

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

رساله دکتری مهندسی زراعت

مطالعه زوال بذر و هورمون پرایمینگ بر تغییرات آنزیمی
و عملکرد کمی و کیفی ارقام ذرت

نگارنده: سعیده رشیدی

استاد راهنما

دکتر حمیدعباس دخت

اساتید مشاور

دکتر احمد غلامی

دکتر رضا توکل افشاری

مهر ۱۳۹۷

شماره: ۲۹۹
تاریخ: ۱۳۹۷/۸/۷
ویرایش:

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره ۱۲: صورت جلسه نهایی دفاع از رساله دکتری (Ph.D)
(ویژه دانشجویان ورودی های ۹۴ و ما قبل)

بدینوسیله گواهی می شود خانم سعیده رشیدی دانشجوی دکتری رشته مهندسی کشاورزی - اکولوژی گیاهان زراعی به شماره دانشجویی ۹۲۴۶۵۰۵ ورودی بهمن ماه سال ۱۳۹۲ در تاریخ ۱۳۹۷/۰۷/۹ از رساله نظری / عملی خود با عنوان: مطالعه زوال بدر و هورمون پرایمینگ بر تغییرات آنزیمی و عملکرد کمی و کیفی ارقام ذرت دفاع و با اخذ نمره ۱۸.۵۰ به درجه : بسیار خوب نائل گردید.

☒ الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰	☐ ب) درجه بسیار خوب: نمره ۱۸-۱۹
☐ ج) درجه خوب: نمره ۱۶-۱۷	☐ د) غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد
☐ ه) رساله نیاز به اصلاحات دارد	

ردیف	هیئت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱-	دکتر حمید عباس دخت	استاد راهنما	دانشیار	
۲-	دکتر احمد غلامی	استاد مشاور	دانشیار	
۳-	دکتر رضا توکل افشاری	استاد مشاور	استاد	
۴-	دکتر حمید رضا اصغری	استاد مدعو داخلی	دانشیار	
۵-	دکتر مهدی برادران فیروز آبادی	استاد مدعو داخلی	دانشیار	
۶-	دکتر ابراهیم زینلی	استاد مدعو خارجی	دانشیار	
۷-	دکتر محمد رضا عامریان	سرپرست (نماینده) تحصیلات تکمیلی دانشکده	دانشیار	

مدیر محترم تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

ضمن تأیید مراتب فوق مقرر فرمائید اقدامات لازم در خصوص انجام مراحل دانش آموختگی خانم سعیده رشیدی بعمل آید.

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر محمد رضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

۹۷/۸/۷



تشکر و قدردانی

تشکر و سپاس بی پایان مخصوص خدایی است که بشر را آفریده و به او قدرت اندیشیدن داده و تواناییهای بالقوه را در وجود انسان قرار داده و او را امر به تلاش و کوشش نموده. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود. اکنون که با یاری خداوند این تحقیق را به پایان رساندم برخود لازم می دانم از تمامی کسانی که بنحوی در طی این تحقیق اینجانب را مساعدت نمودند قدردانی نمایم.

از خانواده عزیزم که در طی دوران تحصیل همواره مشوق و پشتیبانم بودند نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد با کمالات و شایسته جناب آقای دکتر عباس دخت که با حسن خلق و فروتنی، علاوه بر اینکه از هیچ گونه کمک و راهنمایی دریغ ننموده اند، بلکه همواره الگوی نظم و اخلاق برای اینجانب بوده اند نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

به پاس مشاورت و همکاری از جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر رضا توکل افشاری کمال تشکر را دارم. از جناب آقای دکتر اصغری و جناب آقای دکتر برادران که زحمت داوری این رساله بر عهده آنها بود نهایت تشکر و سپاس را دارم.

از مدیریت محترم گروه زراعت جناب آقای دکتر مکاریان و ریاست محترم دانشکده کشاورزی جناب آقای دکتر عامریان نهایت تشکر و قدر دانی را دارم. از سایر کارکنان گروه زراعت که در انجام این تحقیق بنده را یاری نموده اند تشکر می نمایم.

تقدیم به

محضرارزشمند پدر و مادر عزیزم به خاطر همه تلاشهای محبت آمیزی که در دوران مختلف زندگی ام انجام داده اند و با مهربانی چگونه زیستن را به من آموختند.
به استادان فرزانه و فرهیخته ای که در راه کسب علم و معرفت مرا یاری نمودند.

تعهدنامه

اینجانب **سعیده رشیدی** دانشجوی دوره دکتری رشته مهندسی کشاورزی - اکولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده رساله مطالعه زوال بذر و هورمون پرایمینگ بر تغییرات آنزیمی و عملکرد کمی و کیفی ارقام ذرت تحت راهنمایی جناب آقای دکتر حمید عباس دخت متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این رساله 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 رساله 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 می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به‌دست آمدن نتایج اصلی رساله تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این رساله، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته‌ام 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، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

زوال بذری یکی از عوامل کاهش دهنده بنیه و محدودکننده جوانه زنی است. به منظور مطالعه زوال بذری و هورمون پرایمینگ بر تغییرات آنزیمی و عملکرد کمی و کیفی ارقام ذرت، تحقیقات آزمایشگاهی و مزرعه ای در دو سال انجام شد. تحقیقات آزمایشگاهی در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه بذری و بیوتکنولوژی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران (کرج) به اجرا درآمد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. ارقام ذرت مورد استفاده شامل رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰ بودند. ابتدا آزمون جوانه زنی استاندارد به منظور تعیین قوه نامیه روی ارقام ذرت انجام شد. سپس بذرها به منظور ایجاد بنیه های متفاوت تحت آزمون پیری زودرس در زمانهای صفر (شاهد)، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز قرار گرفتند. پس از آزمون پیری زودرس اثر غلظت های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول هورمون های سیتوکینین و جیبرلین بر بذرهای زوال یافته ارقام ذرت مورد بررسی قرار گرفت. در کلیه آزمایشها صفات درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن تر ریشه چه، وزن تر ساقه چه، وزن خشک ریشه چه و وزن خشک ساقه چه اندازه گیری شد. نتایج حاصل نشان داد که زوال بذری سبب کاهش صفات اندازه گیری شده در ارقام ذرت گردید. اثر تیمار پیری زودرس بر ارقام معنی دار بود. در رقم ۷۰۴ صفات اندازه گیری شده برای تیمار پیری زودرس کاهش کمتری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد. تیمار بذرهای زوال یافته با هورمون های جیبرلین و سیتوکینین سبب بهبود صفات اندازه گیری شده گردید. اثر غلظت های بالاتر هورمون در تیمارهای طولانی مدت پیری بسیار چشمگیر بود. همچنین، نتایج نشان داد که هورمون سیتوکینین نسبت به هورمون جیبرلین صفات جوانه زنی را بیشتر بهبود بخشید. در ادامه آزمون نهایی در آزمایشگاه به منظور تعیین فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت کاتالاز و پراکسیداز در ارقام ذرت تحت تیمارهای پیری زودرس و بررسی اثر هورمون پرایمینگ (هورمون سیتوکینین و جیبرلین) بر فعالیت آنزیمی بذرهای زوال یافته انجام شد.

نتایج نشان داد که زوال بذر سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت پراکسیداز و کاتالاز در ارقام ذرت می شود. تیمار بذره‌های زوال یافته با هورمون های سیتوکینین و جیبرلین سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در بذره‌های زوال یافته ارقام ذرت شد. هورمون سیتوکینین نسبت به هورمون جیبرلین اثر بیشتری بر افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در بذره‌های زوال یافته داشت. رقم ۷۰۴ با بنیه بالاتر فعالیت آنزیمی بیشتری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد. تحقیقات مزرعه ای در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت. عوامل مورد بررسی شامل ارقام ذرت در دو سطح (سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس ۲۶۰)، پیری زودرس در سه سطح (بدون پیری، ۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس) و هورمون پرایمینگ در سه سطح (صفر، ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین و ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین) بودند. نتایج نشان داد که زوال بذرسبب کاهش شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و شاخص برداشت شد و پرایمینگ بذر با هورمون های سیتوکینین و جیبرلین اثر معنی داری بر ویژگیهای مورد مطالعه داشت. نتایج مقایسه میانگین اثر هورمون های سیتوکینین و جیبرلین بر ویژگیهای اندازه گیری شده در ارقام ذرت نشان داد که هر دو هورمون سبب افزایش ویژگیهای اندازه گیری شده در بذره‌های پیر شده شدند ولی هورمون سیتوکینین اثر بیشتری بر افزایش ویژگیهای ذکر شده داشت.

کلمات کلیدی: پیری بذر، هورمون پرایمینگ، آنزیم کاتالاز، آنزیم پراکسیداز و ذرت

مقالات مستخرج از پایان نامه :

- ۱- رشیدی س. عباس دخت ح. غلامی ا. وتوکل افشاری ر، (۱۳۹۶) " اثر جیبرلین و سیتوکینین بر بهبود صفات جوانه زنی و بنیه بذر زوال یافته ارقام ذرت " **مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی**، جلد ۳۴، شماره ۹: ص ۷۹-۹۶.
- ۲- رشیدی س. عباس دخت ح. غلامی ا. وتوکل افشاری ر، (۱۳۹۷) " اثر هورمون پرایمینگ بذر بر ویژگیهای جوانه زنی و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در بذور ارقام ذرت " **مجله علوم و تحقیقات بذر ایران**.
- ۳- رشیدی س. عباس دخت ح. غلامی ا. وتوکل افشاری ر، (۱۳۹۷) " اثر هورمون پرایمینگ بذر درمزرعه بر ویژگیهای کمی و کیفی ارقام ذرت زوال یافته " **مجله علوم گیاهان زراعی ایران**.
- ۴- رشیدی س. عباس دخت ح. غلامی ا. وتوکل افشاری ر، (۱۳۹۶) " مطالعه هورمون پرایمینگ بر بهبود صفات جوانه زنی و بنیه بذر زوال یافته ارقام ذرت " **چهارمین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران** ، دانشگاه پیام نور، تهران.
- ۵- رشیدی س. عباس دخت ح. غلامی ا. وتوکل افشاری ر، (۱۳۹۷) " اثر هورمون های جیبرلین و سیتوکینین بر صفات کمی و کیفی ارقام ذرت تحت تیمار پیری زودرس در شرایط مزرعه " **همایش بین المللی توسعه همکاریهای علمی و منطقه ای علوم صنایع غذایی و کشاورزی** ، مشهد.

فهرست مطالب

فصل اول مقدمه.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
فصل دوم بررسی منابع.....	۷
۲-۱- بذر.....	۸
۲-۲- بنیه بذر.....	۸
۲-۳- آزمون سرعت رشد گیاهچه.....	۱۰
۲-۴- زوال یا فرسودگی بذر.....	۱۰
۲-۵- نشانه های زوال بذر.....	۱۲
۲-۶- تأثیر دما و رطوبت بر پیری و زوال بذر.....	۱۴
۲-۷- محل وقوع زوال بذر.....	۱۴
۲-۸- فیزیولوژی زوال بذر.....	۱۵
۲-۹- مکانیزم های پیری و زوال بذر.....	۱۶
۲-۹-۱- آسیب غشایی.....	۱۶
۲-۹-۲- تغییرات فراساختاری.....	۱۷
۲-۹-۳- کاهش فسفولیپید غشا.....	۱۷
۲-۹-۴- تغییر در اسید چرب و پراکسیداسیون لیپید ها.....	۱۸
۲-۹-۵- خسارت های ژنتیکی.....	۱۹
۲-۹-۶- اختلال در فعالیت های تنفسی.....	۲۰
۲-۹-۷- تغییر در پروتئین ها و آنزیم ها.....	۲۱
۲-۹-۷-۱- آنتی اکسیدانت ها.....	۲۳
۲-۹-۷-۲- سوپراکسید دیسموتاز.....	۲۳
۲-۹-۷-۳- کاتالاز.....	۲۳
۲-۹-۷-۴- پراکسیداز.....	۲۴
۲-۹-۸- تجمع متابولیت های سمی.....	۲۵
۲-۹-۹- اثر پیری بر تغییرات هورمونی.....	۲۵
۲-۱۰- پرایمینگ بذر.....	۲۷
۲-۱۱- روش های پرایمینگ.....	۲۸
۲-۱۱-۱- هیدروپرایمینگ.....	۲۸
۲-۱۱-۲- اسموپرایمینگ.....	۲۹
۲-۱۱-۳- هالوپرایمینگ.....	۲۹
۲-۱۱-۴- ماتریک پرایمینگ.....	۳۰
۲-۱۱-۵- ترموپرایمینگ.....	۳۰
۲-۱۱-۶- هورمون پرایمینگ.....	۳۱

۳۲	۱۲-۲- اثر پرایمینگ.....
۳۲	۱۲-۲-۱- اثر پرایمینگ بر جوانه زنی و بهبود بنیه بذرهای زوال یافته
۳۴	۱۲-۲-۲- اثر هورمون پرایمینگ بر جوانه زنی
۳۴	۱۲-۳-۱- تأثیر پرایمینگ بر فعالیتهای متابولیک بذر
۳۵	۱۲-۲-۴- تأثیر پرایمینگ بذر بر تنظیم هورمونی
۳۶	۱۲-۲-۵- تأثیر پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه و بیوماس
۳۶	۱۲-۲-۶- تأثیر پرایمینگ بذر بر بهبود رفتار جوانه زنی در شرایط تنشهای محیطی
۳۷	۱۲-۲-۷- تأثیر پرایمینگ بذر بر کاهش خسارت ناشی از عوامل بیماریزا
۳۸	۱۲-۲-۸- تأثیر پرایمینگ بذر بر افزایش رقابت گیاه زراعی با علف هرز
۴۱	فصل سوم مواد و روش ها.....
۴۲	۳-۱- زمان و محل انجام آزمایش.....
۴۲	۳-۲- آزمایش جوانه زنی و رشد گیاهچه.....
۴۳	۳-۳- آزمایش پیری زودرس.....
۴۵	۳-۴- آزمایش تعیین اثر هورمون سیتوکینین در بذرهای زوال یافته ارقام ذرت.....
۴۶	۳-۵- آزمایش تعیین اثر هورمون جیبرلین در بذرهای زوال یافته ارقام ذرت.....
۴۷	۳-۶- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز.....
۴۸	۳-۶-۱- روش تهیه محلول بافر استخراج
۴۸	۳-۶-۲- روش استخراج پروتئین کل بذر
۴۹	۳-۶-۳- اندازه گیری میزان پروتئین
۵۰	۳-۶-۴- اندازه گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز
۵۰	۳-۷- بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز.....
۵۱	۳-۷-۱- اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز
۵۱	۳-۸- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذرهای پیر شده تیمار شده با هورمون سیتوکینین.....
۵۲	۳-۹- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز در بذرهای پیر شده تیمار شده با هورمون سیتوکینین.....
۵۳	۳-۱۰- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذرهای پیر شده تیمار شده با هورمون جیبرلین.....
۵۴	۳-۱۱- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز در بذرهای پیر شده تیمار شده با هورمون جیبرلین.....
۵۵	۳-۱۲- آزمایش مزرعه.....
۵۵	۳-۱۲-۱- زمان و محل اجرای آزمایش
۵۵	۳-۱۲-۲- موقعیت جغرافیایی و مشخصات آب و هوایی منطقه
۵۵	۳-۱۲-۳- ویژگی های خاک محل انجام آزمایش
۵۷	۳-۱۳- صفات اندازه گیری شده در مزرعه.....
۵۷	۳-۱۳-۱- شاخص سطح برگ
۵۷	۳-۱۳-۲- محتوای نسبی آب برگ
۵۸	۳-۱۳-۳- شاخص مقدار کلروفیل برگ
۵۸	۳-۱۳-۴- تعداد ردیف در بلال

۵۸	 ۵-۱۳-۳- تعداد دانه در ردیف
۵۸	 ۳-۱۳-۶- عملکرد بیولوژیک
۵۹	 ۳-۱۳-۷- عملکرد دانه
۵۹	 ۳-۱۳-۸- وزن هزار دانه
۵۹	 ۳-۱۳-۹- شاخص برداشت
۵۹	 ۳-۱۴- محاسبات آماری
۶۱	 فصل چهارم نتایج و بحث
۶۲	 ۴-۱- تعیین قوه نامیه بذره‌های ارقام ذرت
۶۲	 ۴-۱-۱- درصد جوانه‌زنی
۶۲	 ۴-۱-۲- سرعت جوانه‌زنی
۶۲	 ۴-۱-۳- طول ریشه‌چه
۶۲	 ۴-۱-۴- طول ساقه‌چه
۶۳	 ۴-۱-۵- وزن تر ریشه‌چه
۶۳	 ۴-۱-۶- وزن تر ساقه‌چه
۶۳	 ۴-۱-۷- وزن خشک ریشه‌چه
۶۴	 ۴-۱-۸- وزن خشک ساقه‌چه
۶۴	 ۴-۲- ایجاد بنیه‌های متفاوت و تعیین بنیه ارقام ذرت با استفاده از آزمون پیری زودرس
۶۴	 ۴-۲-۱- درصد جوانه‌زنی
۶۵	 ۴-۲-۲- سرعت جوانه زنی
۶۶	 ۴-۲-۳- طول ریشه‌چه
۶۷	 ۴-۲-۴- طول ساقه‌چه
۶۸	 ۴-۲-۵- وزن تر ریشه‌چه
۶۹	 ۴-۲-۶- وزن تر ساقه‌چه
۷۰	 ۴-۲-۷- وزن خشک ریشه‌چه
۷۰	 ۴-۲-۸- وزن خشک ساقه‌چه
۷۱	 ۴-۳- بررسی اثر هورمون سیتوکینین بر بذره‌های زوال یافته ارقام ذرت
۷۲	 ۴-۳-۱- درصد جوانه‌زنی
۷۳	 ۴-۳-۲- سرعت جوانه زنی
۷۴	 ۴-۳-۳- طول ساقه‌چه
۷۵	 ۴-۳-۵- طول ریشه‌چه:
۷۶	 ۴-۳-۶- وزن تر ریشه‌چه
۷۷	 ۴-۳-۷- وزن خشک ریشه‌چه
۷۸	 ۴-۳-۸- وزن خشک ساقه‌چه
۸۰	 ۴-۴- بررسی اثر هورمون جیبرلین بر بهبود بذره‌های زوال یافته ارقام ذرت
۸۰	 ۴-۴-۱- درصد جوانه‌زنی

۸۱	۲-۴-۴- سرعت جوانه‌زنی
۸۲	۳-۴-۴- طول ریشه‌چه
۸۴	۴-۴-۴- طول ساقه‌چه
۸۵	۵-۴-۴- وزن تر ریشه‌چه
۸۶	۶-۴-۴- وزن تر ساقه‌چه
۸۷	۷-۴-۴- وزن خشک ریشه‌چه
۸۸	۸-۴-۴- وزن خشک ساقه‌چه
۸۹	۵-۴- بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذرهای ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت در مراحل اولیه جذب آب
۹۲	۶-۴- بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز بذرهای پیر تیمار شده ارقام ذرت با هورمون سیتوکینین
۹۵	۷-۴- بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز بذرهای پیر تیمار شده ارقام ذرت با هورمون جیبرلین
۹۷	۸-۴- بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز در بذرهای ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت در مراحل اولیه جذب آب
۹۹	۹-۴- بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز بذرهای پیر تیمار شده ارقام ذرت با هورمون سیتوکینین
۱۰۲	۱۰-۴- بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز بذرهای پیر تیمار شده ارقام ذرت با هورمون جیبرلین
۱۰۵	۱۱-۴- آزمایش اثر هورمون پرایمینگ بر ویژگی‌های ارقام ذرت در شرایط مزرعه
۱۰۵	۱-۱۱-۴- شاخص سطح برگ
۱۰۷	۲-۱۱-۴- محتوای نسبی آب برگ
۱۰۸	۳-۱۱-۴- شاخص کلروفیل
۱۰۹	۴-۱۱-۴- عملکرد بیولوژیک
۱۱۱	۵-۱۱-۴- عملکرد دانه
۱۱۳	۶-۱۱-۴- تعداد ردیف در بلال
۱۱۴	۷-۱۱-۴- تعداد دانه در ردیف
۱۱۶	۸-۱۱-۴- وزن هزار دانه
۱۱۷	۹-۱۱-۴- شاخص برداشت
۱۱۸	۴-۱۲- نتیجه گیری کلی
۱۲۰	۱۳-۴- پیشنهادات
۱۴۸	منابع و مآخذ

فهرست جداول

- جدول ۴-۱- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی دو رقم ذرت در آزمایش تعیین قوه نامیه ۱۲۱
- جدول ۴-۲- میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت در آزمایش تعیین قوه نامیه ۱۲۲
- جدول ۴-۳- تجزیه واریانس اثر تیمارپیری زودرس بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت ۱۲۳
- جدول ۴-۴- میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت در آزمایش پیری زودرس ۱۲۴
- جدول ۴-۵- اثر تیمارهای پیری زودرس بر میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت ۱۲۴
- جدول ۴-۶- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و تیمارپیری زودرس بر وزن تر ساقه چه ، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه‌چه ۱۲۵
- جدول ۴-۷- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت باینیه‌های متفاوت تحت تیمار با هورمون سیتوکینین ۱۲۶
- جدول ۴-۸- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس تحت تیمار با هورمون سیتوکینین بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی ۱۲۷
- جدول ۴-۹- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس تحت تیمار با هورمون سیتوکینین در طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه ۱۲۸
- جدول ۴-۱۰- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس تحت تیمار با هورمون سیتوکینین بر وزن تر ریشه چه و وزن تر ساقه چه ۱۲۹
- جدول ۴-۱۱- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس تحت تیمار با هورمون سیتوکینین بر وزن خشک ریشه چه و وزن خشک ساقه چه ۱۳۰
- جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف هورمون سیتوکینین بر شاخص‌های جوانه‌زنی دو رقم ذرت ۱۳۱
- جدول ۴-۱۳- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت باینیه‌های متفاوت تحت تیمار با هورمون جیبرلین ۱۳۲
- جدول ۴-۱۴- میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت در آزمایش اثر هورمون جیبرلین بر بذرهای زوال یافته ۱۳۳
- جدول ۴-۱۵- اثر تیمارهای پیری زودرس بر میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت تحت تیمار با هورمون جیبرلین ۱۳۴
- جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثر تیمار جیبرلین بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت ۱۳۵
- جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون جیبرلین و تیمار پیری زودرس بر سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت ۱۳۶
- جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و ارقام ذرت بر وزن تر ساقه چه و وزن خشک ریشه چه ۱۳۷
- جدول ۴-۱۹- تجزیه واریانس اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در دو رقم بذر ذرت با بنیه‌های متفاوت در مراحل اولیه جذب آب ۱۳۸
- جدول ۴-۲۰- تجزیه واریانس اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در دو رقم بذر ذرت با بنیه‌های متفاوت تحت تیمار با هورمون سیتوکینین ۱۳۹
- جدول ۴-۲۱- تجزیه واریانس اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در دو رقم بذر ذرت با بنیه‌های متفاوت تحت تیمار با هورمون جیبرلین ۱۴۰
- جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین اثر تیمار پیری زودرس بر فعالیت آنزیم کاتالاز ۱۴۱
- جدول ۴-۲۳- تجزیه واریانس صفات ارقام ذرت تحت تأثیر تیمارهای هورمون پرایم و پیری زودرس در آزمایش مزرعه ای ۱۴۲
- جدول ۴-۲۴- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون پرایم و پیری زودرس بر شاخص سطح برگ ذرت ۱۴۳
- جدول ۴-۲۵- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیروی زودرس بر صفات ذرت ۱۴۴
- جدول ۴-۲۶- مقایسه میانگین اثر هورمون پرایم بر صفات ذرت ۱۴۵

- جدول ۴-۲۷- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون پرایم و پیری زودرس بر شاخص کلروفیل ارقام ذرت ۱۴۵
- جدول ۴-۲۸- مقایسه میانگین اثر تیمار پیری زودرس بر صفات ذرت ۱۴۶
- جدول ۴-۲۹- مقایسه میانگین تعداد ردیف در بلال ارقام ذرت ۱۴۶
- جدول ۴-۳۰- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون پرایم و ارقام ذرت بر صفات ذرت ۱۴۷

فهرست شکل‌ها

- شکل ۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم پراکسیداز ۹۰
- شکل ۴-۲- مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم پراکسیداز ۹۱
- شکل ۴-۳- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذره‌ای تیمار شده با هورمون سیتوکینین ۹۳
- شکل ۴-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون سیتوکینین بر فعالیت آنزیم پراکسیداز ۹۴
- شکل ۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم پراکسیداز ۹۴
- شکل ۴-۶- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و غلظت هورمون جیبرلین بر فعالیت آنزیم پراکسیداز ۹۶
- شکل ۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و ارقام بر فعالیت آنزیم پراکسیداز ۹۷
- شکل ۴-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم کاتالاز ۹۸
- شکل ۴-۹- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم کاتالاز در بذره‌ای تیمار شده با هورمون سیتوکینین ۱۰۰
- شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون سیتوکینین بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز ۱۰۱
- شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و مدت زمان هیدرو پرایمینگ بر فعالیت آنزیم کاتالاز بذره‌ای تیمار شده با هورمون جیبرلین ۱۰۳
- شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان هیدرو پرایمینگ و غلظت هورمون جیبرلین بر فعالیت آنزیم کاتالاز سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه در این بررسی معنی دار نشدند (جدول ۴-۲۱) ۱۰۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

ذرت (*Zea mays*) گیاهی از تیره گندمیان و از غلات مهم مناطق گرمسیر و معتدل جهان است این محصول از قدیمی ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان، دام و طیور است، گیاه ذرت در سال ۲۰۱۲ در بین غلات از نظر عملکرد و میزان تولید در دنیا مقام اول و از نظر سطح زیر کشت مقام دوم را پس از گندم داشت (فائو، ۲۰۱۲). یکی از عوامل مهم در رشد و عملکرد گیاه ذرت مانند سایر محصولات زراعی استقرار مناسب می‌باشد. به طوری که عدم استقرار مطلوب گیاه در اراضی زراعی از مشکلات مهم کشاورزی است و باعث افزایش میزان مصرف بذر در واحد سطح و کاهش تراکم می‌گردد و بدین ترتیب عملکرد اقتصادی را در واحد سطح کاهش می‌دهد که برابند این اتفاقات افزایش هزینه تولید و کاهش درآمد کشاورز می‌باشد. استقرار مطلوب بذر تحت اثر کیفیت بذر به ویژه قدرت یا بنیه بذر و ظرفیت جوانه‌زنی است (مک دونالد، ۲۰۰۴؛ کاپور و همکاران، ۲۰۱۰؛ سیادت و همکاران، ۲۰۱۲). عوامل کاهش دهنده کیفیت بذر مانع استقرار مناسب گیاهچه‌های ذرت در شرایط مزرعه خواهد شد که فرسودگی بذرها به هنگام نگهداری در انبار از پدیده‌های رایج است (مک دونالد، ۲۰۰۴). ارزیابی کیفیت بذر جایگاه ویژه‌ای در تولید و کنترل و گواهی بذر دارد. بذرهای اغلب گیاهان زراعی معمولاً پس از برداشت به مدت چند روز تا چند ماه یا سال در انبار نگهداری می‌شوند. شرایط محیطی نگهداری بذر تعیین کننده مدت زمانی است که جوانه زنی و قدرت آن حفظ می‌شود. زوال بذر در طی انبارداری باعث کاهش کیفیت بذر، استقرار گیاهچه و در نهایت عملکرد گیاه در مزرعه خواهد شد (مک دونالد، ۱۹۹۹). هرچه شرایط نگهداری بذرها از نظر دما و رطوبت نامناسب‌تر باشد شدت فرسودگی بیشتر خواهد بود (الیاس و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که تیمارهای مختلف پیری سبب کاهش شاخص جوانه‌زنی می‌شود (انصاری و شریف‌زاده، ۲۰۱۳). شاخص های جوانه زنی از پارامترهای مهم کیفیت بذر می‌باشند که از اهمیت خاصی برخوردار است. قدرت بذر تحت تاثیر پیری و زوال بذر می‌باشد و در پی آن شاخص جوانه زنی کاهش

می یابد (رستگار و همکاران، ۲۰۱۱). بذرهایی با کیفیت بالاتر می توانند بهتر سبز شده و در مواجهه شدن با تنش های محیطی درصد سبز شدن و سرعت جوانه زنی بالاتری را داشته و در نهایت گیاهچه های قوی تری تولید کنند (مک دونالد، ۲۰۰۴). زوال یا پیری بذر یکی از مشکلات عمده در تولید محصولات زراعی است. آمار نشان می دهد که سالیانه حدود ۲۵ درصد بذرها، به علت داشتن کیفیت پایین از بین می روند (مک دونالد و نلسون، ۱۹۸۸).

این تلفات به ویژه در کشورهای توسعه نیافته و یا کمتر توسعه یافته که تجهیزات مناسبی برای خشک کردن و انبار کردن بذر ندارند به مراتب بیشتر است. اهمیت پیری بذر زمانی بیشتر ملموس خواهد شد که بدانیم هر ساله، به علت زوال بذر خسارت ناشی از شکستن و فساد بذر توسط میکروارگانیسم ها در جریان تولید، انبارداری و حمل و نقل، تلفات اقتصادی فراوانی به بار می آید (سالونخه و همکاران، ۱۹۸۵). خسارت به ساختار غشاهای سلولی در طی پیری بذر ممکن است عامل مهمی در تشریح علل زوال بذر باشد (سنارانتا و همکاران، ۱۹۸۸؛ فرگوسن و همکاران، ۱۹۹۰). زوال بذر شامل برخی تغییرات بیوفیزیکی و بیوشیمیایی، شامل تغییر در ساختار مولکولی نوکلئیک اسید تا کاهش فعالیت برخی آنزیم های کلیدی در جوانه زنی و افزایش فعالیت برخی از آنزیم های هیدرولیز کننده، اختلال در یکپارچگی غشاء و کاهش سرعت جوانه زنی و رشد گیاهچه، کاهش توانایی جوانه زنی بذرها تحت شرایط تنش، کاهش درصد استقرار بوته و در نهایت کاهش عملکرد می گردد و در صورت زوال شدید ممکن است هیچ بذری جوانه نزنند (کوربینو و همکاران، ۲۰۰۲). طی زوال بذر تعداد زیادی گونه های اکسیژن فعال تولید می شوند که سبب پراکسیداسیون لیپیدها می شوند. در فیزیولوژی بذر تجمع گونه های اکسیژن فعال شامل هیدروژن پراکسید، رادیکال سوپراکسید و رادیکال هیدروکسیل سبب پراکسیداسیون چربی ها، غیرفعال شدن آنزیم ها، خسارت به نوکلئیک اسیدها و تخریب غشاء سلول می شود (بیولی، ۱۹۶۸). آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و سایر آنتی اکسیدان ها باعث حذف و غیرفعال شدن انواع اکسیژن فعال می شوند (مک دونالد ۱۹۹۹). موفقیت در جوانه زنی به مکانیسم آنتی اکسیدانت گیاهی که به هنگام جوانه زنی در گیاه فعال است

بستگی زیادی دارد. همچنین، گزارش شده است که آنزیم‌های آنتی اکسیدانت کاتالاز و پراکسیداز نقش مهمی در کنترل پراکسیداسیون هیدروژن دارند (وندنبل و همکاران، ۲۰۰۴).

به طور کلی، در حالت طبیعی و بدون زوال بذر میزان فعالیت آنزیم‌های پالاینده اکسیژن فعال بالا می‌باشد و در نتیجه باعث کاهش تشکیل رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پالایش این رادیکال‌های آزاد در بذرها می‌گردد، اما در طی زوال این موازنه به هم خورده و تعداد رادیکال‌های آزاد اکسیژن افزایش و فعالیت آنزیم‌های پالاینده اکسیژن فعال کاهش می‌یابد (هسو و همکاران، ۲۰۰۳). یکی دیگر از دلایل احتمالی دخیل در فرایند پیری، اختلال در تعادل هورمون‌هاست که وجود آن برای جوانه‌زنی ضروری است. از آنجا که تغییر در فعالیت آنزیم احتمالاً بر سطح هورمون‌های درونی گیاه اثرگذار است، می‌توان گفت که هورمون‌ها عوامل محدودکننده‌ای در جوانه‌زنی بذرها زوال یافته هستند. محققان نشان دادند که اعمال هورمون‌هایی همچون جیبرلین، سیتوکینین و اتیلن در بهبود بنیه بذرها پیر شده مؤثر است (لمبت و هکاران، ۲۰۰۳؛ لشم و همکاران، ۱۹۸۱؛ مک دونالد، ۲۰۰۴).

گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که استفاده از تیمارهای هورمون پرایمینگ سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی بذرها زوال یافته می‌شود (انصاری و شریف زاده، ۲۰۱۲؛ سیادت و همکاران، ۲۰۱۲؛ کانگ و همکاران، ۲۰۰۷). پرایمینگ بذرسبب بهبود کارایی بذرمی شود، بنابراین، این ایده مطرح می‌شود که پرایمینگ می‌تواند برخی از وقایع مخرب که طی فرسودگی بذر رخ می‌دهد را معکوس کند. گزارش‌های متعددی پرایمینگ بذر را عامل افزایش ساخت RNA ریبوزومی، افزایش فعالیت آلفا و بتا آمیلاز و بهبود جوانه‌زنی تحت شرایط مختلف جوانه‌زنی معرفی کرده اند (میسرا، ۱۹۸۰؛ پاول، ۱۹۹۸). پرایمینگ فعالیت آنزیم‌ها را افزایش داده و اثرات پراکسیداسیون چربی‌ها را خنثی می‌کند. ثابت شده است که بعضی از پاسخ‌ها به فرسودگی بذرها در طول مدت انبارداری و از طرف دیگر ترمیم پذیری در طول مدت هیدروپرایمینگ و یا پرایمینگ با انواع مختلف آنتی اکسیدانت‌ها شامل ویتامین‌ها، پلی فنل‌ها، فلاونوئیدها و هورمون‌ها ارتباط دارد (لارسون، ۱۹۹۷).

(درکل با توجه به یافته های موجود، این امر که بذره‌ای فرسوده شده در طول هیدراسیون و پرایمینگ بهبودمی یابند پذیرفته شده است) (مک دونالد، ۲۰۰۴). هورمون های گیاهی که به طور معمول برای پرایمینگ استفاده می‌شوند عبارتند از اکسین، جیبرلین، سیتوکینین، آبسزیک اسید و سالیسیلیک اسید می‌باشند. جیبرلین‌ها شامل گروهی از هورمون‌ها هستند که بیشترین دخالت مستقیم را در کنترل و تسهیل جوانه‌زنی بذر دارند. افزایش سنتز و آزادسازی جیبرلیک اسید در بذر موجب تجزیه نشاسته و تبدیل آن به مواد قابل استفاده جنین شده و جوانه‌زنی شروع می‌شود (افضل و همکاران، ۲۰۰۶).

همچنین، گزارش شده که استفاده از هورمون جیبرلین که از هورمون های گیاهی محسوب می‌شود، می‌تواند خسارت فرسوده شدن بذر را کاهش دهد و پتانسیل رشد جنین را در بذره‌ای فرسوده افزایش دهد. (عالیوند و همکاران، ۱۳۹۲).

هیدروپرایمینگ بذر جذب آب کنترل شده تا مرحله قبل از ظهور ریشه‌چه است و از روش‌های موثر بر بهبود ظهور سریع و یکنواخت گیاهچه‌ها به شمار می‌رود. نظر کلی در مورد این فرایند تأثیر مثبت آن در کاهش زمان لازم برای جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه و نیز درصد جوانه‌زنی نهایی و ظهور تحت شرایط نامساعد مخصوصاً برای بذره‌ای ضعیف می‌باشد. پرایمینگ بذر منجر به بهبود کارایی بذر می‌شود، بنابراین، این ایده مطرح می‌شود که پرایمینگ می‌تواند برخی از وقایع مخرب که طی فرسودگی بذر رخ می‌دهند را معکوس کند. (بلک و بیولی، ۲۰۰۹). در بذره‌ای پرایم شده نشت متابولیت‌ها کمتر است و افزایش انعطاف‌پذیری دیواره سلولی نیز گزارش گردیده است. اعتقاد بر این است که جذب آب توسط بذر تا مرحله دوم جذب آب در طول پرایمینگ موجب نسخه‌برداری اولیه DNA، افزایش سنتز RNA و پروتئین و قابلیت دسترسی بیشتر به ATP می‌گردد (قادری فر و سلطانی، ۱۳۸۹).

لذا با توجه به اهمیت بذر به عنوان یک نهاده مهم کشاورزی و نقش کلیدی بذره‌ای سالم در عملکرد تحقیق حاضر با اهداف زیر انجام شد.

۱- تعیین بنیه ارقام ذرت به وسیله آزمون پیری زودرس

۲- بررسی مقایسه اثر هورمون پرایمینگ توسط جیبرلین و سیتوکینین بر بهبود زوال بذرارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت

۴- بررسی اثر هورمون جیبرلین و سیتوکینین بر فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت

۵- بررسی اثر هورمون جیبرلین و سیتوکینین بر فعالیت آنزیم پراکسیداز در ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت

۶- بررسی درصد جوانه‌زنی، مقدار کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰۰ دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت تیمار شده، با هورمون جیبرلین و سیتوکینین در شرایط مزرعه

فصل دوم

بررسی منابع

۱-۲- بذر

بذر به عنوان واحد بنیادین تکوین حیات گیاه از دیرباز مورد توجه بوده و شناخت ماهیت آن به نقطه آغاز کشاورزی برمی گردد. بی شک نیل به کشاورزی موفق در مزرعه و افزایش بهره وری در داخل و خارج از مزرعه به منظور تولید مطلوب برای جمعیت انسانی در وضع نیازهای آنها به نقطه آغاز کشت و زرع یعنی بذر بستگی دارد و این امر نیازمند در اختیار داشتن بذرهایی است که ضمن دارا بودن استانداردهای لازم فیزیکی، از نظر کیفی و اندوخته غذایی جهت تضمین استقرار بذر نیز بهترین باشند. دستیابی به چنین بذرهایی نیازمند یک صنعت توسعه یافته است که در برگیرنده تولید، برداشت، فرایندهای پس از برداشت، خشک کردن، انبارداری و بازاریابی بذر باشد (توکل افشاری و همکاران ۱۳۸۸).

از نظر بیولوژی، بذر را می توان تخمک رسیده و بارور تعریف کرد ولی در بیشتر خانواده های گرمینه، بذر میوه ای با تخمک منفرد است که خشک و ناشکופا می باشد و دارای هزاران گونه زراعی و وحشی با تنوع از نظر شکل و رنگ بذر و تفاوت های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بسیار زیاد است (خدابنده، ۱۳۷۲).

۲-۲- بنیه بذر

بنابر تعریف انجمن بین المللی آزمون بذر (۱۹۹۱) بنیه بذر عبارتست از مجموع خصوصیات از بذر که پتانسیل فعالیت و کارایی بذر برای جوانه زنی و سبز شدن تعیین می نماید. از جمله جنبه های کارایی بذر عبارت است از:

۱- فرایندها و واکنش های بیوشیمیایی در مدت جوانه زنی مثل واکنش های آنزیمی و فعالیت های تنفسی

۲- سرعت و یکنواختی جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه

۳- سرعت و یکنواختی سبز شدن گیاهچه و رشد در مزرعه

۴- توانایی سبز شدن گیاهچه تحت شرایط نامساعد محیطی (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۵).

بنیه بذر جزو خصوصیات کیفی بذر است و توسط روش‌های مختلف آزمایشگاهی تعیین می‌گردد و بالا بودن بنیه بذر از عوامل ضروری برای استقرار مناسب گیاه در مزرعه است. برای جوانه‌زنی سریع و استقرار

مناسب گیاهچه در شرایط مزرعه، بذرهای موردنظر باید زنده باشند و صفات فیزیولوژیکی مناسبی را داشته باشند.

استفاده از آزمون استاندارد جوانه زنی استاندارد به تنهایی روش کامل و مناسبی برای تعیین قدرت بذر نمی‌باشد و به همین علت آزمون‌های دیگری که به طور دقیق و مناسب با شرایط محیطی توده بذر قدرت بذر را تعیین می‌کند برای این مهم مورد استفاده قرار می‌گیرند (یونسی و همکاران، ۲۰۰۰).

از جمله آزمون‌های قدرت بذر می‌توان به آزمون پیری زودرس و سرعت رشد گیاهچه اشاره نمود. آزمون پیری زودرس یکی از آزمون‌های مناسب برای تعیین بنیه بذر است و برای بذرهایی که در شرایط درجه حرارت و رطوبت بالا نگهداری و ذخیره می‌شوند و به کار گرفته می‌شود (فرگاسون، ۱۹۹۰).

