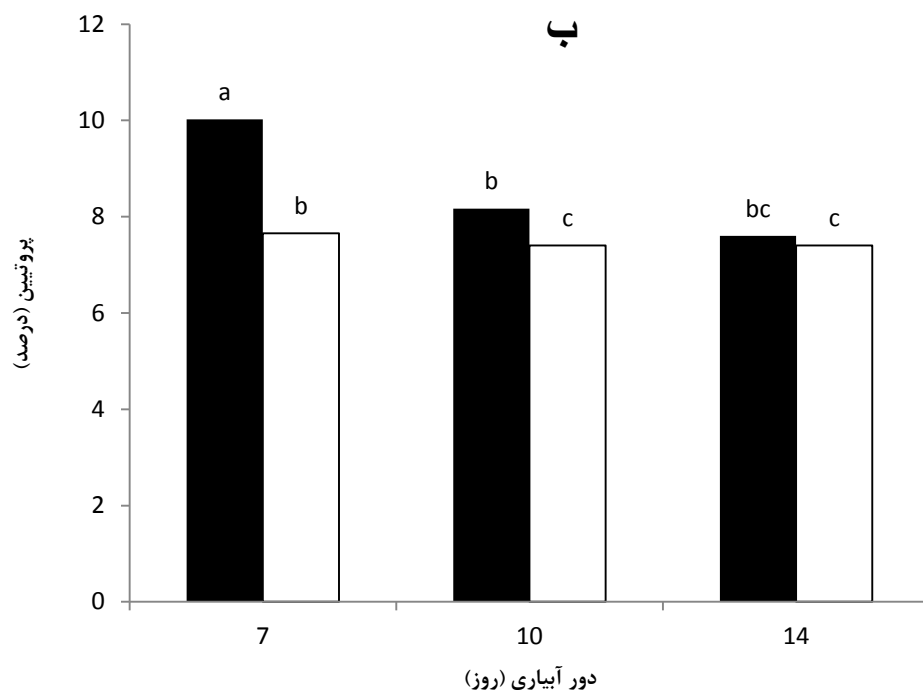
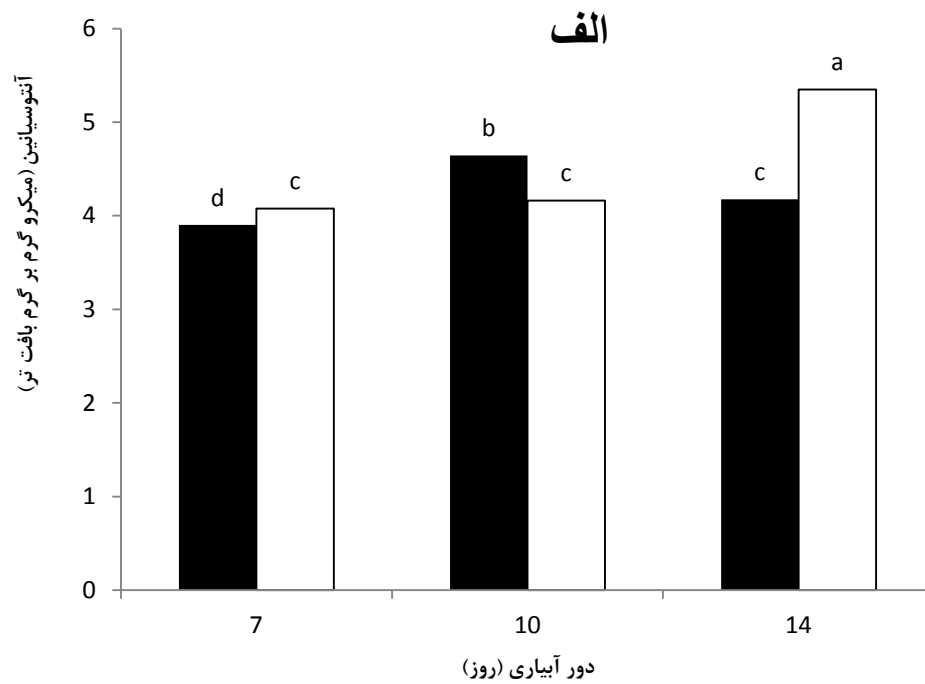
منابع تغییر	درجه آزادی	پروتئین	آنتوسیانین
بلوک	۲	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}
دور آبیاری	۲	۸/۹۶ ^{**}	۲/۶۹ ^{**}
خطا	۴	۰/۷۸	۰/۳۳
پرایمینگ	۲	۲۲/۳ ^{**}	۱/۵۱ ^{**}
دور آبیاری*پرایمینگ	۴	۵/۰۰ ^{**}	۱/۱۲ ^{**}
سوپر جاذب	۱	۱۶/۶ ^{**}	۱/۱۱ [*]
دور آبیاری*سوپر جاذب	۲	۵/۶۸ ^{**}	۳/۱۳ ^{**}
سوپر جاذب*پرایمینگ	۲	۱/۳۵ ^{ns}	۴/۵۵ ^{**}
دور آبیاری*سوپر جاذب*پرایمینگ	۴	۱/۱۴ ^{ns}	۱/۰۸ ^{ns}
خطا	۳۰	۰/۹۶	۰/۲۴
ضریب تغییرات		۱۲/۲	۱۱/۳

در شکل ۴-۱۶ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ نشان داده شده است بر اساس نتایج این جدول درصد پروتئین با افزایش دور آبیاری کاهش پیدا کرد به طوری که بیشترین درصد پروتئین در تیمار ۷ روز دور آبیاری و هورمون پرایمینگ مشاهده شد و برابر ۱۰/۵۸ درصد بود، و کمترین درصد پروتئین دانه نیز در تیمار ۱۴ روز دور آبیاری و عدم پرایمینگ مشاهده شد که برابر ۶/۱۲ درصد بود. همچنین پرایمینگ بذر، باعث افزایش در میزان پروتئین نیز می شود به طوری که در سطوح مختلف دور آبیاری پرایمینگ باعث افزایش در درصد پروتئین دانه شد (شکل ۴-۱۶)، در رابطه با آنتوسیانین نیز بر اساس نتایج مقایسه میانگین، اثر متقابل دور آبیاری و پرایمینگ با افزایش در دور آبیاری میزان آنتوسیانین نیز افزایش پیدا کرد و در ۱۴ روز دور آبیاری به ترتیب در سطوح هورمون پرایمینگ، هیدروپرایمینگ و شاهد میزان آنتوسیانین برابر ۴/۰۴، ۵/۰۶ و ۵/۱۸ میکرو گرم بر گرم بافت تر بود، بر خلاف درصد پروتئین پرایمینگ باعث افزایش در میزان آنتوسیانین نشد و در سطوح مختلف دور آبیاری میزان آنتوسیانین در تیمار شاهد بیشتر از پرایمینگ بود (شکل ۴-۱۶).



شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری (روز) و پرایمینگ بر صفات پروتئین (الف) و آنتوسیانین (ب)

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب نشان داد درصد پروتئین دانه با افزایش دور آبیاری کاهش پیدا می کند اما کاربرد سوپر جاذب باعث افزایش در درصد پروتئین در تمام سطوح دور آبیاری شد به طوری که در تمام سطوح دور آبیاری با کاربرد ۱۵۰ کیلو گرم سوپر جاذب میزان پروتئین به طور معنی داری افزایش پیدا کرد که به ترتیب در ۷، ۱۰ و ۱۴ روز برابر ۱۸/۶، ۵/۳ و ۲/۴ درصد بود (شکل ۴-۱۷).



شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری و سوپر جاذب (ستون تو پر ۱۵۰ کیلوگرم سوپر جاذب در

هکتار و ستون تو خالی عدم کاربرد سوپر جاذب) بر صفات پروتئین (ب) و آنتوسیانین (الف)

با افزایش دور آبیاری میزان آنتوسیانین افزایش پیدا کرد اما کاربرد سوپر جاذب در دوره‌های آبیاری مختلف باعث افزایش در میزان آنتوسیانین ذرت نشد که نشان دهنده این امر است که میزان آنتوسیانین تحت تاثیر کاربرد سوپر جاذب قرار نمی‌گیرد (شکل ۴-۱۶). نکته مهم در رابطه با تنش خشکی این می‌باشد که با وقوع تنش خشکی میزان جذب عناصر غذایی به خصوص نیتروژن کاهش نشان می‌دهد بر همین اساس میزان نیتروژن در بخش هوایی نیز در گیاهان کاهش پیدا می‌کند (عیاباف همکاران، ۱۳۹۱). در همین رابطه محققان بیان کرده‌اند تنش خشکی از طریق تأثیر بر قابلیت دسترسی، انتقال و توزیع عناصر معدنی در گیاهان، کارایی 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). از طرف دیگر بیان شده است پرایمینگ به دلیل افزایش در رشد ریشه باعث افزایش در میزان جذب عناصر غذایی می‌شود (فرودل و همکاران، ۱۳۹۰).

