۴۶۸۹۱

دانشگاه
علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زراعت

عنوان:

تاثیر زوال بذر بر واکنش رشد گیاهچه به تنش های محیطی در گندم

پژوهش و نگارش:
الیاس سلطانی

واحد اطلاعات و مدارک علمی

اساتید راهنما:
دکتر سرا... گالشی
دکتر بهنام کامکار

۱۳۸۷/۶/۱۱۵

استاد مشاور:
مهندس فرشید اکرم قادری

٤٦٨٩١

این پایان‌نامه با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده است.

سپاس‌گزاری

اکنون که با استعانت از درگاه پروردگار منان گامی دیگر از زندگیم را پشت سر نهادم با خضوع و افتادگی تمام بر خود لازم می‌دانم مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خویش را تقدیم همه کسانی کنم که طی این مدت مرا یاری دادند.

از اساتید راهنمای بزرگوارم آقایان دکتر سراله گالشی و دکتر بهنام کامکار به خاطر تمام راهنمایی‌ها و مساعدت‌های بی‌دریغ و ارزشمندشان در طی مراحل انجام و تدوین پایان‌نامه نهایت تشکر و امتنان را دارم. از استاد مشاور، برادر و دوست عزیزم مهندس فرشید اکرم قادری به خاطر همفکری‌ها و راهنمایی‌ها و پیشنهادات ارزشمندش که در بهبود این پایان‌نامه بسیار مرا یاری کرد بسیار سپاس‌گزارم. از داوران ارجمند آقایان دکتر ناصر لطیفی و دکتر حمیدرضا صادقی پور و همچنین نماینده محترم تحصیلات تکمیلی آقای دکتر حسین زارعی که موجبات بهبود پایان‌نامه را فراهم آوردند، تشکر و قدردانی می‌نمایم. از اساتید و کارشناسان گروه زراعت آقایان مهندس زینلی، مهندس قربانی، مهندس سیرانی و مهندس صلاحی نیز تشکر و قدردانی می‌کنم.

همچنین از دوستان خوبم سیاوش سلیمیان، رحمان رحیمی، میثم رضایی، مجید جعفری مقدم، عبدالله احتشام نیا، علی شهریاری، وحید اکبرپور، علی راحمی کاریزکی، بنیامین ترابی، بهنام قربانی و به خصوص دوست و برادر عزیزم مهدی بحرینی به خاطر کمک در انجام پایان‌نامه و همدلی‌هایشان سپاس‌گزارم و برای تمامی این عزیزان آرزوی سربلندی و موفقیت می‌کنم.

در نهایت تشکر ویژه از استاد و برادر عزیزم دکتر افشین سلطانی دارم، که در تمام مراحل زندگی پشتیبان و راهنمای من بوده و در تمام مراحل این پایان‌نامه بسیار مرا راهنمایی کرد.