این آزمون روش مناسب و معتبری برای ارزیابی قابلیت انبارداری بذر است. در این آزمون بذرهای برای مدت‌های متغیر ۲ تا ۱۰ روز (بر حسب نوع و گونه این زمان متفاوت است) در شرایط درجه حرارت و رطوبت نسبی بالا قرار می‌گیرند. پس از آن بذرهای از شرایط ذکر شده خارج شده و تحت شرایط مناسب و استاندارد جوانه‌زنی قرار می‌گیرند (برجاک و همکاران ۱۹۸۶).

قدرت بذر زمانی که وزن خشک بذرها حداکثر است، در بالاترین میزان قرار دارد. با توجه به این امر که بذرها به ندرت بعد از برداشت مورد کشت و کار قرار می‌گیرند، به طور معمول برای روزها، هفته‌ها، ماه‌ها و حتی سال‌ها در انبار نگهداری می‌شوند. در این مدت فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف موجب زوال و از دست رفتن قدرت حیات بذر می‌گردند. استفاده از آزمون پیری زودرس برای ارزیابی و القای درجات متفاوتی از بنیه به کار می‌رود و با پارامترهای فیزیولوژیکی جوانه‌زنی و شاخص بیوشیمیایی بنیه بذر مرتبط است. آزمون پیری زودرس با میزان سبز شدن در مزرعه تحت شرایط مختلف بستر بذر همبستگی دارد (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۳- آزمون سرعت رشد گیاهچه

درمیان شاخص‌های جوانه زنی، سرعت رشد گیاهچه اهمیت زیادی دارد چراکه بذر با بنیه قوی به طور کارآمدتری مواد جدید را تولید کرده، آن‌ها را به جنین در حال رشد منتقل می‌کند و تجمع ماده خشک را افزایش می‌دهند. واحد سرعت رشد گیاهچه برحسب میلی گرم ماده خشک بر تعداد گیاهچه جوانه زده بیان می‌شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۵). ارزیابی بنیه بذر با استفاده از سرعت رشد گیاهچه همبستگی مثبتی دارد (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳). کوچکی و حقیقی (۱۳۷۹) نشان دادند که پیری زودرس موجب کاهش ماده خشک گیاهچه در ارقام مختلف یونجه می‌شود و ارقامی که دارای بنیه بالاتری بودند کاهش نامحسوسی در ماده خشک گیاهچه داشتند. این نتایج مشابه به نتایج محققان بسیاری بر روی گیاهان مختلف بود (لی و همکاران، ۲۰۰۲؛ استدمن، ۲۰۰۹).

۲-۴- زوال یا فرسودگی بذر

فرسودگی یا پیری بذر به فرایند از دست رفتن کیفیت بذر با گذشت زمان اطلاق می‌گردد و توانایی بذر برای زنده ماندن را کاهش می‌دهد (کولبیار و همکاران، ۱۹۸۴). در کل زوال بذر را می‌توان تغییرات فاسد کننده در طول زمان تعریف نمود که آسیب‌پذیری بذر را نسبت به عوامل بیرونی افزایش داده و موجب کاهش توانایی حیات بذر می‌گردد طبق نظر مک دونالد و نلسون (۱۹۸۶) زوال

بذر یک صفت نامطلوب کشاورزی است و کاهش درآمد ناشی از آن حدود ۲۵٪ از محصول برداشت شده است که می‌تواند ارزشی برابر میلیاردها دلار داشته باشد.

در گذشته تحقیقات زیادی در زمینه شناخت سازوکار پیری در بذر انجام گرفته است و تاکنون پدیده‌های زیادی که در خلال پیری بذر رخ می‌دهد شناخته شده است (کولبیار و همکاران، ۱۹۸۴).

فرایندهای دخیل در زوال بذر متفاوتند. به طور مثال، زوال کوتاه مدت که ممکن است در مزرعه رخ دهد با زوال طولانی مدت که در طول ذخیره بذر در انبار به وقوع می‌پیوندد حوادث فیزیولوژیکی متفاوتی را دنبال می‌کنند. محققان با انجام آزمون پیری زودرس سعی در شبیه‌سازی فرایندهای پیری بر روی زوال دارند و حال این سؤال مطرح است که آیا فرایندهای موجود در پیری مصنوعی متفاوت از فرایندهای فیزیولوژیکی پیری طبیعی بذر در طی زمان است یا خیر.

طبق آزمایشاتی که توسط پریسلی و لئوپولد (۱۹۸۳) انجام گرفت، میزان رادیکال‌های آزادی که در طی آزمون پیری زودرس در بذر تولید شد، حدوداً دو برابر بیش از رادیکال‌های آزاد موجود در بذرهایی بودند که به صورت طبیعی پیر شده بودند.

عوامل بسیاری در زوال بذر مشارکت دارند که شامل ژنتیک، خسارت‌های مکانیکی شرایط دما و رطوبت محیط، ذخیره بذر، محتوی رطوبت بذر، وجود ریز جانداران و رسیدگی بذر است که در این میان رطوبت و حرارت از مهم‌ترین این عوامل هستند (هیدکر، ۱۹۷۲).

تفسیر کلی زوال بذر به چند دلیل کار دشواری است. دلیل اول متنوع بودن فرایند زوال بذر است، مثلاً زوال کوتاه مدت در مزرعه نسبت به زوال طولانی مدت در انبار، احتمالاً رویدادهای فیزیولوژیکی متفاوتی داشته باشند. خسارت‌هایی نظیر خراش‌ها در مقایسه با خسارت ناشی از نگهداری بذر، خود بذر را به صورت متفاوتی تحت تأثیر قرار می‌دهند. دلیل دوم به روش‌های مختلف مورد استفاده برای مطالعه زوال بذر برمی‌گردد. که این اختلاف روش‌ها، سبب عدم ارائه مفهوم واحدی از زوال شده است (مک دونالد، ۱۹۹۹).

سومین دلیل برای نبود مفهوم واحدی از زوال بذر، تأثیر عوامل پیچیده محیطی و بیولوژیکی بر شدت زوال است. دماهای بالا در مدت نگهداری بذر ها همانند بالا بودن میزان رطوبت بذر، زوال را افزایش می‌دهند. اثر متقابل دما و رطوبت بیش از مجموع آن‌ها است، به طوری که ممکن است این دو عامل در تشدید زوال بذر اثر افزایشی داشته باشند. از نظر بیولوژیکی نیز قارچ‌های انباری با افزایش زوال بذر افزایش یافته و جوانه‌زنی راجدای از علت‌های فیزیولوژیکی زوال بذر کاهش می‌دهند (میکاک و برجاک، ۱۹۹۵).

چهارمین دلیل به اثر موادی مانند قارچ‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها مربوط است که برای تیمار کردن بذر از آن‌ها استفاده می‌شود. تیمار کردن بذر ها با قارچ‌کش‌هایی نظیر تیرام و ویتاواکس، توسعه قارچ‌ها را در شرایط پیری زودرس کنترل نموده و سبب افزایش جوانه‌زنی گردید. با وجودی که اینگونه تیمارها نمود بذر را در مزرعه بهبود بخشیدند، اما این اثر افزایشی معمولاً در آزمون بنیه بذر مشاهده شد (فریس و باکر، ۱۹۹۰).

پنجمین دلیل این است که اکثر مطالعات در زمینه زوال بذر، کل بذر را برای بررسی رویدادهای فیزیولوژیکی اتفاق افتاده در طی پیری، مورد آزمون قرار داده اند، در حالی که ممکن است بخش‌های ویژه‌ای از بذر با سرعت بیشتر نسبت به سایر بخش‌ها دچار زوال شوند، مثلاً ۸۰ درصد وزن خشک بذر ذرت، آندوسپرم فاقد تنفس می‌باشد، در حالی که جنین که مسئول جوانه‌زنی است تنها ۲۰ درصد آن را شامل می‌شود. بنابراین، هر تحقیقی در زمینه زوال بذر باید با شناختی از محل وقوع زوال آغاز شود (سالونخه و همکاران، ۱۹۸۵).

۵-۲- نشانه های زوال بذر

الگوی کاهش زنده مانی در طول نگهداری بذر یک منحنی سیگموئیدی کاهشی است. علت کاهش زنده مانی بذر تغییرات آسیب‌پذیری است که در طی زمان در بذر به وقوع می‌پیوندد. هیدکر (۱۹۷۲) تعدادی از علائم زوال بذر به هنگام پیری را بیان کرد که این علائم شامل کاهش بنیه بذر، کاهش

قابلیت حیات بذر، کاهش قدرت جوانه‌زنی، کاهش تنفس، کاهش سطح فعالیت‌های آنزیمی، افزایش تعداد گیاهچه غیرطبیعی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد، تغییر رنگ بذر، افزایش مواد نشتی از بذر در آزمون هدایت الکتریکی، افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد در بذر و مرگ بذر می‌باشد.

داس و مندی (۱۹۹۲) مشاهده کردند که در بذرهای گندم زوال از نوک ریشه چه آغاز شده و بعد به سمت بالا (به ترتیب به طرف ریشه چه، سپرچه، برگ‌های اولیه و کلئوپتیل) حرکت می‌کند. به دنبال این امر مک دونالد و سالیوان (۱۹۹۵) تشریح کردند که جذب آب در بذر ذرت با جذب آب توسط ریشه چه آغاز شده و در بذر توسط اسکوتلوم و کلئوپتیل دنبال می‌شود. این عوامل منجر به افزایش محتوی رطوبت در ریشه چه نسبت به ذخایر و سایر ساختارهای جنین شده و در نتیجه زوال در این بخش افزایش می‌یابد.

از نشانه‌های دیگر زوال بذر کاهش در وزن خشک ریشه‌چه است که در طول نگهداری بذر رخ می‌دهد و نکته قابل توجه این است که کاهش معنی‌دار در وزن خشک ریشه چه زمانی به وقوع می‌پیوندد که در قابلیت حیات و زنده مانی بذر کاهش چشمگیری رخ داده است (کولبیار، ۱۹۹۵).

افزایش تعداد گیاهچه‌های غیرطبیعی در آزمون جوانه‌زنی بعد از آزمون پیری زودرس از نشانه‌های دیگر کاهش بنیه بذر است که این امر ناشی از اختلالاتی است که در بافت مریستمی گیاهچه در طی پیری رخ می‌دهد. از تغییرات بیوشیمیایی دیگر نیز می‌توان به افزایش محتوای اسیدهای چرب آزاد در داخل بذر اشاره نمود که علت این امر را می‌توان به اکسیداسیون مواد فنولیکی و دیگر ترکیبات مشابه بر روی پوسته بذر نسبت داد. (باساواراجاپا و همکاران ۱۹۹۱).

۶-۲- تأثیر دما و رطوبت بر پیری و زوال بذر

اهمیت دما بر روی فرآیندهای پیری بذر به دو علت است: ۱- تعیین میزان رطوبتی که در هوا نگه‌داری می‌شود (دماهای بالاتر میزان رطوبت بیشتری را در خود نگه‌داری می‌نمایند) ۲- به علت افزایش فعالیت زوال که در بذر انجام می‌گیرد و در دماهای بالاتر تسریع می‌گردد (مک دونالد، ۲۰۰۴).

در این میان رطوبت اهمیت و تأثیر بیشتری دارد، چرا که رطوبت محیط به طور مستقیم روی محتوای رطوبت محتوی بذر اثر گذاشته و با آن به تعادل می‌رسد. هارینگتون (۱۹۷۳) با توجه به این عوامل دو قانون را در مورد زوال بذر شرح داد: ۱- هر ۱٪ کاهش در میزان رطوبت عمر بذر را دو برابر می‌کند. ۲- هر 5°C کاهش در دما عمر بذر را دو برابر افزایش می‌دهد. قانون اول نباید در رطوبت‌های بالاتر از ۱۴٪ و پایین‌تر از ۵٪ محتوی بذر به کار رود، چرا که بذره‌ای انبار شده در رطوبت بالای ۱۴٪ شروع به تنفس کرده و حرارت ایجاد شده و حمله قارچ‌ها سریعتر از قانون رطوبت، زنده مانی بذر را کاهش می‌دهد و پایین‌تر از ۵٪ رطوبت محتوی بذر، شکست ساختارهای غشاء فرآیند زوال بذر را تسریع می‌کند.

در مورد قانون دوم، دماهای پایین‌تر از صفر درجه سانتی‌گراد صدق نمی‌کند. چون بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی مرتبط با زوال بذر در این دماها صورت نمی‌گیرد و کاهش بیشتر دما فقط اثرات تعدیل‌کننده در طول عمر بذر دارد. در نهایت نباید فراموش شود که این دو عامل یعنی محتوی رطوبت بذر و دما و برهمکنش بین این دو از اهمیت بالایی برخوردار است (مک دونالد، ۲۰۰۴).

۲-۷- محل وقوع زوال بذر

زوال بذر به طور یکنواخت در سراسر بذر روی می‌دهد، در تک لپه‌ای‌ها، عدم کارکرد اسکوتلوم ذرت شیرین و محور جنینی آن در اثر زوال مشاهده است (استایروکانت لیف، ۱۹۸۴). رنگ‌آمیزی با تترازولیوم در گندم نشان داد که در پیری طبیعی و مصنوعی، زوال از ریشه شروع شده و به سمت کل

جنین پیش می‌رود. این موضوع سبب شد تا فعالیت آلفا و بتا آمیلاز اسکوتلومی بذرهای پیر نشده در مقایسه با بذرهای پیر شده‌ای که انرژی کمتری برای جنین در حال جوانه‌زنی دارند بالاتر باشد (داس و سن مندی، ۱۹۹۲). در بذرهای در حال زوال ذرت، سلولهای نوک ریشه اولین منطقه خسارت دیده بودند (برجاک و همکاران، ۱۹۸۶). زوال بذر یک فرایند یکنواخت و یکسان نیست، بذر دارای ترکیب و بافت‌هایی است که به لحاظ شیمیایی و محیطی که آنرا پو شانده است فرق دارد بنابراین بهترین شیوه برای شناخت این موضوع استفاده از آزمون تترازولیوم است. با استفاده از الگوی رنگ آمیزی تترازولیوم در دولپه ای‌ها، مشخص شد نقاط رویش محور جنینی سویا به پیری زودرس مستعدترند (فو و همکاران، ۱۹۸۸).

۲-۸- فیزیولوژی زوال بذر

تحقیقات متعددی فرایندهای فیزیولوژیکی زوال بذر را بررسی کرده‌اند. با وجودیکه الگوی ویژه‌ای بدست نیامده است، اما اجماع عمومی بر این است که DNA تا حدودی تجزیه می‌شود، و سبب نسخه برداری ناقص می‌شود که در نهایت سبب سنتز ناقص یا معیوب آنزیم‌های ضروری برای وقوع اولین مراحل جوانه زنی می‌شود (مک دونالد، ۱۹۹۹). در بذرهای زوال یافته گندم سنتز پروتئین در شرایط طبیعی، در ۱۲ ساعت پس از آماس شروع می‌شود و نشان می‌دهد این امر به خاطر mRNA می‌باشد که از قبل وجود داشته است (گیدرول و همکاران، ۱۹۸۸). مواد غذایی ذخیره شده بدون فعالیت آنزیم‌ها هیدرولیز نمی‌شوند و مولکول‌های انرژی برای سنتز ATP در دسترس نیستند. در بذرهای ذرت که تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفته بودند سنتز DNA و میزان تنفس هردو باهم کاهش یافتند. کاهش سنتز DNA در ۲۴ ساعت اول جوانه زنی مشاهده شد، در حالیکه کاهش تنفس تا ۳۶ الی ۷۲ ساعت از شروع جوانه زنی مشاهده نشد و اینگونه نتیجه گیری شد که تنفس نمی‌تواند عامل محدود کننده‌ای برای حوادث اولیه جوانه‌زنی در بذرهای زوال یافته ذرت در نظر گرفته شود (گارسیا و همکاران، ۱۹۹۵).

از طرف دیگر گیدرول و همکاران، ۱۹۸۸ پیشنهاد کردند که کمبود ATP مسئول کاهش سنتز پروتئین است و غشاهای زوال یافته میتوکندریایی می‌توانند عامل کاهش انرژی مورد نیاز برای جوانه‌زنی باشند.

۹-۲- مکانیزم‌های پیری و زوال بذر

یکی از نکات مهم در تحقیقات انجام شده در مورد پیری بذر، تقدم و تأخر رخداد های فیزیولوژیکی است که موجب وقوع و تشدید زوال در بذر می‌گردد. به طور مثال آسیب‌های غشایی به عنوان یک عامل اصلی و اولیه در پیری بذر به شمار می‌آیند. همچنین آسیب‌های ژنتیکی در طی دوره نگهداری به عنوان یکی از عوامل اولیه و مخرب در کاهش بنیه بذر محسوب می‌شوند (کولبیر، ۱۹۸۴).

با توجه به مطلب ذکر شده مکانیزم‌های مختلفی در فرایند پیری شرکت دارند که سبب کاهش بنیه و کیفیت بذر می‌شوند که در اینجا به تشریح آن عوامل می‌پردازیم.

۹-۲-۱- آسیب غشایی

اختلال در سلامت غشا یکی از نشانه های فیزیولوژیک زوال بذر است و افزایش هدایت الکتریکی بذر به عنوان یک نشانه مهم قابل بررسی است. هدایت الکتریکی بذر می‌تواند به دلایل زیر افزایش یابد.

۱- خروج محتویات سلول به علت صدمه سلول‌ها تحت فشارهای مکانیکی

۲- افزایش در میزان مواد قابل حل خاصی که قابلیت نشت به بیرون از سلول‌ها را دارند.

۳- کاهش در یکپارچگی و پیوستگی غشاء

پاول و متیوز (۱۹۹۷) پیشنهاد کردند که افزایش در میزان مواد نشتی بذرهای نخود قبل از مرگ سلول (تعیین شده توسط رنگ‌آمیزی با تترازولیوم کلراید) نشان از تخریب غشا بر اثر فرسودگی بذر دارد. شواهد دیگر توسط این محققان حاکی از آن بود که آسیب غشاء یکی از حوادث اولیه و مهم در

زوال بذر است. تکرونی و اگلی (۱۹۹۳) نیز نتایج مشابهی را در ارتباط با افزایش هدایت الکتریکی در محورهای جنینی بذرهای زوال یافته سویا ارائه دادند.

نتایج دیگری بر روی ری گراس، کلم، گندم، سویا، کتان و یونجه و بسیاری گیاهان دیگر نشان دهنده این است که افزایش نشت مواد از بذر موجب از بین رفتن سلامت غشا، افزایش نفوذپذیری و پارگی غشا می گردد و بذر در معرض صدمه هیدروپرایمینگ قرار می گیرد که نتیجه همه این عوامل کاهش بنیه و جوانه زنی بذر است (مجنون حسینی، ۱۳۸۳؛ کولبر و همکاران ۱۹۸۴؛ لاچمن و همکاران، ۲۰۰۳ و استدمن، ۲۰۰۴).

۲-۹-۲- تغییرات فراساختاری

دیگر شواهد موجود در ارتباط با صدمات غشایی در بذرهای زوال یافته از بررسی و مقایسه فراساختاری بافت بذرهای تازه و بذر پیر شده در زیر میکروسکوپ الکترونی بدست آمده است. با وجود مشکلات در تفسیر این گونه داده ها، خسارت غشایی به وضوح در بذرهای پیر شده قابل رؤیت است. همچنین جمع شدن و فاصله گرفتن پلاسما از دیواره سلولی و نشت مواد متابولیکی از غشاء در بذرهای پیر شده قابل رؤیت است. از دیگر تغییرات می توان به نشت لیپیدها، تغییر در شکل میتوکندری ها، پلاستیدها، دستگاه گلژی و غشا هسته اشاره نمود (کولبر، ۱۹۹۵). برجاک و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که این تغییرات در ارگانل های سلولی (در بذرهایی که به طور کامل زوال پیدا نکرده اند) در طول جوانه زنی و جذب آب کاهش پیدا می کند.

۲-۹-۳- کاهش فسفولیپید غشا

یکی از دلایل تخریب غشارا می توان به از دست رفتن و کاهش محتوای فسفولیپیدهای موجود در غشا نسبت داد. پاول و ماتیوز (۱۹۷۷) ثابت کردند که کاهش میزبان فسفولیپیدها (به خصوص فسفوتیدیل کولین) از حوادث اولیه و مهم در طول زوال بذرهای نخود است. کاهش فسفولیپید از لپه ها موجب کاهش وزن لپه ها می گردند. اما این امر پیش از کاهش قابلیت حیات در محورهای جنینی بذر رخ داد.

بیولی (۱۹۸۶) در طی مشاهدات خود بیان نمود تغییرات فسفولیپید در گونه‌های مختلف محدوده وسیعی دارد و کاملاً بدیهی است که تحت شرایط رطوبت و دمای بالا، بذرها همراه با کاهش در میزان فسفولیپید، کاهش در قابلیت حیات را نیز نشان می‌دهند.

مک دونالد (۱۹۹۹) بیان کرد که کاهش فسفولیپید غشا و پراکسیداسیون لیپیدی از مهم‌ترین وقایع پیری بذر تحت شرایط آزمون پیری زودرس است. پتروزلی و تارانتو (۱۹۸۴) نشان دادند که تغییرات میزان فسفولیپید در بذرها ذخیره شده (طی دو سال در محیط کشت) روند کاهشی داشت و این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار بوده اما کاهش در میزان فسفولیپید در بذرها پیرتر طبیعی نسبت به آزمون پیری زودرس روند کندتری را نشان داد. با این وجود تمامی شواهد موجود حاکی از آن است که کاهش در میزان فسفولیپید با کاهش درصد جوانه‌زنی بذر همبستگی مثبت دارد و تغییرات در میزان فسفولیپیدها قبل از کاهش درصد جوانه‌زنی رخ می‌دهد (کولبیر، ۱۹۹۵).

در مطالعه‌ای که توسط کولبیر و همکاران (۱۹۸۴) بر روی گوجه‌فرنگی انجام شد، در ذخیره طولانی مدت بذر، کاهش در میزان فسفولیپید و قدرت جوانه‌زنی به طور موازی با یکدیگر رخ می‌دهد. در حالیکه در شرایط پیری زودرس کاهش قدرت جوانه‌زنی قبل از کاهش معنی‌دار میزان فسفولیپید به وقوع می‌پیوندد. این احتمال وجود دارد که رطوبت به کار رفته در آزمون پیری زودرس به قدری بوده است که تا اندازه‌ای موجب ترمیم غشا صدمه دیده گشته است. کاهش شدید در میزان فسفولیپید در بذرها ذرت که ۹۶ ساعت تحت پیری قرار داشتند قابل توجه بود.

۲-۹-۴- تغییر در اسید چرب و پراکسیداسیون لیپیدها

با توجه به نتایج بدست آمده در مورد زوال بذر و بررسی تحقیقات انجام شده بر روی چگونگی تخریب غشاء به نظر می‌رسد که تخریب اکسیداتیو سیستم‌های غشایی به علت پراکسیداسیون چربی‌ها توسط رادیکال‌های آزاد در بذر صورت می‌گیرد.

تولید رادیکالهای آزاد توسط اکسیژن آغاز شده و با پراکسیداسیون چربی‌ها و دیگر ترکیبات ضروری سلولها مرتبط است، این عوامل بستر حوادث ناخوشایندی همچون کاهش محتوی چربی، کاهش رقابت تنفسی و افزایش خروج ترکیبات فرار همانند آلدئیدها می‌گردد.

مکانیزم پراکسیداسیون چربی‌ها اغلب توسط اکسیژن اطراف اسیدهای اشباع نشده همانند اولئیک اسید و لینولئیک اسید (ساختار غشاء چربی‌های ذخیره را تشکیل می‌دهند) آغاز می‌شود. نتیجه این امر آزاد شدن رادیکال آزاد (اغلب H است) از گروه متیل اسید چرب مجاور باند دوگانه است. در موارد دیگر رادیکال‌های آزاد اکسیژن ممکن است با دیگر رادیکال‌های آزاد گروه کربوکسیل ترکیب شده و رادیکالهای آزاد پراکسید را تشکیل دهند. در ادامه این امر ترکیباتی تولید می‌شوند که به غشا صدمه زده و کیفیت چربی را تغییر می‌دهند. در نتیجه زنجیره بلند اسیدهای چرب به ترکیبات کوچک و کوچک‌تر شکسته می‌شود (مک دونالد، ۲۰۰۴). نتیجه نهایی این امر از دست رفتن ساختار غشا، متابولیسم طبیعی آن و مواردی از این قبیل است.

۲-۹-۵- خسارت‌های ژنتیکی

یکی از نتایج کاهش یکپارچگی غشاء خسارت به ژنوم سلولهاست. نقص‌های کوچک ممکن است منجر به ایجاد جهش در ژنوم شود و این جهش‌ها منجر به تغییر موفولوژی عملکرد و تأخیر مراحل رشدی می‌گردد.

آزبورن (۱۹۸۰) در طی مشاهدات خود ثابت نمود که خسارت به DNA در بذره‌های خشک نیز صورت می‌گیرند. به علاوه، در زنجیره DNA علاوه بر بازهای پورین و پیریمیدین بخش‌های قند دزوکسی ریبوز دارای بیشترین پتانسیل در برابر حمله رادیکال‌های آزاد هستند که صدمات وارد شده به این قندها باعث می‌شود که رشته DNA شکسته شود و این امر موجب افزایش تمایل برای جهش‌های ژنتیکی گردد. ممکن است بسیاری از این جهش‌ها در ابتدا به عنوان اشتباهات کروموزومی مشخص شدند که آغاز میتوز برای تقسیم سلول و جوانه‌زنی را به تأخیر می‌اندازند (مک دونالد، ۱۹۹۹). با این

حال تردیدی وجود ندارد که بذرهایی که به صورت جزیی صدمه دیده‌اند توانایی ترمیم نقاط صدمه دیده را دارند. (مک دونالد، ۲۰۰۴).

۲-۹-۶- اختلال در فعالیت‌های تنفسی

در طول زوال بذر، اختلالات در ظرفیت تنفسی بذر برای جوانه‌زنی انکارناپذیر است، این امر حاکی از آن است که در طی زوال خسارتهایی بر غشا میتوکندری وارد می‌گردد. در بذرهایی زوال یافته کاهش میزان اکسیژن جذب شده و نسبت توازن تنفسی (نسبت O_2 خروجی به O_2 جذب شده) در اوایل جذب آب بذر مشاهده شده است (مک دونالد، ۲۰۰۴).

یکی از دلایل عمده خسارت میتوکندری‌ها حمله رادیکال‌های آزاد تولید شده در طول پیری در این اندامک‌ها است. سه دلیل عمده که موجب می‌شود رادیکال‌های آزاد میتوکندری را هدف قرار دهند عبارتند از: نخست، میتوکندری‌ها محل تنفس هوازی هستند.

بنابراین، آنها مقصد اولیه برای اکسیژن هستند و تعدادی از این اکسیژن‌های تولید شده در طول تنفس می‌تواند از غشا به بیرون نشت کنند و رادیکال‌های آزاد را تولید کنند. دوم اینکه میتوکندری‌ها برای عملکرد طبیعی سلول ضروری هستند، آنها اکسیژن را مصرف می‌کنند و سوبستراهای تولید انرژی هستند. سوم، با افزایش زوال بذر و رشد گیاهچه کاهش می‌یابد، که این امر بیانگر عملکرد پایین میتوکندری است که خود نتیجه ایجاد صدمات توسط رادیکال‌های آزاد است (مک دونالد، ۱۹۹۹).

سالاموس و همکاران (۱۹۸۴) کاهش فعالیت تنفسی در بذرهایی سویا را موجب کاهش بنیه بذر گزارش کردند. در این آزمایش افزایش میزان فراورده‌های سمی مثل اتانول و آلدهید نیز مشاهده شد که این امر به عدم توانایی میتوکندری آسیب دیده در تداوم فعالیت گلیکولیتیک می‌باشد و منجر به کاتابولیسم بی‌هوازی خواهد شد.

ابو شاکر و چنگ (۱۹۶۷) بیان کردند که بذره‌های زوال یافته در مقایسه با بذره‌های سالم در ظرفیت تنفسی خود کاهش نشان می‌دهند. از دلایل این امر از دست رفتن یکپارچگی غشا میتوکندری است. از علل دیگر کاهش ظرفیت تنفسی، کاهش در میزان تولید ATP لازم برای انجام فرایندهای مورد نیاز جهت بافت و ترمیم در اوایل جوانه‌زنی است. بنابراین اندازه‌گیری مستقیم میزان ATP در اوایل جذب آب بذر شاخص مناسبی برای تعیین زوال محسوب می‌شود.

۲-۹-۷- تغییر در پروتئین‌ها و آنزیم‌ها

یکی از مهم‌ترین گروه پروتئین‌ها که فعالیت بیولوژیکی را نشان می‌دهد آنزیم‌ها هستند. آنزیم‌ها کاتالیزورهای پروتئینی هستند که واکنش‌های شیمیایی را در سیستم‌های بیولوژیکی کنترل می‌کنند. این کاتالیزورهای آلی توسط سلولهای زنده ساخته شده و مستقل عمل می‌کنند و بدون اینکه خود تغییر نمایند موجب افزایش سرعت و شدت واکنش‌های شیمیایی می‌گردند. دسته‌ای از این کاتالیزورهای حیاتی که پس از خروج از سلول عمل کاتالیزی خود را آغاز می‌کنند به آنزیم‌های برون سلولی و دسته‌ای دیگر که فعالیت شیمیایی خود را در درون سلول انجام می‌دهند آنزیم‌های درون سلولی نامیده می‌شوند. (محمدی، ۱۳۷۹).

تغییرات آنزیمی در طول پیری بذر توسط محققان بسیاری مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته است. اهمیت آنزیم‌ها به علت نقش عمده آن‌ها در واکنش‌های کاتابولیکی (هیدرولازها) و واکنش‌های سنتزی است (مک دونالد، ۲۰۰۴).

طی نتایج پتروزلی و تارانتو (۱۹۹۰) زوال بذر موجب کاهش آمیلاز و افت جوانه‌زنی می‌گردد. کاهش در میزان کل پروتئین بذر یکی از حوادثی است که در طول پیری بذر به وقوع می‌پیوندد. یکی از دلایل در کاهش پروتئین بذر ناشی از خسارت به سیستم‌های سنتز کننده پروتئین می‌باشد. که در بذره‌های غلات و درختان گزارش شده است. از دلایل دیگر می‌توان به سنتز و فعالیت بالای آنزیم‌های پروتولیتیک در طول زوال بذر اشاره نمود. افزایش در فعالیت پروتئازها همراه با زوال بذر در طی دوره

نگهداری از دیگر آسیب‌های زوال در بذر است. در محورهای جنینی بذر تولید هورمون‌های گیاهی به تنظیم این پروتئازها کمک می‌کند.

کریشن‌ان (۲۰۰۰) طی آزمایشات خود نشان داد که میزان کل پروتئین در محورهای جنینی و لپه‌های بذرهای ریکال سیت‌رن‌ت در طول دوره نگهداری کاهش می‌یابد و اندازه‌گیری فعالیت پروتئازها در محور جنین و لپه‌ها نشان داد که میزان آنها در طول دوره نگهداری افزایش می‌یابد.

در مطالعه‌ای که توسط دِلاکویلا و تریتور (۱۹۹۱) صورت گرفت، نشان داده شد که میزان پروتئین و سنتز DNA در تیمارهای مختلف بر روی بذر متفاوت است و این مقدار در طول پیری کاهش می‌یابد. تغییر در میزان DNA در بذرهای ممکن است به علت کاهش توانایی ترجمه و نسخه برداری DNA موجود باشد و یا اینکه به علت نقصان در توانایی سنتز mRNA های جدید و تجزیه سریع RNA که توسط نوکلئازها به وقوع پیوندد باشد.

کریشن‌ان (۲۰۰۰) نشان داد که در طول دوره نگهداری بذر میزان قندهای محلول در بذر افزایش می‌یابد ولی در مقابل محتوای پروتئین و نشاسته کاهش می‌یابد. این امر در بذرهای سویا نسبت به بذور گندم واضح تر بود. در آزمایش دی و موکرچی (۱۹۸۶) در طول دوره نگهداری سویا و ذرت و خردل افزایش سطح لیپاز و تجمع اسید چرب در مقابل کاهش سطح هیدروژناز و پراکسیداز گزارش شد. در بررسی گلموند و همکاران (۱۹۷۸) در سورگوم نشان داده شد که تغییرات آنزیمی از وقایع اولیه در فرایند پیری است.

برجاک و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که در جنین‌های پیر شده ذرت سلول‌های تخریب شده کلاهک ریشه توانایی نگهداری اسید فسفاتاز در لیزوزوم‌ها را از دست می‌دهد در نتیجه فسفاتاز در سطح سیتوپلاسم سلول منتشر می‌شود.

در بررسی اندرو و همکاران (۲۰۰۴) بر روی جوانه‌زنی بذرهای چاودار مشخص شد که تغییرات ساختاری در الگوی DNA در بذرهای پیر شده عامل اولیه کاهش فعالیت آنزیم‌ها به دلیل حذف

ناحیه حلقوی کروماتین است. آسیب به سیستم سنتز پروتئین می‌تواند در مرحله رونویسی و هم در مرحله ترجمه رخ دهد.

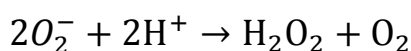
عدم توانایی بذر در تولید آنزیم‌های ضرورت جهت سم‌زدایی و ترمیم یکی دیگر از پیامدهای آنزیم‌سازی ناقص و ناکارا در بذرهای پیر شده است. آنزیم‌هایی که جهت سم‌زدایی و خنثی کردن رادیکال‌های آزاد به کار می‌روند تحت عنوان آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، وظایف بسیاری را در درون سلول‌ها دارا هستند (چن و همکاران، ۲۰۰۵؛ پتروزولی و تارائو، ۱۹۸۵).

۲-۹-۷-۱- آنتی اکسیدانت‌ها

تاکنون تحقیقات بسیاری در مورد نقش سیستم‌های آنتی اکسیدانت در طول نمو بذر ارائه شده است و با توجه به بررسی‌های انجام گرفته، وجود یک سیستم کمپلکس آنتی اکسیدانت در بذر به اثبات رسیده است. وظیفه این سیستم حفظ سلولها در برابر آسیب گونه‌های فعال اکسیژن است. لازم به ذکر است که توانایی مقابله بذر در برابر تنش‌های اعمال شده به توانایی سیستم‌های آنتی اکسیدانت آنها بستگی دارد. (بارتولیک و همکاران، ۱۹۹۶). این سیستم‌های آنتی اکسیدانت شامل آنزیم‌ها و ویتامین‌ها و متابولیت‌ها هستند که هر کدام به طرق خاصی می‌توانند گونه‌های فعال اکسیژن مانند O_2 ، H_2O_2 و پراکسیدهای آلی را خنثی نمایند از جمله این آنزیم‌ها می‌توان به سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، و گلوکاتیون پراکسیداز اشاره نمود.

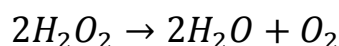
۲-۹-۷-۲- سوپراکسید دیسموتاز

آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز واکنش‌های دیسموتاسیون را کاتالیز می‌کند (مک دونالد، ۲۰۰۴).



۲-۹-۷-۳- کاتالاز

کاتالاز تجزیه هیدروژن پراکسید را به اکسیژن و آب کاتالیز می‌کند (هامپتون و همکاران، ۲۰۰۴).



زیر واحدهای کاتالاز در سیتوپلاسم تشکیل می‌گردد ولی سنتز این آنزیم به طور کامل در پروکسی‌زوم کامل می‌شود. کاتالاز در ماتریکس میتوکندری بسیاری از سلول‌ها حضور ندارد.

در مطالعه‌ای که توسط برنال و همکاران (۲۰۰۰) بر روی ذرت انجام گرفت مشخص شد، فعالیت پراکسیداز و کاتالاز در محورهای جنینی بذرهای پیر شده پایین بود این کاهش ممکن است منجر به تجمع H_2O_2 شود که احتمالاً جوانه‌زنی بیشتر به طور مستقیم یا از طریق تشکیل رادیکال‌های هیدروکسیل صدمه برساند. تجمع H_2O_2 برای رشد ریشه‌چه مضر است. در مطالعه‌ای که توسط گوال و همکاران (۲۰۰۳) بر روی بذر پنبه تحت شرایط پیری زودرس انجام شد مشخص شد که توانایی جوانه زنی کاهش یافت.

همچنین فرسودگی غشاء بوسیله هدایت الکتریکی بررسی شد و نشأت مواد از بذر افزایش معنی‌داری را نشان دادند. کاهش در توانایی جوانه‌زنی همبستگی با افزایش تجمع پراکسید و کاهش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز داشت (پونتا رولا و همکاران، ۱۹۹۱؛ سیمونتاچی و همکاران، ۱۹۹۳).

۲-۹-۷-۴- پراکسیداز

پراکسیداز عموماً واکنش اکسید و احیاء را بین هیدروژن پراکسید (H_2O_2) به عنوان گیرنده الکترون و انواع زیادی از سوبستراها (مواد فنلی، اسکوربیک اسید، آمین‌های آروماتیک، فروسیتوکروم C و غیره) کاتالیز می‌کند. (پونتا رولا و همکاران، ۱۹۹۱). همچنین، پراکسیداز در کنار فعالیت پراکسید کنندگی فعالیت اکسیدازی نیز از خود نشان می‌دهد، یعنی اکسیداسیون مواد مختلف را بوسیله اکسیژن تحت شرایط هوایی بدون پراکسید خارجی کاتالیز می‌کند (پاستوویتا، ۱۹۸۷). حضور پراکسید در مکان‌های فراسلولی نظیر هسته، میتوکندری، ریبوزوم‌ها، دیوار، سلولی و غشا‌های سلولی ثابت شده است (سیمو، نتاچی و همکاران، ۱۹۹۳).

ورما و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه بر روی بذره‌های پیر شده کلزا گزارش کردند که در اثر پیری بذر همچنان که درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز کاهش می‌یابد.

۲-۹-۸-تجمع متابولیت‌های سمی

یکی از علائم زوال بذر تجمع متابولیت‌های سمی در طول پیری است. از متابولیت‌های سمی می‌توان اتانول (در اثر تنش غیرهوازی)، آلدئیدها (در اثر تنش غیرهوازی یا پراکسیداسیون چربی)، اسیدهای چرب از زنجیره‌های کوتاه ناشی از تجزیه چربی و فنولیکها (محصولات ثانویه پراکسیداسیون چربی) نام برد. (مک دونالد، ۱۹۹۹).

در آزمایشی که توسط سیمیک و همکاران (۲۰۰۴) بر روی توان جوانه‌زنی بذر ذرت تحت پیری زودرس انجام شد یک کاهش معنی‌دار در جوانه‌زنی و افزایش در محتوای مواد فنولیکی مترشحه از بذر مشاهده شد. آن‌ها بیان کردند که پیری بذر و فرایندهای همراه با آن از مهم‌ترین مشکلات در تکنولوژی حفظ ژرم پلاسماست.

سیمیک و همکاران (۲۰۰۵) ارتباط میان سطوح مواد فنلی در عصاره بذر سویا و توانایی آن‌ها در جوانه‌زنی را نشان داد. به همین دلیل اندازه‌گیری میزان فنل در عصاره بذر سویا یک روش سریع و ارزان برای تخمین کیفیت بذر است.

۲-۹-۹-اثر پیری بر تغییرات هورمونی

یکی دیگر از دلایل احتمالی دخیل در فرایند پیری اختلال در کنترل هورمون‌هاست که وجود آن برای جوانه‌زنی ضروری است. از آنجا که تغییر در فعالیت‌های آنزیم احتمالاً بر سطح هورمون‌های درونی گیاه اثرگذار است می‌توان گفت هورمون‌ها عوامل محدودکننده‌ای در جوانه‌زنی بذره‌های زوال یافته هستند. محققان نشان دادند که اعمال هورمون‌هایی همچون جیبرلین، سیتوکینین و اتیلن در بهبود بنیه بذره‌های پیر شده مؤثر هستند (لشم و همکاران، ۱۹۸۱، مک دونالد، ۲۰۰۴).

لمبت و پلاس (۱۹۷۴) در طی آزمایشات خود نشان دادند که به کارگیری همزمان کینتین و KNO_3 درصد جوانه‌زنی بذر ده ساله گوجه فرنگی را افزایش می‌دهد، البته به کارگیری هیچ‌یک به تنهایی اثرگذار نبودند. احتمالاً تأثیر سودمند هورمون و KNO_3 بر روی جوانه زنی در نتیجه تحریک متابولیسم ترمیمی کمکی در مرحله مناسبی از جوانه زنی است.

پتروزولی و تاراتو (۱۹۸۵) نشان دادند که تیمار بذر خشک با محلول استون، جیبریک اسید یا اتفون قبل از نگهداری در انبار سبب حفظ قابلیت حیات بذرهای گندم دوروم در شرایط نگهداری دارای ۴/۵٪ رطوبت نسبی و ۳۰ درجه سانتی‌گراد شده است. نکته دیگر این است که احتمالاً بذر در اثر زوال حساسیت خود را به هورمون‌های گیاهی از دست می‌دهد، از نظر تئوری کاملاً محتمل است که در اثر آسیب‌دیدگی غشا میل ترکیبی پذیرنده هورمون‌ها درغشا برای یک هورمون کاهش یابد یا اینکه کاهش نفوذپذیری غشا کاهش کارایی واکنش هدف را دنبال داشته باشد.