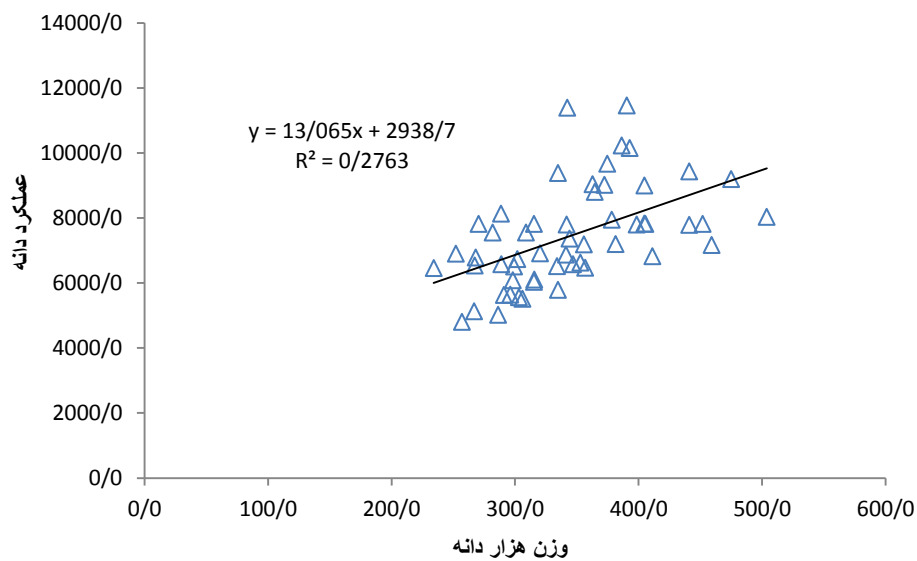
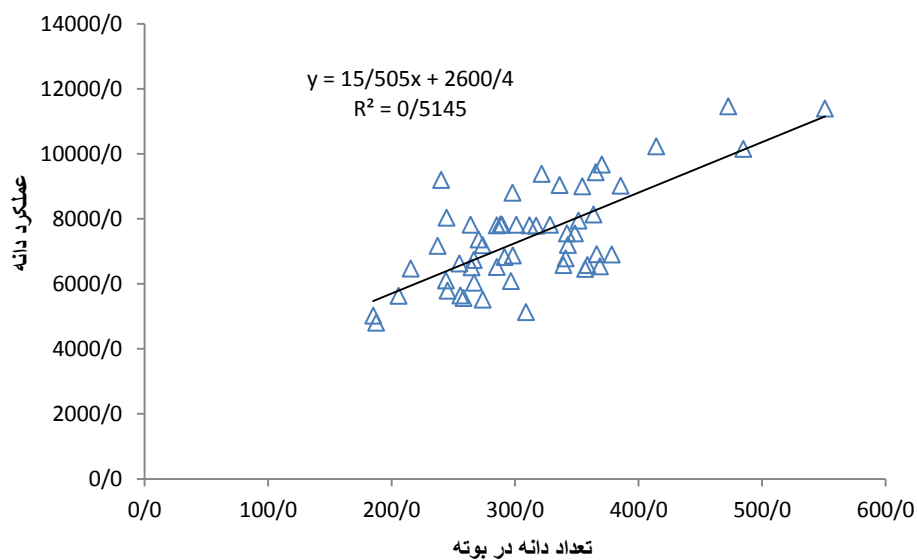
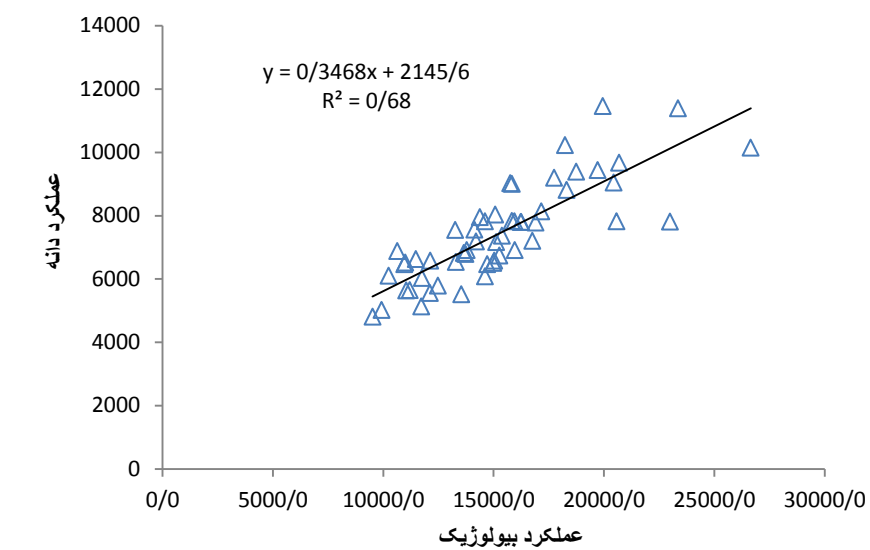
هریس و همکاران (۲۰۰۱)، تفاوتی را در رنگ شاخه و برگ گیاه پرایم و غیر پرایم مشاهده کردند، به این صورت که رنگ شاخه و برگ گیاهان پرایم، سبز تیره بود. این محققین نتیجه گرفتند که گیاهان پرایم به علت رشد اولیه خیلی سریع گیاه، نیتروژن بیشتری از خاک جذب می‌کنند. بر اساس برخی از مطالعات، پرایمینگ بذر با محلول رقیق فسفات ممکن است به جذب بهتر فسفر توسط گندم کمک کند. سوپر جاذب با افزایش آب در دسترس گیاه در شرایط تنش خشکی باعث جذب بهتر عناصر غذایی شده و از این جهت می‌تواند باعث افزایش در میزان نیتروژن بخش هوایی شود (کبیری، ۱۳۸۱). در همین راستا بیان شده است پلیمرهای سوپر جاذب با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود دانه بندی و ساختمان خاک و نیز افزایش قابلیت ثبات خاکدانه‌ها و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاه زراعی به خصوص در شرایط تنش خشکی فراهم

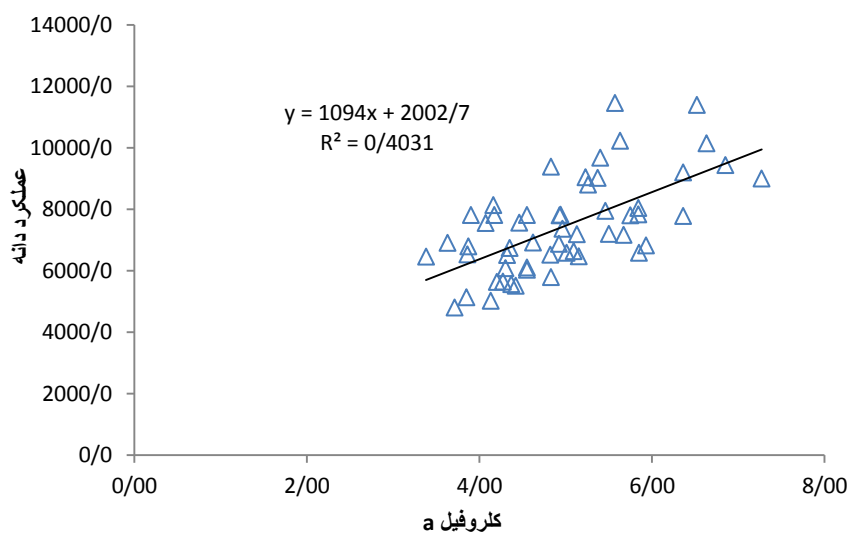
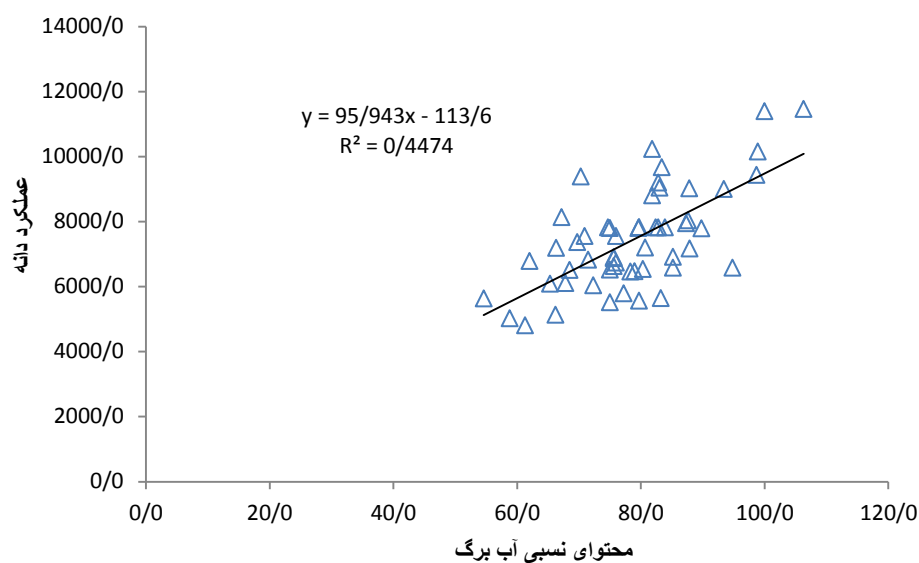
می‌کند که این امر با افزایش در جذب عناصر غذایی از خاک همراه می‌باشد (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹).