الیاس سلطانی

تیر ماه ۱۳۸۷

تاثیر زوال بذر بر واکنش رشد گیاهچه به تنش های محیطی در گندم

چکیده

سبزشدن و رشد گیاهچه تحت تأثیر عوامل محیطی مثل دما، رطوبت خاک، شوری و عمق کاشت و کیفیت بذر قرار می‌گیرد. تحقیقات نشان داده‌اند که اثر زوال بذر بر استقرار مطلوب کانوپی را می‌توان با افزایش تراکم و استمرار محصول در شرایط مطلوب زراعی بهبود داد، ولی واکنش بذرهای زوال‌یافته و شاهد نسبت به عوامل محیطی مختلف چگونه است؟ آیا اختلاف آن‌ها در شرایط تنش بیشتر می‌شود؟ یا این که بذرهایی با قدرت کم شبیه بذرهایی با قدرت بیشتر واکنش می‌دهند؟ بنابراین، مطالعه حاضر به منظور (۱) ارزیابی اثر زوال بذر بر جوانه‌زنی، تخلیه ذخایر بذر و رشد هتروتروفیک گیاهچه، (۲) تعیین اثر زوال بذر بر نوع تابع واکنش توصیف کننده رابطه سرعت جوانه‌زنی به دما، (۳) ارزیابی چگونگی تغییر پارامترهای تابع واکنش در هنگام کاهش سرعت جوانه‌زنی به دلیل زوال بذر و (٤) بررسی واکنش سبزشدن و رشد گیاهچه در مرحله رشد رویشی در شرایط شاهد، شوری (۲ سطح)، خشکی (۲ سطح) و عمق کاشت (۲ سطح)، انجام شد. بذرهای گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم زاگرس توسط تسریع پیری و زوال کنترل‌شده پیر شدند. نتایج نشان داد که، حداکثر و سرعت جوانه‌زنی به طور معنی‌داری با افزایش دوره تسریع پیری کاهش یافت، ولی حداکثر جوانه‌زنی با زوال کنترل‌شده تغییر نداشت. بنابراین بذرهای تسریع پیری شده برای بقیه آزمایش‌ها استفاده شد. زوال بذر بر نوع تابع واکنش یا دماهای کاردینال اثر نداشت. تابع دندان مانند به طور مناسبی واکنش سرعت جوانه‌زنی به دما را در همه تیمارهای زوال بذر توصیف کرد. دماهای کاردینال، ۲/۲ درجه سانتی‌گراد برای دمای پایه، ۲۸/٦ درجه سانتی‌گراد برای دمای مطلوب پایینی، ۳۸/۰ درجه سانتی‌گراد برای دمای مطلوب بالایی و ٤٥ درجه سانتی‌گراد برای دمای سقف به دست آمدند. سرعت ذاتی جوانه‌زنی تنها پارامتری بود که تحت تأثیر دوره‌های زوال بذر قرار گرفت. حداکثر و سرعت سبزشدن به طور معنی‌داری با افزایش دوره تسریع پیری در همه عوامل محیطی کاهش یافت. بذرهای عمق کاشت ۱۲ سانتی‌متر فقط در تیمار بذر شاهد سبز شدند (۵ درصد). تنش‌های محیطی و زوال بذر بر ویژگی‌های رویشی در برداشت اول و دوم اثر داشت. زوال بذر به طور معنی‌داری سطح برگ را در برداشت اول کاهش داد (P = ۰/۰٤٦٥)، ولی کاهش سطح برگ در برداشت دوم معنی‌دار نبود. وزن خشک گیاهچه نیز به طور معنی‌داری در برداشت اول کاهش یافت (P = ۰/۰۰۵۹)، ولی زوال بذر نتوانست بر وزن خشک گیاهچه در برداشت دوم اثر گذارد. زوال بذر بر تعداد برگ در برداشت اول و دوم اثر نداشت. عوامل محیطی بر کارکرد سبزشدن در دامنه‌ای از قدرت‌های بذر متفاوت اثر داشتند، آن‌چنان‌که، تیمار شاهد بالاترین درصد و سرعت سبزشدن را داشت و تیمار خشکی شدید بیشترین اثر منفی را در مرحله سبزشدن داشت. خشکی شدید و متوسط به شدت سطح برگ و وزن خشک را کاهش دادند، درحالی‌که، مقادیر آن‌ها برای تیمارهای شوری متوسط و شاهد تقریباً یکسان بود؛ رتبه‌های اهمیت شرایط تنش برحسب اثرات منفی روی سطح برگ و وزن خشک گیاهچه عبارت بودند از خشکی شدید، خشکی متوسط، خشکی شدید، عمق کاشت متوسط و شوری متوسط.