بوباک و همکاران (۲۰۱۵) اثر هورمون‌های جیبرلیک اسید و هیدروکسید پتاسیم را بر روی بذرهای زوال یافته ذرت مورد بررسی قرار دادند تیمار بذرهای زوال یافته با فیتوهورمون‌ها سبب بهبود صفات جوانه‌زنی شد.

طباطبایی (۱۳۹۲) اثر پیش تیمار جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید را بر جوانه‌زنی بذر ذرت در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی مؤلفه‌های جوانه‌زنی کاهش یافت و این میزان کاهش برای بذرهایی که با جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز را در مقایسه با بذر شاهد افزایش داد.

محمدی و شکری (۲۰۱۵) اثر سالیسیلیک اسید را بر روی بذرهای زوال یافته عدس مورد بررسی قرار دادند، تیمار بذرهای زوال یافته، با غلظت‌های (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میکرومول) سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص‌های اندازه‌گیری شد و غلظت‌های بالاتر سالیسیلیک اسید اثر بیشتری بر ترمیم زوال بذرها داشت.

۲-۱۰- پرایمینگ بذر

برای اولین بار استروگونوو (۱۹۹۴) پیشنهاد کرد که می‌توان تحمل گیاه به تنش‌های محیطی از جمله شوری، خشکی یا درجه حرارت‌های نامناسب را با تیمار بذر با انواع محلول‌های اسمزی یا آب مقطر پیش از کاشت افزایش داد. بنابراین جذب کنترل شده بذر بدنبال هیدروپرایمینگ، با عنوان پرایمینگ بذر به منظور بهبود گیاهچه تحت شرایط تنش یا غیر تنش توانست افزایش را در عملکرد در مقایسه با گیاهانی که از بذرهای تیمار نشده بدست آمدند نشان دهند (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵).

در بیش از دو دهه گذشته، پرایمینگ بذر، به عنوان یک روش معمول به منظور افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی در مزرعه و ظهور گیاهان مقاوم، در بسیاری از گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گرفته است. (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵).

دو مؤلفه محیطی برای انجام موفق پرایمینگ لازم هستند، نخستین عامل محتوای رطوبت بذر می‌باشد که تا اندکی قبل از خروج ریشه‌چه هیدروپرایمینگ شده است. همزمان با هیدروپرایمینگ بذرهای واکنش‌های شیمیایی مرتبط با جوانه‌زنی در معیارهای رطوبتی مطلق رخ می‌دهد. (بیولی، ۱۹۹۷). دومین عامل درجه حرارت است که سرعت این واکنش‌های شیمیایی را کنترل می‌کند. بنابراین، بذرهای پتانسیل رطوبتی داخلی کمتر آب را با سرعت بیشتری جذب می‌کنند که منجر به انجام سریع‌تر واکنش‌های جوانه‌زنی همزمان با پیشرفت جوانه‌زنی می‌گردد (بیولی، ۱۹۹۷). در کل پرایمینگ بذر دوره کاشت تا استقرار گیاهچه را کوتاه‌تر می‌کند و صدمات ناشی از قرارگیری بذر در شرایط نامساعد محیطی را کاهش می‌دهد (عباس دخت و بیگی، ۱۳۹۴). در بسیاری از بررسی‌ها گزارش شده است که پتانسیل اسمزی مواد محلول، اصلی‌ترین عامل تأثیرگذار در پرایمینگ است (عباس‌دخت، ۲۰۱۰).

۲-۱۱- روش‌های پرایمینگ

در دو دهه اخیر پرایمینگ بذر یکی از معمول‌ترین روش‌ها برای افزایش میزان و یکنواختی جوانه‌زنی و رویش در بسیاری از محصولات مهم شده است، هریک از روشهای پرایمینگ موجب تقویت مؤثر بذر خشک می‌شود، که موجب آغاز فرایندهای متابولیک می‌شود که معمولاً در جریان جذب آب اتفاق می‌افتد و بعد از آن با خشک شدن بذر ثابت می‌شود (پاتاد و همکاران، ۲۰۱۱؛ انصاری و همکاران، ۲۰۱۲؛ رستگار و همکاران ۲۰۱۱).

۲-۱۱-۱- هیدروپرایمینگ

در این روش پرایمینگ بذر تا جایی که بتوانند مرحله‌های اولیه جوانه‌زنی را طی کرده، آب جذب کرده و این فعالیت‌های متابولیکی بر مرحله بعدی جوانه‌زنی تأثیرگذار است. (پیل و نکر، ۲۰۰۱). همچنین خیساندن برای برخی از گونه‌های گیاهی مناسب نیست، زیرا هیدراسیون سریع ممکن است سبب خروج مواد غذایی ضروری از بذر گشته و در نتیجه موجب آسیب به بذر گردد. برای فائق آمدن بر این مشکلات بالقوه روش‌های مختلفی پیشنهاد شده تا هیدراسیون مناسب در بذر صورت گیرد. یکی از این روش‌ها مرطوب نمودن بذر است که نوعی تیمار می‌باشد که بذر در شرایط رطوبت بالا به تعادل می‌رسد (سوزوکی و خان، ۲۰۰۱). در لوبیا رطوبت منجر به بهبود جوانه‌زنی، تولید اتیلن مشتق شده از ACC و رویش و رشد گیاهچه می‌گردد (سوزوکی و خان ۲۰۰۷). در یک تحقیق با هدف بررسی بر همکنش کودزیستی نیتروکسین، نیتروژن معدنی و هیدروپرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴، تلقیح و هیدروپرایمینگ بذر به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه ذرت شد (عباس دخت و مشهدی، ۱۳۹۴). هیدروپرایمینگ بذر ذرت در سال ۱۹۹۶ توسط ۵۳ کشاورز و در سال ۱۹۹۷ نیز بوسیله ۴۴ کشاورز در مناطق مختلف هند انجام شد. کشاورزان سبز شدن ۲ و ۳ روز

زودتر، استقرار بهتر و یکنواخت تربذره‌های هیدروپرایم شده را نسبت به بذره‌های غیرهیدروپرایم گزارش دادند (هریس و همکاران ۱۹۹۹).

۲-۱۱-۲- اسموپرایمینگ

اسموپرایمینگ فرایند خیساندن بذر در معرض هوا با استفاده از پتانسیل اسمزی پایین به منظور کنترل مقدار آب جذب شده است. اسموپرایمینگ، بهبود جوانه زنی و سبز شدن گیاهچه‌ها را در گونه‌های مختلف گیاهی موجب می‌شود (لیومبر، ۲۰۰۶). جذب آب با پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ ارتباط مستقیم دارد. در اسموپرایمینگ بذر، املاح مختلف اثر متفاوتی را بر جوانه‌زنی بذر دارند و غلظت مواد استفاده شده نیز به جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارند (پیل و نیکر، ۲۰۰۱). در اسموپرایمینگ بذر کاهو، اثرات پرایمینگ بذر بر فعالیت آندوبتا - ماناناز، حتی پس از خشک کردن بذر برای یک مدت زمان مشخص نیز در بذر باقی می‌ماند (ناسمینتو و همکاران، ۲۰۰۱).

۲-۱۱-۳- هالوپرایمینگ

هالوپرایمینگ به خیساندن بذر در محلولهای نمکی غیرآلی با غلظت‌های متنوع اطلاق می‌شود. این تکنیک پیش کشت، اختصاصاً زمانی که بذرها در خاک‌های به شدت شور کشت می‌شوند مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات مختلف، به بهبود قابل توجهی در جوانه‌زنی بذر، ظهور گیاهچه و استقرار و عملکرد نهایی محصول زراعی در خاک‌های شور در نتیجه تیمار هالوپرایمینگ بذر اشاره کرده‌اند (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). هالوپرایمینگ بذره‌های خربزه، با استفاده از نترات پتاسیم (KNO_3) نشان داد که درصد گیاهچه‌های سبز شده، ۹ تا ۲۲ درصد افزایش می‌یابد و در این بذرها هیپوکوتیل ۲ تا ۴ میلی‌متر نسبت به هیپوکوتیل بذره‌های غیرپرایم طویل تر می‌شوند (دمیرو همکاران، ۲۰۰۴).

غلظت یون‌های سدیم (Na^+)، پتاسیم (K^+) و کلسیم (Ca^{2+}) در بذره‌های پرایم شده ذرت با محلول‌های سدیم کلرید ($NaCl$)، پتاسیم کلرید (KCl) و کلسیم کلرید آبدار ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$)

افزایش یافت. به علاوه، بذره‌های پرایم شده با کلسیم کلرید آبدار تجمع بیشتر کلر در بذره‌های جوانه‌زده را موجب شد. کلسیم بیشتر در بذر و مزوکویتل باقی ماند و انتقال آن به ریشه ۲چه و ساقه‌چه محدود شد. این گزارش‌ها نشان دهنده آن است که پرایمینگ بذر با املاح غیرآلی، اثرات متفاوتی را بر جذب عناصر دارد. به هر حال هالوپرایمینگ جذب یون‌ها سمی مانند سدیم (Na^+) و کلر (Cl^-) را در شرایط تنش شوری محدود می‌کند (اشرف و رئوف، ۲۰۰۱). هالوپرایمینگ بذر آفتابگردان با پتاسیم نیترات برتری صفات قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و برخی دیگر از صفات مورد مطالعه را در مقایسه با تیمارهای شاهد، هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلیکول موجب گردید (عباس‌دخت و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۱۱-۴- ماتریک پرایمینگ

روش دیگری از پرایمینگ، استفاده از بسترهای جامد با پتانسیل ماتریکی پایین است. برخی از ویژگی‌های ایده‌آل برای حاملین با پتانسیل ماتریکی پایین، حلالیت جزئی در آب با قابلیت حذف راحت از بذرها پس از تیمار، توانایی بالای نگهداری آب، نسبت بالای سطح به حجم، غیرسمی بودن برای دانه‌ها و توانایی آنها برای چسبیدن به سطح دانه برخوردار است (والی و همکاران، ۲۰۱۳). تأثیر مثبت ماتریک پرایمینگ بر افزایش رشد گیاه در مراحل اولیه و پایانی نمو گیاه و در نهایت افزایش عملکرد گیاه به اثبات رسیده است. در ذرت هیبرید، پس از ماتریک پرایمینگ بذر، مجموع وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد دانه به ترتیب ۷ تا ۲۹ و ۸ تا ۱۸ درصد افزایش یافت (پود لاسکی و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۱۱-۵- ترموپرایمینگ

مشابه دیگر مراحل رشد و نمو گیاه، جوانه‌زنی بذر به طور قابل توجهی با تغییراتی در درجه حرارت خارجی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. درجه حرارت مناسب مورد نیاز جهت جوانه‌زنی ممکن است در گونه‌های گیاهی یا حتی ژنوتیپ‌های مختلف درون یک گونه متنوع باشد. به هر حال تیمار پیش

کشت بذر، با درجه حرارت‌های پایین یا بالا می‌تواند به شکل مؤثری سرعت و درصد جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین ترموپرایمینگ به عنوان تیمار پیش کشت بذر با درجه حرارت‌های بالا و پایین به منظور بهبود جوانه‌زنی و تحت شرایط محیطی مختلف اطلاق می‌شود (اسمال و گوترمن، ۱۹۹۲). تیمارهای متنوع ترموپرایمینگ بذر، شامل تیمارهای درجه حرارت پایین و بالا، می‌تواند جهت تخفیف پدیده بازدارندگی حرارتی مورد استفاده قرار گیرد (کانتلیف و همکاران، ۱۹۸۴). ترموپرایمینگ بذر با دماهای بالا و پایین، می‌تواند افزایش رشد و نمو نهایی گیاه را موجب گردد. به عنوان مثال، رشد رویشی و عملکرد نهایی اسفناج رویش یافته از بذرهای تیمار شده در مدت ۴ روز با پلی اتیلن گلیکول و دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش قابل توجهی داشت (هانگ و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-۱۱-۶- هورمون پرایمینگ

مشخص شده است که خیساندن بذر با غلظت مناسبی از هورمون های رشد گیاه، تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گونه‌های مختلف گیاهی در شرایط طبیعی و تنش دارد (انصاری و همکاران، ۲۰۱۲؛ پاتاد، و همکاران، ۲۰۱۱). هورمون های رشدی که معمولاً برای پرایمینگ مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، کینتین‌ها، آبسزیک اسید ، پلی آمین‌ها، اتیلن، براسینولید، سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید برخی از سوپراتکتنت‌ها مانند گلیسین بتائین، همراه با هورمون های رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند و به عوامل کوپرایمینگ مشهودند (کمپ بل و همکاران، ۱۹۹۹).

جیبریک اسیدها (GA) شامل گروهی از هورمون‌ها هستند که بیشترین دخالت مستقیم را در کنترل و تسهیل جوانه‌زنی بذر دارند. افزایش ساخت و آزادسازی هورمون جیبرلیک اسید (GA_3) در بذر موجب شکسته شدن نشاسته بذر و تبدیل آن به مواد قابل استفاده جنین می‌شود و جوانه‌زنی شروع می‌شود. نقش اصلی این هورمون که توسط جنین بذر ترشح می‌شود، فعال نمودن ژن کدکننده آنزیم‌های مؤثر در جوانه‌زنی بذر ویژه آنزیم آلفا آمیلاز است که این عمل از طریق افزایش mRNA

های کد کننده این آنزیم انجام می‌شود (ایستا، ۱۹۹۰). در شرایط تنش جیبرلیک اسید به طور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (انصاری و همکاران، ۲۰۱۲؛ رستگار و همکاران، ۲۰۱۱). سیتوکینین‌ها گروه دیگری از هورمون‌های داخلی هستند که افزایش جوانه‌زنی در برخی از گونه‌ها را موجب می‌شوند. سیتوکینین‌ها می‌توانند شکستن کمون اولیه برخی از بذرها را موجب شوند. نقش دقیق سیتوکینین‌ها در تحریک جوانه‌زنی هنوز مشخص نشده است. ولی سیتوکینین‌ها بدون شک قادرند کمون بذرها را نیازمند به سرما، مثل افرای قندی و بذرها نیازمند به نور مثل ترشک، کاهو و کرفس را بشکنند (اکرم قادری و همکاران ۱۳۹۰).

لیپوا و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود تأثیر چهار سطح جیبرلیک اسید (۵۰ ppm، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰) را بر روی جوانه زنی ۱۱ گونه گیاه آروماتیک بررسی کردند که نتایج نشان داد بین گونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت و جیبرلیک اسید ۴۰۰ ppm بیشترین تأثیر را بر جوانه‌زنی بذرها گذاشت. محمودی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود تأثیر پرایم هورمونی را بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کاهو بررسی کردند و سپس گزارش دادند که بین غلظت‌های مختلف GA_3 از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

۱۲-۲- اثر پرایمینگ

۱۲-۲-۱- اثر پرایمینگ بر جوانه زنی و بهبود بنیه بذرها و زوال یافته

گزارش‌های بسیار زیادی حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن، اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ریشه، طول ساقه چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذرها پرایم شده است (پارر اوکانتلیف، ۱۹۹۴). پرایمینگ بذر توسعه سریع ریشه‌ها را موجب می‌گردد و گیاه می‌تواند از رطوبت موجود در خاک قبل از خشک شدن لایه‌های سطحی آن استفاده کند. همچنین پرایمینگ یکنواختی در سبز شدن گیاهچه‌ها را در شرایط نامساعد محیطی افزایش می‌دهد (پارار وکانتلیف، ۱۹۹۴). هیدرو پرایمینگ بذرها ذرت، دمای بهینه برای جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و از

صدمه به بذر در زمان جذب آن جلوگیری می‌کند (فینچ ساوج و همکاران، ۲۰۰۴). در طی آزمایش‌های استاندارد جوانه‌زنی بر اساس مقررات ایستا، مدت زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوان‌زنی، نرخ و یکنواختی جوانه‌زنی در بذره‌ای پرایم شده، کلزا، گندم، نخود، سویا، یونجه، ذرت، سورگوم، هندوانه، برنج، کاهو و لوبیا به طور معنی‌داری بهبود یافت. این امر از تسریع جوانه‌زنی و افزایش بنیه بذر بر اثر کاربرد پرایمینگ حکایت دارد (عباس‌دخت و عدالت‌پیشه، ۱۳۸۷). مارانگو و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیق خود مشاهده کردند که با افزایش شدت خشکی، درصد سبز شدن و رشد گیاهچه ذرت و پنبه کاهش یافت، اما پرایمینگ باعث افزایش این دو مؤلفه در سطوح تنش خشکی نسبت به بذره‌ای شاهد (بدون تیمار) گردید.

پیری بذر فرایندی است که حتی در صورت نگهداری بذر در مطلوب‌ترین شرایط غیر قابل اجتناب است. این فرایند در ابتدا کیفیت فیزیولوژیک بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد به گونه‌ای که افت قوه نامیه و عوامل مرتبط با بنیه بذر از خصوصیات بذره‌ای پیر شده به شمار می‌روند. در بذره‌ای پرایم شده نشت متابولیت‌ها کمتر است و افزایش انعطاف‌پذیری دیواره سلولی نیز گزارش گردیده است، اعتقاد بر این است که جذب آب توسط بذر تا مرحله دو جذب آب در طول پرایمینگ موجب نسخه‌برداری اولیه DNA، افزایش سنتز RNA و پروتئین و قابلیت دسترسی بیشتر به ATP می‌گردد (قادری فر و سلطانی، ۱۳۸۹). در طی زوال بذر تولید رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون چربی باعث آسیب به غشاء سلولی، DNA و پروتئین‌های بذری می‌گردد، که خود باعث تولید ترکیبات جانبی سمی در بذر می‌شود (مک دونالد، ۱۹۹۹). این تغییرات غالباً به گونه‌های فعال اکسیژن نسبت داده می‌شود (مک دونالد، ۱۹۹۹). چپو و سانگ (۲۰۰۲) بیان کردند که در بذر ذرت شیرین پرایم شده میزان گونه‌های فعال اکسیژن در حد پایینی مشاهده شد که علت آن را فعال تر بودن آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، مثل سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز و آنتی اکسیدانت‌هایی مثل گلوتاتیون احیاء شده و اسکوربات پیشنهاد کردند. چپو و سانگ (۲۰۰۲) گزارش کردند که بذره‌ای پرایم شده ذرت شیرین وقتی در دمای °C ۱۰ انبار شدند، دارای قوه نامیه بالاتر و نشت کمتر الکترون‌ها و فعالیت

آنتی اکسیدانی بیشتری از بذره‌های پرایم نشده داشتند، ولی انبار در دمای 25°C شرایط را معکوس کرد و باعث کاهش درصد جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه‌های پرایم شده گردید.

۲-۱۲-۲- اثر هورمون پرایمینگ بر جوانه‌زنی

بسیاری از بررسی‌ها گویای بهبود جوانه‌زنی بذرگونه‌های مختلف گیاهی در شرایط محیطی نرمال و تنش در پاسخ به هورمون پرایمینگ است. بحرانی (۲۰۱۵) اثر هورمون پرایمینگ با آب‌سینریک اسید و سیتو کینین را بر بذره‌های ذرت تحت تنش شوری مورد بررسی قرار داد. نتایج تحقیق نشان داد که هورمون پرایمینگ سبب بهبود صفات جوانه‌زنی بذره‌های ذرت تحت تنش شوری می‌شود.

پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید در بذره‌های ذرت فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را تحت تنش شوری در بذرها به میزان ۴۲ درصد افزایش داد. همچنین اثر مطلوب پرایمینگ بذر با سالیسیک اسید بر رشد و به ویژه عملکرد دانه ذرت کاملاً مشهود بود به گونه‌ای که به طور میانگین $13/50\%$ درصد افزایش در عملکرد دانه مشاهده گردید (صیامی و همکاران، ۱۳۹۳). اکسین‌ها و سایر تنظیم کننده‌های رشد، یکی از اجزای عمومی گیاهان و از اجزای مشترک تشکیل دهنده دانه‌ها هستند. این مواد، جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. شناخته‌ترین اکسین، ایندول بوتریک اسید است که جوانه‌زنی بذره‌های کاهو را افزایش می‌دهد و به دما نیز وابسته است. اگرچه غلظت‌های بالای اکسین مانع جوانه‌زنی می‌شود ولی غلظت‌های پایین آن جوانه‌زنی را تحریک می‌کند و یا بر جوانه‌زنی تأثیر ندارد. هنوز بین غلظت‌های اکسین و کارکرد آن ارتباط قطعی حاصل نشده است (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۱۲-۳- تأثیر پرایمینگ بر فعالیت‌های متابولیک بذر

اثرات مثبت پرایمینگ مانند افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، افزایش طول ریشه چه، کلئوپتیل و گیاهچه، به علت تغییرات متابولیک خاص القایی در بذر با شروع جذب آب است. جذب آب مجدد، فرآیندهای اصلی سلولی مانند سنتز نوکلئیک اسیدها، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین‌سازی، ترمیم غشای سلولی و افزایش هورمون‌های محرک جوانه‌زنی، از جمله اتیلن، تولید ATP،

تجمع استروال ها و فسفولیپیدها، فعال سازی ترمیم DNA و مکانیسم های آنتی اکسیدانی (متابولیسم پیش جوانه زنی) را موجب می شود. مجموعه این عوامل مقدمات جوانه زنی را فراهم می آورند (بالسترازی و همکاران، ۲۰۱۱؛ چن و همکاران، ۲۰۱۲؛ کوردابا- کانرو و همکاران، ۲۰۱۴). پرایمینگ، سنتز DNA هسته ای را در سلولهای نوک ریشه چه گوجه فرنگی (لیو و همکاران، ۱۹۹۷)، ذرت (گارسیا و همکاران، ۱۹۹۵) تحریک کرد. آنزیم هایی مانند آمیلازها، پروتئازها و در بعضی موارد، لیپازها نقش حیاتی در رشد و نمو اولیه جنین ایفا می کند. پرایمینگ، فعالیت این آنزیم ها را در بذر در حال جوانه زنی گونه های گیاهی مختلف تحت تأثیر قرار می دهد (دی لسپینای و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر آن، بعضی از آنزیم های واقع در غشای پلاسمای دخیل در انتقال یون (ATP ase) یا انتقال سگینال برای جوانه زنی نیز طی پرایمینگ فعال می شود (یانگ و وانگ، ۲۰۰۵).

فعال سازی تنفس و تولید سریع ATP به نظر می رسد که از رویدادهای اولیه متابولیک تحریک شده توسط جوانه زنی اولیه، ناشی می شود (و تیپرچت و همکاران، ۲۰۱۱). یک مبنای منطقی می تواند این باشد که پرایمینگ، توسعه کارآمد میتوکندری را آغاز می کند (بری، ۱۹۹۶). احتمال دارد که طولانی تر شدن مرحله جذب آب، به دلیل پرایمینگ، توسعه کارآمد میتوکندری را از طریق توسعه متابولیسم انرژی بهبود می بخشد. در نتیجه، بذرهاى اسموپرایم با مخزن ATP بیشتر و سیستم تولید ATP کارآمدتر، برای جوانه زنی بعد از پرایمینگ، بهتر مجهز می شوند (چن و آرورا، ۲۰۱۳).

۴-۱۲-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر تنظیم هورمونی

تغییر حالت از وضعیت خشک غیرفعال به جوانه زنی، می تواند توسط برهمکنش موجود بین بازدارنده ها (آبسازیک اسید) و محرک های رشد (جیبرلین ها) تنظیم شود (ون در گیست، ۲۰۰۲؛ نامبارا و همکاران، ۲۰۱۰). مکانیسم احتمالی تنظیم هورمونی در رابطه با پتانسیل جوانه زنی بذرهاى پرایمینگ شده چندین فرآیند مربوط به جوانه زنی به وسیله جیبرلین مانند تضعیف آندوسپرم، طولیل شدن سلولهای جنین و تحریک مواد غذایی را شامل می شود (سانگ و همکاران، ۱۹۹۵).

۵-۱۲-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه و بیوماس

بذرهای پرایم شده پس از قرار گرفتن در بستر خود، زودتر جوانه می‌زنند و در پی آن استقرار گیاهان حاصل از آن‌ها سریع‌تر، بهتر و در عین حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد. در واقع چنین گیاهانی در مقایسه با گیاهان حاصل از بذرهای تیمار نشده در زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش می‌دهند و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. برآیند این موارد در نهایت می‌تواند به افزایش مدت و سطح فتوسنتز کننده در این گیاهان منجر گردد. متعاقب این امر میزان تثبیت کربن دی اکسید، آسیمیلات تولیدی و همین‌طور ذخیره هیدروکربن‌های غیرساختاری در اندام‌های مختلف گیاه افزایش یابد (فینرتی و همکاران، ۱۹۹۲). پرایمینگ بذر ذرت در مزرعه با آب معمولی و محلول غذایی سولفات روی افزایش قابل ملاحظه عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را موجب گردید. در بذر ذرت پرایم شده عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب حدود ۱۱، ۱۲/۹۵ و ۱۷ درصد افزایش یافت (دادرسی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین عباس‌دخت و عدالت‌پیشه (۱۳۹۱) اثر پرایمینگ بذر را بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که بالاترین میزان عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن هزار دانه، طول و قطر بلال در بذرهای پرایم شده می‌باشد.

۶-۱۲-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر بهبود رفتار جوانه‌زنی در شرایط تنش‌های محیطی

جوانه‌زنی سریع بذر و استقرار توده گیاهی، از عوامل ضروری برای تولید محصول در شرایط تنش است. در بسیاری از گونه‌های زارعی، جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه از حساس‌ترین مراحل به تنش هستند (لپرینس و همکاران، ۲۰۰۰). جوانه‌زنی بذر در درجه اول به دسترسی به آب بستگی دارد. محدودیت جذب آب ممکن است به تغییرات ساختاری، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در بذرهای در حال جوانه‌زنی منجر می‌شود (اشرف و فولاد، ۲۰۰۵). هیدروپرایمینگ بذرهای ذرت باعث بهبود

استقرار، رشد و عملکرد گیاهان در شرایط تنش خشکی و دماهای بالا گردید (کلارک و همکاران، ۲۰۰۱). با افزایش شدت خشکی، درصد سبزشدن و رشد گیاهچه ذرت و پنبه کاهش یافت اما پرایمینگ باعث افزایش این دو مولفه در سطوح تنش خشکی نسبت به بذره‌های شاهد (بدون تیمار) گردید (مورونگو و همکاران، ۲۰۰۳). مسرت و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که تنش شوری و خشکی سبب کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر ذرت (درصد جوانه‌زنی، وزن تر و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه و ضریب سرعت جوانه‌زنی) شد. پرایمینگ با محلول سدیم کلرید موجب بهبود درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تنش‌های شوری و خشکی شد.

چن و آرورا (۲۰۱۳) گزارش کردند که به احتمال زیاد فیزیولوژی سلولی متحمل به تنش ناشی از پرایمینگ، از طریق دو راهبرد انجام می‌شود، اول، پرایمینگ بذر در فعالیت‌های مربوط به مسیر جوانه‌زنی (مانند تنفس، ضعیف و سست شدن آندوسپرم و نسخه‌برداری و ترجمه ژن و غیره) تأثیر می‌گذارد، انتقال بذره‌های خشک غیرفعال را به وضعیت در حال جوانه‌زنی تسهیل می‌کند و به بهبود پتانسیل جوانه‌زنی منجر می‌شود. دوم، پرایمینگ، تنش غیرزیستی را به بذر تحمیل و مانع خروج ریشه چه می‌شود، ولی پاسخ‌ها به تنش را تحریک و بطور بالقوه تحمل متقابل را القا می‌کند. این دو راهبرد با یکدیگر حافظه پرایمینگ را در بذر تشکیل می‌دهند. این امر موجب می‌شود که بذره‌های پرایمینگ شده، در حال جوانه‌زنی و پس از قرار گرفتن در معرض تنش بعدی تحمل بیشتری را نشان دهند.

۷-۱۲-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر کاهش خسارت ناشی از عوامل بیماری‌زا

پرایمینگ بذر بر کاهش خسارات ناشی از عوامل بیماری‌زا تأثیر مثبتی دارد. طی مطالعه دوساله روی بذر پرایم شده نخود مشخص شد که پوسیدگی یقه و طوقه ریشه در گیاهان حاصل از کاشت بذره‌های پرایم شده به طور معنی‌داری کمتر است (موسی و همکاران، ۲۰۰۱). بررسی روی بذر پرایم شده ماش نیز ثابت کرده است که هیدروپرایمینگ بذره‌های این گیاه به مدت ۸ ساعت سبب کاهش قابل ملاحظه

خسارات ناشی از بیماری ویروسی موزائیک زرد می‌شود و بر اثر آن، استقرار، سبز مزرعه، سطح برگ و مقدار محصول بهبود می‌یابد. مهم‌ترین تأثیر کاهش خسارات ناشی از این بیماری ویروسی افزایش وزن غلاف و وزن دانه بود (رشید و همکاران، ۲۰۰۴).

پرایمینگ بذرهای لوبیا به مدت ۸ ساعت با آب، عملکرد دانه را در گیاهان پرایم به صورت معنی‌داری افزایش داد. این افزایش عملکرد، از افزایش مقاومت گیاهان پرایم نسبت به بیماری موزائیک زرد لوبیا ناشی بود. علائم مرگ بر اثر بیماری موزائیک زردلوبیا در گیاهان غیر پرایم ۷۰٪ و در گیاهان پرایم ۱۴٪ بود (رشید و همکاران، ۲۰۰۴).

۸-۱۲-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر افزایش رقابت گیاه زراعی با علف هرز

بذرهای پرایم شده، پس از قرار گرفتن در بستر خود، زودتر جوانه می‌زنند و استقرار بهتر و یکنواخت‌تر دارند. در واقع چنین گیاهانی در مقایسه با گیاهان بوجود آمده از بذرهای پرایم نشده، در زمان کوتاهی‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش می‌دهند و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتز کننده، سریع‌تر به مرحله اتوتروفی می‌رسند، تحقق این شرایط به لحاظ زیستی و اکولوژیک، موقعیت ویژه‌ای را به گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده می‌دهد. به طوری که این وضعیت بهره برداری مناسب‌تر از نهاده‌های محیطی مثل آب، نور و غیره را ممکن می‌سازد. همچنین، در این شرایط، ممکن است توانایی ذاتی گیاه جهت برتری در مجادله‌های رقابتی با گیاهان و موجودات دیگر، به لحاظ ویژگی‌های اکولوژیکی حاکم بر این روابط ارتقا یابد. برآیند این موارد در نهایت می‌تواند به افزایش مدت و سطح فتوسنتز کننده در این گیاهان منجر گردد. متعاقب این امر، میزان تثبیت کربن دی اکسید و آسیمیلات تولیدی و همین‌طور ذخیره هیدروکربن‌های غیرساختاری در اندام‌های مختلف گیاه افزایش می‌یابد و در نتیجه، بیوماس تولیدی بیشتر می‌شود (عباس‌دخت و همکاران، ۲۰۱۰).

جورایمی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که پرایمینگ بذر، توانایی سرکوب علف‌های هرز و عملکرد برنج را بهبود بخشید. وزن خشک علف‌های هرز به علت پرایمینگ، ۲۲ تا ۲۷ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. بر اثر پرایمینگ بذر، کاهش عملکرد نسبی ناشی از علف‌های هرز تا ۱۰ درصد کاهش یافت. پرایمینگ بذر ذرت به کاهش تراکم علف‌های هرز غالب منجر شد و در سطح عدم کنترل علف‌های هرز، هیدروپرایمینگ بیشترین تأثیر را بر تراکم علف‌های هرز داشت.

نتایج وفایی و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که ترکیب مناسب علف‌کش‌های پیش‌رویشی و پس‌رویشی همراه با پرایمینگ بذر، می‌تواند برای کنترل علف‌های هرز کنجد مورد استفاده قرار گیرد.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و محل انجام آزمایش

به منظور مطالعه اثر هورمون پرایمینگ سیتوکینین و جیبرلین در ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت از دو رقم بذر ذرت استفاده شد. ارقام مورد استفاده در این مطالعه شامل رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و رقم هیبرید سینگل کراس ۲۶۰ بودند. بذرها از مؤسسه اصلاح و نهال بذر کرج تهیه گردید. بذرها در سال ۱۳۹۳ تولید شده بودند. کلیه آزمایشها در آزمایشگاه بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید.

۳-۲- آزمایش جوانه زنی و رشد گیاهچه

این آزمایش به منظور تعیین درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه بذردو رقم ذرت در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید.

آزمایش به صورت کشت در ظرف پتری به قطر ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. کاغذهای صافی واتمن درون ظرف پتری به مدت ۲ ساعت درآون در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد استریل شدند. در داخل هرپتری دیش ۵۰ عدد بذر قرار داده شد و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به آن اضافه شد. پتری‌ها در داخل ژرمیناتور در شرایط تاریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز قرار داده شدند. ظهور ریشه‌چه و رسیدن طول آن به ۲ میلی‌متر به عنوان جوانه‌زنی بذر تلقی شد و در پایان روز هفتم بذره‌ای جوانه زده شمارش شدند. داده‌های حاصل از شمارش بذره‌ای جوانه زده در آخرین روز شمارش برای محاسبه درصد جوانه‌زنی استفاده گردید (رابطه ۳-۱) (نیکالزو هیدیکر، ۱۹۶۸). شمارش بذره‌ای جوانه زده در هر روز به مدت ۷ روز انجام شد و در نهایت از (رابطه ۳-۲) برای محاسبه سرعت جوانه زنی استفاده شد (نیکالزو هیدیکر، ۱۹۶۸). طول ساقه‌چه از یقه تا جوانه انتهایی و طول ریشه‌چه از یقه تا نوک ریشه اصلی بر حسب سانتی‌متر با خط‌کش اندازه‌گیری شد. وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه بر حسب گرم با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. وزن خشک

ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه بعد از خشک شدن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

$${}^1GP = \frac{S}{T} \times 100 \quad \text{رابطه ۳-۱}$$

S: تعداد کل بذرهای جوانه زده در دوره شمارش

T: تعداد کل بذرها

GP: درصد جوانه زنی

$$GR^2 = \sum \frac{Ni}{Ti} \quad \text{رابطه ۳-۲}$$

Ni: تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز

Ti: تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی

GR: سرعت جوانه زنی

۳-۳- آزمایش پیری زودرس

جهت ایجاد بنیه‌های متفاوت در دو رقم سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس ۲۶۰ ذرت، روش آزمون پیری زودرس به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دو رقم بذر ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰) و بنیه‌های متفاوت ایجاد شده از طریق آزمون پیری زودرس در چهار سطح زمان پیر شدن (بدون پیری، پنج روز، ده روز و پانزده روز) بود.

^۱ Germination Percentage

^۲ Germination rate

این آزمون مطابق با استانداردهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (۱۹۹۹) انجام گرفت. به منظور انجام آزمون پیری زودرس ۴۰ میلی متر آب مقطر استریل به درون جعبه‌های پلاستیکی اضافه شد، سپس ۵۰ عدد بذر بر روی تورسیمی پایه‌دار استریل شده قرار داده شد. توری‌ها درون جعبه‌های پلاستیکی قرار گرفتند. به منظور جلوگیری از تبادل رطوبتی با محیط بیرون درب جعبه‌ها با نوار چسب کاملاً مسدود شد. پس از آن هر جعبه در داخل ژرمیناتور در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت‌های متفاوت پنج روز، ده روز و پانزده روز، جهت ایجاد بنیه‌های متفاوت در بذرهای قرار داده شدند. بعد از گذشت زمان‌های فوق جعبه‌ها از ژرمیناتور خارج شدند. بذرهای پس از خروج از این محیط تنش به محیطی دارای شرایط مطلوب انتقال داده شدند تا جوانه‌زنی صورت پذیرد. بدین منظور ۵۰ عدد بذر پیر شده در سه زمان پنج روز، ده روز و پانزده روز بر روی کاغذهای صافی در داخل پتری قرار داده شدند و پنج میلی لیتر آب مقطر استریل در داخل هر پتری ریخته شد. سپس پتری‌ها در داخل ژرمیناتور در شرایط تاریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز قرار داده شدند. ظهور ریشه‌چه و رسیدن آن به طول ۲ میلی‌متر به عنوان جوانه‌زنی بذر تلقی شد و در پایان روز هفتم بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند داده‌های حاصل از شمارش بذرهای جوانه زده در آخرین روز شمارش برای محاسبه درصد جوانه‌زنی استفاده گردید (رابطه ۳-۱) (نیکالزو هیدیکر، ۱۹۶۸). شمارش بذرهای جوانه زده در هر روز به مدت ۷ روز انجام شد و در نهایت از (رابطه ۳-۲) برای محاسبه سرعت جوانه زنی استفاده شد (نیکالزو هیدیکر، ۱۹۶۸). طول ساقه‌چه از یقه تا جوانه انتهایی و طول ریشه‌چه از یقه تا نوک ریشه اصلی بر حسب سانتی‌متر با خط‌کش، وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه بر حسب گرم با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه بعد از خشک شدن نمونه‌ها در آن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

۳-۴- آزمایش تعیین اثر هورمون سیتوکینین در بذره‌های زوال یافته ارقام ذرت

این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل:

۱- دو رقم بذر ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- تیمار بنیه‌های متفاوت از طریق آزمون پیری زودرس در ۴ سطح (بدون پیری، پنج روز، ده روز و پانزده روز پیری زودرس)

۳- غلظت‌های هورمون سیتوکینین در ۴ سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰، و ۱۵۰ میکرومول)

در این آزمایش در مرحله اول جهت ایجاد بنیه‌های متفاوت، بذرها تحت آزمون پیری زودرس قرار گرفتند.

در مرحله دوم بعد از تهیه غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین، بذرهایی که با بنیه‌های متفاوت (پنج روز، ده روز و پانزده روز) ایجاد شده بودند همراه با بذره‌های شاهد (بدون پیری) به تعداد ۵۰ عدد بذر از هر تیمار در درون پتری‌های استریل بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند. بعد از قرار گرفتن بذرها درون پتری، به هریک از پتری‌ها حدود ۷ میلی‌لیتر از غلظت‌های متفاوت هورمون (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میکرومول) اضافه گردید. پتری‌ها جهت تیمار کامل هورمون با بذر به مدت ۲۴ ساعت در ژرمیناتور در شرایط تاریکی در درجه حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت پتری‌ها از ژرمیناتور خارج شدند. بعد از این مرحله ۵۰ عدد بذر درون هر پتری به پتری‌های دیگر منتقل شدند و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به پتری‌ها اضافه شد. پتری‌ها در داخل ژرمیناتور در شرایط تاریکی در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷ روز قرار داده شدند. ظهور ریشه‌چه و رسیدن طول آن به ۲ میلی‌متر به عنوان جوانه‌زنی بذر تلقی شد و در پایان روز هفتم بذره‌های جوانه زده شمارش شدند داده‌های حاصل از شمارش بذره‌های جوانه زده در آخرین روز شمارش

برای محاسبه درصد جوانه‌زنی استفاده گردید (رابطه ۳-۱) (نیکالزو هیدیکر، ۱۹۶۸). شمارش بذرهاى جوانه زده در هر روز به مدت ۷ روز انجام شد و در نهایت از (رابطه ۳-۲) برای محاسبه سرعت جوانه زنی استفاده شد (نیکالزو هیدیکر، ۱۹۶۸). طول ساقه‌چه از یقه تا جوانه انتهایی و طول ریشه‌چه از یقه تا نوک ریشه اصلی بر حسب سانتی‌متر با خط‌کش، وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه بر حسب گرم با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه بعد از خشک شدن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

۳-۵- آزمایش تعیین اثر هورمون جیبرلین در بذرهاى زوال یافته ارقام ذرت

این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل:

۱- دو رقم بذر ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- تیمار بنیه‌های متفاوت از طریق آزمون پیری زودرس در ۴ سطح (بدون پیری، پنج روز، ده روز و پانزده روز پیری زودرس)

۳- غلظت‌های هورمون جیبرلین در ۴ سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول)

در این آزمایش در مرحله اول جهت ایجاد بنیه‌های متفاوت، بذرها تحت آزمون پیری زودرس قرار گرفتند. در مرحله دوم غلظت‌های متفاوت هورمون جیبرلین از طریق حل کردن ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر استریل بدست آمد.

بعد از تهیه غلظت‌های متفاوت هورمون جیبرلین، بذرهایی که با بنیه‌های متفاوت (پنج، ده روز و پانزده روز) ایجاد شده بودند با بذرهاى شاهد (بدون پیری) به میزان ۵۰ عدد بذر از هر تیمار در درون پتری‌های استریل بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند. بعد از قرار گرفتن بذرها درون پتری، به هریک از پتری‌ها ۷ میلی‌لیتر از غلظت‌های متفاوت هورمون (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) اضافه گردید.