۴-۱۰- رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه و صفات اندازه گیری شده

در شکل ۴-۱۷ نتایج رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، محتوای نسبی آب برگ، پرولین و کلروفیل a آورده شده است، بر اساس نتایج شکل ۴-۱۷ رابطه بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک ذرت معنی دار و مستقیم بود به طوری که با افزایش یک کیلوگرم در عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه به مقدار ۰/۳۴ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد، در رابطه با عملکرد دانه و تعداد دانه در بوته نیز رابطه مثبت و معنی دار بود به طوری که به ازای افزایش یک عددی در تعداد دانه در بوته عملکرد دانه به مقدار ۱۵/۵ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد (شکل ۴-۱۷). همچنین بر اساس نتایج شکل ۴-۱۷ با افزایش در وزن هزار دانه عملکرد دانه ذرت نیز افزایش پیدا کرد، که این افزایش بدین صورت بود که با افزایش یک گرمی وزن هزار دانه عملکرد دانه ذرت نیز ۱۳ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد (شکل ۴-۱۷).

رابطه عملکرد دانه با محتوای نسبی آب برگ نیز مستقیم و معنی دار بود، به طوری که با افزایش یک درصدی در محتوای نسبی آب برگ عملکرد دانه ۹۵/۹ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۱۷). رابطه کلروفیل a با عملکرد دانه ذرت نیز مستقیم و معنی دار بود، در واقع با افزایش در میزان کلروفیل a میزان عملکرد دانه نیز به صورت صعودی افزایش پیدا کرد، که به ازای افزایش یک میلی گرم در گرم بافت تر از کلروفیل a عملکرد دانه به میزان ۱۰۹۴ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد (شکل ۴-۱۷).





شکل ۴-۱۷- رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه و صفات اندازه گیری شده در ذرت

۴-۱۱- نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد فاکتورهای دور آبیاری، پرایمینگ و سوپر جاذب اثر معنی داری بر صفات اندازه گیری شده در این آزمایش از جمله ارتفاع، نشت الکترولیت، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل a و b، کارتنوئید، پروتئین، پرولین، کاتالاز، قند محلول، پرکسیداز، آنتوسیانین، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه داشت. بر اساس نتایج این آزمایش با افزایش دور آبیاری ارتفاع بوته، رنگیزه‌های فتوسنتزی، محتوای نسبی آب برگ، قندهای محلول، تعداد دانه در بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد

دانه در ردیف، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در ذرت کاهش پیدا کرد. اما با کاربرد سوپر جاذب و پرایمینگ بذر ذرت اثرات مخرب تنش خشکی کاهش پیدا کرد، به طوری که با کاربرد سوپر جاذب در سطوح مختلف آبیاری میزان صفات ارتفاع بوته، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل b، تعداد دانه در بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به طور معنی داری افزایش پیدا کرد، همچنین پرایمینگ بذر ذرت باعث افزایش معنی دار در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت شد، به طوری که بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک در تیمار ۷ روز دور آبیاری و هورمون پرایمینگ مشاهده شد که به ترتیب برابر ۹۶۶۸/۵ و ۲۰۰۸۷ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین بر اساس نتایج این آزمایش، هورمون پرایمینگ اثر مطلوب تری نسبت به هیدرو پرایمینگ داشت.

به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد اگرچه افزایش در دور آبیاری باعث کاهش در صفات مهمی همچون رنگیزه های فتوسنتزی، محتوای نسبی آب برگ، اجزای عملکرد و عملکرد دانه ذرت می شود اما با پرایمینگ بذر به خصوص هورمون پرایمینگ و کاربرد سوپر جاذب می توان تا حد زیادی از اثرات مخرب تنش خشکی جلوگیری کرد.

منابع

ابوطالبیان، م. ع.، شریف زاده، ف.، جهانسوز، م. ر.، احمدی، ع. و نقوی، م. ر. (۱۳۸۷). اثر پرایمینگ
 بذر ارقام گندم (*Triticum aestivum* L) سه اقلیم متفاوت ایران بر جوانه زنی، استقرار
 گیاهچه و عملکرد. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۱۳۹: ۱۵۴-۱۴۵.

احمد پور 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.

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

اعوانی، ع. ر. (۱۳۹۳). "تحقیقی بر استفاده سوپر جاذب ها در کشاورزی"، ماهنامه تحلیلی خبری و
 آموزشی، ۶۱: ۳۵-۲۸.

اله دادی، ا. (۱۳۸۱). "بررسی تاثیر کاربرد هیدروژل های سوپر جاذب در کاهش تنش خشکی در
 گیاهان"، مجموعه مقالات دومین دوره تخصصی آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل های
 سوپر جاذب، ص ۳۳-۵۵.

اله دادی، ا.، قمصری، ب.، اکبری، غ. ع. و ظهور مهر، م. ج. (۱۳۸۴). "بررسی تاثیر مقادیر مختلف پلیمر
 A200 و سطوح مختلف آبیاری بر رشد و عملکرد ذرت علوفه ای"، سومین دوره آموزشی و سمینار
 تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران.

امانی لاری، ش.، توکلی، ا. و امیدی، ا. ح. (۱۳۸۹). "مطالعه تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای
 عملکرد ارقام مختلف بهاره گلرنگ. سومین سمینار بین المللی دانه های روغنی و روغن های
 خوراکی". تهران کانون هماهنگی دانش و صنعت دانه های روغنی. ۱-۲ دی. صفحه ۱۶۶-۱۷۲.

آیین، ا. (۱۳۹۲). "تغییرات میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و جذب عناصر پتاسیم، روی و کلسیم در ژنوتیپ‌های کنجد (*Sesamum indicum* L) تحت تنش خشکی" مجله تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی، شماره ۴، ص ۴۸-۴۰.

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

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

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

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

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

چاپچی، م.، رستمزا، م. و اسماعیلیان، ک. (۲۰۰۴). "ارزیابی تحمل پیوندهای نخود به تنش خشکی تحت سیستم های مختلف آبیاری در مرحله رشد زایشی". کشاورزی علمی. ۱۰: ۵۶-۶۳.

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

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

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

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

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

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

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

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

خسروی، ه. (۱۳۹۴). "ریزوبیوم‌ها و نقش آنها در مدیریت نیتروژن اراضی کشاورزی زیر کشت الگوم‌ها"، نشریه مدیریت اراضی. ۱۳: ۳۸-۴۸.

خسروی، ه. (۱۳۹۴). "ریزوبیوم‌ها و نقش آنها در مدیریت نیتروژن اراضی کشاورزی زیر کشت الگوم‌ها"، نشریه مدیریت اراضی. ج ۳ ش ۱، ص ۳۷-۴۸.

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

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

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

دارابی، م. (۱۳۹۱). "بررسی ساختار نانو کامپوزیت سوپرجاذب‌های کشاورزی بر پایه نانو ذرات ژئولیتی و استفاده از آن در گیاه قره‌داغ"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه اراک.

دانشیان، ج.، هادی، ح. و جنوبی، پ. (۱۳۸۸). "ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ های سویا در

شرایط تنش کم آبی". مجله علوم زراعی ایران: جلد ۱۱، شماره ۴. صفحات ۴۰۹ - ۳۹۳.