۱-۱- مقدمه ۲
۲-۱- کیفیت بذر ٤
۲-۱-۱- تعریف و اهمیت کیفیت بذر ٤
۲-۲- زوال بذر ٥
۲-۲-۱- اثرات بیوشیمیایی زوال بذر ٦
۲-۲-۲- اثرات زوال بذر بر جوانه زنی ۷
۲-۲-۳- اثر زوال بذر بر سبزشدن ۱۱
۱-۲-٤- اثر زوال بذر بر رشد گیاهچه ۱۲
۱-۲-٥- اثر زوال بذر بر عملکرد ۱٤
۲-۳- جوانه زنی تحت شرایط دمایی مختلف ۱٦
۲-٤- اثر تنشهای محیطی بر رشد گیاهان ۱۷
۲-٤-۱- تنش شوری ۱۸
۲-٤-۲- تنش خشکی ۱۹
۲-٤-۳- عمق کاشت ۲۰
۲-٥- آنالیزهای رشد ۲۱
۲-٦- اهداف ۲۲
مواد و روش‌ها ۲۳
۳-۱- زوال بذر ۲۳
۳-۱-۱- زوال کنترل شده ۲۳
۳-۱-۲- تسریع پیری ۲٤
۳-۲- آزمایش جوانه زنی ۲٤
۳-۳- آزمون رشد گیاهچه ۲٥
۳-٤-جوانه زنی در دماهای بالا و پایین ۲٦
۳-٥- کمی سازی واکنش جوانه زنی به دما ۲٦
۳-٦- رشد گیاهچه حاصل از تیمارهای تنشهای محیطی در گلخانه ۲۸
۳-٦-۱- صفات اندازه گیری شده ۲۸
۳-٦-۲- اعمال تنش شوری ۲۸
۳-٦-۳- اعمال تنش خشکی ۲۹
شکل ۲-۱. منحنی رطوبت خاک. ۳۰
۳-۷- آنالیزهای رشد ۳۰
۳-۷- آنالیز داده ها ۳۱
٤-۱- تاثیر زوال بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه در مرحله هتروتروفیک ۳۲
٤-۲-۱- اثر دماهای بالا و پایین بر جوانه زنی بذرهای زوال یافته ۳۷
٤-۲-۲- اثر زوال بذر در واکنش جوانه زنی به دما ۳۸

٤-٣- شرایط دمایی در طول آزمایش..... ٤٥
٣-٤- اثر زوال بذر بر سبز شدن..... ٤٥
٤-٤- اثر زوال بذر بر رشد گیاهچه..... ٥٠
٤-٥- آنالیزهای رشد..... ٥٧
٣-٦- نتیجه گیری..... ٦٥

فهرست جداول

جدول٤-١. تاثیر زوال بذر به صورت کنترل شده بر کارکرد جوانه زنی..... ٣٣
جدول٤-٢. تاثیر زوال بذر به صورت کنترل شده بر رشد هتروتروفیک گیاهچه ٣٤
جدول٤-٣. تاثیر زوال بذر به صورت تسریع پیری بر کارکرد جوانه زنی..... ٣٥
جدول٤-٤. تاثیر زوال بذر به صورت تسریع پیری بر رشد هتروتروفیک گیاهچه ٣٦
جدول ٤-٥. مقایسه میانگین سرعت و درصد جوانه زنی بین دماها و تیمارهای زوال بذر..... ٣٨
جدول ٤-٦. میانگین مربعات درصد و سرعت جوانه زنی در دماها و تیمارهای زوال بذر..... ٤٠
جدول ٤-٧. مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تبیین (R2) برای رابطه بین سرعت جوانه زنی و دما تحت تأثیر زوال بذر با توابع مختلف. ٤١
جدول ٤-٨. تخمین دماهای پایه، مطلوب پایینی، مطلوب بالایی، سقف و حداکثر سرعت جوانه زنی برای بذرهای زوال یافته. ٤٣
جدول ٤-٩. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات و درجه آزادی) برای سرعت و درصد سبزشدن. ٤٧
جدول ٤-١٠. اثر تنش و زوال بذر بر سطح برگ، وزن خشک گیاهچه و تعداد برگ در برداشت اول. ٥١
جدول ٤-١١. اثر تنش و زوال بذر بر سطح برگ، وزن خشک گیاهچه و تعداد برگ در برداشت دوم. ٥١
جدول ٤-١٢. مقایسه میانگین اثر تنشهای محیطی بر سبز شدن و رشد رویشی..... ٥٦
جدول ٤-١٣. ضرایب همبستگی بین سطح برگ، وزن خشک گیاهچه، تعداد برگ، سرعت رشد نسبی، سرعت آسیمیلاسیون خالص، نسبت سطح برگ و وزن مخصوص برگ در برداشت اول. ٦٣
جدول ٤-١٤. ضرایب همبستگی بین سطح برگ، وزن خشک گیاهچه، تعداد برگ، سرعت رشد نسبی، سرعت آسیمیلاسیون خالص، نسبت سطح برگ و وزن مخصوص برگ در برداشت دوم..... ٦٤