پتری‌ها جهت تیمار کامل هورمون با بذر به مدت ۲۴ ساعت در ژرمیناتور در شرایط تاریکی در درجه حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، پتری‌ها از ژرمیناتور خارج شدند. بعد از این مرحله ۵۰ عدد بذر درون هر پتری، به پتری‌های دیگر منتقل شدند و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به پتری‌ها اضافه شد. پتری‌ها در داخل ژرمیناتور در شرایط تاریکی در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷ روز قرار داده شدند. ظهور ریشه‌چه و رسیدن طول آن به ۲ میلی‌متر به عنوان جوانه‌زنی بذر تلقی شد و در پایان روز هفتم بذرهای جوانه زده شمارش شدند. داده‌های حاصل از شمارش بذرهای جوانه زده در آخرین روز شمارش برای محاسبه درصد جوانه‌زنی استفاده گردید (رابطه ۳-۱) (نیکالزو هیدیکر، ۱۹۶۸). شمارش بذرهای جوانه زده در هر روز به مدت ۷ روز انجام شد و در نهایت از (رابطه ۳-۲) برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی استفاده شد (نیکالزو هیدیکر، ۱۹۶۸). طول ساقه‌چه از یقه تا جوانه انتهایی و طول ریشه‌چه از یقه تا نوک ریشه اصلی بر حسب سانتی‌متر با خط‌کش، وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه بر حسب گرم با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه بعد از خشک شدن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

۳-۶- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز

بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذرهای ذرت تحت تیمار بنیه قوی و ضعیف انجام شد. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد.

تیمارهای آزمایش شامل:

۱- دو رقم بذر ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- تیمار پیری زودرس در سه سطح (بدون پیری، ۱۰ روز پیری و ۱۵ روز پیری زودرس)

۳- تیمار هیدرو پرایمینگ در سه زمان ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت

در مرحله اول آزمایش، دو رقم بذر ذرت تحت تیمار بذرهای پیر شده و پیر نشده و سه تیمار هیدروپرایمینگ به مدت زمان‌های متفاوت ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت قرار گرفتند.

در تیمار اول (بدون پیری) تعداد ۱۰۰ عدد بذر از هر رقم بر روی کاغذ صافی استریل در درون پتری قرار داده شد. بعد از این مرحله ۳ پتری برای هر رقم در سه تیمار (۶، ۱۲ و ۱۸) ساعت هیدروپرایمینگ قرار داده شدند.

در تیمار پیری زودرس تعداد ۱۰۰ عدد بذر از هر رقم برای سه تیمار هیدروپرایمینگ مطابق با آزمون پیری زودرس به مدت‌های ۱۰ روز و ۱۵ روز در شرایط پیری زودرس قرار گرفتند. پس از اتمام مدت زمانهای ۱۰ روز و ۱۵ روز، تعداد ۱۰۰ عدد بذر از هر رقم بر روی کاغذ صافی استریل درون پتری قرار داده شدند. سپس ۵ میلی لیتر ساکارز ۲ درصد به آن اضافه شد. سپس هر رقم در سه تیمار (۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت) هیدرو پرایمینگ و درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار گرفتند. در پایان این مدت زمان های متفاوت، بذر ها در نیتروژن مایع فریز شدند و در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد و تا زمان انجام آزمایش قرار داده شدند.

۳-۶-۱ روش تهیه محلول بافر استخراج

مواد لازم جهت تهیه محلول بافر استخراج، آب مقطر، ۵ میلی مولارتریس (تهیه شده از شرکت بیورادآلمان) و یک میلی مولار اتیلن دی آمین تترا استیک اسید با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{14}N_2NA_{28}O$ (تهیه شده از شرکت مرک آلمان) می‌باشد.

۳-۶-۲ روش استخراج پروتئین کل بذر

بعد از اینکه نمونه‌ها از فریزر خارج شدند جنین بذر از همه نمونه ها استخراج شد. پس از استخراج جنین بذر از همه تیمارها، نمونه‌ها در داخل یک هاون قرار داده شدند. سپس مقداری نیتروژن مایع در داخل هاون ریخته شد و نمونه‌ها به وسیله دسته هاون‌چینی کوبیده شدند تا کاملاً پودر شوند. به پودر بدست آمده از هر یک از نمونه ها محلول بافر استخراج اضافه شد و سپس هریک از نمونه ها در

داخل یک تیوپ ۱/۵ میلی لیتر ریخته شدند و در سانتیفریوژ یخچال دار با دور ۱۳ هزار در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتیفریوژ شدند. بعد از این مرحله قسمت بالایی یا همان قسمت مایع نمونه ها توسط سمپلر استخراج شد و به یک تیوپ ۱/۵ میلی لیتری دیگری ریخته شد و سریع در نیتروژن مایع منجمد شدند و نمونه ها در فریزر ۷۰ - درجه سانتیگراد نگهداری شدند. این نمونه ها به منظور ارزیابی میزان پروتئین و فعالیت آنزیمی مورد استفاده قرار گرفتند.

۳-۶-۳- اندازه گیری میزان پروتئین

میزان پروتئین بر اساس دستورالعمل برادفورد (۱۹۷۶) محاسبه شد. بدین منظور ابتدا محلول برادفورد تهیه شد. جهت تهیه این محلول ۱۰ میلی گرم کوماسی بلو (تهیه شده از شرکت مرک آلمان) در ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد حل شد. سپس ۱۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۸۵ درصد به آن اضافه شد و حجم نهایی محلول به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد و پس از صاف کردن محلول به کمک کاغذ صافی، محلول درون ظروف شیشه ای تیره رنگ قرار داده شد.

جهت اندازه گیری میزان پروتئین نمونه ها از دستگاه اسپکتروفتومتری (ساخت شرکت شیمازو، مدل VA-16=A) استفاده شد. بدین منظور دستگاه به کمک سرم آلبومین گوساله در طول موج ۵۹۵ نانومتر کالیبره شد. سپس در یکی از سل های شیشه ای نمونه، برای هر نمونه ۳۰ میکرولیتر از عصاره به همراه ۴۷۰ میکرولیتر آب و ۲۵۰۰ میکرولیتر برادفورد ریخته شد. در سل شیشه ای دوم که به عنوان شاهد استفاده شد، ۵۰ میکرولیتر آب به همراه ۲۵۰۰ میکرولیتر برادفورد اضافه شد. سپس کیوت ها در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار داده شوند و میزان پروتئین از روی دستگاه خوانده شد، میزان پروتئین تمام نمونه ها با این روش اندازه گیری شد.

۳-۶-۴- اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز

جهت تهیه محلول بافر فسفات، ۵۰ میلی مولار مخلوط Na_2HPO_4 و NaH_2PO_4 استفاده شد. ۳۰/۵ میلی لیتر Na_2HPO_4 ۰/۲ مولار و ۱۹/۵ میلی لیتر NaH_2PO_4 ۰/۲ مولار را با هم مخلوط کرده و حجم نهایی به ۴۰۰ سی سی رسانیده شد.

برای اندازه‌گیری آنزیم پراکسیداز از روش برنال و همکاران (۲۰۰۰) استفاده شد و فعالیت آنزیم پراکسیداز به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر زمان ۱ دقیقه به فواصل ۱۰ ثانیه به ۱۰ ثانیه بصورت کینتیک اندازه‌گیری شد. بدین منظور در یکی از سل‌های شیشه‌ای به عنوان سل شیشه‌ای نمونه، ۵۰۰ میکرولیتر عصاره و ۲۸۰۰ میکرولیتر بافر فسفات $\text{pH}=7$ و ۱/۵ میکرولیتر گویکول (تهیه شده از شرکت Fluka سوئیس) اضافه شد و در سل شیشه‌ای شاهد نیز میزان ۵۰۰ میکرولیتر عصاره به همراه ۲۸۰۰ میکرولیتر بافر فسفات و ۱/۵ میکرولیتر گویکول اضافه شد. بعد از قرار دادن سل‌ها در دستگاه ۱۰۰ میکرولیتر (پراکسید هیدروژن) H_2O_2 (تهیه شده از شرکت Merck آلمان) به سل نمونه اضافه شد، و سپس به کمک دستگاه فعالیت آنزیمی پراکسیداز اندازه‌گیری شد.

۳-۷- بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز

هدف از این آزمایش نیز بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز در بذره‌ای ذرت تحت تیمارهای بدون پیری و پیری زودرس است بدین جهت سه تیمار بدون تیمار پیری زودرس و پیری زودرس در ۱۰ روز و ۱۵ روز اعمال گردید تا فعالیت آنزیمی کاتالاز در این تیمارها قبل از جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گیرد. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد.

تیمارهای آزمایش شامل:

۱- دو رقم بذر ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- سه تیمار پیری زودرس در سه سطح (بدون پیری، ۱۰ روز پیری زودرس و ۱۵ روز پیری زودرس)

۳- تیمار هیدرو پرایمینگ در ۳ زمان ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت

جهت انجام این آزمایش همانند آنزیم پراکسیداز دو رقم بذر ذرت در سه تیمار پیری زودرس و در سه مدت هیدروپرایمینگ ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت استفاده شد. در پایان مدت هیدروپرایمینگ بذرها در نیتروژن مایع فریز شدند تا فعالیت حیاتی آنها متوقف شود و تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. روش تهیه محلول استخراج و روش استخراج پروتئین بذر و اندازه‌گیری پروتئین همانند مراحل بیان شده برای آنزیم پراکسیداز می‌باشد.

۳-۷-۱- اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز از روش برنال و همکاران (۲۰۰۰) استفاده شد. بدین منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۴۰ نانومتر و زمان ۱ دقیقه به فواصل ۱۰ ثانیه به ۱۰ ثانیه استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز در یکی از سل‌های شیشه‌ای به عنوان سل نمونه ۱۰۰۰ میکرولیتر از عصاره و ۲۳۰۰ میکرولیتر بافر فسفات (pH=7) اضافه شد و بعد از قرار دادن سلها در درون دستگاه ۵ میکرولیتر H_2O_2 به سل نمونه اضافه شد و سپس به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر فعالیت آنزیم کاتالاز اندازه‌گیری شد. این عمل برای هر نمونه در ۴ تکرار انجام شد.

۳-۸- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذره‌ای پیر شده تیمار شده

با هورمون سیتوکینین

هدف از این آزمایش بررسی تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذره‌ای ارقام ذرت با بنیه ضعیف تیمار شده با هورمون سیتوکینین می‌باشد. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل:

۱- دو رقم بذر ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- دو تیمار پیری زودرس (۱۰ روز پیری زودرس و ۱۵ روز پیری زودرس)

۳- سه تیمار هیدرو پرایمینگ (۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ)

۴- تیمار هورمون پرایمینگ با سیتوکینین در دو سطح (۵۰ و ۱۵۰ میکرومول)

در مرحله اول آزمایش بذره‌های دو رقم ذرت تحت تیمار ۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس قرار گرفتند .

در مرحله دوم آزمایش بذره‌های پیر شده (۱۰ روز و ۱۵ پیری زودرس) دو رقم ذرت با غلظت‌های ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تیمار شدند. در پایان این مدت تمامی بذرها سه بار با آب معمولی و یکبار با آب مقطر شستشو و سپس بذرها به مدت یک روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا خشک شوند. سپس بذرها بر روی کاغذ صافی استریل درون هر پتری قرار داده شدند و ۵ میلی لیتر ساکارز ۲ درصد به هر پتری اضافه شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار داده شدند. در پایان مدت هیدروپرایمینگ بذرها در نیتروژن مایع منجمد شدند و تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش برنال و همکاران (۲۰۰۰) (قسمت ۳-۶) استفاده شد.

۳-۹- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز در بذره‌های پیر شده تیمار شده با

هورمون سیتوکینین

هدف از این آزمایش بررسی تغییرات فعالیت آنزیم کاتالاز در بذره‌های ارقام ذرت با بنیه ضعیف تیمار شده با هورمون سیتوکینین می‌باشد. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل:

۱- دو رقم بذر ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- دو تیمار پیری زودرس (۱۰ روز پیری زودرس و ۱۵ روز پیری زودرس)

۳- سه تیمار هیدرو پرایمینگ (۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت)

۴- تیمار هورمون سیتوکینین در دو سطح (۵۰ و ۱۵۰ میکرومول)

در مرحله اول آزمایش، بذره‌ای دو رقم ذرت تحت تیمار ۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس قرار گرفتند. در مرحله دوم آزمایش بذره‌ای پیر شده (۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس) دو رقم ذرت با غلظت‌های ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تیمار شدند. در پایان این مدت یک روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا خشک شوند، د. سپس نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار داده شدند در پایان مدت هیدروپرایمینگ بذرها در نیتروژن مایع منجمد شدند و تا زمان انجام آزمایش در فریز ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز از روش برنال و همکاران (۲۰۰۰) (قسمت ۳-۷) استفاده شد.

۳-۱۰- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذره‌ای پیر شده تیمار شده

با هورمون جیبرلین

هدف از این آزمایش بررسی تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذره‌ای ارقام ذرت با بنیه ضعیف تیمار شده با هورمون جیبرلین می‌باشد. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل:

۱- دو رقم بذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- دو تیمار پیری زودرس (۱۰ روز پیری زودرس و ۱۵ روز پیری زودرس)

۳- سه تیمار هیدرو پرایمینگ (۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت)

۴- تیمار هورمون جیبرلین در دو سطح (۵۰ و ۱۵۰ میکرومول)

در مرحله اول آزمایش، بذرهای دو رقم ذرت تحت تیمار ۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس قرار گرفتند در مرحله دوم آزمایش بذرهای پیر شده (۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس) دو رقم ذرت با غلظت‌های ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تیمار شدند. در پایان این مدت تمامی بذور سه بار با آب معمولی و یکبار با آب مقطر شستشو و سپس بذرها به مدت یک روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا خشک شوند. سپس نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار داده شدند و در پایان مدت هیدروپرایمینگ بذرها در نیتروژن مایع منجمد شدند و تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش برنال و همکاران (۲۰۰۰) (قسمت ۳-۶) استفاده شد.

۳-۱۱- آزمایش بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز در بذرهای پیر شده تیمار شده با

هورمون جیبرلین

هدف از این آزمایش بررسی تغییرات فعالیت آنزیم کاتالاز در بذرهای ارقام ذرت با بنیه ضعیف تیمار شده با هورمون جیبرلین می‌باشد. این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل:

۱- دو رقم بذر ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- دو تیمار پیری زودرس (۱۰ روز پیری زودرس و ۱۵ روز پیری زودرس)

۳- سه تیمار هیدرو پرایمینگ (۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت)

۴- تیمار هورمون جیبرلین در دو سطح (۵۰ و ۱۵۰ میکرومول)

در مرحله اول آزمایش بذرهای دو رقم ذرت تحت تیمار ۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس قرار گرفتند. در مرحله دوم آزمایش بذرهای پیر شده (۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس) دو رقم ذرت با غلظت‌های ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تیمار

شدند. در پایان این مدت تمامی بذور ۳ بار با آب معمولی و یکبار با آب مقطر شستشو و سپس بذرها به مدت یک روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا خشک شوند. نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار داده شدند و در پایان مدت هیدروپرایمینگ بذرها در نیتروژن مایع منجمد شدند و تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز از روش برنال و همکاران (۲۰۰۰) (قسمت ۳-۷) استفاده شد.

۳-۱۲-۱۲- آزمایش مزرعه

۳-۱۲-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ در محل مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا درآمد.

۳-۱۲-۲- موقعیت جغرافیایی و مشخصات آب و هوایی منطقه

شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۵۰ متر است. براساس تقسیم بندی اقلیمی منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه حدود ۱۵۵ میلی متر است و بارندگی‌ها عمدتاً در فصل بهار و پائیز رخ می‌دهد.

۳-۱۲-۳- ویژگی‌های خاک محل انجام آزمایش

بافت	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل دسترس (میلی گرم بر کیلو گرم)	پتاسیم قابل دسترس (میلی گرم بر کیلو گرم)
لوم سیلتی	۸/۳۷	۰/۷۱	۰/۶	۰/۰۶۶	۵/۵۴	۲۴۰

این آزمایش به منظور تعیین شاخص سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ، شاخص کلروفیل، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بذرهای ارقام ذرت به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل:

۱- دو رقم ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴ و رقم سینگل کراس ۲۶۰)

۲- تیمار پیری زودرس در سه سطح (بدون پیری زودرس، ۱۰ روز پیری زودرس و ۱۵ روز پیری زودرس)

۳- تیمار هورمون پرایمینگ در سه سطح (شاهد، هورمون سیتوکینین و هورمون جیبرلین)

در مرحله اول آزمایش بذرهای دو رقم ذرت تحت تیمار صفر، ۱۰ روز پیری زودرس و ۱۵ روز پیری زودرس قرار گرفتند. به منظور انجام آزمون پیری زودرس ۴۰ میلی لیتر آب مقطر استریل به درون جعبه های پلاستیکی (به ابعاد $4 \times 8 \times 1$ سانتی متر) اضافه شد. سپس ۵۰ عدد بذر بر روی تور سیمی پایه دار استریل قرار داده شد. پس از آن هر جعبه در داخل ژرمیناتور در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت های متفاوت قرار داده شد. بعد از گذشت زمان های فوق جعبه ها از ژرمیناتور خارج شدند. بعد از تهیه غلظت های متفاوت هورمون ها، بذرهایی که با بنیه های متفاوت ایجاد شده بودند همراه با بذرهای بدون تیمار پیری به تعداد ۵۰ عدد بذر از هر پتری در درون ظرف های پتری استریل بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند. بعد از قرار گرفتن بذر درون ظرف های پتری، به هریک از آنها هورمون سیتوکینین و جیبرلین اضافه شد. سپس ظرف های پتری جهت تیمار کامل بذر با هورمون های سیتوکینین و جیبرلین به مدت ۲۴ ساعت در ژرمیناتور در شرایط تاریکی و دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت پتری ها از ژرمیناتور خارج شدند و سپس به صورت سطحی خشک شدند و بلافاصله کشت شدند. کاشت پس از انجام شخم بهاره و دیسک زدن و ایجاد جوی و پشته صورت گرفت. هر واحد آزمایشی شامل ۵ ردیف کاشت و با فاصله

بین ردیف ۷۵ سانتی متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۲۰ سانتی متر بود. عملیات کاشت در نیمه اول خرداد ۱۳۹۵ انجام شد و بذرها به صورت کپه ای و با قراردادن ۲ الی ۳ بذر روی محل کشت کاشت گردید و در مرحله ۳ تا ۴ برگی تنک شدند. عملیات آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. عملیات آبیاری تا زمان سبز شدن هر ۷ روز یکبار و پس از آن تا مرحله برداشت و در فاصله هر ۱۰ روز یک بار انجام شد. عملیات مبارزه با علف های هرز نیز طی دو مرحله با وجین دستی انجام گرفت .

۳-۱۳- صفات اندازه گیری شده در مزرعه

۳-۱۳-۱- شاخص سطح برگ

برای تعیین شاخص سطح برگ پس از مرحله گرده افشانی، ۵ بوته به صورت تصادفی از ردیف های وسط با در نظر گرفتن نیم متر حاشیه از ابتدا و انتهای ردیف انتخاب شدند و سپس با اندازه گیری طول برگ (L) و پهن ترین قسمت عرض هر برگ (W) بر حسب سانتی متر و با استفاده از رابطه ۳-۳ محاسبه گردید.

$$A = L \times W \times 0.75 \quad \text{رابطه ۳-۳}$$

از نسبت سطح برگ هر بوته به سطح زمینی که توسط آن اشغال شده بود شاخص سطح برگ محاسبه شد.

۳-۱۳-۲- محتوای نسبی آب برگ

جهت اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ بلال، روز قبل از آبیاری، دیسک هایی از برگ بلال بین ساعت هشت تا نه صبح گرفته شد و بلافاصله نمونه ها در ظرف دربسته حاوی یخ قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از توزین، نمونه ها (وزن تازه) به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شد و مجدد وزن شدند (وزن تورژسانس) و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد در آون

قرار گرفته و سپس توزین گردید (وزن خشک). محتوای نسبی آب برگ با استفاده از رابطه ۳-۴ اندازه‌گیری شد (اسچلمر و همکاران ، ۲۰۰۵).

$$\text{رابطه ۳-۴} \quad \text{آبرگ} = \frac{\text{وزن خشک برگ (گرم)} - \text{وزن تازه برگ (گرم)}}{\text{وزن خشک برگ (گرم)} - \text{وزن اشباع برگ (گرم)}} \times 100 = \text{محتوای نسبی}$$

۳-۱۳-۳- شاخص مقدار کلروفیل برگ

شاخص مقدار کلروفیل برگ سبز به کمک دستگاه (Minoltaspad – 502) در مرحله ۷ برگی تعیین شد. به این منظور از خطوط میانی هرکرت ۳ برگ در موقعیت مشابه بر روی بوته‌های مختلف انتخاب و میزان کلروفیل ۳ نقطه از هر برگ با استفاده از دستگاه فوق تعیین شد و میانگین این اعداد به عنوان عدد مربوط به آن کرت ثبت شد.

۳-۱۳-۴- تعداد ردیف در بلال

برای محاسبه تعداد ردیف در بلال، تعداد ردیف های دانه از قسمت وسط ۵ بلال انتخابی از هر کرت آزمایش شمارش شد و پس از گرفتن میانگین ثبت گردید.

۳-۱۳-۵- تعداد دانه در ردیف

برای محاسبه تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه های ردیف های انتخاب شده از قسمت وسط ۵ بلال انتخابی از هر کرت آزمایش شمارش و پس از گرفتن میانگین ثبت گردید.

۳-۱۳-۶- عملکرد بیولوژیک

برای محاسبه عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برداشت ۲ متر مربع از ردیف های داخلی هرکرت انجام شد. بوته‌های نمونه‌گیری شده در آون به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند سپس با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ وزن شدند و در نهایت عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

۳-۱۳-۷- عملکرد دانه

برای تعیین عملکرد دانه با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، تمامی دانه‌های بدست آمده از بلال‌های ۱۵ بوته جمع‌آوری شد و به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند و سپس عملکرد هرکرت آزمایشی بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

۳-۱۳-۸- وزن هزار دانه

جهت اندازه‌گیری وزن هزار دانه چهار نمونه ۱۰۰ تایی به صورت تصادفی از دانه‌های جدا شده از بلال انتخاب و وزن آنها اندازه‌گیری شد.

۳-۱۳-۹- شاخص برداشت

شاخص برداشت (HI) نیز از نسبت عملکرد اقتصادی (EY) به عملکرد بیولوژیک (BY) و از طریق (رابطه ۳-۵) محاسبه گردید.

رابطه ۳-۵

$$HI = \frac{EY}{BY} \times 100$$

۳-۱۴- محاسبات آماری

داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از برنامه کامپیوتری MSTAT-C تجزیه شد. آزمون مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- تعیین قوه نامیه بذرهای ارقام ذرت

۴-۱-۱- درصد جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر درصد جوانه زنی بین دو رقم تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین درصد جوانه زنی دو رقم (جدول ۴-۲) نشان داد که رقم ۷۰۴ درصد جوانه زنی بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین درصد جوانه زنی رقم ۷۰۴، ۹۵ درصد و میانگین درصد جوانه زنی رقم ۲۶۰، ۸۸ درصد بود.

۴-۱-۲- سرعت جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر سرعت جوانه زنی بین دو رقم تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی دو رقم (جدول ۴-۲) نشان داد که رقم ۷۰۴ سرعت جوانه زنی بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین سرعت جوانه زنی رقم ۷۰۴، ۴۲/۲۲ بذر در روز و میانگین سرعت جوانه زنی رقم ۲۶۰، ۷۰/۱۷ بود.

۴-۱-۳- طول ریشه چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر طول ریشه چه بین دو رقم تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین طول ریشه چه دو رقم در جدول ۴-۲ آمده است. میانگین طول ریشه چه رقم ۷۰۴، ۶/۲ سانتی متر و میانگین طول ریشه چه رقم ۲۶۰، ۴/۵۸ سانتی متر بود و رقم ۷۰۴ میانگین طول ریشه چه بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد.

۴-۱-۴- طول ساقه چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر طول ساقه چه بین دو رقم تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین طول ساقه چه دو رقم در جدول ۴-۲

آمده است. میانگین طول ساقه‌چه رقم ۷۰۴، $\frac{4}{5}$ سانتی‌متر و میانگین طول ساقه‌چه رقم ۲۶۰، $\frac{3}{44}$ سانتی‌متر بود. رقم ۷۰۴ میانگین طول ساقه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد.

۴-۱-۵- وزن تر ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر وزن تر ریشه‌چه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین وزن تر ریشه‌چه دو رقم در جدول ۴-۲ آمده است. میانگین وزن تر ریشه‌چه رقم ۷۰۴، $\frac{0}{192}$ گرم و میانگین وزن تر ریشه‌چه رقم ۲۶۰، $\frac{0}{275}$ گرم بود. رقم ۲۶۰ میانگین وزن تر ریشه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۷۰۴ داشت.

۴-۱-۶- وزن تر ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر وزن تر ساقه‌چه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین وزن تر ساقه‌چه دو رقم در جدول ۴-۲ آمده است. میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴، $\frac{0}{161}$ گرم و میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰، $\frac{0}{191}$ گرم بود. رقم ۲۶۰ میانگین وزن تر ساقه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۷۰۴ نشان داد.

۴-۱-۷- وزن خشک ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر وزن خشک ریشه‌چه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین وزن خشک ریشه‌چه دو رقم در جدول ۴-۲ آمده است. میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۷۰۴، $\frac{0}{29}$ گرم و میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰، $\frac{0}{36}$ گرم بود. رقم ۲۶۰ میانگین وزن خشک ریشه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۷۰۴ نشان داد.

۴-۱-۸- وزن خشک ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر وزن خشک ساقه‌چه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه دو رقم در جدول ۴-۲ آمده است. میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۱۹ گرم و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۲۹ گرم بود. رقم ۲۶۰ میانگین وزن خشک ساقه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۷۰۴ نشان داد.

۴-۲- ایجاد بنیه‌های متفاوت و تعیین بنیه ارقام ذرت با استفاده از آزمون پیری

زودرس

۴-۲-۱- درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر درصد جوانه‌زنی بین دو رقم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین درصد جوانه زنی دو رقم در جدول (۴-۴) نشان داد که رقم ۷۰۴ میانگین درصد جوانه زنی بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین درصد جوانه زنی رقم ۷۰۴، ۶۳/۸۷۵ درصد و میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۲۶۰، ۵۶/۱۲۵ درصد بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر درصد جوانه زنی بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف پیری زودرس نسبت به تیمار بدون پیری (جدول ۴-۵) نشان داد که در شرایط بدون پیری میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ۹۱/۵ درصد بود و با افزایش مدت زمان پیری زودرس (۵، ۱۰ و ۱۵ روز) کاهش معنی‌داری در میانگین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت در پنج روز پیری ۷۰/۷۵، در ده روز پیری ۵۰ و در پانزده روز پیری

زودرس ۲۷/۷۵ درصد بود. مطابق با نتایج این تحقیق دارایی و همکاران (۱۳۹۶) اثر زوال بذر را بر روی بذر ۶ رقم ذرت مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که پیری زودرس در ۴ سطح (شاهد، ۴، ۸ و ۱۲ روز) سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و کاهش درصد گیاهچه‌های طبیعی در ارقام ذرت شد. کاهش درصد جوانه‌زنی بر اثر زوال در اکثر تحقیقات مشاهده شده است که از دلایل اصلی آن می‌توان به پراکسیداسیون چربی‌ها، خسارت به غشاءهای سلولی، آسیب به فرایند سنتز RNA، تخریب DNA، رسوب و غیر فعال شدن آنزیم‌ها اشاره کرد (لهنروهمکاران، ۲۰۰۸).

۴-۲-۲-سرعت جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر سرعت جوانه‌زنی بین دو رقم تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۳-۴). مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی دو رقم در جدول (۴-۴) نشان داد که رقم ۷۰۴ میانگین سرعت جوانه زنی بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ دارد. میانگین سرعت جوانه زنی رقم ۷۰۴ برابر ۱۶/۸۰۸ بذر در روز و میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۲۶۰ برابر ۱۲/۸۳۸ بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که از نظر سرعت جوانه زنی بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) تفاوت معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۳-۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی در سطوح متفاوت پیری زودرس نسبت به تیمار بدون پیری (جدول ۴-۵) نشان داد که در شرایط بدون پیری (شاهد) میانگین سرعت جوانه زنی ارقام ذرت ۲۰/۰۷ بذر در روز بود و با افزایش مدت زمان پیری زودرس (۵، ۱۰ و ۱۵ روز) کاهش معنی‌داری در میانگین سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد. میانگین سرعت جوانه‌زنی در ۵ روز پیری ۱۵/۴۶، در ده روز پیری ۱۳/۱۳ و در پانزده روز پیری ۱۰/۶۳ بذر در روز بود. با وجود کاهش سرعت جوانه‌زنی در سطوح مختلف پیری (۵ روز، ۱۰ و ۱۵ روز) بین تیمار پنج روز و ده روز و همچنین بین تیمار ده روز و پانزده روز پیری از نظر سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در این رابطه در آزمایشی که توکل افشاری و همکاران (۲۰۰۹) در زمینه تأثیر بنیه بذر بر جوانه‌زنی دو

رقم کلزای Licord و Option 500 انجام دادند، با افزایش زمان فرسودگی شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد که از این نظر بین دو رقم تفاوت معنی داری وجود داشت، به طوری که در تیمار هشت روز پیری زودرس شاخص جوانه‌زنی در رقم Licord از ۸۳ درصد به ۶۲ درصد و در رقم option 500 از ۷۹ درصد به ۵۹ درصد رسید. کاهش سرعت جوانه‌زنی احتمالاً به دلیل وقفه‌ای است که در شروع جوانه زنی در بذره‌های فرسوده شده ایجاد می‌شود. علت احتمالی وقفه ایجاد شده این است که بذر برای ترمیم خسارت‌های وارد شده به غشا و دیگر قسمت‌های سلول و همچنین آغاز مجدد سیستم آنتی اکسیدانی و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو به زمان نیاز دارد و ترمیم این خسارت‌ها فقط پس از پرایمینگ امکان‌پذیر است. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرایند جوانه‌زنی در بذره‌های فرسوده افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش سرعت جوانه‌زنی است (بایلی، ۲۰۰۰). سرعت جوانه زنی در هر بذر با افزایش طول مدت انبارداری رابطه عکس دارد. دوره های کوتاه مدت انبارداری بذر در شرایط نامساعد توان رویشی گیاهچه را بیشتر از قوه نامیه کاهش می دهد، بنابراین می توان گفت که توان رویشی زودتر از قوه نامیه از بین می رود (شیرانی و همکاران، ۲۰۱۲).

۴-۲-۳- طول ریشه چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر طول ریشه‌چه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین طول ریشه‌چه دو رقم در جدول (۴-۴) (نشان داد که رقم ۷۰۴ میانگین طول ریشه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین طول ریشه‌چه رقم ۷۰۴ (۴/۸۰۷ سانتی‌متر) و میانگین طول ریشه‌چه رقم ۲۶۰ برابر ۳/۷۰۹ سانتی‌متر بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که از نظر طول ریشه‌چه بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین طول ریشه‌چه در سطوح متفاوت پیری زودرس نسبت به تیمار بدون پیری

(جدول ۴-۵) نشان داد که در شرایط بدون پیری میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت ۵/۴۰ سانتی‌متر بود و با افزایش مدت زمان پیری زودرس (۵ روز، ۱۰ روز و ۱۵ روز) کاهش معنی‌داری در میانگین طول ریشه‌چه مشاهده شد. میانگین طول ریشه‌چه در پنج روزپیری ۴/۶۲ سانتی‌متر، در ده روز پیری ۴/۱۰ سانتی‌متر و در پانزده روزپیری ۳ سانتی‌متر شد و علی‌رغم کاهش طول ریشه‌چه در تیمارهای پیری زودرس بین تیمار پنج روز پیری زودرس و ده روز پیری زودرس تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی بین تیمار پانزده روز پیری زودرس با تیمار پنج روز و ده روز پیری زودرس تفاوت معنی‌داری وجود داشت. انصاری و شریف زاده (۲۰۱۳) و بولوچی و همکاران (۲۰۱۳) به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند. مطابق با نتایج این تحقیق مهاجری و همکاران (۱۳۹۶) اثر پیری تسریع شده را در گیاه لوبیا بررسی کردند. نتایج نشان داد که زوال بذر سبب کاهش درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، وزن خشک گیاهچه و طول ریشه‌چه در تیمارهای پیری زودرس نسبت به تیمار شاهد شد.

۴-۲-۴- طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر طول ساقه‌چه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین طول ساقه‌چه دو رقم در جدول (۴-۴) نشان داد که رقم ۷۰۴ میانگین طول ساقه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین طول ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۳/۶۱۸ سانتی‌متر) و میانگین طول ساقه‌چه رقم ۲۶۰ برابر ۲/۶۹۹ سانتی‌متر بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که از نظر طول ساقه‌چه بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین طول ساقه‌چه در تیمارهای متفاوت پیری زودرس نسبت به تیمار بدون پیری (جدول ۴-۵) نشان داد که در شرایط بدون پیری میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت ۳/۹۸ سانتی‌متر بود و با اعمال تیمار پیری زودرس در ۵ روز میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت کاهش یافت ولی تفاوت با شاهد معنی‌دار نبود. با افزایش مدت زمان پیری زودرس (۱۰ و ۱۵ روز) کاهش

معنی‌داری در میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت مشاهده شد. میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت در پنج روز ۳/۷۸ سانتی‌متر، در ده روز ۲/۸۳ سانتی‌متر و در پانزده روز پیری ۲/۱۰ سانتی‌متر شد. علی‌رغم این کاهش طول ساقه‌چه ارقام ذرت در تیمارهای پیری زودرس، بین تیمار شاهد و پنج روز پیری زودرس تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی بین تیمار پنج روز پیری زودرس با تیمار ده روز پیری زودرس تفاوت معنی‌دار وجود داشت و بین تیمار ده روز پیری زودرس با تیمار پانزده روز پیری زودرس تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. این نتایج با تحقیقات عیسوند و فرج‌الهی (۱۳۹۶) در رابطه با اثر پیری زودرس بر گیاه مریم‌گلی منطبق است.

۴-۲-۵- وزن تر ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر وزن تر ریشه‌چه بین دو رقم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین وزن تر ریشه‌چه دو رقم در جدول (۴-۴) نشان داد که رقم ۲۶۰ میانگین وزن تر ریشه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۷۰۴ دارد. میانگین وزن تر ریشه‌چه رقم ۷۰۴ برابر ۰/۱۶۳ گرم و میانگین وزن تر ریشه‌چه رقم ۲۶۰ برابر ۰/۲۴۰ گرم بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر وزن تر ریشه‌چه بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰، ۱۵ روز) تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن تر ریشه‌چه در تیمارهای متفاوت پیری زودرس نسبت به تیمار بدون پیری (شاهد) (جدول ۴-۵) نشان داد که در شرایط بدون پیری میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ۰/۲۳۴ گرم بود با اعمال تیمار پیری زودرس در ۵ روز میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت کاهش یافت ولی تفاوت با شاهد معنی‌دار نبود و با افزایش مدت زمان پیری زودرس (۱۰ روز و ۱۵ روز) کاهش معنی‌داری در میانگین وزن تر ریشه‌چه مشاهده شد. میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت، در تیمار پنج روز پیری ۰/۲۲۲ گرم، در تیمار ده روز پیری ۰/۱۹۱ گرم و در تیمار پانزده روز پیری ۰/۱۶۲ گرم شد. با وجود کاهش وزن تر ریشه‌چه در تیمارهای پیری زودرس، بین تیمار شاهد و پنج روز تفاوت

معنی‌داری مشاهده نشد ولی بین تیمار پنج روز پیری زودرس با تیمار ده روز و پانزده روز پیری زودرس تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. همچنین، بین تیمار ده روز پیری زودرس با تیمار پانزده روز پیری زودرس تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

۴-۲-۶- وزن تر ساقه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و پیری زودرس بر وزن تر ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. (جدول ۳-۴). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس از نظر وزن تر ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳-۴). این امر حاکی از واکنش‌های متفاوت دو رقم در تیمارهای متفاوت پیری زودرس بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر وزن تر ساقه‌چه (جدول ۴-۶) نشان داد که در تیمار بدون پیری تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شد. میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰ برابر ۰/۱۹۱ گرم و میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴ برابر ۰/۱۶۱ گرم بود. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت شرایط پیری زودرس قرار گرفتند وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۲ گرم) نسبت به شاهد کاهش یافت و وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۱ گرم) نسبت به شاهد کاهش یافت. در پیری زودرس به مدت ده روز نیز وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۳ گرم) نسبت به تیمار ۵ روز پیری زودرس کاهش یافت و وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۱ گرم) نسبت به تیمار ۵ روز پیری زودرس کاهش یافت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس نشان داد که با افزایش مدت زمان پیری زودرس وزن تر ساقه‌چه ارقام ذرت کاهش یافت ولی کاهش وزن تر ساقه‌چه در رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس‌تر بود علت کاهش بیشتر وزن تر ساقه‌چه در تیمارهای پیری در رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ را می‌توان به بنیه پایین تر رقم ۲۶۰ نسبت داد.

۴-۲-۷- وزن خشک ریشه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و پیری زودرس بر وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. (جدول ۴-۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس از نظر وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۳). این امر حاکی از واکنش‌های متفاوت دو رقم در تیمارهای متفاوت پیری زودرس بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر وزن خشک ریشه‌چه (جدول ۴-۶) نشان داد که در تیمار بدون پیری تفاوت بین دو رقم معنی دار شد. میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۳۵۶ گرم) و میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۲۹۳ گرم) بود. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن خشک ریشه‌چه در هر دو رقم کاهش یافت ولی این کاهش وزن خشک ریشه‌چه در رقم ۲۶۰ محسوس‌تر بود. همچنین زمانی که بذرها در تیمار پانزده روز پیری زودرس قرار گرفتند وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ کاهش شدیدی نشان داد.

۴-۲-۸- وزن خشک ساقه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و پیری زودرس بر وزن خشک ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. (جدول ۴-۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس از نظر وزن خشک ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۳). این امر حاکی از واکنش‌های متفاوت دو رقم در تیمارهای متفاوت پیری زودرس بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر وزن خشک ساقه‌چه (جدول ۴-۶) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری)، تفاوت بین دو رقم معنی دار شد. میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۲۹۰ گرم) و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۱۹۷ گرم) بود. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند، میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۰۲ گرم)

(نسبت به شاهدکاهش یافت و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۰۱ گرم) نسبت به شاهدکاهش نشان داد. ولی رقم ۲۶۰ باوجود کاهش وزن خشک ساقه‌چه در ۵ روز تفاوت معنی داری با شاهد نداشت. در تیمار پیری زودرس ده روز میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۰۵ گرم) و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۰۲ گرم) کاهش یافت. نتایج نشان داد که در تیمار پنج روز و ده روز پیری زودرس در رقم ۲۶۰ وزن خشک ساقه‌چه کاهش محسوس‌تری را نسبت به وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴ نشان داد ولی در تیمار پانزده روز پیری زودرس میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۰۱ گرم) کاهش یافت و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۰۲ گرم) کاهش یافت. دراین ارتباط باسراو همکاران (۲۰۰۳) در رابطه با ارزیابی زوال بذرهای پنبه نتایج مشابهی را ارائه کردند. آنها علت کاهش درصد جوانه‌زنی را به کاهش بنیه بذرها در طول نگهداری تحت رطوبت و حرارت بالا نسبت دادند.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که نگهداری بذرهای ارقام ذرت دما و رطوبت بالا سبب افزایش زوال بذر و کاهش بنیه بذر می‌شود. در اثر کاهش بنیه، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه، وزن‌تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت. اما این میزان کاهش در ارقام مختلف یکسان نبود. رقم ۷۰۴ تحت تیمارهای پیری زودرس شاخص‌های جوانه‌زنی بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد که علت این واکنش بنیه بالاتر رقم ۷۰۴ نسبت به رقم ۲۶۰ بود.

۴-۳- بررسی اثر هورمون سیتوکینین بر بذرهای زوال یافته ارقام ذرت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس این آزمایش در جدول (۴-۷) آمده است. بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های آماری (جدول ۴-۷) تمام اثرات اصلی بر کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن‌تر ریشه‌چه، وزن‌تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه) به جزء اثر رقم بر وزن خشک ریشه‌چه معنی‌دار شدند. در

میان اثرات متقابل اثر رقم و پیری زودرس برای کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار شدند. سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه برای صفات مورد مطالعه در جوانه‌زنی معنی‌دار نشدند.