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

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

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

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

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

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

ساکی نژاد، عطسه بخشنده، ع. نادیان، حه مجیدی، و راسخ ع. (۱۳۸۴). "مطالعه اثر تنش آب بر روند جذب عناصر ازت، فسفر، پتاس و سدیم در دوره های مختلف رشد با توجه به خصوصیات

مورفولوژیک گیاه ذرت در شرایط آب و هوایی اهواز". پایان نامه دوره دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

عباس دخت، ح. (۱۳۹۵). "اکولوژی بذر (پرایمینگ)". انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ص ۱۹۴.

عزیزی نیا، ش.، قناده، م.ر.، زالی، ع.ع.، یزدی صمدی، ب.، و احمدی، ع. (۱۳۸۴). ارزیابی و ارزیابی صفات کمی مربوط به تحمل به خشکی در گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۸:۳۶-۲۹.

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

علیزاده، ا. (۱۳۸۷). "رابطه آب و خاک و گیاه"، انتشارات دانشگاه امام رضا، ص ۴۸۰.

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

عیاباف، م.، بخشنده، ع.، سیادت، ع. و قرینه، م. (۱۳۹۱). "اثرات مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد گندم تحت شرایط تنش خشکی"، دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

غلامی‌زالی، ع.، احسان زاده، پ. و رزمجو، ج. (۱۳۹۵). "تأثیر پیش تیمار بذر و تیمارهای آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود (ژنوتیپ هاشم) در دو کشت پاییزه و بهاره در شمال لرستان". علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۷(۱): ۱۳۰-۱۱۹.

فاضلی رستم پور، م.، ثقه الاسلامی، م. و موسوی، س. (۱۳۸۹). "بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپر جاذب بر محتوای نسبی آب و شاخص کلروفیل برگ و رابطه آنها با عملکرد دانه ذرت"، فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲(۱): ۱۳-۱۹.

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

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

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

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

کارگر، س. م. ع.، قنادها، م. بزرگی پور، ر.، خواجه احمد عطاری، ا. ع. و بابایی، ح. (۱۳۸۳). "ارزیابی شاخص های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ های سویا در شرایط آبیاری محدود." مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵. شماره ۱. صفحات ۱۲۹-۱۴۲.

کاظمی، ح. (۱۳۸۷). اصول دیمکاری"، چاپ دوم، دانشگاه تبریز، ص ۵۰۷.

کافی، م.، برزویی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. (۱۳۸۸). "فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۵۰۲.

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

کبیری، ک. (۱۳۸۱). "مقدمه ای بر کاربرد هیدروژل های سوپرجاذب آکریلی در صنایع گوناگون"، مجموعه مقالات دومین دوره آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل های سوپرجاذب، ص ۱-۳۲.

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

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

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

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

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

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

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

مجنون حسینی ن. (۱۳۸۷). "تولید حبوبات غلات"، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۷ ص.

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

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

مکی زاده تفتی، م.، فرهودی، ر. و راستی فر، 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): ۵۷۳-۵۸۶.

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

میر محمدی میبیدی، ع. م. و ترکش اصفهانی، س. (۱۳۷۹). "جنبه های فیزیولوژی و بهنژادی تنش های سرما و یخ زدگی گیاهان زراعی". انتشارات گلبن.

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

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

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

- 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.
- Abdalla, M. and Khoshiban, N. H. (2007). "The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of new Triticum aestivum", *Journal of Applied Sciences Research*, 3(12): 2060-2074
- 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.
- Abedi-Koupai, J. and Asadkazemi, J. (2006). "Effect of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes", *Polymer Journal*, 15: 715-725.
- Afzal, I., Aslam, N., Mahmood, F., Hameed, A., Irfan, S. D. and Agmad, G. (2006). Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. *Caderno de pes quisaser. Bio., Sutan Cruz do sul*. 16: 19-34.
- 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.
- Al-harbi, A. R., Al-omran, A. M., Shalaby, A. A. and Choudhary, M. I. (1999). "Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments", *Horticultural Science*, 34: 223-224.
- 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.
- Al-Omran, A.M, Sheta, A.S, Falatan, A.M and Al- Harb, A.R (2000) "Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water use

- efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits”. *Agricultural Water Management*. 37: 111-112
- Altinkut, A., Kazan, K., Ipekci, Z. and Gozukirmizi, G. (2001). “Tolerance to paraquat is correlated with the associated with water stress tolerance in segregation F2 populations of barley and wheat. *Euphytica*, 121:81-86.
- Amarjit, K. N., Kumari, S. and Sharma, D. R. (2005). “In vitro selection and characterization of water-stress tolerant cultures of bell pepper”, *Indian Journal of Plant Physiology*, 10: 14-19.
- Amini, S., Ghobadi, C. and Yamchi, A. 2015. Proline accumulation and osmotic stress: an overview of P5CS gene in plants. *Journal of Plant Molecular Breeding*, 3(2): 44-55.
- Anon. (2005). “Lable of water gel crystal factory- application rates of water gel crystal”, Water gel crystal factory.
- Anon. (1972). Nutritional improvement of food legumes by breeding. proceeding of symposium sponsored by PAG, FAO, Rome: 389pp
- Ansari, O., Choghazardi, H. R., Sharifzadeh, F. and Nazarli, h. (2012). "Seed reserve utilization and seedling growth of treatef seeds of mountain rye (*Secale mountainum*) as affected by drought stress". *Cercetări Agronomice în Moldova Vol. 2 (150): 43-48.*
- Aranjuelo, I., Molero, G., Erice, G., Christophe Avice, J. and Nogues, S. (2011). “Plant physiology and proteomics reveals the leaf response to drought in alfalfa (*Medicago sativa* L.)”. *The Journal of Experimental Botany* 62:111-123
- Ashraf M., Karim F., and Rasul E. (2002). “Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance”. *Plant Growth Regulator.*, 36(1): 49-59.

- Ashraf, M., Foolad, M. R. (2005). "Pre –Sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and Crop yield under saline and non – Saline conditions. *Advances in Agronomy*. 88: 223 – 271.
- Ashrafi, A. and Razmjou, Kh. (2010). "Evaluation of hydropriming effect on safflower physiological and biochemical characteristics under drought stress". *Journal Crop Ecophysiology*. 1(1): 34-44.
- Atlin, G. N., and K. J. Frey. (1990). "Selecting oat for yield in low productivity environments". *Crop Sciences*. 30: 556-561.
- Aykroyd, W.R. and J.Doughty. (1964). "Legumes in nutrition nutritional studies" No.19, FAO. Rome : 158pp
- Azarpanah, A., Alizadeh, O. and Dehghanzadeh, H. (2013). "Investigation on proline and carbohydrates accumulation in *Zea mays* L. under water stress condition. *Extreme life, Biospeology & Asterobiology*", *International Journal of the Bioflux Society* 5 (1): 47-54.
- Bahari, A., Sokhtesaraei, H., chaghazardi, R., Masoudi, F. and Nazarli, H. (2015). "effect of water deficit stress and foliar application of salicylic acid on antioxidants enzymes activity in leaves of *thymus daenensis* subsp". *Lancifolius, cercetări agronomice în moldova*, vol. Xlviii , no. 1 (161).
- Bandurska, H. (2000). "Dose proline accumulated in leaves of water stressed barley plants confine cell membrane injury. Free proline accumulation and membrane injury index in drought and osmotically stressed plants". *Acta Physiologiae Plantum*. 22(4): 409-415.
- Bastia, D. K., Rout, A. K., Mohanty, S. K., and Prusty, A. M. (1999). "Effect of sowing date, sowing methods and seed soaking on yield and oil content of rainfed safflower grown in Kalahandi, Orissa". *Indian. Journal Agronomy*. 44: 621-623.
- Batfer, M., and Batgher, S. (2001). "Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three

- durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions". *Plant Sciences*, 160: 669-681.
- Bell, A. A. (1981). "Biochemical mechanism of disease resistance". *Annu. Rev. Plant. Physiol. and Mol. Biol.* 32: 316-321.
- Bewley, J. D., and Black, M. (1994). "Seeds: Physiology development and Germination", 2nd Edition. Plenum Press. New York.
- Bewley, J.D., Black, M. (1994). "Seeds : physiology of Development and Germination". Plenum pub corp.
- Blum, A. (2005). "Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive ?" *Australian Journal of Agricultural Research*. 56: 1156-1168.
- Bohnert, H.J., Nelson, D.E. and Jensen. R.G. (1999). Adaptation to environmental stresses. *The Plant Cell*. 7:1099-1111.
- Bonciarelli, F. (1997). "Coltivazioni erbacee da pieno campo", Edagricole Bologna.
- 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.
- Bota, J., Flexas, J. and Medrano, H. (2001). "Genetic variability of photosynthesis and water use in Balearic grapevine cultivars", *Annals of Applied Biology*. 138: 353.
- Bourgne S. Job C. and Job D. (2000). "Sugar beet seed priming: Solubilization of the basic subunit of 11S globulin in individual seeds". *Seed Science Research*. 10, 153-161.
- Bradford, M. (1976). "A rapid and sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein-dye binding", *Annual Review of Biochemistry*. 72: 248-254.
- Bradić, M., Sikora, S., Redžepović, S., and Štafa, Z. (2003). Genetic identification and symbiotic efficiency of an indigenous *Sinorhizobium*