فهرست اشکال

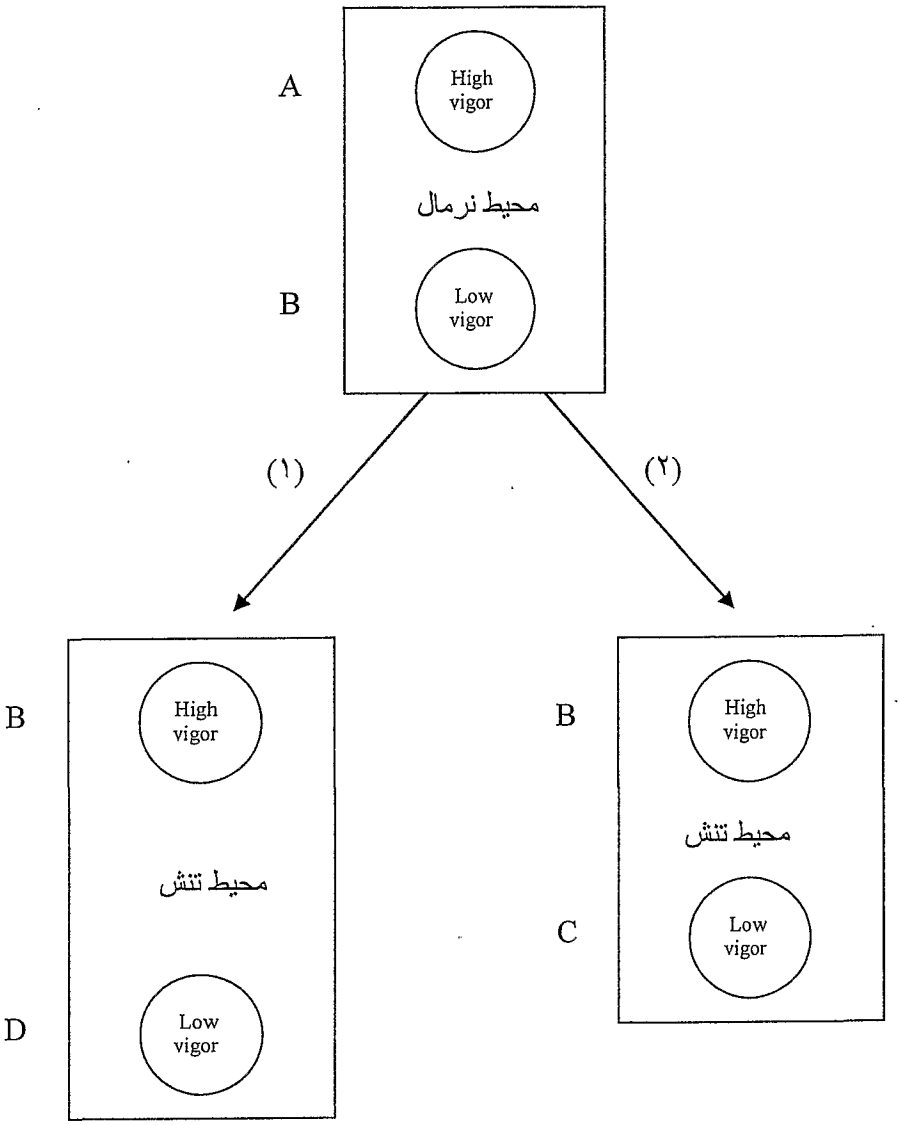
شکل ۱-۱. شکل شماتیک ۳
شکل٤-۱. تاثیر زوال کنترل شده و تسریع پیری ۳۲
شکل ٤-۲. درصد جوانه زنی تجمعی بذرهای زوالیافته در دماهای مختلف ۳۹
شکل٤-۳. تابع دندان مانند، بتا و سگمنتد برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه زنی. ٤۲
شکل ٤-٤. زمان تا جوانه زنی مشاهده شده در مقابل پیش بینی شده ٤۳
شکل ٤-٥. اثر زوال بذر بر روی دمای پایه، مطلوب پایینی و بالایی، سقف و حداکثر سرعت جوانه زنی... ٤٥
شکل ٤-٦. تغییرات دمایی طی دوره آزمایش از کاشت تا ساقه رفتن تیمار شاهد بذری. ٤٦
شکل ٤-۷. درصد سبزشدن تجمعی بذرهای زوال یافته در تیمارهای محیطی مختلف ٤۷
شکل ٤-۸. کاهش درصد و سرعت سبز شدن طی دوره تسریع پیری ٤۹
شکل ٤-۹. اثر زوال بذر بر سطح برگ بوته در روز ۲۱ ام بعد از کاشت و در روز ۵۹ام بعد از کاشت..... ۵۳