۴-۳-۱- درصد جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس از نظر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر درصد جوانه‌زنی (جدول ۴-۸) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری) تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شد. میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۲۶۰، ۹۱/۲۵ درصد و میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۷۰۴، ۹۳/۷۰ درصد بود. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۲۶۰، ۲۱ درصد کاهش یافت و میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۷۰۴، ۱۶ درصد کاهش داشت. زمانی که بذرها به مدت ده روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۲۶۰، ۱۶ درصد کاهش یافت و میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۷۰۴، ۲۳ درصد کاهش یافت و در تیمار پیری زودرس، پانزده روز میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۲۶۰، ۲۴ درصد کاهش یافت و میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۷۰۴، ۲۲ درصد کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تیمار پنج روز و پانزده روز پیری زودرس میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۲۶۰ کاهش محسوس‌تری را نسبت به رقم ۷۰۴ نشان داد و در تیمار ده روز پیری زودرس، میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۷۰۴ کاهش محسوس‌تری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف کاربرد هورمون سیتوکینین بر صفت درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت تحت تیمار با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) (جدول ۴-۱۲) نشان داد که در غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت ۶۰/۴۷ درصد بود و در غلظت ۵۰ میکرومول میانگین درصد

جوانه‌زنی ارقام ۶۱/۵۶ درصد بود که با وجود افزایش درصد جوانه‌زنی در غلظت ۵۰ میکرومول کاربرد هورمون سیتوکینین، این دو سطح (سطح شاهد و ۵۰ میکرومول) تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. با افزایش غلظت هورمون سیتوکینین به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت افزایش یافت و در غلظت ۱۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت به ۶۸/۵۶ درصد رسید. نتایج این آزمایش نشان داد که هورمون پرایمینگ سبب ترمیم زوال بذر در ارقام ذرت شد.

۴-۳-۲- سرعت جوانه زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس از نظر صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۷).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر صفت سرعت جوانه زنی (جدول ۴-۸) نشان داد که در تیمار بدون پیری زودرس (شاهد) تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شد. میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۲۶۰ برابر ۲۲/۱۱ بذر در روز و میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۷۰۷ برابر ۲۵/۶۹ بذر در روز بود. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۲۶۰ به میزان (۶/۲) و میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۷۰۴ به میزان (۴/۲) بذر در روز کاهش یافت. زمانی که بذرها به مدت ده روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۲۶۰ به میزان (۲) واحد و میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۷۰۴ به میزان (۳) واحد کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تیمار پانزده روز پیری زودرس نیز میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۲۶۰ (۳) واحد و رقم ۷۰۴ (۲) واحد کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تیمار ۵، ۱۰، ۱۵ روز پیری زودرس میانگین سرعت جوانه زنی رقم ۲۶۰ کاهش محسوس‌تری را نسبت به رقم ۷۰۴ نشان داد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هورمون سیتوکینین اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر صفت سرعت جوانه زنی داشت (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی

ارقام ذرت تیمار شده با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۴-۱۲) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول (شاهد) میانگین سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت ۱۵/۱۳ بود و در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول میانگین سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت به ترتیب به ۱۷/۲۴، ۱۹/۶۱ و ۲۱/۹ بذر در روز رسید، که در غلظت ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول با توجه به افزایش سرعت جوانه ارقام ذرت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. زمانی که بذرهای با بنیه‌های متفاوت با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین تیمار شدند با افزایش غلظت هورمون سیتوکینین میانگین سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت. محققین نشان داده‌اند که بکاربردن هورمون‌هایی مثل جیبرلین، سیتوکینین و اتیلن سبب بالارفتن بنیه بذرهای زوال یافته می‌شود (هارینگتون، ۱۹۷۳ و پریستلی، ۱۹۸۶). افزایش سرعت جوانه‌زنی در بذرهای پیر شده تیمار شده با هورمون سیتوکینین را می‌توان به افزایش جنبه‌های مختلفی از متابولیسم به ویژه فعالیت هیدرولیتیک نسبت داد.

۴-۳-۳- طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر طول ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر طول ساقه‌چه (جدول ۴-۹) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری) تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شد. میانگین طول ساقه‌چه رقم ۲۶۰ برابر ۳/۸۷ سانتی‌متر و میانگین طول ساقه‌چه رقم ۷۰۴ برابر ۵ سانتی‌متر بود. زمانی که بذرهای به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین طول ساقه‌چه رقم ۲۶۰ ۰/۵۴ سانتی‌متر و میانگین طول ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۶۸ سانتی‌متر کاهش یافت. زمانی که بذرهای به مدت ده روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین طول ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۷۷ سانتی‌متر و میانگین طول ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۸۹ سانتی‌متر کاهش یافت و زمانی که بذرهای به مدت پانزده روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین طول ساقه‌چه رقم ۲۶۰،

۰/۶۴ سانتی متر و میانگین طول ساقه چه رقم ۰/۷، ۷۰۴، ۰/۷ سانتی متر کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاهش طول ساقه چه در تیمارهای ۵ روز، ۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس در رقم ۷۰۴ نسبت به رقم ۲۶۰ محسوس تر بود.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطح مختلف هورمون سیتوکینین تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد از نظر طول ساقه چه وجود داشت (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین طول ساقه چه ارقام ذرت تیمار شده با غلظت های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۴-۱۲) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول هورمون سیتوکینین (شاهد) میانگین طول ساقه چه ارقام ذرت ۳/۱۴ سانتی متر بود. با افزایش غلظت هورمون به ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میکرومول میانگین طول ساقه چه ارقام به ترتیب به ۳/۲۷، ۳/۵۰ و ۳/۷۴ سانتی متر رسید که سطوح شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول هورمون سیتوکینین از نظر میانگین طول ساقه چه تفاوت معنی داری ندارند.

۴-۳-۵- طول ریشه چه:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس در سطح احتمال یک درصد اثر معنی داری بر صفت طول ریشه چه داشت (جدول ۴-۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر صفت طول ریشه چه (جدول ۴-۹) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری زودرس) تفاوت بین دو رقم معنی دار شد. میانگین طول ریشه چه رقم ۲۶۰، ۵/۰۸ سانتی متر و میانگین طول ریشه چه رقم ۷۰۴، ۶/۵۶ سانتی متر بود. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین طول ریشه چه رقم ۲۶۰، ۰/۷۷ سانتی متر و میانگین طول ریشه چه رقم ۷۰۴، ۱/۱۴ سانتی متر کاهش یافت. زمانی که بذرها به مدت ده روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین طول ریشه چه رقم ۲۶۰، ۰/۵ سانتی متر و میانگین طول ریشه چه رقم ۷۰۴، ۰/۴۹ سانتی متر کاهش یافت. زمانی که بذرها به مدت پانزده روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین طول ریشه چه رقم ۲۶۰، ۰/۸۶ سانتی متر و میانگین طول ریشه چه رقم ۷۰۴،

۱/۷۴ سانتی متر کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاهش طول ریشه چه در رقم ۷۰۴ نسبت به رقم ۲۶۰ محسوس تر بود.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف کاربرد هورمون سیتوکینین اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت طول ریشه چه داشت (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین طول ریشه چه ارقام ذرت تحت تیمار با غلظت های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۴-۱۲) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) میانگین طول ریشه چه ارقام ذرت ۴/۲۶ سانتی متر بود. با افزایش غلظت هورمون به ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میکرومول میانگین طول ساقه چه ارقام به ترتیب ۴/۴۸، ۴/۷۵ و ۵/۰۳ سانتی متر شد که سطوح شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول هورمون سیتوکینین از نظر میانگین طول ریشه چه تفاوت معنی داری نداشتند.

۴-۳-۶- وزن تر ریشه چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس در سطح احتمال یک درصد اثر معنی داری بر صفت وزن تر ریشه چه داشت (جدول ۴-۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر صفت وزن تر ریشه چه (جدول ۴-۱۰) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری زودرس) تفاوت بین دو رقم معنی دار شد.

میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۲۶۰، ۰/۲۹۷ گرم و میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۷۰۴، ۰/۲۲۹ گرم بود و رقم ۲۶۰ میانگین وزن تر ریشه چه بالاتری را نسبت به رقم ۷۰۴ نشان داد. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۲۸ گرم کاهش نشان داد و میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۴۲ گرم کاهش نشان داد. زمانی که بذرها به مدت ده روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۲۸ گرم و میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۲۱ گرم کاهش یافت. زمانی که بذرها به مدت پانزده روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۲۸ گرم و میانگین

وزن تر ریشه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۲۴ گرم کاهش یافت. نتایج نشان داد که در تیمار ۵ روز پیری زودرس وزن تر ریشه‌چه رقم ۷۰۴ کاهش محسوس تری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد. در تیمار ۱۰ روزه ۱۵ روز پیری زودرس کاهش وزن تر ریشه‌چه در هر دو رقم برابر بود.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هورمون سیتوکینین اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن تر ریشه‌چه داشت (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت تیمار شده با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۴-۱۲) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت ۰/۲۰۲ گرم بود و با افزایش غلظت هورمون به ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت افزایش یافت. به طوریکه در غلظت ۵۰ میکرومول میانگین وزن تر ریشه‌چه به ۰/۱۲۵ گرم رسید که بین سطح ۵۰ میکرومول و سطح شاهد تفاوت معنی‌داری دیده نشد و در غلظت ۱۵۰ میکرومول میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت به ۰/۲۳۷ گرم رسید که بین سطح ۱۵۰ میکرومول کاربرد هورمون و سطح ۱۰۰ میکرومول تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

۴-۳-۷- وزن خشک ریشه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر صفت وزن خشک ریشه‌چه داشت (جدول ۴-۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن خشک ریشه‌چه اثر متقابل رقم و پیری زودرس (جدول ۴-۱۱) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری زودرس) تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شد. میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۳۳ گرم و میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۳۹ گرم بود و رقم ۲۶۰ میانگین وزن خشک ریشه‌چه بالاتری را نسبت به رقم ۷۰۴ داشت. زمانی که بذرها به مدت ۵ روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۰۶ گرم کاهش یافت و میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۱۲ گرم کاهش یافت. زمانی که بذرها به مدت ۱۰ روز تحت تیمار

پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۰۴ گرم و میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۰۲ گرم) کاهش یافت و در تیمار ۱۵ روز پیری زودرس نیز میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۰۵ گرم و میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۰۲ گرم کاهش نشان داد. کاهش وزن خشک ریشه‌چه در تیمارهای پیری زودرس در رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس‌تر بود.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هورمون سیتوکینین اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن خشک ریشه‌چه داشت (جدول ۴-۷).

مقایسه میانگین وزن خشک ریشه‌چه ارقام ذرت تیمار شده با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۴-۱۲) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) میانگین وزن خشک ریشه‌چه ارقام ذرت ۰/۰۲۳۶ گرم بود و با افزایش غلظت هورمون سیتوکینین به ۵۰ میکرومول، میانگین وزن خشک ریشه‌چه به ۰/۰۲۶۳ گرم رسید که با سطح شاهد هورمون تفاوت معنی‌داری داشت. با افزایش غلظت هورمون به ۱۵۰ میکرومول میانگین وزن خشک ریشه‌چه ارقام ذرت افزایش یافت که با سطح ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول و سطح شاهد تفاوت معنی‌داری داشت.

۴-۳-۸- وزن خشک ساقه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر صفت وزن خشک ساقه‌چه داشت (جدول ۴-۷). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر وزن خشک ساقه‌چه (جدول ۴-۱۱) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری زودرس)، تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شد. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۰۵ گرم و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۰۴ گرم کاهش یافت. نتایج نشان داد که این کاهش در تیمار ۵ روز

پیری زودرس در هر دو رقم برابر بود. در تیمار پانزده روز پیری زودرس میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۰۱ گرم و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۰۲ گرم کاهش نشان داد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هورمون سیتوکینین اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن خشک ساقه‌چه داشت (جدول ۴-۷). مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت تیمار شده با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۴-۱۲) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت ۰/۰۱۹۹ گرم بود و با افزایش غلظت هورمون سیتوکینین به ۵۰ میکرومول میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت افزایش یافت و به ۰/۰۲۱۷ گرم رسید. با افزایش غلظت هورمون به ۱۰۰ میکرومول و ۱۵۰ میکرومول نیز میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت افزایش یافت ولی بین سطح ۱۰۰ میکرومول و ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین در ارقام ذرت تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

این بررسی نشان داد که نگهداری بذر تحت شرایط نامناسب سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، و وزن خشک ساقه‌چه، نسبت به نگهداری تحت شرایط بهینه می‌گردد. در این ارتباط کریشنان و همکاران (۲۰۰۳) علت کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای تحت حرارت و رطوبت بالا را به از دست رفتن قابلیت حیات بذر نسبت داده‌اند. همچنین کریشنان و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که از دست رفتن ساختار غشا سلولی سبب کاهش قابلیت حیات بذر می‌شود. هامپتون و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه بر روی بذر نخود نتایج مشابهی را ارائه دادند. نتایج آنها نشان داد که افزایش مدت زمان نگهداری بذر تحت شرایط پیری زودرس سبب از دست رفتن قابلیت حیات بذر و افزایش زوال بذر می‌شود. محققین مختلفی نشان دادند که به کار بردن هورمون‌هایی مثل جیبرلین، سیتوکینین و اتیلن سبب بالا رفتن بنیه بذرهای زوال یافته می‌شود. (هارینگتون ۱۹۷۳، و پرستلی، ۱۹۸۶). زاده باقری

(۲۰۱۵) اثر سالیسیلیک اسید را بر روی بذره‌های ذرت تحت شرایط تنش مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید سبب افزایش درصد جوانه زنی در بذره‌های ذرت تیمار شده گردید. در این ارتباط لئو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که غلظت ۱۰ میکرومول هورمون سیتوکینین سبب افزایش مقاومت به تنش گرما می‌شود. در این مطالعه بهبود صفات جوانه‌زنی تحت شرایط تنش رطوبتی را می‌توان مرتبط با افزایش جذب آب توسط بذر دانست. کافمن و راس (۱۹۷۰) در تحقیقی افزایش جذب آب در تیمارهای کینتین را مرتبط با افزایش نفوذپذیری غشاء با افزایش مواد فعال اسمزی در داخل بذر دانستند. کانتو و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که تیمار بذره‌های پیر شده برنج با (ALA) سبب افزایش درصد جوانه زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت می‌گردد.

۴-۴- بررسی اثر هورمون جیبرلین بر بهبود بذره‌های زوال یافته ارقام ذرت

. نتایج حاصل از تجزیه واریانس این آزمایش در جدول (۴-۱۱) آمده است. بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های آماری (جدول ۴-۱۱) تمام اثرات اصلی به جزء اثر غلظت‌های هورمون جیبرلین بر طول ساقه چه و وزن خشک ساقه چه معنی‌دار شدند. در میان اثرات متقابل، اثر متقابل رقم و سطوح متفاوت پیری زودرس بر صفت وزن تر ساقه چه و وزن خشک ریشه چه و اثر متقابل پیری زودرس و غلظت‌های هورمون جیبرلین بر صفت سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شدند، سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه برای صفات مطالعه شده معنی‌دار نشد.

۴-۴-۱- درصد جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم از نظر درصد جوانه زنی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱۳). مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت تیمار شده با هورمون جیبرلین نشان داد که رقم ۷۰۴ تیمار شده با هورمون جیبرلین میانگین درصد جوانه‌زنی بالا تر و معنی‌داری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین درصد جوانه‌زنی رقم ۷۰۴، ۶۵ درصد و میانگین درصد جوانه زنی رقم ۲۶۰، ۵۸ درصد بود (جدول ۴-۱۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای متفاوت پیری زودرس نسبت به تیمارشاهد (بدون پیری زودرس) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری زودرس) میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ۹۳/۱۳ درصد بود و با افزایش مدت زمان پیری (جدول ۴-۱۵) (۵، ۱۰ و ۱۵ روز) کاهش معنی‌داری در میانگین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. به طوریکه در پنج روز پیری میانگین درصد جوانه‌زنی به ۷۳/۴۷ درصد و در ده روز و پانزده روز پیری به ترتیب به ۵۱/۳۳ درصد و ۲۸/۵۶ درصد رسید.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هورمون جیبرلین اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت درصد جوانه‌زنی داشت (جدول ۴-۱۱). مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت تیمارشده با غلظت‌های متفاوت هورمون جیبرلین (جدول ۴-۱۶) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت ۶۰ درصد بود و با افزایش غلظت هورمون جیبرلین به ۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت به ۶۱ درصد رسید که بین سطح شاهد و سطح ۵۰ میکرومول هورمون تفاوت معنی‌داری دیده نشد. با افزایش غلظت هورمون به ۱۰۰ میکرومول، میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت به ۶۳ درصد رسید که با سطح ۵۰ میکرومول و سطح شاهد (عدم کاربرد هورمون) تفاوت معنی‌داری داشت و با افزایش غلظت هورمون به ۱۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت افزایش یافت و به ۶۵ درصد رسید.

۴-۴-۲- سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم از نظر سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱۳). مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت

تیمارشده با هورمون جیبرلین نشان داد که رقم ۷۰۴ تحت تیمار با هورمون جیبرلین میانگین سرعت جوانه‌زنی بالاتر و معنی‌داری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۷۰۴، ۱۹/۸۹ و میانگین سرعت جوانه‌زنی رقم ۲۶۰، ۱۵ بذردر روز بود (جدول ۴-۱۴).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل پیری زودرس و غلظت‌های هورمون جیبرلین برصفت سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و غلظت‌های هورمون جیبرلین (جدول ۴-۱۷) نشان داد که بالاترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) مربوط به تیمار بدون پیری است و با اعمال تیمار پیری زودرس (۵ روز، ۱۰ روز و ۱۵ روز) سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت، بطوریکه در تیمار پانزده روز پیری زودرس میانگین سرعت جوانه‌زنی به ۱۰/۶۲ بذر در روز رسید. هم‌چنین با افزایش غلظت هورمون به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول در تیمارهای پیری زودرس میانگین سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و بالاترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۱۵۰ میکرومول و تیمار بدون پیری به میزان ۲۶/۹۲ بذر در روز مشاهده شد. نتایج نشان داد که اعمال تیمارهای پیری زودرس سبب کاهش بنیه ارقام و افزایش زوال بذر و کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌شود و تیمار بذرها با غلظت‌های متفاوت هورمون جیبرلین سبب ترمیم کاهش بنیه و زوال بذر شد. غلظت‌های بالاتر هورمون جیبرلین اثر بیشتری در ترمیم بنیه بذر داشتند.

۴-۴-۳- طول ریشه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم از نظر طول ریشه‌چه تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱۳). مقایسه میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت تیمارشده با هورمون جیبرلین نشان داد که رقم ۷۰۴ تحت تیمار با هورمون جیبرلین میانگین طول ریشه‌چه بالاتر و معنی‌داری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین طول ریشه‌چه رقم ۷۰۴، ۳/۹۰ سانتی‌متر و میانگین طول ریشه‌چه رقم ۲۶۰، ۲/۹۳ سانتی‌متر بود (جدول ۴-۱۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد برای صفت طول ریشه‌چه وجود داشت (جدول ۴-۱۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین طول ریشه‌چه در تیمارهای متفاوت پیری زودرس نسبت به تیمارشاهد (بدون پیری زودرس) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری زودرس) میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت ۵/۶۸ سانتی‌متر بود و با افزایش مدت زمان پیری زودرس (۵، ۱۰ و ۱۵ روز) کاهش معنی‌داری در میانگین طول ریشه‌چه مشاهده شد. به طوریکه در تیمار پنج روز پیری میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت به ۴/۷۹ سانتی‌متر رسید و در تیمارده روز و پانزده روز به ترتیب به ۴/۲۳ سانتی‌متر و ۳/۳۲ سانتی‌متر رسید که سطوح مختلف پیری زودرس تفاوت معنی‌داری از نظر طول ریشه‌چه با همدیگر داشتند (جدول ۴-۱۵).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هورمون جیبرلین اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت طول ریشه‌چه داشت (جدول ۴-۱۳).

مقایسه میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت تیمار شده با غلظت‌های متفاوت هورمون جیبرلین (جدول ۴-۱۶) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت ۴/۲۶ سانتی‌متر بود و با افزایش غلظت هورمون جیبرلین به ۵۰ میکرومول میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت به ۴/۳۶ سانتی‌متر رسید و با افزایش غلظت هورمون جیبرلین به ۱۰۰ میکرومول میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت به ۴/۵۹ سانتی‌متر رسید که با سطح ۵۰ میکرومول هورمون تفاوت معنی‌داری نداشت و با افزایش غلظت هورمون به ۱۵۰ میکرومول، میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت به ۴/۵۸ سانتی‌متر رسید که با سطح ۱۰۰ میکرومول تفاوت معنی‌داری داشت. بالاترین طول ریشه‌چه در غلظت ۱۵۰ میکرومول بود که تفاوت معنی‌داری با غلظت شاهد (عدم کاربرد هورمون) داشت.

۴-۴-۴- طول ساقه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم از نظر طول ساقه چه تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱۳). مقایسه میانگین طول ساقه چه ارقام ذرت تیمارشده با هورمون جیبرلین نشان داد که رقم ۷۰۴ تحت تیمار با هورمون جیبرلین میانگین طول ساقه‌چه بالاتر و معنی‌داری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین طول ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۳۸/۹ سانتی‌متر و میانگین طول ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۲/۸۰ سانتی‌متر بود (جدول ۴-۱۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد برای صفت طول ساقه چه وجود داشت (جدول ۴-۱۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین طول ساقه‌چه در تیمارهای متفاوت پیری زودرس نسبت به تیمارشاهد (بدون پیری زودرس) نشان داد که در شرایط شاهد میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت ۴/۲۶ سانتی‌متر بود، زمانی که بذرها تحت تیمار پنج روز پیری زودرس قرار گرفتند میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت کاهش یافت و به ۳/۸۱ سانتی‌متر رسید که با تیمار شاهد (بدون پیری زودرس) تفاوت معنی‌داری نداشت. زمانی که بذرها تحت شرایط ده روز و پانزده روز پیری زودرس قرار گرفتند به ترتیب میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت به ۲/۹۶ سانتی‌متر و ۲/۱۳ سانتی‌متر رسید که نسبت به تیمار پنج روز پیری زودرس میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت کاهش یافت (جدول ۴-۱۵). در این ارتباط کوماری و همکاران (۲۰۱۷) اثر پرایمینگ با جیبرلیک اسید، آسکوربیک اسید و سالیسیلیک اسید را بر روی بذرهای ذرت مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که پرایمینگ سبب افزایش طول گیاهچه، طول ساقه‌چه و بنیه در بذرهای ذرت شد.

۴-۴-۵- وزن تر ریشه چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم از نظر وزن تر ریشه چه تفاوت معنی دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱۳) مقایسه میانگین کل وزن تر ریشه چه ارقام ذرت تیمار شده با هورمون جیبرلین نشان داد که رقم ۲۰۶ تحت تیمار با هورمون جیبرلین میانگین وزن تر ریشه چه بالاتر و معنی داری را نسبت به رقم ۷۰۴ داشت. میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۲۶۰، ۰/۲۵۲ گرم و میانگین وزن تر ریشه چه رقم ۷۰۴، ۰/۱۷۴ گرم بود (جدول ۴-۱۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد برای صفت وزن تر ریشه چه وجود داشت (جدول ۴-۱۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن تر ریشه چه در تیمارهای متفاوت پیری زودرس نسبت به تیمار شاهد نشان داد که در تیمار شاهد میانگین وزن تر ریشه چه ارقام ذرت ۰/۲۵۳ گرم بود و با افزایش مدت زمان پیری زودرس (۵، ۱۰ و ۱۵ روز) کاهش معنی داری در میانگین وزن تر ریشه چه مشاهده شد. به طوری که در تیمار پنج روز میانگین وزن تر ریشه چه ارقام ذرت به ۰/۲۲۵ گرم رسید که با تیمار شاهد (بدون پیری) تفاوت معنی داری داشت. با اعمال تیمار پیری زودرس در ده و پانزده روز میانگین وزن تر ریشه چه ارقام ذرت کاهش بیشتری را نشان داد و به ترتیب به ۰/۱۹۹ گرم و ۰/۱۷۶ گرم رسید (جدول ۴-۱۵).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هورمون جیبرلین اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن تر ریشه چه داشت (جدول ۴-۱۳).

مقایسه میانگین وزن تر ریشه چه ارقام ذرت تحت تیمار با غلظت های متفاوت هورمون جیبرلین (جدول ۴-۱۴) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر (عدم کاربرد هورمون) میانگین وزن تر ریشه چه ارقام ذرت ۰/۲۰۳ گرم بود و با افزایش غلظت هورمون جیبرلین به ۵۰ میکرومول میانگین وزن تر ریشه چه ارقام ذرت به ۰/۲۰۹ گرم رسید ولی بین تیمار ۵۰ میکرومول

هورمون جیبرلین و تیمار صفر (عدم کاربرد هورمون) تفاوت معنی‌داری دیده نشد. با افزایش غلظت هورمون جیبرلین به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول به ترتیب میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت به ۰/۲۱۷ گرم و ۰/۲۲۸ گرم رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین وزن تر ریشه‌چه در غلظت ۱۵۰ میکرومول هورمون مشاهده شد. شریعتمداری و همکاران (۲۰۱۷) اثر هورمون پرایمینگ با جیبرلیک اسید را بر روی بذره‌های نخود تحت شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که پرایمینگ با جیبرلیک اسید نقش مهمی در ایجاد تحمل به تنش در بذره‌های نخود دارد.

۴-۴-۶- وزن تر ساقه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس بر صفت وزن تر ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس (جدول ۴-۱۸) نشان داد که میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۱۹۹ گرم و میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۱۶۸ گرم بود. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت شرایط پیری زودرس قرار گرفتند، میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۲۸ گرم و وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۱۴ گرم کاهش یافت. در تیمار پیری زودرس به مدت ده روز نیز وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۲ گرم و وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۱ گرم کاهش یافت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس نشان داد که با افزایش مدت زمان پیری زودرس، وزن تر ساقه‌چه ارقام ذرت کاهش یافت و لی‌کاهش وزن تر ساقه‌چه در رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس‌تر بود و در تیمار ۱۵ روز پیری زودرس کاهش میانگین وزن تر ساقه‌چه در هر دو رقم به یک نسبت کاهش یافت.

مقایسه میانگین وزن تر ساقه‌چه ارقام ذرت تیمار شده با غلظت‌های متفاوت هورمون جیبرلین (جدول ۴-۱۶) (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر (عدم کاربرد هورمون) میانگین وزن تر ساقه‌چه ارقام ذرت ۰/۱۴۹ گرم بود و با افزایش غلظت هورمون جیبرلین به ۵۰

میکرومول و ۱۵۰ میکرومول به ترتیب میانگین وزن تر ساقه چه ارقام ذرت به ۰/۱۵۲ گرم و ۰/۱۵۷ گرم رسید که با تیمار صفر (عدم کاربرد هورمون) تفاوت معنی داری نداشتند و با افزایش غلظت هورمون به ۱۵۰ میکرومول، میانگین وزن تر ساقه چه ارقام ذرت به ۰/۱۶۴ گرم رسید که با تیمار صفر (عدم کاربرد هورمون) و تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول تفاوت معنی داری داشت. بالاترین وزن تر ساقه چه در غلظت ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین مشاهده شد.

۴-۴-۷- وزن خشک ریشه چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس بر صفت وزن تر ساقه چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس (جدول ۴-۱۸) نشان داد زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن خشک ریشه چه در هر دورقم کاهش یافت ولی این کاهش در رقم ۲۶۰ محسوس تر بود. همچنین زمانی که بذرها در تیمار پانزده روز پیری زودرس قرار گرفتند، کاهش وزن خشک ریشه چه رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس تر بود.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هورمون جیبرلین اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن خشک ریشه چه داشت (جدول ۴-۱۳).

مقایسه میانگین وزن خشک ریشه چه ارقام ذرت تیمار شده با غلظت های متفاوت هورمون جیبرلین (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم کاربرد هورمون) میانگین وزن خشک ریشه چه ارقام ذرت ۰/۰۲۳۷ گرم بود. با اعمال تیمار هورمون جیبرلین در ۵۰ میکرومول میانگین وزن خشک ریشه چه ارقام ذرت افزایش یافت و به ۰/۰۲۵۲ گرم رسید که با تیمار شاهد (عدم کاربرد هورمون) تفاوت معنی داری نشان داد. با افزایش میزان هورمون جیبرلین در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول، میانگین وزن خشک ریشه چه ارقام ذرت افزایش یافت و به ترتیب به ۰/۰۲۶۹ و

۰/۰۲۸۵ گرم رسید. بالاترین وزن خشک ریشه‌چه ارقام ذرت در غلظت ۱۵۰ میکرومول بود که تفاوت معنی داری با غلظت شاهد داشت (جدول ۴-۱۶).

۴-۴-۸- وزن خشک ساقه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین دو رقم از نظر وزن خشک ساقه‌چه تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴-۱۳). مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت تیمارشده با هورمون جیبرلین نشان داد که رقم ۲۶۰ تیمارشده با هورمون جیبرلین میانگین وزن خشک ساقه‌چه بالاتر و معنی داری را نسبت به رقم ۷۰۴ داشت. میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰، ۰/۰۲۵ گرم و میانگین کل وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴، ۰/۰۲۰ گرم بود. (جدول ۴-۱۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف پیری زودرس (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد برای صفت وزن خشک ساقه‌چه وجود داشت (جدول ۴-۱۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه در تیمارهای متفاوت پیری نسبت به تیمار بدون پیری نشان داد که در تیمارشاهد میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت ۰/۰۲۶۵ گرم و زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت شرایط پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت به ۰/۰۲۳۷ گرم کاهش یافت که با سطح شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. زمانی که بذرها به مدت ده روز و پانزده روز تحت شرایط پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت کاهش یافت و به ترتیب به ۰/۰۲۲۹ و ۰/۰۱۷۶ گرم رسید (جدول ۴-۱۵).

تیمار بذر با بنیه‌های متفاوت توسط هورمون جیبرلین سبب ترمیم بنیه و زوال بذر شد. تحقیقات نشان داده‌اند که هورمون‌های گیاهی در ترمیم زوال بذر مؤثر هستند (کریشن، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ای توسط کلرکس و همکاران (۲۰۰۳) گزارش شد که در بذر موتانت‌های آرابیدوپسیس که فاقد ژن سنتز کننده آبسزیک اسید هستند تیمارهای پیری زودرس سبب کاهش قوه نامیه و بنیه بذر شد. آزادی و

همکاران (۲۰۰۳) اثر هورمون پرایمینگ را بر بذره‌های زوال یافته سورگوم بررسی کردند. پیری بذرها به مدت ۳ و ۶ روز سبب کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی در بذره‌های سورگوم شد و پرایمینگ بذره‌های زوال یافته با هورمون جیبرلین، سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید سبب ترمیم بذره‌های زوال یافته سورگوم گردید.

۴-۵- بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذره‌های ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت

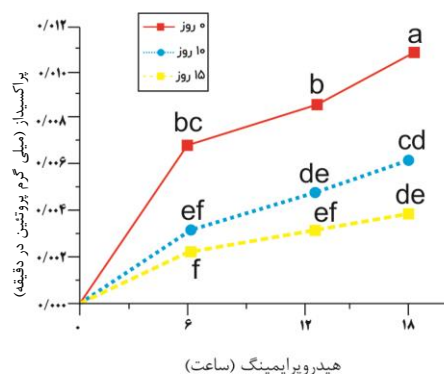
در مراحل اولیه جذب آب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم، پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ و اثر متقابل رقم و هیدروپرایمینگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. (جدول ۴-۱۷).

نتایج حاصل از تجزیه‌های آماری نشان داد که اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ در سطح یک درصد بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی دار شد (جدول ۴-۱۹).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ (شکل ۴-۱) نشان داد که در تیمار بدون پیری و ۶ ساعت هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز 0.00599 واحد آنزیمی گرم پروتئین در دقیقه بود و در تیمارهای ده روز پیری و پانزده روز پیری و ۶ ساعت هیدروپرایمینگ به ترتیب میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به 0.0026 و 0.0016 واحد آنزیمی گرم پروتئین در دقیقه رسید. با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ در تیمارهای بدون پیری و ۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش یافت به طوریکه در تیمار شاهد (بدون پیری) و ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به 0.0072 واحد آنزیمی گرم پروتئین در دقیقه رسید. این افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز همانند تیمار بدون پیری در تیمارهای ده روز و پانزده روز پیری زودرس با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۲ و ۱۸ ساعت افزایش یافت به طوریکه در تیمار ۱۵ روز پیری زودرس و ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز از 0.0016 واحد آنزیمی

برمیلی گرم پروتئین در دقیقه و به 0.0034 واحد آنزیمی برمیلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. نتایج مقایسه میانگین در شکل (۱-۴) نشان داد که بالاترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و بدون پیری برابر با 0.0103 واحد آنزیمی برمیلی گرم پروتئین در دقیقه بود.

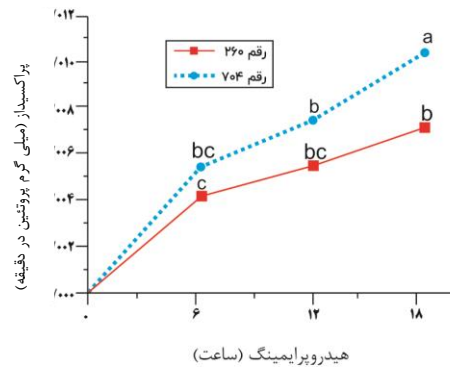


شکل ۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج حاصل از تجزیه‌های آماری نشان داد که اثر متقابل ارقام ذرت و هیدروپرایمینگ در سطح احتمال یک درصد بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی‌دار شد (جدول ۴-۱۹).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و مدت زمان هیدروپرایمینگ (شکل ۴-۲) نشان داد که در زمان ۶ ساعت هیدروپرایمینگ تفاوت میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز بین دو رقم معنی‌دار نبود. در رقم ۲۶۰ با ۶ ساعت هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز آن برابر با 0.0029 واحد آنزیمی برمیلی گرم پروتئین در دقیقه و در رقم ۷۰۴ در ۶ ساعت هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز آن برابر با 0.0038 واحد آنزیمی برمیلی گرم پروتئین در دقیقه بود. با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۶ ساعت و ۱۲ ساعت، میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز در هر دو رقم افزایش یافت به طوریکه با ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در رقم ۲۶۰ به 0.0038 واحد آنزیمی برمیلی گرم پروتئین در دقیقه رسید که میزان فعالیت آنزیم در این

سطح با میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز رقم ۷۰۴ در سطح ۶ ساعت هیدروپرایمینگ تفاوت معنی داری نداشت.



شکل ۲-۴ مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

همچنین با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۸ ساعت، میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز در هردو رقم افزایش یافت به طوریکه در ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز در رقم ۲۶۰ به ۰/۰۰۴۹ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید که میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در این تیمار با میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در رقم ۷۰۴ در تیمار ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ تفاوت معنی داری نداشت.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سایر اثرات متقابل شامل اثر متقابل رقم و پیری زودرس و همچنین اثر متقابل سه گانه رقم و هیدروپرایمینگ و پیری زودرس از لحاظ فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی دار نشد (جدول ۴-۱۹). نجفی نوایی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که با افزایش سطح زوال بذر میزان پراکسیداسیون لیپیدها افزایش و میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیدازو کاتالاز کاهش یافت.

در این ارتباط ورما و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای بر روی بذرهای زوال یافته کلزا نتایج مشابهی را ارائه دادند و گزارش کردند که در اثر زوال بذر همچنان که درصد جوانه زنی کاهش می‌یابد، فعالیت

آنزیم پراکسیداز نیز کاهش می‌یابد. برنال و همکاران (۲۰۰۰) نیز گزارش کردند که در بذر ذرت، فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذرهای پیرشده پایین است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که نقش آنزیم پراکسیداز در اثر زوال بذر با اهمیت می‌باشد. همچنین میزان فعالیت این آنزیم در مراحل اولیه جوانه‌زنی در هر دو رقم با بنیه پایین کاهش یافت. با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم در هر دو رقم افزایش یافت ولی میزان افزایش فعالیت در رقم ۷۰۴ از رقم ۲۶۰ بالاتر بود. بذر با بنیه بالاتر می‌تواند رادیکال‌های آزاد را که اثرات تخریبی بر رشد جنین دارند در سطح بهینه حفظ کند.

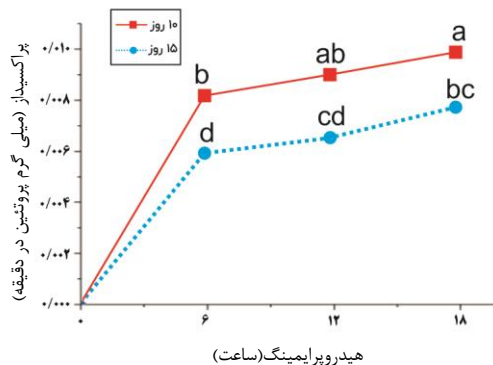
۴-۶- بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز بذرهای پیر تیمارشده ارقام ذرت با

هورمون سیتوکینین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی هیدرو پرایمینگ، پیری زودرس، هورمون و رقم بر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل هیدروپرایمینگ و پیری زودرس، هیدرو پرایمینگ و هورمون و هیدروپرایمینگ و رقم از نظر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۰).

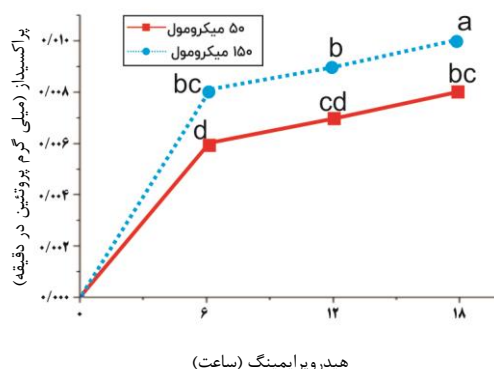
نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل هیدروپرایمینگ و پیری زودرس در بذرهای تیمارشده با هورمون سیتوکینین (شکل ۴-۳) نشان داد که بذرهای زوال یافته زمانی که با هورمون سیتوکینین تیمار می‌شوند و به مدت ۶ ساعت هیدروپرایم می‌شوند میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در آنها در شرایط پیری زودرس ده روز، $0/0083$ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه و در شرایط پیری زودرس پانزده روز، $0/0060$ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود. افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۲ ساعت و ۱۸ ساعت میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز را افزایش داد به طوریکه در شرایط پیری زودرس ده روز و پانزده روز به ترتیب میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ به $0/0092$ و $0/0060$ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید و این افزایش

فعالیت آنزیم پراکسیداز در ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ نیز دیده شد و بالاترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و تیمار پیری زودرس ده روز بود.



شکل ۳-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم پراکسیداز در بذرهای تیمار شده با هورمون سیتوکینین

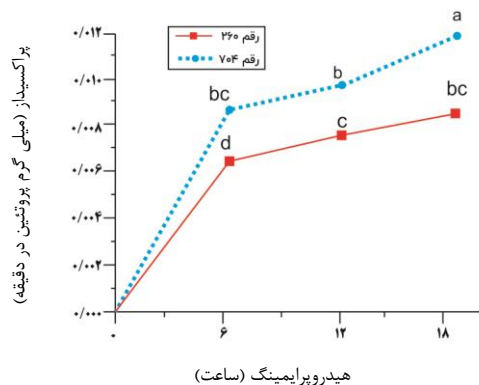
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل مدت زمان هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون سیتوکینین از نظر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۰). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون (شکل ۴-۴) نشان داد که در تیمار ۶ ساعت هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون سیتوکینین ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به ترتیب ۰/۰۰۵۹ و ۰/۰۰۸۰ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود. با افزایش ساعت هیدروپرایمینگ به ۱۲ ساعت و ۱۸ ساعت میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز بذرهای ذرت تحت تیمار با هورمون سیتوکینین افزایش یافت. به طوریکه در تیمار ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به ترتیب به ۰/۰۰۶۹ و ۰/۰۰۸۹ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. بالاترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون ۱۵۰ میکرومول مشاهده شد.



شکل ۴-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل هیدروپراکسید و غلظت هورمون سیتوکینین بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل مدت زمان هیدروپراکسید و رقم تیمار شده با هورمون سیتوکینین از نظر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۰).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان هیدروپراکسید و رقم تیمار با هورمون سیتوکینین (شکل ۴-۵) نشان داد که در ۶ ساعت هیدروپراکسید میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به ترتیب در رقم ۲۶۰ و ۷۰۴ برابر با ۰/۰۰۶۰ و ۰/۰۰۸۰ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود. با افزایش مدت زمان هیدروپراکسید به ۱۲ ساعت و ۱۸ ساعت میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در هر دو رقم افزایش یافت به طوریکه در ۱۸ ساعت هیدروپراکسید میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در رقم ۲۶۰ به ۰/۰۰۷۹ و در رقم ۷۰۴ به ۰/۰۱۱۱ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید.