- meliloti field population. Food Technology and Biotechnology, 41(1), 69-75.
- Brar, G., Kar, S., and Singh, N.T. (1990). "Photosynthetic response of wheat to soil water deficits in tropic". Journal of Agronomy and Crop Science 164:343-348.
- Bray, A. E. (1997). "Plant responses to water deficit". Trends in Plant Science. 2:45-54.
- 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.
- Bress, W. & L.A. Weston. (1993). "influence of gel additives on nitrate, ammonium, and water retention and tomato growth in a soilless medium", Horticultural Science., 28: 1005-1007. 1993.
- Cakir, R. (2004). "Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn", Field Crops Research, 89: 1-16.
- Campos, P.S., Quartin, V., Ramalho, J. C. and Nunes, M. A. (2003). "Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of Coffea sp". Journal of Plant Physiology. 160, 283-292.
- Charlies, S. (1997). "Localization of Hydrogen Peroxide Accumulation during the hypersensitive syndrome in PV phaseolocal the plant cell", American Society of Plant Physiologists, 9: 209-221.
- Charlies, S. (1997). "Localization of Hydrogen Peroxide Accumulation during the hypersensitive syndrome in PV phaseolocal the plant cell". American Society of Plant Physiologists. 9:209-221.
- Chatzopoulos, F., Fugit, J. L., Quillon, I., Rodriguez, F. and Taverdet, J. (2000). "Study of differences depending on parameters and the absorption of water by decoration acrylamid a copolymer-sodium acrylate cross linked", European Polymer Journal, 36: 51-60

- Chaves, M. M., Flexas, J. and Pinheiro, C. (2009). "Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell", *Annals of Botany*, 103: 551-560.
- Chaves, M. M., J. P. Maroco, and J. S. Pereira. (2003). "Understanding plant responses to drought-from genes to the whole plant". *Funct. Plant Biol.* 30: 239-264.
- Claudia Castaneda Saucedo, M., Delgado Alvarado, D., Cordova Tellez, L., Gonzalez Hernandez, V., Tapia-Campos, E. and Santacruz Varela, A. (2012). "Changes in carbohydrate concentration in leaves, pods and seeds of dry bean plants under drought stress". *Interciencia* 37 (3): 168-175.
- Dancun, B.H. 2000. "Water management for midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soil". Indiana, USA. *Acta Horticulture*, 344: 544-556.
- 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.
- 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 Journal 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". *Journal. of Biology*. 4: 692-702.

- Duan, B., Yang, Y., Lu, Y., Korpelainen, H., Berninger, F. and Li, C. (2007). "Interaction between drought stress, ABA and genotypes in *Picea asperata*". *Journal of Experimental Botany*. 58: 3025-3036.
- Earl, H. J., and Davis, R. F. (2003). "Effect of drought stress on Leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of Maize". *Agronomy Journal*. 95:688-696.
- Ehlers, J. D., and A. E. Hall. (1997). "Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.)". *Field Crops Research*. 53: 187–204.
- Eisvand, H. R., Tavakol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah Arefi, H. and Hesamzadeh Hejazi, S. M. (2010). "Effects of hormonal priming and drought stress on activity and isozyme profiles of antioxidant enzymes in deteriorated seed of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* Host)". *Seed Science and Technology*. 38: 2. 280- 297.
- El-Hady, O.A. and Sh.A. Wanas. (2006). "Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamide hydrogels". *Journal of Applied Sciences Research*. 2(12): 1293-1297.
- El-Tayeb, M. A. (2005). Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid *Journal of Plant Growth Regulation*. 45, 215-225.
- Fairoq, M. and Aziz, A. (2008). "Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid". *Journal of Agronomy and Crop science* 194: 161-168.
- Farhoudi, R., Saeedipour, S. and Delfie, M. (2011). "The effect of NaCl seed priming on salt tolerance, antioxidant enzyme activity, proline and carbohydrate accumulation of Muskmelon (*Cucumis melo* L.) under saline condition". *African Journal of Agricultural Research* 6: 1363-1
- Farjzadeh memari tabrizi, N. and V. Rashidi. (2011). Drought effects on morphological traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Annals of Biological Research*. 2 (5):95-99.370.

- Farroq, M., Aziz, A. (2008). "Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid". *Journal of Agronomy and Crop science* 194: 161-168.
- Farshadfar, E., Haghparast, R. and Qaitoli, M. (2008). "Chromosomal localization of the genes controlling agronomic and physiological indicators of drought tolerance in barley using disomic addition lines". *Asian Journal of Plant Science*, 7(6): 536-543.
- Fendina, I.S., Tsonev, T. and Guleva, E.L. 1993. The effect of pretreatment with praline on the responses of (*Pisum sativum* L.) to salt stress. *Photosynthetica* 29: 521-527.
- Fered, E. B., Baldwin, I. L. & McCoy, E. (1932). "Root nodule bacteria and leguminous". University of Wisconsin Press. Madison.
- Flexas, J., Diaz-Espejo, A., Galmes, J., Kaldenhoff, R., Medrano, H. and Ribas-Carbo, M. (2007). "Rapid variations of mesophyll conductance in response to changes in CO₂ concentration around leaves", *Plant Cell Environment*, 30: 1284-1298.
- Foti, S., Cosentino, S. L., Patane, C. and Agosta, G. M. D. (2003). "Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench) under low temperatures. Seed Science and Technology. 30:521-533.
- Gafarabad, M., Amirkian, T. and Allahverdi Mamaghani, B. (2013). "Investigation of proline, total protein, chlorophyll, ascorbate and dehydro ascorbate changes under drought stress in Akria and Mobil tomato cultivars". *Iranian Journal of Plant Physiology*. 3 (2): 651- 658.
- Garratt, L. C., Janagoudr, B. S., Lowe, K. C., Anthony, P., Power, J. B., Davey, M. R. (2002). "Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures". *Free Radical Biol. and Medicine*. 33(4): 502-511.
- Ghai, N., R. C. Setia, and N. Setia. (2002). "Effects of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL 1)". *Phytomorphology*, 52: 83-87.

- Ghorbanli, M., Gafarabad, M., Amirkian, T. and Allahverdi Mamaghani, B. (2013). "Investigation of proline, total protein, chlorophyll, ascorbate and dehydro ascorbate changes under drought stress in Akria and Mobil tomato cultivars". *Journal of Plant Physiology* 3 (2): 651-658.
- Green, C. H., Foster, C., Cardon, G. E., Butters, G. L., Brick, M. and Ogg, B. (2004). "Water release from cross-linked polyacrylamide", Colorado State University, Fort Collins, Colorado, pp 252-260.
- Gregersen, P. L. and Ilolm, P. B. (2007). "Transcriptome analysis of senescence in the flag leaf of wheat", *Plant Biotechnology*, 5: 192-206.
- Gutierrez-Coronado, M., Trejo, C.L. and Larque-Saavedra, A. (1998). "Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean". *Plant Physiology. Biochem.* 36: 563-565.
- Guzman, M. and Olave, J. (2004). "Effect of N-form and saline priming on germination and vegetative growth of Galia-type melon (*Cucumis melo* L. Cv. Primal) under salinity". *Acta Horticulturae*. 659: 253- 260.
- Hairis D. (1996). "The effects of manure, genotype, seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth of *Sorghum bicolor* L. Moench in semi-arid Botswana". *Soil and Tillage Research* 40: 73-88.
- Hamada, A. M. (1998). Effects of exogenously added ascorbic acid, thiamin or aspirin on photosynthesis and some related activities of drought-stressed wheat plants. In: *Photosynthesis: Mechanisms and effects*, G., Garab ed., Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, Vol. 4 pp. 2581-2584.
- Hamada, A. M., and A. M. A. Al-Hakimi. (2001). "Salicylic acid versus salinity-drought induced stress on wheat seedlings". *Rostl. Vyr.*, 47: 444-450.
- Harris, D., Joshi, A., Khan, P. A., Gothkar, P., and Sodhi, P. S. (1999). "On-farm seed priming in semi-arid agriculture: Development and evaluation in maize (*Zea mays* L.), rice (*Oryza sativa*) and chickpea