شکل ٤-۱۰. اثر زوال بذر بر وزن خشک بوته در روز ۲۱ام بعد از کاشت و در روز ۵۹ام بعد از کاشت.... ۵۳
شکل ٤-۱۱. اثر زوال بذر بر تعداد برگ در روز ۲۱ام بعد از کاشت و در روز ۵۹ام بعد از کاشت ٥٤
شکل ۳-۱۲. اثرات منفی تنشهای محیطی مختلف بر برخی پارامترهای رشد رویشی ۵۸
شکل ٤-۱۳. سرعت رشد نسبی در دوره اول رشد (الف) و دوره دوم رشد (ب)..... ٦۰
شکل ٤-١٤. سرعت آسیمیلاسیون خالص (NAR) در دوره اول (الف) و دوره دوم رشد (ب) ٦۱
شکل ٤-۱٥. نسبت سطح برگ (LAR) در دوره اول (الف) و دوره دوم رشد (ب). ٦۲
شکل ٤-١٦. سطح برگ ویژه (SLA) در دوره اول (الف) و دوره دوم رشد (ب) ٦۳
شکل ٤-۱۷. اثرات مستقیمو غیرمستقیم سرعت آسیملاسیون خالص و نسبت سطح برگ بر سرعت رشد نسبی در برداشت اول و دوم. ٦٥