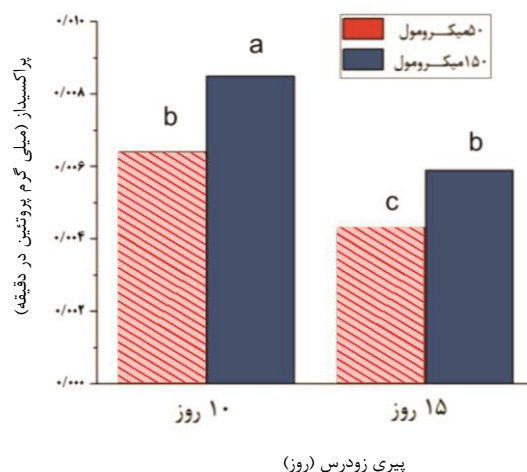
شکل ۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام و هیدروپراکسید بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سایر اثرات متقابل دوگانه، پیری زودرس و غلظت هورمون، پیری زودرس و رقم، غلظت هورمون و رقم و همچنین اثرات متقابل سه گانه، و اثر متقابل چهارگانه معنی دار نبود (جدول ۴-۲۰).

۴-۷- بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز بذره‌های پیر تیمار شده ارقام ذرت با

هورمون جیبرلین

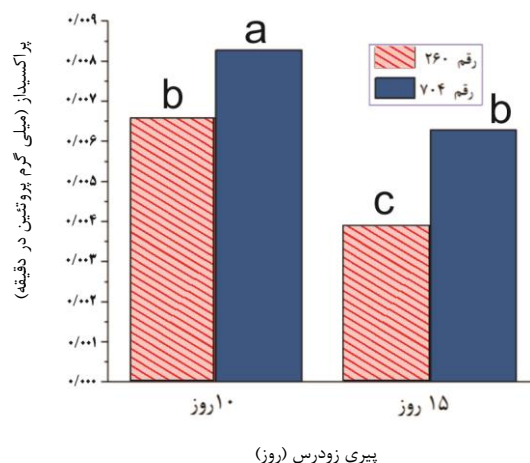
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی هیدرو پرایمینگ، پیری زودرس، هورمون و رقم بر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل پیری زودرس و غلظت هورمون جیبرلین و اثر متقابل پیری زودرس و رقم از نظر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و غلظت هورمون جیبرلین (شکل ۴-۶) نشان داد که در تیمار پیری زودرس ده روز و غلظت هورمون جیبرلین ۵۰ میکرومول و ۱۵۰ به ترتیب فعالیت آنزیم پراکسیداز به ۰/۰۰۶۴ و ۰/۰۰۸۵ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید و در تیمار پیری زودرس پانزده روز و غلظت ۵۰ میکرومول و ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین به ترتیب میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به ۰/۰۰۴۳ و ۰/۰۰۵۹ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار پیری زودرس ده روز و غلظت هورمون ۱۵۰ میکرومول بود. همچنین افزایش مدت زمان پیری زودرس سبب کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز شد و افزایش غلظت هورمون جیبرلین این کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز را جبران کرد.



شکل ۴-۶- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و غلظت هورمون جیبرلین بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل پیری زودرس و رقم تیمار شده با هورمون جیبرلین از نظر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۱).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و رقم تیمار شده با هورمون جیبرلین (شکل ۴-۷) نشان داد که در بذره‌های تیمار پیری زودرس ده روز، تیمار شده با هورمون جیبرلین در رقم ۲۶۰ و ۷۰۴ به ترتیب به ۰/۰۰۶ و ۰/۰۰۸۳ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. در تیمار پانزده روز پیری زودرس میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در هر دو رقم کاهش یافت و در رقم ۲۶۰ میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به ۰/۰۰۳۹ و در رقم ۷۰۴ به ۰/۰۰۶۳ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. نتایج نشان داد که اعمال تیمارهای پیری زودرس سبب کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز شد و این کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز در رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس تر بود.



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و ارقام بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

خواجه و همکاران (۲۰۱۵) اثر هورمون پرایمینگ را بر روی بذره‌های زوال یافته گلرنگ مورد بررسی قرار دادند. تیمار با هورمون جیبرلین سبب افزایش فعالیت آنزیمی در بذره‌های زوال یافته شد.

۴-۸- بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز در بذره‌های ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت در

مراحل اولیه جذب آب

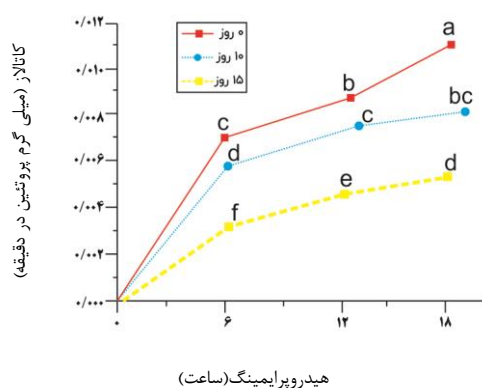
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم، پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی بر فعالیت آنزیم کاتالاز معنی‌دار شد و اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۱۹).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف پیری زودرس از نظر فعالیت آنزیم کاتالاز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند (جدول ۴-۱۹).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف پیری زودرس (جدول ۴-۲۲) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری زودرس) میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز ارقام ذرت ۰/۱۴۵ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود. با اعمال تیمار پنج روز پیری زودرس میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام

ذرت کاهش یافت و به ۰/۱۱۳ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید و با افزایش اعمال تیمار پیری زودرس به پانزده روز میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام ذرت به ۰/۰۷۴ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. نتایج حاصل از مقایسات میانگین نشان داد که اعمال تیمارهای پیری زودرس سبب کاهش قابل توجه فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام ذرت شد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل هیدروپرایمینگ و پیری زودرس بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۱۹). نتایج (شکل ۴-۸) نشان داد که در تیمار بدون پیری و ۶ ساعت هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ۰/۱۱۷ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه و در تیمار ده روز و پانزده روز پیری زودرس به ترتیب به ۰/۰۹۵ و ۰/۰۵۵ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. با افزایش ساعت هیدروپرایمینگ به ۱۲ ساعت و ۱۸ ساعت میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار بدون پیری و تیمارهای ۱۰ روز و ۱۵ روز پیری افزایش یافت. به طوریکه در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و تیمار شاهد، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز به ۰/۱۷۵ و در تیمارهای ۱۰ روز و ۱۵ روز در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ به ترتیب به ۰/۱۲۸ و ۰/۰۹۳ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید.



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم کاتالاز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سایر اثرات متقابل شامل اثر متقابل رقم و پیری زودرس و اثر متقابل رقم و هیدروپرایمینگ و اثر متقابل سه گانه رقم، هیدروپرایمینگ و پیری زودرس بر فعالیت

آنزیم کاتالاز معنی دار نشدند (جدول ۴-۱۹). منصوری فر و همکاران (۲۰۱۵) فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت و شاخص های جوانه زنی بذرهای ذرت را تحت شرایط پیری زودرس مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که زوال بذر سبب کاهش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت و شاخص های جوانه زنی در بذرهای ذرت شد.

نتایج این بررسی با نتایج تحقیقات تیاراجه و کاپیلون (۲۰۱۵) مطابق بود. این محققین گزارش کردند که بنیه ضعیف بذر سبب کاهش شاخص های جوانه زنی و کاهش فعالیت آنزیمی بذرهای آفتابگردان شد. بگوم و همکاران (۲۰۱۴) اثر زوال بذر در بذرهای بادام زمینی را بر تغییرات آنزیمی مورد بررسی قرار دادند. زوال بذر سبب کاهش فعالیت آنزیم های کاتالاز و پراکسیداز و افزایش فعالیت آنزیم لیپاز شد.

۴-۹- بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز بذرهای پیر تیمار شده ارقام ذرت با هورمون

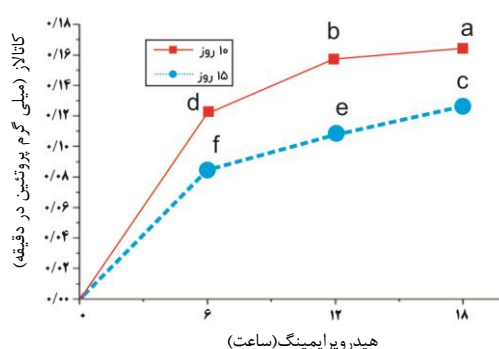
سیتوکینین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی هیدرو پرایمینگ، پیری زودرس، هورمون و رقم بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل هیدرو پرایمینگ و پیری زودرس، هیدرو پرایمینگ و هورمون از نظر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۰).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل هیدرو پرایمینگ و پیری زودرس در ارقام ذرت هورمون پرایم شده با سیتوکینین به لحاظ فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۴-۲۰).

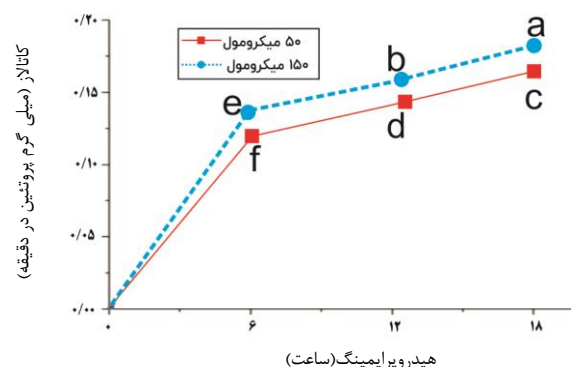
نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل هیدرو پرایمینگ و پیری زودرس ارقام ذرت هورمون پرایم با سیتوکینین (شکل ۴-۹) نشان داد که در تیمار ۶ ساعت هیدرو پرایمینگ و پیری زودرس ۱۰ روز

میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز ۰/۱۵۰ واحدآنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه و در تیمار ۶ ساعت هیدروپرایم و پیری زودرس ۱۵ روز، میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز به ۰/۱۷۰ واحدآنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۲ ساعت سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در هردو سطح (۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس) شد و فعالیت آنزیم کاتالاز در ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ و ۱۰ روز پیری زودرس به ۰/۱۷۲ واحدآنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه و در ۱۵ روز پیری زودرس به ۰/۱۲۸ واحدآنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۸ ساعت نیز میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در هر دو سطح پیری زودرس (۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس) افزایش یافت. و بالاترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و ده روز پیری زودرس برابر با ۰/۱۸۶ واحدآنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. با افزایش ساعت هیدروپرایمینگ به ۱۸ ساعت نیز میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در هردو سطح پیری زودرس (۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس) افزایش یافت. و بالاترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و ده روز پیری زودرس برابر با ۰/۱۸۶ واحدآنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه مشاهده شد.



شکل ۹-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و هیدروپرایمینگ بر فعالیت آنزیم کاتالاز در بذرهای تیمار شده با هورمون سیتوکینین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون سیتوکینین بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۲۰). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون سیتوکینین (شکل ۴-۱۰) نشان داد که در تیمار ۶ ساعت هیدروپرایمینگ و ۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز برابر با ۰/۱۱۹ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود. با افزایش میزان غلظت هورمون سیتوکینین به ۱۵۰ میکرومول، میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام ذرت افزایش یافت و به ۰/۱۳۹ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافت و در ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در ۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین به ۰/۱۴۲ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید و در غلظت هورمون ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین به ۰/۱۵۸ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. همچنین با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۸ ساعت نیز میزان فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافت نتایج مقایسه میانگین در این آزمایش نشان داد که بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و غلظت ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین بود.



شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون سیتوکینین بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز

تجزیه واریانس نتایج آزمایش نشان داد که سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه از لحاظ فعالیت آنزیم کاتالاز معنی‌دار نشد (جدول ۴-۲۰). گول و همکاران (۲۰۰۳) و اسوینسداتیر و همکاران (۲۰۰۹)

نشان دادند که با افزایش سطوح زوال، فعالیت آنزیمی در بذر مثل آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز کاهش یافت، اما این کاهش برای بذرهای پرایم شده کمتر از بذرهای شاهد بود.

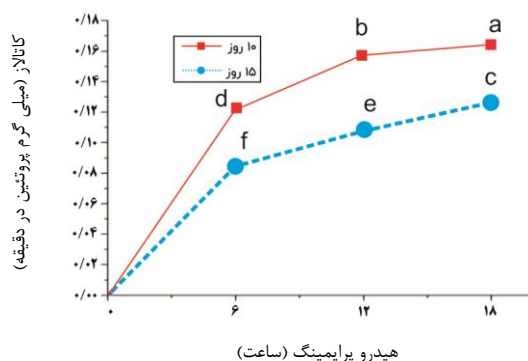
۴-۱۰- بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز بذرهای پیرتیمارشده ارقام ذرت با هورمون

جیبرلین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی هیدروپرایمینگ، پیری زودرس و هورمون بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل هیدروپرایمینگ و پیری زودرس و هیدروپرایمینگ و هورمون از نظر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۱).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل هیدروپرایمینگ و پیری زودرس در بذرهای هورمون پرایم شده با جیبرلین از لحاظ فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۱).

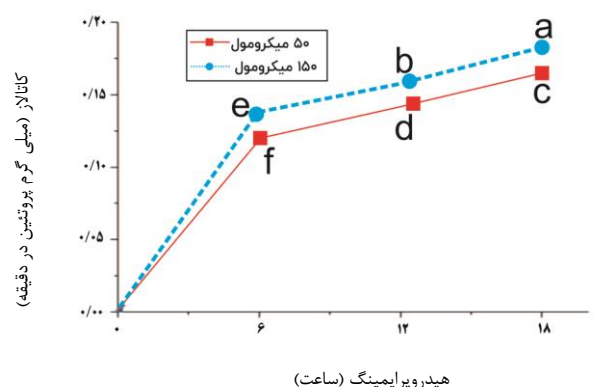
نتایج (شکل ۴-۱۱) نشان داد که بذرهای هورمون پرایم با جیبرلین و ۶ ساعت هیدروپرایمینگ در تیمار پیری زودرس ده و پانزده روز به ترتیب فعالیت آنزیمی $0/124$ و $0/086$ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه داشتند. افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۲ ساعت سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در هردو سطح (۱۰ روز و ۱۵ روز پیری زودرس) شد و فعالیت آنزیم کاتالاز در ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ و ۱۰ روز پیری زودرس به $0/157$ و در پانزده روز پیری زودرس به $0/110$ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۸ ساعت نیز میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در هردو سطح پیری زودرس (ده روز و پانزده روز) افزایش یافت و بالاترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و ۱۰ روز پیری زودرس برابر با $0/165$ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود.



شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و مدت زمان هیدرو پرایمینگ بر فعالیت آنزیم کاتالاز بذرهای تیمار شده با هورمون جیبرلین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های آزمایش نشان داد که اثر متقابل هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون جیبرلین از لحاظ فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۱).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان هیدروپرایمینگ و غلظت هورمون جیبرلین (شکل ۴-۱۲) نشان داد که در تیمار ۶ ساعت هیدروپرایمینگ و ۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز برابر با ۰/۰۹۲ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود. با افزایش میزان غلظت هورمون جیبرلین به ۱۵۰ میکرومول، میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام ذرت افزایش یافت و به ۰/۱۱۸ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین به ۰/۱۲۴ و در غلظت ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین به ۰/۱۴۳ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه رسید. همچنین با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ به ۱۸ ساعت نیز میزان فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافت و نتایج مقایسه میانگین در این آزمایش نشان داد که بالاترین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۸ ساعت هیدروپرایمینگ و غلظت ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین بود.



شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان هیدرو پرایمینگ و غلظت هورمون جیبرلین بر فعالیت آنزیم کاتالاز سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه در این بررسی معنی دار نشدند (جدول ۴-۲۱).

پرایمینگ سبب کاهش فرسودگی و بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی شد. پرایمینگ با افزایش فعالیت آنتی اکسیدانت موجب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی شد (هسو و همکاران، ۲۰۰۳). تنش‌های محیطی که فرسودگی نیز از آن جمله است موجب افزایش انواع اکسیژن فعال شد. اکسیژن فعال نیز موجب انتقال سیگنال شده و پاسخ دفاعی را فعال می‌کند. افزایش پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های آزاد در سیتوپلاسم در طی فرسودگی، منجر به غیر فعال شدن فعالیت‌های فتوسنتتیک شده و عدم تعادل بین رادیکال‌های آزاد و آنزیم‌های آنتی اکسیدانت را سبب می‌شود. همچنین کاهش پیوستگی پروتئین‌ها در طی فرسودگی اتفاق افتاده و باعث افزایش حساسیت پروتئین‌ها به آنزیم‌های تجزیه کننده می‌گردد و در نهایت کاهش قوه نامیه بذر مشاهده شد (برلت و استدتمن، ۱۹۹۷). بنابراین تغییرات درصد و سرعت جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز نیز بر همین اساس می‌باشد. پرایمینگ با کاهش عوارض زوال موجب ترمیم بیان ژن‌های مربوط به فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت شد. همچنین پرایمینگ موجب کاهش خسارت غشاء سلولی شده و تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن را کاهش شد و از این طریق می‌تواند موجب افزایش جوانه‌زنی شود. آنتی اکسیدانت‌ها می‌توانند با کم کردن میزان رادیکال‌های آزاد از فرسودگی بذر جلوگیری و روند آن را کندتر کنند (تیاراجه و کاپیلون، ۲۰۱۵). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در تیمارهای بدون پیری بالاتر از تیمار پیری است. بنیه ضعیف بذر سبب کاهش شاخص‌های

جوانه‌زنی و کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت شد. همچنین، میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت پراکسیداز و کاتالاز در رقم ۷۰۴ بالاتر از رقم ۲۶۰ بود. پرایم بذرهای زوال یافته با هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت پراکسیداز و کاتالاز شد. فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت از ابتدای جذب آب توسط بذر بیانگر اهمیت آن در کاهش نقش تخریبی رادیکال‌های آزاد اکسیژن و حفظ غلظت آن‌ها در حد بهینه می‌باشد. گونه‌های فعال اکسیژن و نقش آنها در اکوفیزیولوژی بذر امروزه مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. اکثر تحقیقات انجام شده متمرکز بر نقش این مولکولها در فرایند پیری و همچنین اثر آنها بر قوه نامیه و بنیه بذر بوده است.

۴-۱۱- آزمایش اثر هورمون پرایمینگ بر ویژگی‌های ارقام ذرت در شرایط مزرعه

۴-۱۱-۱- شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایمینگ، پیری زودرس و رقم بر شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل هورمون پرایمینگ و پیری زودرس و اثر متقابل پیری زودرس و رقم بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون پرایمینگ و پیری زودرس (جدول ۴-۲۴) نشان داد در تیمار شاهد (عدم مصرف هورمون و عدم پیری زودرس) شاخص سطح برگ ۵/۳۱۳ بود. با اعمال تیمار پیری زودرس در ده روز و پانزده روز، شاخص سطح برگ در ارقام ذرت کاهش یافت و به ترتیب به ۳/۵۸ و ۲/۸۵۵ رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که زوال بذر سبب کاهش شاخص سطح برگ در ارقام ذرت شد. با اعمال تیمارهای هورمون جیبرلین و سیتوکینین میانگین‌های شاخص سطح برگ در ارقام ذرت در هر سه تیمار پیری زودرس افزایش یافت، به طوریکه در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) با اعمال تیمار هورمون جیبرلین میانگین شاخص سطح برگ به ۶/۵۱۲ و با اعمال تیمار هورمون سیتوکینین به ۶/۹۸۲ رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار با هورمون

سیتوکینین سبب افزایش بیشتری در شاخص سطح برگ ارقام ذرت نسبت به تیمار با هورمون جیبرلین شد. گیاهان هورمون پرایم شده به علت سبز شدن سریع تر و زودتر کامل کردن دوره رشد از سطح برگ بیشتری نسبت به گیاهان پرایم نشده برخوردار بودند و به علت داشتن سطح برگ بیشتر میزان فتوسنتز در برگ ها بالاتر بوده و عملکرد دانه بالاتری دارند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس (جدول ۴-۲۵) نشان داد که تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) میزان شاخص سطح برگ رقم ۲۶۰، ۶/۷۰۷ و میزان شاخص سطح برگ رقم ۷۰۴، ۵/۸۳۱ بود. با اعمال تیمارهای پیری زودرس شاخص سطح برگ در هر دو رقم کاهش یافت. به طوریکه در تیمار پیری زودرس ده روز میانگین شاخص سطح برگ رقم ۲۶۰، ۱/۶۸۳ و شاخص سطح برگ رقم ۷۰۴، ۲/۱۰۸ کاهش یافت و با اعمال تیمار پیری زودرس پانزده روز میانگین شاخص سطح برگ رقم ۲۶۰، ۲/۱۵۸ واحد و میانگین شاخص سطح برگ رقم ۷۰۴ به میزان ۰/۵ واحد کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که این کاهش شاخص سطح برگ در تیمار پانزده روز پیری زودرس در رقم ۲۶۰ بیشتر بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سایر اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی دار نشدند (جدول ۴-۲۳). درمورد اثرات مثبت پرایم بر شاخص سطح برگ نیز مرادی و عباس دخت (۱۳۸۹) افزایش شاخص سطح برگ در اثر پرایمینگ را در ذرت گزارش کردند. قاسمی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که پرایمینگ بذره‌های لوبیا صفاتی چون درصد استقرار گیاهچه، شاخص سطح برگ، بیوماس گیاه و عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داد.

۴-۱۱-۲- محتوای نسبی آب برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایمینگ، پیری زودرس و رقم بر محتوای نسبی آب برگ در سطح یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل پیری زودرس و رقم بر محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف هورمون پرایمینگ (جدول ۴-۲۶) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم هورمون پرایم) میانگین محتوای نسبی آب برگ ارقام ذرت ۶۶/۵۷ درصد بود. با اعمال تیمار هورمون پرایمینگ میانگین محتوای نسبی آب ارقام ذرت افزایش یافت. بطوریکه در سطح مصرف ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین به ۶۹/۶۳ درصد رسید و در سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین به ۷۲/۸۴ درصد رسید، که این سطوح با همدیگر اختلاف معنی داری داشتند. نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف هورمون پرایمینگ نشان داد که اعمال تیمار هورمون پرایمینگ سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ ارقام ذرت شد و سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین از نظر افزایش در محتوای نسبی آب اثر محسوس تری نسبت به سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین نشان داد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر صفت محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم پیری زودرس (جدول ۴-۲۵) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) محتوای نسبی آب رقم ۲۶۰، ۸۶/۵۶۶ درصد و محتوای آب نسبی برگ رقم ۷۰۴، ۷۷/۱۵۹ درصد بود. با اعمال تیمار ده روز پیری زودرس محتوای آب نسبی برگ در هر دو رقم کاهش یافت به طوریکه در رقم ۲۶۰ به ۶۷/۸۸۶ و در رقم ۷۰۴ به ۶۲/۸۱۲ درصد رسید. با اعمال تیمار پیری زودرس در پانزده روز نیز محتوای نسبی آب در هر دو رقم کاهش یافت بطوریکه در رقم ۲۶۰ به ۶۲/۶۸۷ درصد و در رقم ۷۰۴ به ۶۰/۹۷۸ رسید که با سطح ده روز پیری زودرس تفاوت

معنی داری نداشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین دو رقم ۲۶۰ و ۷۰۴ در سطح پانزده روز پیری زودرس تفاوت معنی داری دیده نشد.

۴-۱۱-۳ - شاخص کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایمینگ، پیری زودرس و رقم بر شاخص کلروفیل در سطح یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل هورمون پرایمینگ و پیری زودرس و اثر متقابل پیری زودرس و رقم بر شاخص کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون پرایم و پیری زودرس بر شاخص کلروفیل (جدول ۴-۲۷) نشان داد که میزان کلروفیل ارقام ذرت در شاهد (عدم هورمون پرایم و عدم پیری زودرس) معادل ۵۱/۹۸ است. با اعمال تیمار پیری زودرس در ده روز و پانزده روز شاخص کلروفیل کاهش یافت و به ترتیب به ۴۲/۶۵۳ و ۳۵/۴۴۵ رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که زوال بذر سبب کاهش شاخص کلروفیل در ارقام ذرت شد. با اعمال تیمارهای هورمون پرایمینگ جیبرلین و سیتوکینین، شاخص کلروفیل در ارقام ذرت در هر سه تیمار پیری زودرس افزایش یافت به طوریکه در تیمار شاهد با اعمال تیمارهای هورمون جیبرلین شاخص کلروفیل برگ به ۵۳/۸۳ و با اعمال تیمار هورمون سیتوکینین به ۵۶/۴۶۳ رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار با هورمون سیتوکینین سبب افزایش بیشتری در شاخص کلروفیل در ارقام ذرت نسبت به تیمار با هورمون جیبرلین شد. در تیمارهای ده روز و پانزده روز پیری زودرس نیز مانند تیمار پنج روز پیری زودرس اعمال هورمون پرایمینگ جیبرلین و سیتوکینین، شاخص کلروفیل ارقام ذرت را افزایش داد. دادرسی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی بر روی ارقام ذرت ۵۸۰ و ۶۰۰ گزارش کردند که پرایمینگ با آب و محلول روی سبب افزایش شاخص کلروفیل در ارقام ذرت شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس بر شاخص کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس (جدول ۴-۲۵) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) میانگین شاخص کلروفیل برگ رقم ۲۶۰، ۵۳/۴۷۳ و میانگین شاخص کلروفیل برگ رقم ۷۰۴، ۵۴/۶۶ بود. با اعمال تیمار پیری زودرس شاخص کلروفیل برگ در هر دو رقم کاهش یافت به طوریکه در تیمار ده روز پیری زودرس، شاخص کلروفیل برگ رقم ۲۶۰، ۱۰/۲۲ واحد و میانگین شاخص کلروفیل برگ رقم ۷۰۴، ۸/۵۴ واحد کاهش یافت. با اعمال تیمار پیری زودرس درپانزده روز شاخص کلروفیل برگ رقم ۲۶۰، ۷/۳۸ واحد و شاخص کلروفیل برگ رقم ۷۰۴، ۳/۴۲ واحد کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم ۲۶۰ تحت تیمارهای پیری زودرس، میانگین های شاخص کلروفیل پایین تری را نسبت به رقم ۷۰۴ نشان داد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سایر اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی دار نشدند (جدول ۴-۲۳).

۴-۱۱-۴- عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایمینگ، پیری زودرس و رقم بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل پیری زودرس و رقم بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایمینگ از لحاظ عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف هورمون پرایمینگ (جدول ۴-۲۶) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم هورمون پرایم) میانگین عملکرد بیولوژیک ارقام ذرت ۱۲۱۹۰ کیلوگرم در هکتار بود. با اعمال تیمار هورمون پرایمینگ عملکرد بیولوژیک ارقام ذرت افزایش یافت. بطوریکه در سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین به ۱۳۰۱۰/۰۲ کیلوگرم در هکتار و در سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین به ۱۳۵۵۰/۰۱ کیلوگرم در هکتار رسید، که این سطوح با یکدیگر تفاوت

معنی‌داری داشتند. نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف هورمون نشان داد که اعمال تیمار هورمون پرایمینگ سبب افزایش عملکرد بیولوژیک ارقام ذرت شد ولی سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین از نظر افزایش در عملکرد بیولوژیک اثر محسوس‌تری نسبت به سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین نشان داد.

محققین گزارش کردند که پرایمینگ بذرهای گندم و ذرت با عناصرریز مغذی روی و بر، موجب افزایش عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه گردید (علی و همکاران، ۲۰۰۸). از آنجا که گیاهان پرایم شده سطح برگ بیشتر و سیستم ریشه‌ای قوی‌تری دارند، استفاده بیشتر از نور، آب و مواد غذایی خواهند داشت که در نهایت باعث حصول عملکرد بیشتر نسبت به سایر گیاهان می‌شود (گوان و همکاران، ۲۰۰۹).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس و اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس (جدول ۴-۲۵) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس)، عملکرد بیولوژیک رقم ۲۶۰، ۱۳۰۳۱/۳۱ کیلوگرم درهکتار و عملکرد بیولوژیک رقم ۷۰۴، ۱۴۶۷۰/۰۱ کیلوگرم بر هکتار بود. با اعمال تیمار پیری زودرس به مدت ده روز عملکرد بیولوژیک در هر دو رقم کاهش یافت به طوریکه در رقم ۲۶۰ به ۱۲۳۷۳/۹۰ کیلوگرم درهکتار و در رقم ۷۰۴ به ۱۳۵۲۵/۰۶ کیلوگرم درهکتار رسید. با اعمال تیمار پیری زودرس پانزده روز، نیز عملکرد بیولوژیک ارقام ذرت کاهش یافت، بطوریکه در رقم ۲۶۰ به ۱۱۵۷۳/۴۴ کیلوگرم در هکتار و در رقم ۷۰۴ به ۱۲۳۴۷/۵۴ کیلوگرم درهکتار رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که عملکرد بیولوژیک رقم ۲۶۰ در تیمار ده روز پیری زودرس با عملکرد بیولوژیک رقم ۷۰۴ در تیمار پانزده روز پیری زودرس، تفاوت معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که پیری و زوال بذر سبب کاهش بنیه در

بذر شده و بذره‌ای با بنیه پایین تر به علت سطح برگ کمتر، عملکرد بیولوژیکی پایین تری نسبت به بذره‌ای با بنیه قوی تر دارند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نشد (جدول ۴-۲۳). در مطالعات علی و همکاران (۲۰۰۸)، پرایمینگ، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را در گیاه ذرت بهبود بخشید. در آزمایش کلارک و همکاران (۲۰۰۱) نیز عملکرد بیولوژیک ذرت در اثر اعمال پرایمینگ افزایش یافت. کومار و همکاران (۲۰۰۲) افزایش عملکرد بیولوژیک را در تیمار هیدروپرایم ارزن مشاهده نمودند.

۴-۱۱-۵- عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایمینگ، پیری زودرس و رقم بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد و اثر متقابل پیری زودرس و رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف هورمون پرایمینگ (جدول ۴-۲۶) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم هورمون پرایمینگ) میانگین عملکرد دانه ذرت ۴۰۸۲/۰۱ کیلوگرم در هکتار بود با اعمال تیمار هورمون پرایمینگ، عملکرد دانه افزایش یافت. بطوریکه در سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون جیبرلین میانگین عملکرد دانه به ۴۹۶۸/۰۵ کیلوگرم در هکتار و در سطح ۱۵۰ میکرومول هورمون سیتوکینین میانگین عملکرد دانه به ۵۴۳۵ کیلوگرم در هکتار رسید. سطح صفر و ۵۰ و ۱۵۰ میکرومول باهم اختلاف معنی‌دار داشتند.

محققین در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که بذره‌ای پرایم شده پس از قرار گرفتن در بستر خاک زودتر جوانه زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل از بذرها سریع‌تر و در عین حال یکنواخت انجام می‌پذیرد. در واقع چنین گیاهانی در مقایسه با گیاهان به وجود آمده از بذره‌ای تیمار نشده در طی زمان کوتاهی ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد

غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند (پاندی و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش عملکرد بوسیله پرایمینگ بذر همچنان که محققان دیگر گزارش کردند می‌تواند به دلیل جوانه‌زنی بهتر، رشد سریع‌تر گیاهچه، استقرار مناسب و در نهایت استفاده مطلوب از مواد غذایی و عوامل طبیعی باشد (هوزانی، و همکاران، ۲۰۰۷). مطابق با نتایج این تحقیق، نتایج تحقیق دیگری نشان داد که بذره‌های پرایم شده ذرت دانه‌های سنگین‌تر و وزن خشک بیشتری تولید می‌کنند (هریس و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و پیری زودرس برصفت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۲۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیری زودرس و ارقام ذرت (جدول ۴-۲۵) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) میانگین عملکرد دانه رقم ۲۶۰، ۵۲۵۸/۹۶ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد دانه رقم ۷۰۴، ۶۸۰۶/۵۵ کیلو گرم در هکتار بود. با اعمال تیمار پیری زودرس ده روز عملکرد دانه در هر دو رقم کاهش یافت بطوریکه در رقم ۲۶۰ به ۴۱۴۲/۳۵ کیلوگرم در هکتار و در رقم ۷۰۴ به ۵۱۲۶/۴ کیلوگرم در هکتار رسید که از لحاظ آماری این دو رقم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. رقم ۷۰۴ در تیمار پیری زودرس ۱۰ روز و رقم ۲۶۰ در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. با اعمال تیمار پیری پانزده روز میانگین عملکرد دانه ارقام ذرت کاهش یافت. بطوریکه در رقم ۲۶۰ به ۳۳۰۹/۹۲ کیلوگرم بر هکتار و در رقم ۷۰۴ به ۴۳۳۱/۳۴ کیلوگرم در هکتار رسید که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر عملکرد دانه معنی‌دار نشدند (جدول ۴-۲۳).

افزایش عملکرد دانه در تیمارهای اعمال پرایم در مقایسه با عدم پرایم توسط برخی محققین دیگر نیز گزارش شده است (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳). چیپا و همکاران (۱۹۹۳) نیز افزایش عملکرد دانه را در

گیاهان پرایم گزارش دادند. ساگلام و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند عملکرد دانه عدس با اعمال پرایمینگ افزایش یافت. گیاهان هورمون پرایم شده به علت سبز شدن سریع تر و زودتر کامل کردن دوره رشد از سطح برگ بیشتری نسبت به گیاهان پرایم نشده برخوردار بودند و به علت داشتن سطح برگ بیشتر میزان فتوسنتز در برگ ها بالاتر بوده و عملکرد دانه بالاتری دارند.

۴-۱۱-۶- تعداد ردیف در بلال

با توجه به داده‌های بدست آمده (جدول ۴-۲۳) اثر هورمون پرایم، پیری زودرس و رقم بر تعداد ردیف در بلال در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و هیچیک از اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر صفت تعداد ردیف در بلال معنی دار نشدند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف هورمون بر عملکرد دانه (جدول ۴-۲۶) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم هورمون پرایم) میانگین تعداد ردیف در بلال ارقام ذرت برابر با ۱۳/۸۳ بود. با اعمال هورمون پرایم با هورمون جیبرلین تعداد ردیف در بلال افزایش یافت و به ۱۵/۱۱ ردیف رسید که با تیمار شاهد (عدم پرایم) تفاوت معنی‌داری داشت. با اعمال تیمار هورمون پرایم با سیتوکینین نیز تعداد ردیف در بلال به ۱۵/۱۷ ردیف رسید، که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین دو سطح هورمون جیبرلین و سیتوکینین از نظر تعداد ردیف در بلال تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

هیدرو پرایم ذرت سبب افزایش تعداد ردیف در بلال شد که علت آن افزایش سیستم‌های زایشی در جنین بذر عنوان شد. نتایج این تحقیق با نتایج محققین دیگر در خصوص اثر مثبت پرایمینگ بر تعداد ردیف دانه در بلال مطابقت داشت (هریس و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف پیری زودرس بر تعداد ردیف در بلال (جدول ۴-۲۸) نشان داد که در تیمار شاهد (بدون پیری زودرس) میانگین تعداد ردیف در بلال ۱۵/۶۱ ردیف بود که

با اعمال تیمار پیری زودرس، میانگین تعداد ردیف در بلال در ارقام ذرت کاهش یافت. در تیمارده روز پیری زودرس روز به ۱۴/۵ و در تیمار پانزده روز پیری زودرس به ۱۴ ردیف رسید.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ارقام ذرت (جدول ۴-۲۹) نشان داد که در رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴، میانگین تعداد ردیف در بلال بالاتری مشاهده شد. تعداد ردیف در بلال در رقم ۲۶۰ برابر با ۱۵ و تعداد ردیف در بلال در رقم ۷۰۴ برابر با ۱۳ ردیف بود.

کوچکی و بنایان (۱۳۷۳) تعداد ردیف در بلال را یک صفت ژنتیکی گزارش نمودند که به میزان کمی تحت شرایط محیطی و مدیریتی در سطح مزرعه قرار می‌گیرد. هرچند در این مورد استثنائاتی قابل مشاهده است. به عنوان مثال هریس و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تاثیر پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت گزارش کردند که اعمال این تیمار سبب افزایش تعداد ردیف دانه در بلال می‌گردد. تیمارهای پرایمینگ در اثر بالاتر بودن سرعت و درصد جوانه زنی در مراحل ابتدایی رشد و گسترش بهتر و سریعتر تاج پوشش گیاهی اثرات مثبتی بر اجزای عملکرد دانه طی مراحل مختلف رشد داشته و در انتهای فصل رشد موجب حصول عملکرد دانه در این تیمارها می‌شوند.

۴-۱۱-۷ - تعداد دانه در ردیف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایم، پیری زودرس و رقم بر صفت تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل هورمون پرایمینگ و رقم بر صفت تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۲).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف پیری زودرس بر تعداد دانه در ردیف (جدول ۴-۲۸) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) میانگین تعداد دانه در ردیف ۳۴/۵۶ بود. با اعمال تیمار پیری زودرس ده روز میانگین تعداد دانه در ردیف در ارقام ذرت کاهش یافت و به ۲۸/۱۷ رسید و در تیمار پیری زودرس ۱۵ روز میانگین تعداد دانه در ردیف کاهش بیشتری نشان داد و به ۲۶/۰۶

رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اعمال تیمار پیری زودرس سبب کاهش تعداد دانه در ردیف شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم و هورمون پرایم بر صفت تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۴-۲۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و هورمون پرایم (جدول ۴-۳۰) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم هورمون پرایم) تعداد دانه در ردیف در رقم ۲۶۰ برابر با ۲۷ و رقم ۷۰۴ برابر با ۲۷/۷۷ است. با اعمال تیمار هورمون پرایم (جیبرلین) میانگین تعداد دانه در ردیف در رقم ۲۶۰ به ۳۳/۴۴ و در رقم ۷۰۴ به ۲۷/۷۷ عدد رسید. که در رقم ۲۶۰ میانگین تعداد دانه در ردیف نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشت. در رقم ۷۰۴ تیمار با هورمون جیبرلین تأثیری بر تعداد دانه در ردیف نداشت و تیمار با هورمون جیبرلین با تیمار شاهد (عدم مصرف هورمون) تفاوت معنی داری نداشتند. با اعمال تیمار هورمون پرایم با سیتوکینین تعداد دانه در ردیف در رقم ۲۶۰ به ۳۲/۸۹ و در رقم ۷۰۴ به ۲۸/۶۶ رسید که با تیمار پرایم با هورمون جیبرلین تفاوت معنی داری را نشان داد. گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که پرایم سبب گرده‌افشانی مؤثرتر و سبب افزایش تعداد دانه در بلال می‌گردد (هریس و همکاران، ۲۰۰۷).

هریس و همکاران (۲۰۰۷) افزایش تعداد دانه در غلاف را در گیاهان حاصل از بذور پرایم و تعداد دانه در ردیف بلال را در نتیجه پرایمینگ بذر گزارش کردند. سویدی و ما (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند که تعداد بذور در غلاف و عملکرد هر گیاه در بذور پرایم شده نخود (با آب و مانیتول ۰.۴٪) در مقایسه با بذور پرایم نشده بیشتر بود. در تحقیق الیو (۱۹۸۹) مشخص شد که پیش تیمار بذور سویا با محلول ۰/۲۵ مولار CaCl_2 برای مدت ۲۴ ساعت، سبب افزایش تعداد دانه و کاهش تعداد غلاف‌های بدون بذر شد. اما تأثیری بر وزن صد دانه نداشت. همچنین این تیمار سبب افزایش میزان نیتروژن و کاهش محتوای Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Na^+ , K^+ در بذور نارس گردید. آلدسکوی و ابراهیم (۲۰۰۰) نشان دادند که افزایش عملکرد و اجزای عملکرد لویا در تیمار بذور با اسید جیبرلیک به

صورت افزایش تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و تعداد دانه در غلاف بود. به نظر می‌رسد پرایمینگ از طریق کاهش فاصله بین کاکل‌دهی و ظهور گل تاجی موجب گرده‌افشانی بهتر شده و در مجموع تعداد دانه‌های بارور در بلال را افزایش می‌دهد.