- (*Cicer arietinum*) in India using participatory methods”. *Experimental Agriculture*. 35: 15-29.
- Harris, D., Pathan, A. K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. and Nyamudeza, P. (2001). “On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology”. *Agricultural*. 69:151-164.
- Hayat, S. and Ahmad, A. (2007). “Salicylic Acid: A Plant Hormone. Springer. Pp. 97-99.
- Hayat, S., Q. Fariduddin, B. Ali, and A. Ahmad. (2005).” Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings”. *Acta Agronomy. Hung.*, 53: 433-437..
- Hissao T, (1973). “Plant responses to water stress”. *Annu Rev Plant Physiol*,vol. 24 519-570.
- Hoekstra, F.A, Golovina, E.A. and Buitink, J., (2001).” Mechanisms of plant desiccation tolerance”. *Trends in Plant Science*, 6(9): 431-438.
- Hong Bo, S., Zongsuom. L. and Mingan, S. (2005). "Changes of anti-oxldal enzymes and MIDA content under soll waler deficis among 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes al mourullon sluge". *Colloids and Surfaces Istointerfaces*, 45: 7-13.
- Hsu, S. Y. and Kao, C.H. (2003). "Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol and antioxidant enzymes in rice leaves”. *Plant Growth Regulation*, Springer, 39, 83-90.
- Huttermann, A., Zommorodi, M. and Reise, K. (1999). “Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of pinus halepensis seedling subjected to drought”, *Soil and Tillage Research*, 50: 259-304.
- Ijaz, A., Shahzad, M.A., Basra, Irfan Afzal, M. Farooq and Abdul Wahid. (2012). “Growth Improvement in Spring Maize through Exogenous Application of Ascorbic Acid, Salicylic Acid and Hydrogen Peroxide”. *International Jornal of Agriculture & Biology.*, vol. 15, No. 1, 2011.

- Israr, M. and Sahi, S.V. (2006). "Ant oxidative responses to mercury in the cell cultures of *Sesbania drummondii*". *Plant Physiology and Biochemistry*, 44, 590-595.
- Jaleel, C. A. Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, J., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. (2009). "Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition". *International Journal of Agriculture and Biology* 11: 100-105.
- Jhanson, M. S. and Leah, R. (1990). "Effects of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedlings", *Journal of the Science Food and Agriculture*, 52: 431-434.
- Jie, Z., Yuncong, Y., Streeter, J. and Ferree, D. (2010). "Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbohydrates and the nitrogen and phosphorus absorb in different section of leaves and stem of Fuji/M.9EML, a young apple seedling". *African Journal Biotechnology* 9: 5320-5325.
- Jiung, Y. and Iluang, B. (2001). "Drought and heat stress injury to two coll-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation", *Crop Science* 41:436-442
- Johnson, C. R. & R. L. Hummel. (1985). "Hydrophilic polymers as acarrier for VA mycorrhizal inoculum", *J. Env. Hor*, 3: 166-168.
- Jyotsna, V., and Srivastava, A. K. (1998)." Physiological basis of salt stress resistance in pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) – II. Pre-sowing seed soaking treatment in regulating early seedling metabolism during seed germination". *Plant Physiol. Biochem.* (New Dehli) 25: 89-94.
- Kaman, H., Kirda, C. and Sesveren, S. (2011). "Genotypic differences of maize in grain yield response to deficit irrigation", *Agricultural Water Management*, 98: 801-807.
- Kanayama Y. Kochetov A. (2015). "Abiotic stress biology in horticultural plants" Springer, Germany.

- Kaur, S. A., Gupte, K. and Kaur, N. (2000). "Seed priming increases crop yield possibly by Modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea." *J. Agron. Crop Sci.* 191: 81-87.
- Kaur, S., Gupta, A. K. and Kaur, N. (2005). "Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on crop performance in the field". In: *Chickpea Pigeonpea Newsletter*, 9: 15-17.
- Kaya, D., Okcu G., Atak M., Cikili Y. and Kolsarici, O. (2006). "Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.)". *European Journal of Agronomy*, 24-295.
- Khan, M. I., Fatma, M., Per, T.S., Anjum, N. A. and Khan, N. A. (2015). "Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants". *Plant science Journal*, 6:462.
- Kiani S.P. Maury P. Sarrafi A. and Grieu P. (2008). "QTL analysis of chlorophyll fluorescence parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under wel-watered and water-stressed conditions". *Plant Sci.* 175: 565-573.
- Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I. and Higgs, D. (2001). The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in egg plants. *Plant physiogyl.* 27: 34-46.
- 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 flouorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress". *Bioeletrochemis Journal*, 63:121-124.
- Kramer, P. J. (1983). "Water relations of plants". Academic Press. P.342-415.

- Kumar, S. G., Mattareddy, A., and Sudhakar, C. (2003). "NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) with contrasting salt tolerance". Plant Science. 165: 1245-1251.
- Kumudini, S., Hume, D. I. and Chu, G. (2002). Genetic improvement in short- season soybean (nitrogen accumulation remobilization and partitioning). Crop Science. 42: 141-145.
- Larcher, W. (2003). "Physiological Plant Ecology. Berlin", Heidelberg, New York, Springer Verlag, p. 513.
- Larson, K. L., and Eastin, J. D. (1971). "Drought injury and resistance in crops". CSSA Special Publication No. 2 Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Lawler, D. W. and Cornic, G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. Plant cell and environmental. 25: 275-294.
- Levitt, J. (1980). "Response of plants to environmental stresses. II. Water, radiation, salt and other stresses". Academic Press. New York. PP. 187-211.
- Liang, X., Zhang, L., Natarajan, S. K. and Becker, D.F. (2013). "Proline Mechanisms of Stress Survival". Antioxid Redox Signal 20; 19 (9): 998–1011.
- Liopa, A., Zakynthinos, G., Varzakas, T., Nickolaos Xynias, I. (2011). "Effect of NaCl and GA3 on seed germination and seedling growth of eleven medicinal and aromatic crops". Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5(17): 4065-4073.
- Liu, F., Jensen, R. and Andersen, N. (2004). "Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set". Field Crops Research 86: 1-13.
- Liu, H. P., Yu, B. J., Zhang, W. H. and Liu, Y. L. (2005). "Effect of osmotic stress on the activity of H⁺ ATPase and the levels of covalently

- and non-covalently conjugate polyamines in plasma membrane preparation from wheat seedling roots", *Plant Science*, 168: 1599-1607
- Luna, C.M., Pastori, G.M., Driscoll, S., Groten, K., Bernard, S. & Foyer, C.H. (2004). "Drought controls on H₂O₂ accumulation, catalase (CAT) activity and CAT gene expression in wheat." *Journal of Experimental Botany*, 56, 417-423.
- Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005). "Cold, salinity and drought stresses": An overview. *Archives Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
- Mahmoudi, H., Zargouni, H., Tarchoune, I., Baatour, O., Nasri, N., Ben Massoud, R., Zaghdoudi, M., Abidi, w., Huang, J., Hannoufa, A., Lachaâl, M., Ouerghi, Z. (2012). "Combined effect of hormonal priming and salt treatments on germination percentage and antioxidant activities in lettuce seedlings". *African. Journal of Biotechnology* Vol 11(45): 10373-10380.
- Makumbi, D., Betraun, J. F., Baunziger, M. and Ribaut, J. M. (2011). "Combining ability, heterosis and genetic diversity in tropical maize (*Zea mays* L.) under stress and non-stress condition", *Euphytica*, 180: 143-162.
- Manoharan, P.T., Shanmugaiah, V., Balasubramanian, N., Gomathinayagam, S., Mahaveer, P., Sharma, K. and Muthuchelian, K., (2010)." Influence of AM fungi on the growth and physiological status of *Erythrina variegata* Linn. grown under different water stress conditions". *European Journal of Soil Biology*, 46(2):156-151
- Marcelo, d. A., and L. John. (2007). "Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane". *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 19(3):193-201.
- Martens, P., Holland, T. and Anseth, K. S. (2002). "Synthesis and characterization of degradable hydrogels formed from acrylate modified poly (vinyl alcohol) macromers", *Polymer*, 43(23): 6093-6100.
- McDonald, M. B., and Kwong, F. Y. 2005. *Flower seeds biology and technology*. CABI Publishing.