۴-۱۱-۸- وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایم، پیری زودرس و رقم بر صفت وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد معنی داشت و اثر متقابل هورمون پرایمینگ و رقم بر صفت وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد معنی داشت (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف پیری زودرس بر وزن هزاردانه (جدول ۴-۲۸) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) میانگین وزن هزار دانه ارقام ذرت ۲۵۹/۲۹ گرم بود. با اعمال تیمار پیری زودرس میانگین وزن هزار دانه در ارقام ذرت کاهش یافت به طوریکه با اعمال تیمار پیری زودرس ده روز میانگین وزن هزار دانه ارقام ذرت به ۲۵۰/۰۳ گرم رسید و با اعمال تیمار پیری زودرس در پانزده روز میانگین وزن هزار دانه ارقام ذرت به ۲۱۲/۳۰ گرم رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اعمال تیمار پیری زودرس سبب کاهش وزن هزار دانه شد. و بذره‌ای زوال یافته وزن هزار دانه کمتری نسب به بذره‌ای با بنیه بالا داشتند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و هورمون پرایمینگ بر وزن هزار دانه (جدول ۴-۳۰) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم هورمون پرایم) میانگین وزن هزار دانه در رقم ۲۶۰ برابر ۲۱۰/۶۷ گرم و در رقم ۷۰۴ میانگین وزن هزار دانه برابر با ۲۷۵/۲۳ گرم بود. با اعمال تیمار هورمون پرایم (هورمون جیبرلین) میانگین وزن هزار دانه در رقم ۲۶۰ به ۲۱۸/۱۹ گرم و در رقم ۷۰۴ به ۲۸۸/۹۴ گرم رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که هورمون پرایمینگ سبب افزایش وزن هزار دانه در ارقام ذرت شد. با اعمال تیمار هورمون پرایم (هورمون سیتوکینین) میانگین وزن هزاردانه در رقم ۲۶۰ به ۲۳۳/۸۵ گرم و در رقم ۷۰۴ به ۲۹۸/۱۴ گرم رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که هردو

هورمون سبب افزایش وزن هزار دانه ارقام ذرت شدند ولی هورمون سیتوکینین اثر بیشتری بر افزایش وزن هزار دانه ارقام ذرت داشت.

افزایش وزن هزار دانه در گیاهان مختلف در نتیجه پرایمینگ توسط برخی محققین گزارش شده است. (آلدسکوی و ابراهیم ، ۲۰۰۰). نتایج مشابهی نیز در ذرت، برنج و نخود توسط هریس و همکاران (۱۹۹۹) در شرایط خشک گزارش شده است. فرخ و همکاران (۲۰۰۶) افزایش عملکرد دانه برنج در نتیجه پرایمینگ، را به تاثیر این تیمار برافزایش تعداد خوشه درپنجه های بارور و وزن هزار دانه نسبت دادند. در تحقیقات مابشارو همکاران (۲۰۰۶) وزن هزاردانه بذر آفتابگردان در اثر اعمال تیمار پرایمینگ افزایش داشت.

۴-۱۱-۹- شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر هورمون پرایم، پیری زودرس و رقم بر صفت شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دارشد و اثر متقابل هورمون پرایمینگ و رقم بر صفت شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دارشد (جدول ۴-۲۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین سطوح مختلف پیری زودرس بر شاخص برداشت (جدول ۴-۲۸) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم پیری زودرس) میانگین شاخص برداشت ارقام ذرت ۴۳/۲۷ درصد بود با اعمال تیمار پیری زودرس ده روز میانگین شاخص برداشت در ارقام ذرت کاهش یافت و به ۳۵/۵۳ درصد رسید و در تیمار پیری زودرس پانزده روز به ۳۱/۶۳ درصد رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اعمال تیمار پیری زودرس سبب کاهش شاخص برداشت شد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و هورمون پرایمینگ (جدول ۴-۳۰) نشان داد که در تیمار شاهد (عدم هورمون پرایم) شاخص برداشت رقم ۲۶۰ برابر با ۲۸/۷۲ درصد و شاخص برداشت رقم ۷۰۴ برابر با ۳۶/۹۳ درصد بود. با اعمال تیمار هورمون پرایم (جیبرلین) میانگین شاخص برداشت در رقم ۲۶۰، ۳۵/۵۶ و در رقم ۷۰۴، ۴۰/۰۱ درصد بود. با اعمال تیمار هورمون پرایم (سیتوکینین)

میانگین شاخص برداشت در رقم ۲۶۰ به ۳۳/۵۰ و در رقم ۷۰۴ به ۴۲/۸۰ درصد رسید. نتایج نشان داد که هورمون پرایمینگ سبب افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی و در نتیجه سبب افزایش شاخص برداشت در ارقام ذرت شد. افزایش شاخص برداشت در نتیجه پرایمینگ بذر می تواند در نتیجه تحریک انتقال بیشتر ماده خشک به خوشه ها و در نتیجه افزایش عملکرد دانه باشد (فرخ و همکاران، ۲۰۰۶).

۱۲-۴- نتیجه گیری کلی

۱. در اثر زوال بذر و کاهش بنیه درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، وزن تر ریشه چه، وزن تر ساقه چه، وزن خشک ریشه چه و وزن خشک ساقه چه کاهش یافت.

۲. رقم ۷۰۴ در تیمار پیری زودرس درصد و سرعت جوانه زنی بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد که علت این واکنش بنیه بالاتر رقم ۷۰۴ نسبت به رقم ۲۶۰ بود.

۳. استفاده از هورمون های گیاهی جهت بهبود و ترمیم مکانیزم زوال می توانند مورد توجه قرار بگیرد .

۴. تیمار بذره های زوال یافته با هورمون های سیتوکینین و جیبرلین سبب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، وزن تر ریشه چه، وزن تر ساقه چه، وزن خشک ریشه چه و وزن خشک ساقه چه در ارقام ذرت شد .

۵. تیمار بذره های زوال یافته با هورمون سیتوکینین نسبت به هورمون جیبرلین تاثیر بیشتری بر بهبود صفات اندازه گیری شده در ارقام ذرت داشت.

۶. افزایش غلظت هورمون از ۵۰ میکرومول به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول اثر بیشتری بر بهبود صفات اندازه گیری شده داشتند.

۷. فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت در تیمارهای بدون پیری بالاتر از تیمارهای پیری زودرس بود.

۸. در شرایط زوال بذر رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ کاهش فعالیت آنزیمی بیشتری مشاهده شد.
۹. تیمار بذره‌های زوال یافته با هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، پراکسیداز و کاتالاز شد.
۱۰. تیمار با هورمون سیتوکینین در بذره‌های زوال یافته نسبت به تیمار با هورمون جیبرلین اثر بیشتری بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت داشت.
۱۱. زوال بذر سبب کاهش شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، عملکرد دانه و بیولوژیکی، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و شاخص برداشت شد.
۱۲. هورمون پرایمینگ بذره‌های زوال یافته توسط هورمون‌های جیبرلین و سیتوکینین سبب افزایش شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، عملکرد دانه و بیولوژیکی، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و شاخص برداشت شد.

۴-۱۳- پیشنهادات

۱. جهت بررسی اثر پرایمینگ بر بهبود بذره‌های زوال یافته به‌تراست سایر روش‌های پرایمینگ مورد استفاده قرار گیرد.
۲. جهت بررسی اثر هورمون پرایمینگ بر بهبود بذره‌های زوال یافته بهتر است پرایمینگ با سایر هورمون‌ها از جمله اسید آبسازیک ، اکسین و فیتوهورمون‌ها انجام شود .
۳. به منظور بررسی اثر زوال بذر بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت پیشنهاد می شود سایر آنزیم‌ها از جمله گلوکاتایون ردکتاز و سوپراکسید دیسموتاز نیز اندازه گیری شود.
۴. جهت بررسی اثر هورمون پرایمینگ بر بهبود بذره‌های زوال یافته بهتر است غلظت‌های بالاتر هورمون نیز مورد بررسی قرار بگیرد.
۵. جهت بررسی اثر زوال بذر در مزرعه آزمایش در مناطق دیگر نیز تکرار شود.

جدول ۴- ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی دو رقم ذرت در آزمایش تعیین قوه نامیه

میانگین مربعات (MS)								منابع تغییرات (s.o.v)	درجه آزادی (df)
وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه‌زنی		
۰/۰۰۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۰۳**	۰/۰۰۲**	۰/۰۱۴**	۲/۲۲۶**	۵/۲۱۶**	۴۴/۶۹۹**	۹۸**	رقم	۱
۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۱۳۸	۰/۲۵۷	۱/۷۳۲	۲	خطا	۶
۶/۵۳	۱۷/۰۶	۳/۱۷	۷/۱۲	۹/۲۵	۹/۴۰	۶/۵۶	۱/۵۵	ضریب تغییرات (درصد)	-

ns : معنی دار نمی باشد **: معنی دارد در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۲- میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت در آزمایش تعیین قوه نامیه

رقم	درصد جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)
۷۰۴	۹۵ a	۲۳/۴۲ a	۶/۲ a	۴/۵ a	۰/۱۹۲ b	۰/۱۶۱ b	۰/۰۲۹ b	۰/۰۱۹ b
۲۶۰	۸۸ b	۱۷/۷۰ b	۴/۵۸ b	۳/۴۴ b	۰/۲۷۵ a	۰/۱۹۱ a	۰/۰۳۶ a	۰/۰۲۹ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس اثر تیمارپیری زودرس بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت

میانگین مربعات (MS)								درجه آزادی (df)	منابع تغییرات (S.O.V)
وزن خشک ساقه چه	وزن خشک ریشه چه	وزن تر ساقه چه	وزن تر ریشه چه	طول ساقه چه	وزن خشک ساقه چه	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی		
۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۱**	۰/۰۴۷**	۶/۷۵۳**	۹/۶۵۸**	۱۲۶/۱۲۷**	۴۸۰/۵۰.**	۱	رقم
۰/۰۰۰۰۶۶**	۰/۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۸**	۶/۲۷۷**	۸/۱۲۹**	۱۲۸/۹۶۵**	۵۹۹۴/۳۳۳**	۳	پیری زودرس
۰/۰۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۶۷ ^{ns}	۰/۲۴۵ ^{ns}	۴/۳۹۱ ^{ns}	۳/۵۰. ^{ns}	۳	رقم × پیری زودرس
۰/۰۰۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۱۲۵	۰/۱۲۷	۰/۱۶۵	۴/۳۸۱	۷/۲۵	۲۴	خطا
									ضریب تغییرات (درصد)
۳/۳۶	۱۱/۹۳	۴/۵۷	۵/۱۹	۱۱/۳۰	۹/۵۳	۳/۵۲	۴/۴۹	–	

ns : معنی دار نمی باشد **: معنی دارد در سطح احتمال ۱ درصد *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۴-۴- میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت در آزمایش پیری زودرس

رقم	درصد جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن تر ریشه‌چه (سانتی متر)
۷۰۴	۶۳/۸۷۵ a	۱۶/۸۰۸ a	۴/۸۰۷ a	۳/۶۱۸ a	۰/۱۶۳ b
۲۶۰	۵۶/۱۲۵ b	۱۲/۸۳۸ b	۳/۷۰۹ b	۲/۶۹۹ b	۰/۲۴۰ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۵- اثر تیمارهای پیری زودرس بر میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت

تیمار پیری زودرس (روز)	درصد جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن تر ریشه‌چه (سانتی متر)
شاهد	۹۱/۵۰ a	۲۰/۰۷ a	۵/۴۰ a	۳/۹۸ a	۰/۲۳۴ a
۵	۷۰/۷۵ b	۱۵/۴۶ b	۴/۶۲ b	۳/۷۸ a	۰/۲۲۲ a
۱۰	۵۰/۰۰ c	۱۳/۱۳ bc	۴/۱۰ b	۲/۸۳ b	۰/۱۹۱ b
۱۵	۲۷/۷۵ d	۱۰/۶۳ c	۳ c	۲/۱۰ c	۰/۱۶۲ c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۶- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و تیمارپیری زودرس بر وزن تر ساقه چه ، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه چه

وزن خشک ساقه چه (گرم)		وزن خشک ریشه چه (گرم)		وزن تر ساقه چه (گرم)		تیمار پیری زودرس
رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	(روز)
۰/۰۱۹۷ b	۰/۰۲۹۰ a	۰/۰۳۹۳ b	۰/۰۳۵۶ a	۰/۱۶۱ b	۰/۱۹۱ a	شاهد
۰/۰۱۷۷ bc	۰/۰۲۶۲ a	۰/۰۲۶۱ c	۰/۰۱۹۷ e	۰/۱۴۹ c	۰/۱۶۸ b	۵
۰/۰۱۵۳ cd	۰/۰۲۰۵ b	۰/۰۲۳۲ cd	۰/۰۱۹۶ e	۰/۱۳۶ d	۰/۱۳۷ d	۱۰
۰/۰۱۲۹ d	۰/۰۱۸۸ b	۰/۰۲۰۴ de	۰/۱۵۳ f	۰/۱۲۶ e	۰/۱۲۰ e	۱۵

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۷- تجزیه واریانس شاخص های جوانه زنی ارقام ذرت بابنیه های متفاوت تحت تیمار با هورمون سیتوکینین

میانگین مربعات (MS)								درجه آزادی (df)	منابع تغییرات (s.o.v)
وزن خشک ساقه چه	وزن خشک ریشه چه	وزن تر ساقه چه	وزن تر ریشه چه	طول ساقه چه	طول ریشه چه	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی		
۰/۰۰۲*	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۲**	۰/۱۹۴**	۳۰/۰۷۸**	۴۳/۶۶۵**	۹۶۵/۳۱۹**	۱۳۷/۵۷۰**	۱	رقم
۰/۰۰۱*	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۲۴**	۰/۰۳۸**	۲۸/۲۱۲**	۳۱/۶۸۹**	۵۸۹/۱۶۵**	۲۲۹۹۱/۰۲۹**	۳	پیری زودرس
۰/۰۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۳**	۰/۰۲۳۱**	۰/۳۹۱**	۶/۶۳۲**	۸۳/۶۵۴*	۳	رقم X پیری زودرس
۰/۰۰۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۷**	۲/۱۲۵**	۳/۵۴۶**	۲۲۰/۷۳۹**	۴۲۳/۲۷۹*	۳	هورمون
۰/۰۰۰۰۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۱۷۷ ^{ns}	۳/۹۰۴ ^{ns}	۳	هورمون X رقم
۰/۰۰۰۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۲۴۸ ^{ns}	۰/۰۵۴ ^{ns}	۲/۴۰۲ ^{ns}	۱۳/۸۰۶ ^{ns}	۹	هورمون X پیری زودرس
۰/۰۰۰۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۶۹ ^{ns}	۵/۸۴۷ ^{ns}	۷/۸۲۰ ^{ns}	۹	هورمون X رقم X پیری زودرس
۰/۰۰۰۰۰۰۴۳	۰/۰۰۰۰۰۰۴۵	۰/۰۰۰۰۵۲	۰/۰۰۰۰۱۴	۰/۰۹۰	۰/۱۵۸	۱/۱۹۷	۱۰/۵۶	۹۶	خطا
۲/۹۲	۷/۹۲	۴/۳۷	۴/۸۴	۸/۷۶	۸/۵۹	۵/۹۹	۵/۰۹	-	ضریب تغییرات (درصد)

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

* : معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

^{ns} : معنی دار نمی باشد.

جدول ۴-۸- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس تحت تیمار با هورمون سیتوکینین بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی

سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)		درصد جوانه زنی (درصد)		تیمار پیری زودرس
رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	(روز)
۲۵/۶۹ a	۲۲/۱۱ b	۹۶/۹۲ a	۹۱/۲۵ b	شاهد
۲۱/۸۳ b	۱۶/۱۴ d	۸۰/۳۷ c	۶۹/۱۲ d	۵
۱۸/۵۱ c	۱۴/۰۸ e	۵۶/۸۷ e	۵۳ e	۱۰
۱۶/۳۸ d	۱۱/۴۱ f	۳۴/۱۵ f	۲۸/۸۷ g	۱۵

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد.

جدول ۹-۴- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس تحت تیمار با هورمون سیتوکینین در طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه

تیمار پیری زودرس		طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)		طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	
(روز)		رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴
شاهد		۵/۰۸ c	۶/۵۶ a	۳/۸۷ c	۵ a
۵		۴/۳۱ d	۵/۴۲ b	۳/۳۳ d	۴/۴۲ b
۱۰		۳/۸۱ e	۴/۹۳ c	۲/۶۵ e	۳/۴۳ d
۱۵		۲/۹۵ f	۳/۱۹ e	۱/۸۶ f	۲/۷۳ e

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد.

جدول ۴-۱۰- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس تحت تیمار با هورمون سیتوکینین بر وزن تر ریشه چه و وزن تر ساقه چه

وزن تر ساقه چه (گرم)		وزن تر ریشه چه (گرم)		تیمار پیری زودرس
رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	(روز)
۰/۱۷۴ b	۰/۲۲۲ a	۰/۲۲۹ d	۰/۲۹۷ a	شاهد
۰/۱۵۶ c	۰/۱۷۴ b	۰/۱۸۷ e	۰/۲۶۹ b	۵
۰/۱۴۴ de	۰/۱۵۱ cd	۰/۱۶۶ f	۰/۲۴۹ c	۱۰
۰/۱۳۳ f	۰/۱۳۲ f	۰/۱۴۲ g	۰/۲۲۱ d	۱۵

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد.

جدول ۴-۱۱- میانگین اثر متقابل ارقام ذرت و پیری زودرس تحت تیمار با هورمون سیتوکینین بر وزن خشک ریشه چه و وزن خشک ساقه چه

وزن خشک ساقه چه		وزن خشک ریشه چه (گرم)		تیمار پیری زودرس
رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	(روز)
۰/۰۲۳ cd	۰/۰۳۲ a	۰/۰۳۳ b	۰/۰۳۹ a	شاهد
۰/۰۱۹e	۰/۰۲۸ b	۰/۰۲۷ c	۰/۰۲۷ c	۵
۰/۰۱۷ f	۰/۰۲۳ c	۰/۰۲۵d	۰/۰۲۳ e	۱۰
۰/۰۱۵ g	۰/۰۲۲ d	۰/۰۲۳ e	۰/۰۱۸ f	۱۵

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد.

جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر غلظت های مختلف هورمون سیتوکینین بر شاخص های جوانه زنی دو رقم ذرت

غلظت هورمون سیتوکینین (میکرومول)	درصد جوانه زنی (درصد)	سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)	طول ریشه چه (سانتی متر)	طول ساقه چه (سانتی متر)	وزن تر ریشه چه (گرم)	وزن تر ساقه چه (گرم)	وزن خشک ریشه چه (گرم)	وزن خشک ساقه چه (گرم)
صفر	۶۰/۴۷ b	۱۵/۱۳ c	۴/۲۶ b	۳/۱۴ b	۰/۲۰۲ c	۰/۱۴۹ c	۰/۰۲۳۶ c	۰/۰۱۹۹ c
۵۰	۶۱/۵۶ b	۱۷/۲۴ b	۴/۴۸ ab	۳/۲۷ b	۰/۲۱۵ bc	۰/۱۵۵ bc	۰/۰۲۶۲ b	۰/۰۲۱۷ b
۱۰۰	۶۴/۷۵ ab	۱۹/۶۱ a	۴/۷۵ ab	۳/۵۰ ab	۰/۲۲۸ ab	۰/۱۶۵ab	۰/۰۲۸۰ b	۰/۰۲۳۲ a
۱۵۰	۶۸/۵۶ a	۲۱/۰۹ a	۵/۰۳ a	۳/۷۴ a	۰/۲۳۷ a	۰/۱۸۷ a	۰/۰۳۰۲ a	۰/۰۲۴۴ a

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۱۳- تجزیه واریانس شاخص های جوانه زنی ارقام ذرت بابنیه های متفاوت تحت تیمار با هورمون جیبرلین

منبع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	وزن تر ریشه چه	وزن تر ساقه چه	وزن خشک ریشه چه	وزن خشک ساقه چه
رقم	۱	۱۵۱۲/۵۰**	۷۴۶/۵۰۳**	۳۹/۱۶۱**	۳۱/۵۵۲**	۰/۱۹۵**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۱**
پیری زودرس	۳	۲۴۸۲۶/۹۶۹**	۶۸۱/۶۲۷**	۳۱/۲۴۸**	۲۸/۲۴۸**	۰/۰۳۵**	۰/۰۱۸**	۰/۰۱**	۰/۰۰۰۳۳۳**
رقم × پیری زودرس	۳	۱/۵۶۳ ^{ns}	۳/۲۰۵ ^{ns}	۰/۸۴۵ ^{ns}	۰/۴۵۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۳۳ ^{ns}
هورمون	۳	۱۰۹/۶۱۵**	۱۵۴/۲۱۹**	۲/۱۵۵**	۰/۷۵۸ ^{ns}	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۰۳۳ ^{ns}
هورمون × رقم	۳	۲۱/۹۱۷ ^{ns}	۰/۶۳۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۶۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳۳ ^{ns}
هورمون × پیری زودرس	۹	۲۱/۹۹۷ ^{ns}	۳/۰۶۷**	۰/۰۴۲ ^{ns}	۰/۱۴۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۲۲ ^{ns}
هورمون × رقم × پیری زودرس	۹	۶/۵۰۷ ^{ns}	۳/۴۳۶ ^{ns}	۰/۰۶۳ ^{ns}	۰/۰۳۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱ ^{ns}
خطا	۹۶	۱۳/۷۸۱	۰/۳۰۳	۰/۱۴۶	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۰۳۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰۵۰	۰/۰۰۰۰۱۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۰۲	۳/۱۵	۸/۴۶	۱۰/۴	۴/۱۱	۳/۶۵	۸/۵۸	۵/۳۴

ns معنی دار نمی باشد * : معنی دارد در سطح احتمال ۵ درصد ** : معنی دارد در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۱۴ - میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت در آزمایش اثر هورمون جیبرلین بر بذرهای زوال یافته

رقم	درصد جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)
۷۰۴	۶۵ a	۱۹/۸۹ a	۳/۹۰ a	۳/۷۹ a	۰/۱۷۴ b	۰/۱۴۸ b	۰/۰۲۵۷ b	۰/۰۲۰ b
۲۶۰	۵۸ b	۱۵ b	۲/۹۳ b	۲/۷۹ b	۰/۲۵۲ a	۰/۱۶۱ a	۰/۰۲۶۳ a	۰/۰۲۵ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۱۵- اثر تیمارهای پیری زودرس بر میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت تحت تیمار با هورمون جیبرلین

تیمارهای پیری زودرس	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه
(روز)	(درصد)	(سانتی‌متر)	(سانتی‌متر)	(گرم)	(گرم)	(گرم)
صفر	۹۳/۱۳ a	۵/۶۸ a	۴/۲۶ a	۰/۲۵۳ a	۰/۱۸۳ a	۰/۰۲۶۵ a
۵	۷۳/۴۷ b	۴/۷۹ b	۳/۸۱ b	۰/۲۲۵ b	۰/۱۶۲ b	۰/۰۲۳۷ b
۱۰	۵۱/۵۳ c	۴/۲۳ c	۲/۹۶ c	۰/۱۹۹ c	۰/۱۴۲ c	۰/۰۲۲۹ c
۱۵	۲۸/۵۶ d	۳/۳۲ d	۲/۱۳ d	۰/۱۷۶ d	۰/۱۳۰ d	۰/۰۱۷۶ d

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۱۶ - مقایسه میانگین اثر تیمار جیبرلین بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت

غلظت هورمون جیبرلین (میکرومول)	درصد جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)
صفر	۶۰ c	۱۵/۱۴ d	۴/۲۶ b	۳/۱۶ c	۰/۲۰۳ c	۰/۱۴۹ b	۰/۰۲۳۷ d
۵۰	۶۱ c	۱۶/۲۸ c	۴/۳۶ ab	۳/۲۱ b	۰/۲۰۹ bc	۰/۱۵۲ b	۰/۰۲۵۲ c
۱۰۰	۶۳ b	۱۸/۳۰ b	۴/۵۹ ab	۳/۵۰ a	۰/۲۱۷ ab	۰/۱۵۷ ab	۰/۰۲۶۹ b
۱۵۰	۶۵ a	۲۰/۰۱ a	۴/۸۵ a	۳/۹۰ a	۰/۲۲۸ a	۰/۱۶۴ a	۰/۰۲۸۵ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطر ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد

جدول ۴-۱۷- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون جیبرلین و تیمار پیری زودرس بر سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت

غلظت هورمون جیبرلین (میکرومول)	تیمار پیری زودرس			
	صفر	۵ روز	۱۰ روز	۱۵ روز
صفر	۲۰/۰۶ d	۱۶/۷۱ gh	۱۳/۱۲ k	۱۰/۶۲ m
۵۰	۲۱/۹۶ c	۱۷/۱۶ g	۱۴/۲۳ j	۱۱/۶۲ l
۱۰۰	۲۴/۸۰ b	۱۹/۱۳ e	۱۵/۵۹ h	۱۳/۳۰ k
۱۵۰	۲۶/۹۲ a	۲۰/۲۳ d	۱۸/۰۴ f	۱۵/۱۶ i

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد

جدول ۴-۱۸ - مقایسه میانگین اثر متقابل پیری زودرس و ارقام ذرت بر وزن تر ساقه چه و وزن خشک ریشه چه

وزن تر ساقه چه (گرم)		وزن خشک ریشه چه (گرم)		تیمار پیری زودرس (روز)
رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴	رقم ۲۶۰	رقم ۷۰۴	
۰/۱۹۹ a	۰/۱۶۸ b	۰/۰۳۸ a	۰/۰۳۲ b	صفر
۰/۱۷۱b	۰/۱۵۴ c	۰/۰۲۵ d	۰/۰۲۷ c	۵
۰/۱۴۴ d	۰/۱۴۱ d	۰/۰۲۳ e	۰/۰۲۵ d	۱۰
۰/۱۳۲e	۰/۱۲۹e	۰/۰۱۸ f	۰/۰۲۲ e	۱۵

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد

جدول ۴-۱۹- تجزیه واریانس اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در دو رقم بذر ذرت با بنیه‌های متفاوت در مراحل اولیه جذب آب

منابع تغییرات		درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)	
(s.o.v)		(df)	فعالیت آنزیم پراکسیداز	فعالیت آنزیم کاتالاز
پیری زودرس		۲	۰/۰۰۰۰۱*	۰/۰۰۳**
هیدرو پرایمینگ		۲	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۱۱**
هیدرو پرایمینگ X پیری زودرس		۴	۰/۰۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۰۰۱۹**
رقم		۱	۰/۰۰۰۰۳**	۰/۰۳۲**
رقم X پیری زودرس		۲	۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳۶ ^{ns}
رقم X هیدرو پرایمینگ		۲	۰/۰۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۳۶ ^{ns}
رقم X هیدرو پرایمینگ X پیری زودرس		۴	۰/۰۰۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۵ ^{ns}
خطا		۵۴	۰/۰۰۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰۰۵۵
ضریب تغییرات(درصد)		-	۸/۹۵	۶/۴۴

ns : معنی دار نمی باشد. *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد **: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۲۰- تجزیه واریانس اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در دو رقم بذر ذرت با بنیه‌های متفاوت تحت تیمار با هورمون سیتوکینین

میانگین مربعات (MS)		درجه آزادی	منابع تغییرات
فعالیت آنزیم کاتالاز	فعالیت آنزیم پراکسیداز	(df)	(S.O.V)
۰/۰۱۵*	۰/۰۰۰۰۴**	۲	هیدروپرایمینگ
۰/۰۳۴**	۰/۰۰۰۰۲**	۱	پیری زودرس
۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۵**	۲	هیدرو پرایمینگ × پیری زودرس
۰/۰۰۷**	۰/۰۰۰۰۳**	۱	غلظت هورمون
۰/۰۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۳**	۲	هیدرو پرایمینگ × غلظت هورمون
۰/۰۰۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۴ ^{ns}	۱	پیری زودرس × غلظت هورمون
۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۲	هیدرو پرایمینگ × پیری زودرس × غلظت هورمون
۰/۰۴۵**	۰/۰۰۰۰۵**	۱	رقم
۰/۰۰۰۰۰۳۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳**	۲	هیدرو پرایمینگ × رقم
۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۴ ^{ns}	۱	پیری زودرس × رقم
۰/۰۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۲	هیدرو پرایمینگ × پیری زودرس × رقم
۰/۰۰۰۰۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱ ^{ns}	۱	غلظت هورمون × رقم
۰/۰۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱ ^{ns}	۲	هیدرو پرایمینگ × غلظت هورمون × رقم
۰/۰۰۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۱	پیری زودرس × غلظت هورمون × رقم
۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۲	هیدرو پرایمینگ × پیری زودرس × غلظت هورمون × رقم
۰/۰۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۰۱۳	۷۲	خطا
۱/۹۵	۶/۳۲	-	ضریب تغییرات (درصد)
		ns: معنی‌دار نمی‌باشد. *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد	

جدول ۴-۲۱- تجزیه واریانس اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در دو رقم بذر ذرت با بنیه‌های متفاوت تحت تیمار با هورمون جیبرلین

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	فعالیت آنزیم پراکسیداز	فعالیت آنزیم کاتالاز	میانگین مربعات (MS)
هیدروپرایمینگ	۲	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۰۱۴*	
پیری زودرس	۱	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۳۹**	
هیدرو پرایمینگ × پیری زودرس	۲	۰/۰۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۱**	
غلظت هورمون	۱	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۱۳**	
هیدرو پرایمینگ × غلظت هورمون	۲	۰/۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳**	
پیری زودرس × غلظت هورمون	۱	۰/۰۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۰۴ ^{ns}	
هیدرو پرایمینگ × پیری زودرس × غلظت هورمون	۲	۰/۰۰۰۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	
رقم	۱	۰/۰۰۰۰۵**	۰/۰۰۴۸ ^{ns}	
هیدرو پرایمینگ رقم	۲	۰/۰۰۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۴ ^{ns}	
پیری زودرس × رقم	۱	۰/۰۰۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۱۵ ^{ns}	
هیدرو پرایمینگ × پیری زودرس × رقم	۲	۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	
غلظت هورمون × رقم	۱	۰/۰۰۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۲ ^{ns}	
هیدرو پرایمینگ × غلظت هورمون × رقم	۲	۰/۰۰۰۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۲۴ ^{ns}	
پیری زودرس × غلظت هورمون × رقم	۱	۰/۰۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۳ ^{ns}	
هیدرو پرایمینگ × پیری زودرس × غلظت هورمون × رقم	۲	۰/۰۰۰۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۱۶ ^{ns}	
خطا	۷۲	۰/۰۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۰۰۲۱	
ضریب تغییرات (درصد)	-	۴/۸۱	۲/۴۵	

ns: معنی‌دار نمی‌باشد. *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین اثر تیمار پیری زودرس بر فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز	تیمار پیری زودرس
(میلی گرم پروتئین در دقیقه)	(روز)
۰/۱۴۵ a	صفر
۰/۱۱۳ b	۱۰
۰/۰۷۴ c	۱۵

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد

جدول ۴-۲۳- تجزیه واریانس صفات ارقام ذرت تحت تأثیر تیمارهای هورمون پرایم و پیری زودرس درازمایش مزرعه ای

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	شاخص سطح برگ	محتوای آب نسبی	شاخص کلروفیل	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱/۵۷۳	۲۱/۵۳۵	۶/۷۱۳	۲۱۵۰۱۵/۰۵۵	۲۱۵۴۰/۳۳۶**	۰/۵۷**	۷۰/۱۹**	۲۲/۸۶۳	۰/۰۴۶**
هورمون پرایمینگ	۲	۹/۲۵۹**	۱۷۷/۱۳۵**	۱۱۵/۲۰۲**	۸۴۶۹۲۲۷/۱۴۹**	۸۵۰۹۳۵۵/۱۶۷**	۱۰/۲۴۱**	۶۵/۶۸۵**	۱۴۸/۰۸۰**	۲۳۴/۰۴۶**
پیری زودرس	۲	۳۵/۹۶۷**	۲۰۵۸/۷۷۵**	۱۰۰۰۶/۰۹۲**	۱۶۲۵۶۱۳۰/۰۱۸**	۲۲۵۸۷۵۸۸/۰۸۹**	۱۲/۲۴۱**	۳۵۲/۵۷۴**	۳۱۱۸۳/۸۸۵**	۶۲۹/۴۱۷**
هورمون پرایمینگ × پیری زودرس	۴	۰/۲۱۵**	۲۴/۹۴۴ ^{ns}	۵/۱۱۰**	۲۹۹۱۶۴/۰۵۹ ^{ns}	۱۳۱۴۷۰/۳۳۷ ^{ns}	۰/۵۷۴ ^{ns}	۲۹/۳۸۰ ^{ns}	۱۸/۹۵۸ ^{ns}	۱۴/۶۲۷ ^{ns}
رقم	۱	۱۲/۶۶۳**	۳۹۳/۱۲۰**	۱۷۸/۵۰۶**	۱۹۲۵۹۴۶۰/۱۹۰**	۱۹۰۰۲۹۲۳/۸۰۸**	۴۲/۶۶۷**	۱۲۴/۵۱۹**	۶۵۹۰۱/۷۴۲*	۴۵۰/۶۲۷**
هورمون پرایمینگ × رقم	۲	۰/۰۴۶ ^{ns}	۲۲/۲۵۱ ^{ns}	۲/۷۹۵ ^{ns}	۹۸۷۶۸۲/۹۸۸ ^{ns}	۴۹۵۶۴۷/۶۷۳ ^{ns}	۰/۳۸۹ ^{ns}	۵۱/۴۶۳**	۱۰۹/۱۷۲**	۲۰/۱۴۷**
پیری زودرس × رقم	۲	۰/۰۳۹۸**	۶۷/۰۱۵**	۳۷/۹۸۵**	۸۰۷۴۵۹/۰۷۴**	۴۴۲۳۰۵/۶۲۴**	۱/۱۶۷ ^{ns}	۶۸/۰۱۹ ^{ns}	۴۹۴۲/۷۳۸ ^{ns}	۴/۲۵۲ ^{ns}
× پیری زودرس × رقم	۴	۰/۱۳۰ ^{ns}	۱۸/۸۱۵ ^{ns}	۳/۴۴۴ ^{ns}	۲۹۶۷۹۸/۵۵۴ ^{ns}	۱۵۸۹۱۷/۲۴۶ ^{ns}	۰/۳۸۹ ^{ns}	۰/۸۸ ^{ns}	۵۲/۶۹۶ ^{ns}	۲/۷۱۶ ^{ns}
خطا	۳۴	۰/۰۸۶	۱۷/۲۹۶	۱/۲۲۴	۴۲۳۰۸/۷۳۳	۴۲۳۰۸/۰۰۹	۰/۲۸۰	۰/۵۸۷	۹/۶۴۳	۲/۹۴۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۹۷	۶/۲۱	۱/۴۱	۱/۵۹	۴/۳۹	۳/۶۰	۲/۵۹	۱/۲۲	۴/۶۶

ns: معنی دار نمی باشد. *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد **: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴-۲۴- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون پرایم و پیری زودرس بر شاخص سطح برگ ذرت

پیری زودرس			هورمون پرایمینگ
۱۵ روز	۱۰ روز	صفر	
۲/۸۵۵ g	۳/۵۸ f	۵/۳۱۳ c	صفر
۳/۵۳۸ f	۴/۷۳۷ d	۶/۵۱۲ b	هورمون جیبرلین
۴/۱۲ e	۴/۸۰۵ d	۶/۹۸۲ a	هورمون سیتوکینین

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد

جدول ۴-۲۵- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پیروی زودرس بر صفات ذرت

پیری زودرس (روز)	شاخص		محتوای نسبی آب		شاخص کلروفیل		عملکرد بیولوژیک		عملکرد دانه	
	سطح برگ		(درصد)		(اسپد)		(کیلوگرم در هکتار)		(کیلوگرم در هکتار)	
	۷۰۴	۲۶۰	۷۰۴	۲۶۰	۷۰۴	۲۶۰	۷۰۴	۲۶۰	۷۰۴	۲۶۰
صفر	۶/۷۰۷ a	۵/۸۳۱ b	۸۶/۵۶۶ a	۷۷/۱۵۹ b	۵۳/۴۷۳ b	۵۴/۶۶۱ a	۱۳۰۳۱/۳۱ C	۱۴۶۷۰/۰۱ a	۵۲۵۸/۹۶ b	۶۸۰۶/۵۵ a
۱۰	۵/۰۲۴ c	۳/۷۲۳ d	۶۷/۸۸۶ c	۶۲/۸۱۲ d	۴۳/۲۵۳ d	۴۶/۱۲۸ c	۱۲۳۷۳/۹۰ d	۱۳۵۲۵/۰۶ b	۴۱۴۲/۳۵ d	۵۱۲۶/۴ b
۱۵	۲/۸۶۹e	۳/۱۴d	۶۲/۶۸۷ d	۶۰/۹۷۸ d	۳۰/۸۶۹ e	۴۲/۷۱۶ d	۱۱۵۵۳/۴۴ e	۱۲۳۴۷/۵۴ d	۳۳۰۳/۹۳ e	۴۳۳۱/۳۴ c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد

جدول ۴-۲۶- مقایسه میانگین اثر هورمون پرایم بر صفات ذرت

هورمون پرایمینگ	محتوای نسبی آب	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد ردیف
	(درصد)	(کیلوگرم در هکتار)	(کیلوگرم در هکتار)	در بلال
صفر	۶۶/۵۷ c	۱۲۱۹۰/۰۱ c	۴۰۸۲/۰۱ c	۱۳/۸۳ b
هورمون جیبرلین	۶۹/۶۳ b	۱۳۰۱۰/۰۲ b	۴۹۶۸/۰۵ b	۱۵/۱۱ a
هورمون سیتوکینین	۸۴/۷۲ a	۱۳۵۵۰/۰۱ a	۵۴۳۵a	۱۵/۱۷ a

میانگین‌ها دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد

جدول ۴-۲۷- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون پرایم و پیری زودرس بر شاخص کلروفیل ارقام ذرت

هورمون پرایمینگ	پیری زودرس		
	صفر	۱۰ روز	۱۵ روز
صفر	۵۱/ ۹۰۸c	۴۲/۶۵۳e	۳۵/۴۴۵h
هورمون جیبرلین	۵۳/۸۳۰ b	۴۶/۷۵۷d	۴۰/۴۷۲ g
هورمون سیتوکینین	۵۶/۴۶۳ a	۴۶/۶۶۳ d	۴۱/۹۶ f

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد

جدول ۴-۲۸- مقایسه میانگین اثر تیمار پیری زودرس بر صفات ذرت

تیمار پیری زودرس (روز)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
صفر	۱۵/۶۱ a	۳۴/۵۶ a	۲۹۵/۲ a	۴۳/۲۷ a
۱۰	۱۴/۵۰ b	۲۸/۱۷ b	۲۵۰/۳ b	۳۵/۵۳ b
۱۵	۱۴ c	۲۶/۰۶ c	۲۱۲/۳ c	۳۱/۶۶ c

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۲۹- مقایسه میانگین تعداد ردیف در بلال ارقام ذرت

رقم	تعداد ردیف در بلال
۷۰۴	۱۵ a
۲۰۶	۱۳ b

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۴-۳۰- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون پرایم و ارقام ذرت بر صفات ذرت

هورمون پرایمینگ		شاخص برداشت (درصد)		وزن هزار دانه (گرم)		تعداد دانه در ردیف	
رقم		۲۶۰		۷۰۴		۲۶۰	
۷۰۴		۲۶۰		۷۰۴		۲۶۰	
صفر		۲۸ / ۷۲e		۳۶ / ۹۳ c		۲۷ / ۷۷ d	
هورمون جیبرلین		۳۵ / ۵۶d		۴۰ / ۰۱ b		۲۷ / ۷۷ d	
هورمون سیتوکینین		۳۷ / ۵۰c		۴۲ / ۱۸ a		۲۸ / ۶۶ c	

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارد

منابع و ماخذ

۱. اکرم قادری ف. کامکار ب. و سلطانی ا، (۱۳۹۰) "علوم و تکنولوژی بذر (ترجمه) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد"، ص ۵۱۲.
۲. توکل افشاری ر. رشیدی س. و علیزاده ه، (۱۳۸۸) "تأثیر بنیه بذر بر جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در مراحل اولیه جوانی زنی در دو رقم کلزا" **مجله علوم گیاهان زراعی ایران (علوم کشاورزی)**، جلد ۴، شماره ۲: ص ۱۳۳-۱۲۵.
۳. خدابنده ن، (۱۳۷۲) غلات. انتشارات دانشگاه تهران.
۴. دادرسی ا. ابوطالبیان م.ع. و سیدی م، (۱۳۹۴) "تأثیر پرایمینگ بذر در مزرعه روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت" **نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی**، جلد ۵، شماره ۱۵: ص ۱۶۱-۱۵۳.
۵. دارابی ف. ولی پور م. ناصری ر. و مرادی م، (۱۳۹۶) "تأثیر پیری زودرس بر جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت‌های بذر ارقام هیبرید ذرت" **مجله پژوهش‌های بذر ایران**، جلد ۴، شماره ۱: ص ۴۵-۵۹.
۶. سرمد نیا غ. و کوچکی ع، (۱۳۷۵) (ترجمه) تکنولوژی بذر. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۷. صیامی ر. میر شکاری ب. فرح بخش ف. رشیدی و. و تازی نژاد ع، (۱۳۹۳) "اثر پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید و تنش کم آبی بر فعالیت آنزیمی و عملکرد ذرت دانه‌ای" **فصلنامه علمی پژوهش فیزیولوژی گیاهان زراعی**، جلد ۹، شماره ۳۴: ص ۳۳-۲۳.
۸. طباطبایی ع، (۱۳۹۲) "اثر پیش تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت بذر ذرت تحت شرایط تنش خشکی" **مجله علوم و تکنولوژی بذر**، جلد ۴، شماره ۲: ص ۷۹-۷۲.

۹. عالیوند ر. توکل افشاری ر. و شریف زاده ف، (۱۳۹۲) "بررسی روند جوانه زنی بذر کلزا و پیش بینی زوال بذری شرایط متفاوت انبارداری" مجله علوم گیاهان زراعی ایران، جلد ۴۴، شماره ۱: ص ۶۹-۸۳.

۱۰. عباس دخت ح. و بیگی م، (۱۳۹۴) "تأثیر هیدروپرایمینگ، تقسیط کود نیتروژن و عمق کاشت بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه هیبرید دابل کراس ۳۷۰ ذرت در منطقه خشک" مجله تولیدات گیاهی، جلد ۲۲، شماره ۱: ص ۱۴۹-۱۷۲.

۱۱. عباس دخت ح. افشاری ح. اوجی ا. و طاهری ش، (۱۳۹۵) "اثر پرایمینگ بذر در سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان رقم پروگروس" مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی ایران، جلد ۸، شماره ۲۹: ص ۱۰۵-۱۲۰.

۱۲. عباس دخت ح. و عدالت پیشه م. ر، (۱۳۹۱) "تأثیر پرایمینگ بذر و سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت" مجله علوم گیاهان زراعی ایران، جلد ۴۳، شماره ۳: ص ۳۸۱-۳۹۲.

۱۳. عباس دخت ح. و عدالت پیشه م. ر، (۱۳۸۷) "پرایمینگ، انواع و نقش آن در زراعت (مقاله مروری)" اولین هایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران. گرگان

۱۴. عباس دخت ح. و مشهدی تربتی ا، (۱۳۹۴) "مطالعه بر همکنش کود زیستی نیتروکسین، نیتروژن معدنی و هیدرو پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴" مجله تحقیقات غلات، جلد ۵، شماره ۳: ص. ۲۷۳-۲۸۷.

۱۵. عیسوند ح. ر. و فرج الهی ز، (۱۳۹۶) "بررسی قابلیت انبار مانی و کیفیت فیزیولوژیک بذر دو اکوتیپ گیاه دارویی حریم گلی (*Salvia officinalis* L.) با استفاده از آزمون پیری تسریع شده" نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، جلد ۲۴، شماره ۲: ص ۱۴۷-۱۵۱.

۱۶. قادری فر ف. و سلطانی (۱۳۸۹) کنترل و گواهی بذر. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۰۰ صفحه .
۱۷. کوچکی ع. و بنیان م. (۱۳۷۳) فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه .
۱۸. کوچکی ع. و حقیقی ر. (۱۳۷۹) "ارزیابی بنیه بذر چهار رقم یونجه با استفاده از آزمون های پیری زودرس و هدایت الکتریکی"، مجله بیابان. جلد ۵، شماره ۱: ص ۲۵-۱۵.
۱۹. مجنون حسینی ن. ۱۳۸۳. زراعت غلات. انتشارات مهر .
۲۰. محمدی ح. توکل افشاری ر. و میراب زاده م، (۱۳۹۱)، پایان نامه کارشناسی ارشد: "ارزیابی تأثیر سالیسیلیک اسید بر پاسخ های دما- رطوبت در بذر زوال یافته دو رقم کلزا تحت تنش خشکی و شوری" پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، کرج، دانشگاه تهران.
۲۱. محمدی م، (۱۳۷۹) ، پایان نامه کارشناسی ارشد: "بررسی پاسخ های فیزیولوژیک ریشه های در حضور مقادیر اضافی MN و NI از نظر فعالیت سیستم های آنتی اکسیدانت" دانشکده کشاورزی ، دانشگاه تربیت مدرس.
۲۲. مرادی ع. و عباس دخت ح. (۱۳۸۹) "تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص های فیزیولوژیک رشد گیاه ذرت متأثر از هیدروترمال پرایمینگ بذر". یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۲۳. مسرت س. سیادت ع.ا. شرفی زاده م. و حبیبی خانبانی ب، (۱۳۹۲) "تأثیر پرایمینگ بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ذرت هیبرید در شرایط تنش خشکی" فصلنامه اکوفیزیولوژی گیاهی، جلد ۵، شماره ۱۵: ص ۳۵-۱۳.

۲۴. مهاجری ف. رمرودی م. تقوایی م. و گلوی م، (۱۳۹۶) "تأثیر پیری تسریع شده بر جوانه زنی و سایر مولفه‌های جوانه‌زنی بذرهای حاصل از پرایمینگ گیاه مادری در ارقام لوبیا چیتی" **نشریه علوم و فناوری بذر ایران**. جلد ۴، شماره ۱: ص ۱۰۱-۱۱۲.

۲۵. نجفی نوایی ه. نوری بنا ع.ع. فرجی ا. داداشی م.ر. و غلامی ح، (۱۳۹۴) "تأثیر هیدروپرایمینگ بر تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بذور زوال یافته کلزا (*Brassica napus L.*)" **پژوهشنامه گیاهان دانه روغنی ایران**. جلد ۴، شماره ۲: ص ۹۲-۷۵.

26. Ashsraf M. and foolad M.R. (2005) "Presowing seed treatment- a shoutgun approach to improve germination , plant growth , and crop yield under saline and non saline conditions" **Advances in Agronomy**, **88** , pp 223-271.

27. Ashraf M.and Rauf H.(2001) "inducing salt tolrrance in maize (*Zea mays L.*) through seed priming with chloride salts : growth and ion transport at early growth stage" **Acta physiology plant** , **23**, pp 407-414.

28. Abbasdokht H. (2010)" Effects of hydro priming and halopriming on germination and growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum L.*)" **Desert**. **16** pp 61-68.

29. Abu-shakra S.S. and ching T.M. (1967) "Mitochondrial activity in germinatin new and old soybean seed" **Crop Science**, **7**, pp 115-118.

30. Afzal I. Basra S. Faroog M. and Nawaz A. (2006) "Alleviation of Salinity Stress in Spring wheat by hormonal priming with ABA, Salicylic acid and ascorbic acid" **International Journal of Agricultural and Biology**, **1** pp 23-28.

31. Aldesquy H. S. and Ibrahim H. A. (2000) "The rol of shikmicacid in regulation of growth, transpiration, pigmentations , photosynthetic activity and productivity of vigna sinesis plants" **Phyton Horn**, **40**, pp 277-292.

32. Ali S. Riza khan A. Mairag G.H. Arif M. Fida M. and Bibi S. (2008) "Assessment of different crop nutrient management practice for yield improvement" **Australian Journal Crop Science**, 3, pp 150-157.
33. Andreeo I.O. Spiridonova E. V. KunakhV.A. and solovayan V.T. (2004) "Aging and loss germination in rye seed is accompanied by a decreased fragmentation of nuclear DNA at loop domain bundles" **Russian Journal of Plant and Physiology**, 5, pp 241-248.
34. Ansari O. and sharif zadeh F. (2013) "Improving germination of primed mountain rye seeds with heat shock treatment" **Brazilian Journal of Plant Physiology**, 25, pp 1-6.
35. Ansari O. Chogazardi H. R. sharifzadeh F. and Nazarli H. (2012) "Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*secale montanum* L.) as affected by drought stress" **Cerecetari Agronomic in Moldova**, 150, pp 328-338.
36. Ashraf M. and Rauf H.(2001) "Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages" **Acta Physiology Plantarum**, 23, pp 407-410.
37. Azadi, M.S. Tabatobaei S.A. Younesi E. Rostami M.R. and Mombeni M. (2013) "Hormone priming improve germination characteristics and enzyme activity sorghum seeds (*Sorghum bicolor* L.) under accelerated aging" **Cerecetari Agronomic in Moldov**, 3, 155pp 49-56.
38. Bahrani A. (2015) "Kinetin and Abscises acid effects on seed germination and seedlings growth of maize (*Zea mays* L.) under salt stress condition" **Journal of Agricultural and Biological Science**, 10,9 , pp 351-357.
39. Bailly C. Benamar A. Corbineau, F. and come D. (2000) "Antioxidant system in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming" **Seed Science Research**, 10, pp 35-42.

40. Balestrazzi A. confalonieri M. Macovei A. Dona M. Curboneva D. (2011) "Genotoxic stress and DNA repair in plants: emerging functions and tools for improving crop productivity" **Plant Cell Rep** , **30**, 287-295.
41. Balouchi H. R. Bagheri F. Kayednezami R. Movahedi M. and yadavi, A.R. (2013) "Effect of seed aging on germination and seedling growth indices in three cultivars of Brassica napus L." **Journal of Plant Research**, **26**, pp 397-411.
42. Bartolic C. G. Simontacchi M. Montaldi E. and puntarulo L. (1996) "Oxidative stress , antioxidant capacity and ethylene production during aging of cut carnation (*Pianthus Caryophyllus* L.) petals" **Journal of Experimental Botany**, **7**,pp 595-601.
43. Basavarajappa B.S. shetty H.S. and prakash H. S. (1991) "membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds" **Seed Science and Technology**, **19**, pp 279-286.
44. Basra A. S. Bedi S. Malik E.P. (1988) "Accelerated germination of maize seeds under chilling stress by osmotic priming and associated changes in embryo phospholipids" **Annals of Botany**, **61**,pp 635-637
45. Basra M. A. Ahmad W. O. Kahn M. M. Ibal N. and cheema M. A.(2003) "Assessment of Cotton seed deterioration during accelerated aging" **Seed Science and Technology**, **31**,pp 531-540.
46. Basra M. A. Ehsanullah E. A. Warraich M. A. and Afzal I. (2003) "Effect of storage on growth and yield of primed canola brassica napus seed" **International Jurnal Agriculture**,**5**,pp 117-120.
47. Begum M. Balamurugan P. Vanagamadi K. Prabakar K. and Ramakrishnan. R.(2014) "Enzyme changes during seed storage in ground nut (*Arachis hypogeal* L.)" **Journal oaf Applied and Natural Science**, **6**, 2,pp 748-750.

48. Berjuka P. Dini M. and Covers H. O. (1986) "Deteriorative changes in embryos of long – stored , uninfected maize caryopsis" **South African Journal of Botany**,52, pp100-116.
49. Berlette B. S. Stadtman, E. R. (1997) "Protein oxidation in aging disease, and oxidative stress" **The Journal of Biological Chemistry**, 272,pp 20313-20316.
50. Bernal L. Camacho A. and Car ball A.(2000) "Effect of seed aging on the enzymic antioxidant system of maize cultivars. pp.157-160. In: Black , M., K. J. Bradford, and J. unzqez- Rumos (eds). CABJ publshing. HK.
51. Bewley J. D. (1968)" Membrane changes in seed as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage . In: physiology of seed deterioration M. B. McDonald. and nelson C.J (eds) . (Madison , Wisconsin, Crop Science Society of America Special Publication, 11,pp 27-46.
52. Bewley J. D. (1997) "Seed germination and dormancy plant cell" 9,pp 1055-1066.
53. Bobak S. A. parvius N.K. and Ansari W.M.(2015) "An assessment of the effects of seed aging application of phyth hormone and kno on aged corn seeds" **African journal of Agronomy**, 3,pp 235-243.
54. Bray C.M.(1996) "Biochemical processes during the osmo priming of seeds" in "seed development and germination" (Eds Kigel.J and Galili.G) Marcel Dekker Inc, New York.
55. Campbell J. A. Nadia B.P. and Wilson, J. R. (1999) "The effect of glycinebetaine application on germination and early growth of sugarcane" **Seed Science and Technology** ,27,pp 747-752.
56. Cantliffe D. j. Ficher j. M. and Nell T. A.(1984) "Mechanism of Seed Priming in circumventing thermo dormancy in lettuce" **Plant Physiology** , 75,pp 290-294.

57. Chen D. Gunawarden T. A. Naidu, B. P., Fukai S. and Basnayake. J.(2005) "Seed treatment with gibberellic acid and glycinebetaine improves seedling emergence and seedling vigor of rice under low temperature" **Seed Science and Technology** , **33**, pp **471-479**.
58. Chen H.H. Chen Y. K. and Chang H.C.(2012) "Evaluation of physiochemical properties of plasma treated brown rice" **Food chemistry**, **135**, pp **74-79**.
59. Chen K. and Arora R.(2013) "Priming memory invokes seed stress – tolerance" **Environmental and Experimental Botany**, **94**, pp 39-45.
60. Chhipa B.R, Lal, p. and Paliwal R. (1993) "Effect of presoaking treatments on wheat grown on soils with graded levels of boron" **Journal India Science**, **41**,pp **531-534**.
61. Chiu K. Y. and Sung, M. J. (2002) "Effect of priming temperature on storability of primed sh – 2 sweet corn seed" **Crop Science**, **42**,pp **1996-2003**.
62. Clark L. J. Whalley W.R. Ellis J. Dent K. Murungu F.S. and Chidzuza C. (2001) "On – farm seed priming in maize" A physiological evaluation seventh eastern and southern Africa regional maize conference pp, **268-273**.
63. Clerkx E. J. M. Blankestijn H. Ruys G.J. Groot A. And Koornneef M. (2003) "Characterization of green seed an enhancer of abi 3-1 in Arabidopsis that affects seed longevity" **Plant Physiology**, **132**, pp **1042-1084**.
64. Coolbear p. (1995) "Mechanisms of seed deterioration. Pp. 233-277. In: Basra A. S. (ed) . Seed Quality Food Product . press new York.
65. Coolbear p. Francis A. and Grierson . D. (1984) "The effect of low temperature pre – sowing treatment on the germination performance and

membrane integrity of artificially aged tomato seeds” **Journal of Experimental Botany**, 35, pp 1609-1611.

66. Corbineau F. Gay – Mathieu C. Vinel D. and Come, D. (2002) “Decrease in Sunflower Seed Viability caused by high temperature as related to energy metabolism, member damage and lipid composition” **Physidogia Plantarum**, 116, pp 489-496.

67. Cordoba – Canero D. Roldan – Arjona T. Ariza R. R. (2014) “Arabidopsis ZDP DMA 30- phosphates and ARP endonuele use function in 8- oxoG repair initiated by FPG and OGG 1 DMA glycosy lases” **Plant Journal**, 79, pp 824-834.

68. Dadrasy v. Abotalebian M. A. and Seiedy M. (2015) “The effect of seed priming in the form on yield and yield components two corn cultivars” **Journal of Crop Production and Processing** , 4, 16, pp 153-161.

69. Das G. and Sen- MandiS. (1992) “Scutellar amylase activity in naturally aged and accelerated aged wheat seeds” **Annual Botany**, 69, pp 497-501.

70. Delespinay A. lequeux H. Lambillotte B. and Luttus S. (2010) “Protein synthesis in differentially required for germination in poa pratensis and trifolium repens in the absence or in the presence of cadmium” **Plant Growth Regular**, 61, pp 205-214.

71. Dellaquila A. and Tritto V. (1991) ‘Germination and biochemical activities in wheat seeds following delayed harvesting, aging and osmotic priming” **Seed Science and Technology**, 19, pp 73-82.

72. Demir I. Mavi K. and oztokat C. (2004) “Changes in germination and potential longevity of watermelon (*Citrullus Lanatus* L.) seeds during development” **Journsl of Crop and Hortictlural Scince** , 32, pp 139-145.

73. Dey G. and mukherjee R. K.(**1986**) “Deteriorative changes in seeds during storage and its control by hydration – dehydration pre-treatments” **Seed Research**, **14**, pp **49-59**.
74. Eleiwa M. E.(**1989**) “Effect of prolonged seed soaking on the organic and mineral components of immature pods of soybeans” **Egypt Journal Botany**, **32**, pp **149-160**.
75. Ellias S. Garary AL . and Hanning S.(**2006**) “Seed quatity testing of native species” **Native Plants Journal** , **7**, pp **15-12**.
76. FAO Statistics division . (2012). <http://www.faostat> . fao.org
77. Farooq M. S. Basra M. Tabassum R. and Afzaly. (2006) “Enhancing the performance of detect seed fin nice by seed priming” **Plant Production Science**, **4**, pp **446-456**.
78. Ferguson J. M. Tekrony D. M. and Egil D. E. (1990) “Changes during early seed and axes determination; 11. Lipids” **Crop Science**, **30**,pp **179-182**.
79. Ferguson j. (1990) “Report of seed vigor subcommittee” **Seed Science and Technology**, **14**, pp **181-184**.
80. Ferrise R. S. and Baker J. M. (1990) “Relations ships between soybean seed quality and performance in soil” **Seed Science and Technology**, **18**, pp **51-73**.
81. Finch – Savage W. E. Dent K. C. and Clark L. J.(**2004**) “Soak conditions and temperature fallowing sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on – form priming (pre-sowing seed soak)” **Field Ccrops Research**, **90**, **361-374**.
82. Finnerty T. L. Zajicek J. M. (1992) “Use of seed priming to bypass stratification requirements of three *Aquilegia* species” **Hort Science**, **27**, **310-313**.

83. Fu J. R. Lu X. P. Chen R. Z. Zhang B. Z. ki Z.S. and Cai C.Y. (1988) "Osmo conditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds with PEG to improve vigor and some biochemical activities" **Seed Science Technology**, **16**, pp 107-212.
84. Gelmond A. Luria I. Woodstock L.W. and perl M. (1978) "The effect of accelerated aging of sorghum seeds on seedling vigor" **Journal of Experimental Botany** , **29**, pp 489-495.
85. Ghussemi-Golezani K. Chadordooz- Jeddi A. Nasrullahzadeh S. and Moghaddam. M. (2010) "Influence of hydropriming duration on field performance of pintobean (*Phaseolus vnlganis* L.) Cultivars" **African Journal of Agricultural Research**, **5**, **9**,pp 893-897.
86. Gidrol X. Serghini H. Nobhani A. Mocquot B. and Mazilak P.(1989) "Biochemical changes induced by accelerated aging in sunflower seeds" **Plant Physiology**", **76**, pp 591-597.
87. Goel A. Goel, A.K. and sherma J. F. (2003) "Changes in oxidative stress enzymes during artificial aging in cotton seeds" **Journal of plant physiology**, **160**,pp 1093-1100.
88. Gorcia F. C. Jimenez, L.F. and vezquez R. J. M. (1995) "Biochemical and cytological studies on osmoprimed maize seeds" **Seed Science Research** , **5**, pp 15-23.
89. Guan Y. Hu J. Wong x. and Shao C. (2009) Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress" **Journal of Zherinany University Science**, **10**, **4**, pp 427-733.
90. Hampton J. C. Cookson W.R. Raula A. G. Rowrlh J. S. Mcyill, C. R. and vill M.J. (2002) "Temperature and time variable for accelerated aging testing of perennial ryegrass", **Seed Science and Technology**, **28**, pp 861-863.

91. Hampton J. G. Brounton R. j . Pemberton G. M. and Rowarth J. S. (2004) "Temperature and time variable for accelerated aging vigour testing of pea (*pisum sativum* L.)" **Seed Science and Technology**, **32**, pp **261-264**.
92. Harington J. F. (1973) "Biochemical basis of seed longevity" **Seed Science and Technology** , **1**, pp **453-467**
93. Harris D. Rashid A. Miray G. Arif M. and shah H. (2007) "Priming seeds with zinc sulphate solution increases yield of maize (*Zea mays* L.) on zinc deficient soils" **Field Crops Research** , **102**, pp 119-127.
94. Harris D. J. Oshi A. khan P. A. Cothkur p. and sodhio P.S. (1999). "On – farm seed priming in semi – arid agriculture: Development and evaluation in maize (*Zea mays* L.), ric (*Oryza sativa* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) in India using participatory methods" **Experimental Agricultural**, **35,1**, pp **15-29**.
95. Haung Y. M. Wang H. H. and Chen K. H.(2002)" Application of the seed priming treatments in Spanish (*Spinacia oleraceae* L.) production" **Journal Chinese Society for Horticultural Science**,**48**, pp **117-123**.
96. Heydecher w. (1972) vigour. Pp-209-252. In viability of seeds. E. H. Roberts, (ed). (Syracus university press) Syracuse. N. Y.
97. Hoseinikhah F. S. parsa S. Tavakol afshari R. and Esmaeili A. (2013) "Effect of ascorbic acid (vitamin c) and alpha – tocophrol (vitamin E) on seed deterioration process of two sesame (*Sesanum indicum* L.) cultivars" **Seed and Plant Production Journal** , **2**, pp **83-100**.
98. Hozanyan M. S. Zerdan M. Abdel- lateef E. M. and Abdel – salam M. S. (2007) "Performance of some mungbean (*Vigna radiate* L.) genotypes under late sowing condition in Egypt research" **Journal Agriculture Biotechnology Science** ,**3**,pp **927-978**.
99. Hsu C.C. Chen C. L. Chen J. J. and suny. J. M. (2003) "Accelerated aging enhanced lipid peroxidation in bitter gourd seeds and effects of

priming and hot water soaking treatments” **Scientia Horticulturae**, **80**, pp **201-212**.

100. Juraimi A. S. Anvar Md. P. Selamat A. Puteh A. and man A. (2012) “The influence of seed priming on weed duppression in aerobic rice” **Pakistan journal of weed Science Research**, **18**, pp **257-264**.

101. Kang G.Z. Wang Z.X. Xia. K.F. and Sun G.C. (2007) “Protection of ultrastructure in chilling- Stressed banana leves by salicylic acid” **Journal of Zhejiang University Science** ,**8**,**4**,pp**277-282**.

102. Kanto V. Jutamanec k.O. Ostospar Y. Chaiaree W. and Jattupornpang S. (2015) “Promotive effect of priming with 5-Amonolevulinic acid on seed germination capacity, seedling growth and antioxidant enzyme activity in rice subjected to accelerated aging treatment” **Plant production science**, **18**, pp **443-454**.

103. Kapoor N. Arya A. Siddiqui M.A .Amir A. and Kumar H. (2010) “Seed deterioration in chickpea (*Cicer orietinum* L.) Under accelerated aging” **Asian Journal Plant Science**, **9**,pp**158-162**.

104. Kaufman M. R. and Ross K. J. (1970) “Water potential , temperature and kinetin effects on seed germination in soil solute system” **American Journal of Botany**, **57**, pp **413-414**.

105. Khajeh M. Tabatabaei S. A. Ansari O. and sharif-zadeh F.(2015) “Improument of germination characteristics and enhancement of antioxidant enzymes activity of sunflower (*Carthamus tinctorious* L.) aged seeds by useel of gibberellin” *Cerctaria Agronomic in Moldave*” **3** ,**163**, pp **33-41**.

106. Krishnan p. Chatitanya K.S. keshavkant S. and Maithani S.C. (2000) Changes in total protein and protease activity in dehydrating recalcitrant sal (shorea robusta) seed” **Silvea Fennica**, **34**, pp **71-74**.

107. Krishnan p. Nagarajan S. and Moharir A.V. (2004) “Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated aging conditions” **Biosystem Engineering**, **89**, pp 425-433.
108. Krishnan P. Nagorajan S. Dudlani M. and Moharir A.H. (2003) Characterization of wheat (*Triticum aestivum* L.) and soybean (*Glycine max* L.) seeds under accelerated aging conditions by proton nuclear magnetic spectroscopy” **Seed Science and Technology** , 31, pp 541-550.
109. Kumar A. Gangwar J. S. Prasad S.C. and harriss D. (2002) “On farm seed priming increase yield of direct – sown finger millet in India” *Ynt. Sorg. Mill . Newsletter*. 43: 90-92
110. Kumuri N. kumar Rai p. Bura B. and singh J.(2017) “Effect of halo priming and hormonal priming on seed germination and seedling vigor in maize (*Zea mays* L.) seeds” **Journal of pharmacognosy and pythochemistry**, 6, 4, pp 27-30.
111. Lachman J. Dudjack J. Orsak M. and pivec V.(2003) “Effect of accelerated aging test on the content and composition of polyphenolic complex of wheat (*Triticum aestivum* L.) grains” **Plant Soil Environment** ,49,1,pp 1-7.
112. Lambeth V. N. and Plus E. E. (1974) “Chemical simulation of germination rate in aged tomato seeds” **Journal of American Horticulture Science**, **99**, pp 9-12.
113. Lee S.y. Lee. Y. H. and won, Too. K. (2002) “Variations differences in seed germination and seedling vigor of Korean rice varieties following dry heat treatment” *Seed science and Technology*, **30**, pp 311-327.
114. Lehner A. Mamadou N. P. and corbineau F. (2008) “Change in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in the embryo during aging in wheat grains” **Journal of Cereal Science**, **47**, pp 555-565.

115. Leprince O. Harren F. j. M. Buitink J. Alberda M. and Hoekstra E.A. (2000) "Metabolic dysfunction and respiration precede the loss of membrane integrity during dehydration of germination radicals" **Plant Physiology** , 122,pp 597-608.
116. Leshem Y. Y. Wurzbarger J. Grossman S. and Fimer A. A.(1981) "Cytokinin interaction with free metabolism and senescence effects on endogenous lipoxygenase and Purina oxidation" **Physiological Plantarum**, 53, pp 9-12.
117. LeumbnerG.(2006)"the seed biology place". <http://www.seedbiology.de.mazor,L.,perl,M.> and negbi., M. (1984). Charges in some ATP- dependent activities in seeds during treatment with polyethylene glycol and during the rehydrating process. J. Exp. Bot. 35,pp 1119-1127.
118. Liopa A. Zakynthionos G. Varzakas T. and Mickolaos Xynias, L. "Effect of Nacl and GA3 on seed germination and seedling growth of eleven medicinal and aromatic crops" **Journal of Medicinal Plants Research**, 5, 17, pp 4005-4073.
119. Liu Q. Hilhorst H. W. M. Groot S. P. C . and Bino R.J.(1997) "Amounts of nuclear DMA and internal morphology of gibberellins and absciseacid – deficient tomato (*Lycopers icon esculentum* Mill) seeds during maturation, imbibitions and germination" **Ann. Mat** 79, pp 161-168.
120. Liu x. unng, B. and Banowetz G. (2002) "Cytokine effects on creeping effects on creeping bent grass responses to heat stress" **Crop Science**, 24, pp 456-457.
121. Mahmoudi H . Zargouni H. Tarhouné I. and Overghi Z. (2012) "Combined effect of hormonal priming and salt treatments on germination

percentage and antioxidant activities in lettuce seedlings” **African journal of Biotechnology** , 11 ,45, pp10373-10380.

122. MC Donald M. B. (2004) Orthodox seed deterioration and its repair, PP. 273-304. In Bench – Am old, R. L. and Sanchez, R. L. (eds). Handbook of seed physiology. Food Product Press. Argentina.

123. MC Donald M.B. (1999) “Seed deterioration physiology repair and assessment” **Seed Science and Technology** , 27, pp 177-237.

124. MC Donald M.B. and Nelson E. J. (1989) “Physiology of seed deterioration. CSSA special publication” . No. 11: Crop Science. Society of America Madison, WI.

125. Misra N.M. and Dwivedi D. P. (1980) “Effect of pre-sowing seed treatment on growth and dry matter accumulation of high yielding wheat under rainfed conditions” **Indian Journal Agron**,25,pp 230-234.

126. Mohammadi L. and Shekari F. (2015) “Examination the effects of hydro priming and priming by salicylic acid on lentil aged seeds” International journal of Agricultural and Crop Sciences, 3,pp 420-428.

127. Mubshar H. Farooq M. Shahzad M. Basra A. and Ahmad N.(2006) “Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower” **International Journal Biological**,80, pp 14-18.

128. Murungu F. S. Nyamugufuta P. Chiduza C. Clark L.J. and whalley W. R.(2003) “Effects of seed priming, aggregate size, and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*zea mays* L.) **Soil Till Research** , 14, pp167-168.

129. Musa A. M. Hariis D. Johnson C. and kumar J.(2001) “Short duration chickpea to replace fallow after a man rice: the role of on-farm seed priming in the high Briand tract of Bangladesh” **Experimental Agricutural**, 37, ,4 ,pp 509-521.

130. My Cok D. J. and Berjak D. (1995) "The implication of seed – associated mycoflora during storage. In: seed development and germination" (des. j. kigeland G. Galili), pp.
131. Nambara E. Okamoto M Tatematsu k. Yano R. Seo M. and kamiya Y. (2010). "Absciscic acid and the control of seed dormancy and germination" **Seed Science Research**, 20 , pp 55-67.
132. Nascimento w. M. Cantive D. J. and Huber D.J. (2001) "Endo – beta – mannanase activity and seed germination of thermo sensitive and thermotolerant lettuce genotype in response to seed priming" **Seed Science Research** ,1, pp 255-264.
133. Nichols M.A. and Heydecker W .(1968) "Two approaches to the study of germination date " **Internaional Seed Testing Association**, 33, pp531-540
134. Osborn D.J. (1980) Senescence in seeds. Pp. 13-37. In: Senescence in plants. K. V. Thimann, (eds). CRC press Boca Roton, Florida.
135. Pandey R. K. Maranville J.W. and Chetima M. M. (2002) Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a sahelian environment" **Agriculture water Manage**, 46, pp 15-27.
136. Parera C.A. and Cantliffe D.J. (1994) "Presowing seed priming" **Hort.Rev**, 16 pp 109-114.
137. Patade H. 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 Seed Science** 4,3, pp 125-136.
138. Petruzzilli L. and Taranto G. (1985) "Effect of permeation with plant growth regulators in acetone on seed viability during accelerated aging" **Seed Science & Technology**, 13, pp 183-191.

139. Pill W. and Nevker A.D.(2001) "The effects of seed treatments on germination and establishment of kentucky bluegrass (*Poa pretense L.*)" **Seed Science & Technology**, 29, pp 65-72.
140. Podlaski S. Chrobak Z. and Wyszowska Z.(2003) "Effect of parsley seed treatment on root yield" **Plant Cell environment**, 49, pp 213-217.
141. Powell A. A. (1990) "Seed improvement by selection and invigoration" *Science Agric Piracicaba*, 55, pp 126-133.
142. Powell A. A. and Mathews S. (1977) "Deteriorative changes in pea seed stored in humid or dry conditions" **Journal of Experimental Botany**, 28 , pp 225-284.
143. Priestly D. A. and Leopold A. C. (1983) "Lipid changes during natural of soybean seed" **Plant Physiology** , 52, pp 467-470.
144. Priestly D. A. (1986) "Seed aging: Implication for seed storage and persistence in the soil: Cornell university press. Ithaca, NY.
145. Puntarulo S. Galleano M. Sanchez R. A. and Boveris A. (1991) Superoxide anion and hydrogen peroxide metabolism in soybean embryonic axes during germination" **Biochemical et Biophysical Acta**, 1047, pp 277-283.
146. Pustoviotou , T. N.(1987) "Effect of ABA treatment or drought resistance of wheat seedling" **Journal of Plant Physiology**, 54, pp 613-617.
147. Rashid A. , Harris D. Hollington P. A. and Rafiq M.(2004) "Improving the yield of mungbean (*vigna radiate L.*) in the north west frontier province of Pakistan using on – farm seed priming" **Experimental Argiculture**, 40 ,2 ,pp 233-244.

148. Rastegar Z. sedghi M. and khomari S. (2011) Effect of Accelerated aging on soybean seed germination indexes at laboratory conditions” **Not science Biological** , 3 ,3, pp126-129.
149. Saglam S. Day S. Kaya G. and Gurbuz A.(2010)” Hydro priming increases germination of lentil under water stress”**Science Biological**, 2,2, pp 103-106.
150. Salamos T. Farman K. and Woodstock L.W. (1984) “Changes in respiratory metabolism during aging in seeds and isolated of soybean” **Plant and Cell Physiology**, 25, pp 15-26.
151. Salunkhe D. K. Chavan J.K. and kadam S.S. (1985) Post harvest Biotechnology of Cereals CRC press Boca Ration, FLA.
152. Seiadat S.A. Moosavi A. sharifzadeh M.(2012) “Effect of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of maiz seeds under aging treatments”**Research Journal of Seed Science**, 5, 2 ,pp 51-62.
153. Senaratna T. Gusse J. F. and Mckerise B.O. (1988) “Age induced changes in cellular membranes of imbibed soybean seed axes” **physiologia plant arum** ,73, pp 85-90.
154. Shariatmadari M. H. Parsa M. Nezami A. and kufi M. (2017) “Effect of hormonal priming with gibberellic acid on emergence, growth and rield of chickpea under drought stress” **Journal by innovative scientific information & services network**. 14, 1,pp-34-41.
155. Shirani Rad A. H. Atavod H. and jaban H. (2012) “Investigation of irrigation regime and sowing date effect on seed vigor of rapeseed cultivars with accelerated ageing test” **Electronic journal of Crop Production**, 5, pp 57-73.
156. Simic A. Redojevic S. Toldovic S . and Radenovic C. (2004) “Studies on the relation between the content of total phenolics in exudates

and germination ability of maize seed during accelerated aging” **Seed Science & Technology**, 32,pp 213-218.

157. Simic A. Redojevic S. Toldovic S. Dukanovic L. and Damjonovic M. (2005) “Estimation of total phenolic in soybean (*Glycine max* L..) exudates and seed. Quality during accelerated aging” **Seed Science & Technology** 33,pp 761-765

158. Simontachi M Caro A. Fragau G. and punturalo S.(1993) “Oxidative stress affects tocophenol content in soybean embryonic axes during germination” **Journal of Plant Physiology**,103, pp 949-959.

159. Small J.G.C. and Gulterman Y. (1992) “AComparison of thermo and skoto dormancy in seeds of lactoca serriola in terms of induction, alleviation respiration, ethylene and protein synthesis” **Plant Growth Regullare**, 11, pp 301-310.

160. Stadman E. R.(2009) “ Role of oxidant species in aging” **Current Medicinal Chemistry**, 11, pp 1105-1112.

161. Stadman E.R.(2004) “Role of oxidant species in aging” **Current Medicinal Chemistry**, 11,pp 1105-1112.

162. Strogonov B. P. (1994) “Practical means for increasing salt tolerance of plants and related to type of salinity in the soil Physiological basis of salt tolerance of plants. **Israel program for scientific translating, Jerusalem** , 218-244.

163. Styer R. C. and cantlife D. J.(1984) “Dependence of seed vigor during germination on carbohydrate source in endosperm mutants of Maize” **Plant Physiology** ,76, pp 196-200.

164. Subedi K.D. and Ma B.L. (2005) “Seed priming does not improve corn yield in an humid temperate environment” **Agronomy Journal** , 97, pp 211-218.

165. Sung J.M. and chiu C. C. (1995) "Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzyme of naturally aged soybean" **Plant Science**, **110**, pp 45-52.
166. Sung Y. Cantliffe D.J. Nugata R.T. and Nascimen W.M. (2008) "Structural changes in lettuce seed during germination at high temperature altered by genotype , seed maturation temperature, and seed priming", **Horticulture Science**, **133**, pp 300-311.
167. Suzuki H. and khan A. A.(2007) "Effective temperatures and duration for seed humidification in snap bean (*phaseolus vulgaris* L.)" **Seed Science & Technology**,**28**, pp 381-389.
168. Svensdottir H. Yan F. and Zhu Y. (2009) "Seed aging induced inhibition of germination and post – germination root growth is related to lower activity of plasma membrane H⁺ ATPase in maize not" **Journal Plant Physiology** ,**166**, pp128-135.
169. Tavakol Afshari R. Rashidi S. and Alizadeh H. (2009) "Effect of seed aging on germination characteristics and on catalase and peroxidase activities in two cultivars (*Brassica napus* L.)" **Iranian Journal field Crop Science** , **40**,pp 125-133.
170. Tekrony D.M. and Egil D. B.(1993) Relation ship of seed vigor to crop yield" **A review Crop Science** ,**31**, pp816-822.
171. Thirajah M. and kapilan R. (2015) "Effect of aging on the germination characteristics and enzyme activity of sunflower seeds" **International Journal of Res tutions in Earth Science**, **2,6**, pp 147-150.
172. Vafaei S. Razmjoo J . and Karimmoyeni H.(2013) "Weed control in sea same (*Sesamum indicum* L.) using integrated soil applied herbicides and seed hydro priming pretreatment" **Journal of Agrobiology** ,**3**, 30 pp 1-8.

173. Vandenabeele S. Vanderauwera S. Vaylsteke M. and Van Breasegem F. (2004) "Catalase deficiency drastically affects gene expression induced by high light in *Arabidopsis thaliana*" **The Plant Journal**, 39, 1, pp 45-58.
174. Vander Geest A.H. M. (2002) "Seed genomics germination opportunities" **Seed Science Research**, 12, pp145-153.
175. Verman S.S. Verma V. and Tomer R. P. S. (2003) "Studies on seed quality parameters in deteriorating seeds in Brassica" **Seed Science & Technology** , 31, pp 389-396.
176. Weitbercht K. Muller K. and leubner-Metzger G.(2011) "First of the mark: Early seed germination" **Journal Experriment Botany** ,62, pp3289-3309.
177. Whalley W. R. Ober E. S. and Jenkins M. (2013) "Measurement of the metric potential of soil water in the rhizosphere" **Journal Experriment Botany**, 64, pp 3951-3963.
178. Yang Y. and Wang X. (2005) "Change of plasma member H ATP aseactivities of mx seeds by PEG treatments" **Forestry Stud. China**, 7, pp 7-11.
179. Younesi S. A. Rowi F. L. and Hogop E. G.(1990)" Physiological and biochemical parameters of seed quality in some varieties (*Oryza sativa* L.)" **Seed Research** , 18, pp 514-521.
180. Zadehbagheri M. (2014) "Salicylic acid priming in corn (*Zea mays* L.) reinforces NACL tolerance at germination and the seedling growth stage" **International Journal of BioSciences**, 5, pp187-197.

Abstract

Seed deterioration is one of the weakening factors of seed viability and it is a limiting factor for its germination. In order to study seed deterioration and hormone priming on enzymatic variations and qualitative and quantitative performances of corn varieties, laboratory and farm researches were carried out for 2 years. Laboratory researches were performed at seed and biotechnology laboratory, department of agronomy and plant breeding, Faculty of agronomy and animal sciences, Tehran university (Karaj) in 2015.

This experiment was a factorial test and was done in a completely randomized design with 4 replications. The studied varieties included; single cross 704 and single cross 260. At first, standard germination test was performed on corn varieties to determine the viability. Then the seeds were subjected to early aging test at 0, 5, 10 and 15 days in order to create different viabilities. After early aging test, the effects of 0, 50, 100 and 150 μmol concentrations of cytokinin and gibberellin were investigated on deteriorated seeds of corn varieties. In all tests, germination percentage, germination rate, radicle length, fresh weight of radicle, fresh weight of plumule and dried weight of plumule were measured. The results showed that seed deterioration can lead to the reduction in all measured traits of corn varieties. The effect of early aging treatment was significant for the varieties. In single cross 704 variety, the measured traits for early aging treatment revealed lower reduction in comparison to single cross 260 variety. The treatment of deteriorated seeds with gibberellin and cytokinin hormones helped to the improvement of the measured traits. The effect of higher concentrations of hormones was significant in prolonged aging treatments. In addition, the results revealed the cytokinin hormone could improve germination traits more than gibberellin hormone. In the following, the final test was done in the laboratory in order to determine the enzymatic activity of antioxidant catalase and peroxidase in the corn varieties which were under early aging treatment and investigation of hormone priming effect (cytokinin and gibberellin) on the enzymatic activity of deteriorated seeds.

The results showed that seed deterioration leads to the decrease in the activity of antioxidant peroxidase and catalase of corn varieties. The treatment of deteriorated seeds with cytokinin and gibberellin hormones increased the activity of antioxidant enzymes in deteriorated seeds of corn

varieties. Cytokinin hormone had more effects on the increase of antioxidant enzymes activity in deteriorated seeds comparing to gibberellin hormone. Variety 704 with high viability showed more enzymatic activity than variety 260. The farm research was carried out at research fields of agriculture faculty of Shahrood University of Technology in 2015. This experiment was carried out in a format of factorial test and in a randomized complete block design with 3 replications. The investigated factors included: corn varieties in two levels (704 and 260), early aging in three levels (without aging, 10 days early aging and 15 days early aging) and hormone priming in three levels (zero, 150 μmol cytokinin hormone and 150 μmol gibberellin hormone). The results revealed that the seed deterioration can lead to the decrease of leaf area index, chlorophyll index, relative water content, the number of rows in corn, the number of seeds in each row, the weight of 1000 seeds and harvesting index and the priming of seeds by cytokinin and gibberellin had a marked effect on the studied traits. The results uncovered that the priming of seeds by hormones before their cultivation in the fields have positive effects on quantitative and qualitative traits of the corn plant's growth.

Key words: seed deterioration, hormone priming, enzyme catalase, enzyme peroxidase and corn



Faculty of Agriculture
Ph.D. Thesis in Agronomy

The study of seed deterioration and hormone priming on enzyme changes and quantity & quality yield of corn (*Zea mays*L.)cultivars

By: Saedeh Rashidy

Supervisor:
Dr. Hmid Abbasdokht

Advisors:
Dr. Ahmad Gholami
Dr. Reza Tavakolafshary

October 2018