- Michalak, A., (2006). Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. Polish J. Journal of Environmental Studies. 15(4), 523-530.
- Mirzaee, M., Moieni, A. and Ghanati, F. (2013). "Effects of drought stress on the lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in two canola (*Brassica napus* L.) cultivar". Journal of Agricultural Science and Technology 15: 593-602.
- Mita S., Murano N., Akaike M. and Nakamura K. (1997). "Mutants of *Arabidopsis thaliana* with pleiotropic effects on the expression of the gene for beta-amylase and on the accumulation of anthocyanin those are inducible by sugars," Plant Journal, 11: 841-851.
- Miura, K. and Tada, Y. (2014). "Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid". Plant Science Journal, 5:410.
- Molden, A. D. (2007). Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture. London: Earthscan-Colombo: International Water Management Institute.
- Monakhova, O. F. and Chernyadev, I. I. (2002). Protective role of karbolin-4 in wheat plants exposed to soil drought. App. and environ. Microbiol. 38: 373-380.
- Monning, S. (2005). "Water saturated superabsorbent polymers used in high strength concrete", Otto-Graf-Journal, 16: 193-202.
- Moradi Dezfuli, P., sharif-zadeh, F. & Janmohammadi, M. (2008). "Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.)". ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 3 (3): 53-62
- Mukhopdhyay, R., P. R. Gajri., M. R. Chaudhary. (1994)." Synthesis of a soil conditioner from acetylic waste and its effect on aggregate stability and moisture retention in two soils". Arid Soil Research and Rehabilitation. 8: 179-186.
- Mulimani, V. H., and Vadiraj, S. (1994). "Changes in trypsin and chymotrypsin inhibitory activity on soaking of sorghum (*sorghum bicolor* L. Moench)". Plant Foods Human Nutr. 46,27-31.

- Nair A. S. Abraham, T. and Jaya, D. (2008). "Studies on the changes in lipid peroxidation and antioxidants in drought stress induced cowpea (*Vigna unguiculata* L.) varieties". Journal of Environmental Biology 29: 689-691.
- Nayyar, H. and Gupta, D. (2006). Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress. Association with oxidative stress and antioxidants. Environmental and Experimental Botany. Bot. 58: 106-113.
- Nezhad, T. S., Mobasser, H. R., Dahmardeh, M. and Karimian, M. (2014). "Effect of foliar application of salicylic acid and drought stress on quantitative yield of mungbean (*Vigna radiata* L.)". J. Novel Applied Scienc,3(5):512-515.
- Noctor, C., Veljovic-Jovanovic, S., Driscoll, S., Novitskaya, L. and Foyer, C. (2002). "Drought und oxidative load in the leaves of C3 plants: A predominant role for photorespiration". Annales Botanici Fennici, 89: 841-850.
- Obiuo, H. O., M. K. Wood., M. Cardenas. & B. A, Buchnan. (1989). "Effect of polyacrylamide on seeding emergence of there grass species", Soil science., 148: 355-360.
- Oliviera-Neto C.F. Silva-Lobato A. K. Goncalves-Vidigal M. C. Costa, R.C.L., Santos. Filho. B.G., Alves, G.A.R. and Silva-Maia, W.J.M (2009). "Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages". Science and Technology. 7: 588-593.
- Pandey, R. K., Marienville, J. W. and Adam, A. (2000). "Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in a Sahelian environment I: Grain yield components", Agriculture Water Management, 46: 1-27.
- Patade, V. Y., Maya, K. and Zakwan, A. (2011). "Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum". Research Journal of Seed Science, 4 (3).125-136.

- Pill, W. G., and Necker, A. D. (2001). "The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)". *Seed Science and Technology*. 29:65-72.
- Pimentel, D., J. Houser, E. Preiss, O. White, H. Fang, L. Mesnick, T. Barsky, S. Tariche, J. Schreck, and S. Alpert. (1997). "Water resources: agriculture, the environment, and society". *Biological Sciences*. 47: 97-106.
- Polley, H. W. (2002). "Implication of atmospheric and climatic change for crop yield and water use efficiency", *Crop Science*, 42: 131-140.
- Rashid, A., Harris, D., Hollington, P. A. and Khattak, R. A. (2002). "On-farm seed priming: a key technology for improving the livelihood of resource poor farmers on saline lands". Center for Arid Zone Studies, University of Wales, UK.
- Rashid, A., Harris, D., Hollington, P. A., and Rafiq, M. (2004). "Improving the yield of mungbean (*Vigna radiata*) in the North West Frontier Province of Pakistan using on-farm seed priming". *Experimental Agriculture*. 40(2): 233-244.
- Raskin, I., (1992). "Salicylate, a new plant hormone". *Plant Physiol.*, 99: 799-803.
- Reddy, A. R., K. V. Chaitanya, and M. Vivekananda. (2004). "Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants". *Journal of Plant Physiology*, 161:1189-1202.
- Requena, N., Perez-Solis, E., Azcón-Aguilar, C., Jeffries, P., and Barea, J. M. (2001). "Management of indigenous plant-microbe symbioses aids restoration of desertified ecosystems". *Applied and environmental microbiology*, 67(2), 495-498.
- Ricardo J. H., J. I. Dardanelli, E. Maria and D. J. Collino. (2008). "Seed yield determination of peanut crops under water deficit: Soil strength effects on pod set, the source-sink ratio and radiation use efficiency". *Field Crops Research*. 109: 24-33.

- Robinson, R.G. (1983). "Yield and composition of field bean and adzuki bean in response to irrigation, compost, and nitrogen". *Agronomy Journal*. 75: 31-35.
- Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J. A., Trejo-López, C., Ortiz-Cereceres, J. and Kelly, J. D. (2004). "Biomass distribution, maturity acceleration and yield in droughtstressed common bean cultivars". *Field Crops Research*. 85(2): 203- 211.
- Rostami, M., Mirzaei, R. and Kafi, M. (2003). Assessment of drought resistance in four safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars at the germination stage. 7th International conference on development of dryland. 14- 17 September 2003. Tehran. Iran.
- Sadeghipour, O. and Aghaei, P. (2012). "Response of common bean to exogenous application of salicylic acid under water stress conditions". *Environmental Biology* 6: 1160-1168.
- Saglam, A., Saruhan, N., Terzi, R. and Kadioglu, A. (2011). "The Relations between Antioxidant Enzymes and Chlorophyll Fluorescence Parameters in Common Bean Cultivars Differing in Sensitivity to Drought Stress". *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(1): 60–68.
- Sairam, R.K., Rao, K.V and Srivastava, G.C. (2002). "Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration". *Plant Science* 163: 1037–1046.
- Salisbury F.B.and Ross. C.B.Plant Physiol (1991)."Wadsworth publishing company thylakoid membranes under water stress". *Plant Physiology*, vol.87. 211-216.
- Samarah, N. H. (2005). "Effects of drought stress on growth and yield of barley", *Agronomy for Sustainable Development*, 25(1): 145-149.
- Sanjary-Mijani, M., Syrosmehr, A. and Fakhery, B., (2015). "Effect of drought stress and humic acid on some physiological characteristics of hibiscus (*Hibiscus sabdarifa*)". *Crops Improvement*. 2: 403-414.

- Santos, M.S., Collin, H., Bruce, D.K. and McNeilly, T., (1996). "Characterization of alfalfa following in vitro selection for salt tolerance". *Euphytica*, 92: 55- 61.
- Sato, F., Yoshioka, H., Fujiwara, T., Higashio, H., Uragami, A. and Tokuda, S. (2004). "Physiological responses of cabbage plug seedlings to water stress during low-temperature storage in darkness". *Scientia Horticulturae* 101: 349-357.
- Scow, K. M. & M. Alexander. (1992). "Effect of diffusion on the kinetics of Biodegradation", experimental results with synthetic aggregate", *Journal Soil science.*, 56: 128-134.
- Senaratna, T., Merrit, D., Dixon, K., Bunn, E., Touchell, D. and Sivasithamparam, K. (2003). "Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants". *Plant Growth Regulator*, 39: 77-81.
- Shainberg, I. G. & Levy, J. (1996). "Organic polymers and soils seedling in cultivated soils", *Soil science.*, 158: 267-273.
- Shekari, F. Pak Mehr, A., Rastgoo, M., Saba, J., Vazayefi, M., Zangani, A., (2010). Salicylic acid priming effects on some morphological traits of a cowpea cultivar (*Vigna unguiculata*) under water deficit at podding stage. *Modern Technologies in Agriculture (This issue: Agronomy and Horticulture* 4: 5-27
- Shin, W. H. (2006). "Protective effect of anthocyanin in middle cerebral artery occlusion and reperfusion model of cerebral ischemia in rats", *Journal Life Science*, 79: 130-137.
- Silva, M. A., Jifon, J.L. Da Silva, J. A. G. and Sharma, V. (2007). "Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane". *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 19: 193-201.
- Silveira J. A. G., R. C. L. Costa and J. T. A. Oliveira. (2001). Drought-induced effects and recovery of nitrate assimilation and nodule activity in cowpea plants. *Brazilian Journal of Microbiology*, 32: 187-194.

- Sinaki, J. M., E. Majidi Heravan, A. H. Shirani Rad, G. Noormohamadi and G. Zarei. (2007). The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, 2: 417-422.
- Singh, B. B., D. R. Mohar, and K. E. Dashiell. (1997). Advancement in cowpea researches. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- Singh, D. K. N., and Usha, K. (2003). "Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress". *Plant growths*. 39: 137-141.
- Sivaci, A., Elmas, E., (2012). The combined effects of cadmium and salinity on some pigments and total phenolic compounds of *Myriophyllum heterophyllum* Michx. and *Potamogeton crispus* L. *African Journal of Agricultural Research*. 7(26), 3813-3818.
- Sodhi R.S. Harris D. (2005). "On-farm seed priming, A key technology to improve the livelihoods of resource-poor farming in India. Department for International Development". Saycer Publishing, London, United Kingdom.
- Specht, A. & J. Havery-Jones. (2000). "Improving water delivery to the roots of recently transplanted seedling trees: the use of hydrogel to reduce leaf loss and hasten root establishment", *Journal of Forestry Research*., 1: 117-123.
- Stone, L. R., Goodrum, D. E., Jaafar, M. N., and Khan, A. H. (2002). "Rooting Front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower". *Agronomy Journal* 93:1105-1110.
- Suzuki, h., and Khan A. A. (2001). "Effective temperatures and duration for seed humidification in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.)". *Seed Science and Technology*. 28:381-389.
- Szabados, L. and Savoure, A. (2009). Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science* 15: 89-97

- Taiz, L., and E. Zeiger. (1991). Plant Physiology. The Benjamin / Cummings Pub. Comp. Inc. pp. 569.
- Tasgin., E. O. Atic. and B. Nalbantoglu. (2003). Effect of salicylic on freezing tolerance in winter wheat leaves, Plant Growth. 41:231-236.
- Tattini M., Galardi C., Pinelli P., Massai R., Remorini D. and Agati, G., (2004). Differential accumulation of flavonoids and hydroxycinnamates in leaves of *Ligustrum vulgare* under excess light and drought stress. New Phytologist, 163: 547-561,...
- Terzi, R., Saglam, A., Kutlu, N., Nar, H. and Kadioglu, A. (2010). "Impact of soil drought stress on photochemical efficiency of photosystem II and antioxidant enzyme activities of *Phaseolus vulgaris* cultivars". Turkish journal of botany, 34: 1-10.
- Thalooth, A. T., M. M. Tawfik and H. Magda Mohamed. (2006). "A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants grown under water stress conditions". World Journal of Agricultural Science. 2: 1. 37-46.
- Thornton, J. M., and Powell, A. A. (1995). "Prolonged aerated hydration for 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 Journal of Botany. 41(1): 29-34.
- Vakhba, S.A. (1981). "Effect of soil-conditioning polymers on the mechanical properties of sand", Soil Science Society of America. 13: 111-115.
- Vanai, S. Siosemardeh, A. and Haidari, GH. R. (2011). "The effects of cold stress during seed germination and seedling antioxidant enzyme activities and some physiological traits in pea (*Cicer arietinum*)". Iranian Journal of Field Crops Research, 9(3), 514-524.

- Wakrim, R., S. Wahabi, H. Tahi, B. Aganchich and R. Serraj. (2005). "Comparative effect of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relation and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)". Agriculture, Ecosystems & Environment. 106: 275-287.
- Wallace, A. and g. Wallace. (1990). "Soil and cropimprovement with watersoluble polymers", soil tech., 3:1-8.
- Wallace, A., G.A. Wallace, A.M. Abouzamzam, J. W. Cha, (1989). "Soiltest to determine application rates for polymeric soil conditioners", Soi. Sci. 141:390-394.
- Wallace, D.H., Wallace, K. 1990. "Physiological genetics of crop yield". Advances in Agronomy, 24: 97-146.
- Wang W. Vinocur B. and Altman A. (2003). "Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance". Planta 218: 1-14.
- Waseem, M., Athar, H.U.R. and Ashraf, M. (2006). "Effect of salicylic acid applied through rooting medium on drought tolerance of wheat". Pak. J. Bot., 38(4): 1127-1136.
- Wichterle, O. (1971). "Ency Polymer" science Technology, 15:273-5.
- Widiastuti, N., Wu, H., Ang, M. and Zhang, D. K. (2008). "The potential application of natural zeolite for greywater treatment", Desalination, 218: 271-280.
- Wu, L., Liu, M. and Liang, R. (2008). "Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water-retention". Bio resource Technology, 99: 547-554.
- Wu, Y. and Casgrove, D. J. (2000). "Adaption of roots to low water potentials by changes in cell wall extensibility cell wall proteins", Journal of Experimental Botany, 51: 1543-1553.

- Xue, G., Lynne McIntyre, C., Glassop, D. and Shorter, R. (2008). "Use of expression analysis to dissect alterations in carbohydrate metabolism in wheat leaves during drought stress. *Plant Molecular Biology Reporter* 67: 197–214.
- Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao Y. Z. Yao X. Q. and Yin, H.J. (2007). "Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings". *Photosynthetica* 45 (4): 613-619.
- Yasar, F., Uzal, O. and Ozpay, T. (2010). "Changes of the lipid peroxidation and chlorophyll amount of green bean genotypes under drought stress". *African Journal of Agricultural Research*, 5(19):2705-2709.
- Yavas, I. and Unay, A. (2016). "Effects of zinc and salicylic acid on wheate under drought stress". *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 26(4):1012-101.
- Yuncaı, H. and Schmidhalter, U. (2005). "Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants". *Journal Plant Nutrition. Soil Science* 168: 541-549.
- Zarco Tajada, P. J., Miller, J. R., Mohammad, G. H., Noland, T. L. and Sampson, P. H. (2000). "Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance". *Remote Sensing of Environment*. 74: 596-608.

Abstract

In order to investigate the effect of priming and superabsorbent on yield and some growth indices of maize in different irrigation circuits, this study was conducted in 2019 in the research farm of the Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology in Bastam. This experiment was performed as a factorial split plot in the form of a randomized complete block design with 3 replications. The main factor was the irrigation cycle at three levels: farm irrigation every seven days (optimal farm irrigation), farm irrigation every 10 days and farm irrigation every 14 days. Sub-factors included 2 levels of superabsorbent hydrogel application (zero and 150 kg / ha) and three levels of priming including control, hydropriming and salicylic acid priming hormone (100 ppm). The results of this experiment showed that irrigation, priming and superabsorbent factors had a significant effect on the measured traits including height, electrolyte leakage, relative water content of leaves, chlorophyll a and b, carotenoids, proteins, proline, catalase, soluble sugar, Peroxidase, anthocyanin, grain yield and grain yield components. According to the results of this experiment, with increasing irrigation time, plant height, photosynthetic pigments, relative leaf water content, soluble sugars, number of seeds per plant, number of rows per ear, number of seeds per row, biological yield and grain yield in corn decreased but with the use of superabsorbent and priming of corn seeds, the destructive effects of drought stress were reduced, so that with the use of superabsorbent at different levels of irrigation, plant height, relative leaf water content, chlorophyll b, number of seeds per plant, number of rows per Cob, number of seeds per row, biological yield and grain yield increased significantly, also corn seed priming caused a significant increase in grain yield and biological yield of corn, so that the highest grain and biological yield in 7 days treatment Irrigation and priming hormone were observed which were 9668.5 and 20087 kg / ha, respectively. Also, according to the results of this study, hormone priming had a more favorable effect than hydro priming. In a general conclusion based on the results of this study, both priming and superabsorbent factors had a positive effect on grain yield and dry matter content.

Keywords: superabsorbent, grain yield, hydro priming, hormone priming, corn.



Faculty of Agriculture
M.Sc. Thesis in Agroecology

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

By: Mohammad biari

Supervisor:

Dr. Hamid Abbasdokht

Advisors:

Dr. Hassan Makarian
Dr. Hamid Reza Asghari

October 2021