۱-۱- مقدمه

گندم بیشترین سطح زیر کشت را در جهان نسبت به دیگر گیاهان زراعی به خود اختصاص داده است و تقریباً یک ششم از کل زمین های زراعی جهان زیر کشت این گیاه است (کافی و همکاران، ۱۳۸٤، ترجمه). این گیاه به صورت پاییزه و بهاره کشت و در اوایل تابستان برداشت می شود و برای کشت در فصل بعدی حداقل به چند ماه انبار داری نیاز دارد. همچنین کشاورزان معمولاً بذور را از یک فصل رشد برای فصل رشد بعدی (به عبارت دیگر انبار داری کوتاه مدت از ۳ تا ۱۸ ماه) نگهداری می کنند. جوانه‌زنی و قدرت بذر در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی در اغلب محصولات در حداکثر مقدار خود است (بسرا وهمکاران، ۲۰۰۳). ولی، در انبار با سرعتی متناسب با دما و رطوبت کاهش می‌یابد (کریشنان و همکاران۲۰۰۳؛ ۲۰۰٤).

مطالعات نشان داده است که قدرت اولیه بذر در بسته شدن سریع‌تر کانوپی نقش مهمی دارد که می‌تواند در عملکرد نهایی هم موثر باشد (سلطانی و گالشی، ۲۰۰۲؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱؛ لوپز کاستاندا و همکاران، ۱۹۹۵؛ لوپز کاستاندا و همکاران، ۱۹۹٦). اما این که بذرهایی با قدرت اولیه متفاوت در واکنش به تنش‌هایی از قبیل شوری، خشکی، عمق کاشت و ... چگونه واکنش می‌دهند، موضوعی است که تاکنون در مورد آن مطالعات زیادی صورت نگرفته است. از جمله می‌توان به؛ دی‌فیگوریدو و همکاران (۲۰۰۳) بر روی سبزشدن بذرهای زوال‌یافته سویا، ذرت و آفتابگردان در تنش‌های محیطی؛ خواجه‌حسینی و همکاران (۲۰۰۳) اثر متقابل قدرت بذر و شوری بر جوانه‌زنی سویا؛ رحمان وهمکاران (۱۹۹۹) اثر شوری بر جوانه‌زنی بذرهای زوال‌یافته آکاسیا؛ و قاسمی‌گلعذانی و همکاران (۱۳۷۵) اثر شوری بر جوانه‌زنی بذرهای زوال‌یافته چغندر قند اشاره کرد.

الیس (۱۹۹۲) نشان داد که در شرایط محیطی نرمال می‌توان با افزایش تراکم اختلاف عملکرد نهایی بین بذرهایی با قدرت بالا و پایین را کاهش داد. اما، همان‌طور که در شکل ۱-۱ مشاهده می‌کنید، آیا رشد گیاهچه‌های حاصل از بذرهایی با قدرت پایین کاهش مضاعفی در تنش‌های محیطی نسبت به بذرهایی با قدرت بالاتر دارند (مسیر ۱)؟ یا این که رشد بذرهایی با قدرت‌های مختلف کاهش یکسانی در تنش‌های محیطی از خود نشان می‌دهند (مسیر ۲)؟ تا کنون مطالعه‌ای در مورد اثر تنش‌های محیطی بر رشد گیاهچه‌های حاصل از بذرهای زوال‌یافته گندم صورت نگرفته است. بنابراین، لزوم انجام آن ضروری به نظر می‌رسد.



شکل ۱-۱. در این شکل شماتیک High vigor و Low vigor نشاندهنده بذرهای قوی و ضعیف هستند. اختلاف ایـن بـذرها در شرایط محیطی نرمال به اندازه A تا B است، که در محیط تنش اختلاف آن‌ها می‌تواند از B تا D (مسیر ۱) و یا از B تـا C (مـسیر ۲) باشد.

۲- بررسی منابع

۲-۱- کیفیت بذر

۲-۱-۱- تعریف و اهمیت کیفیت بذر

کیفیت بذر تعریف وسیعی دارد، ولی تاکید بیشتر آن بر چندین عامل است: سلامت بذر، خلوص فیزیکی و ژنتیکی، جوانه‌زنی، قدرت و اندازه (وزن) بذر (الیس ۱۹۹۲؛ نرسون، ۲۰۰۷). الیس (۱۹۹۲) در مقاله خود اهمیت سه عامل آخر را بیشتر دانست. تعریف و تعیین جوانه‌زنی و وزن بذر نسبتاً ساده‌تر از قدرت بذر است. طبق تعریف ISTA؛ کلیه خصوصیات بذر که حد بالقوه فعالیت و عملکرد بذر یا توده بذری را حین جوانه-زنی و سبز شدن گیاهچه در طیف وسیعی از اثرات محیطی تعیین می کند، قدرت بذر گویند (هامپتون و تکرونی، ۱۹۹۵).

جوانه‌زنی و سبزشدن یکی از مهم ترین مراحل فنولوژیک گیاه است که تعیین کنندهٔ درجه موفقیت سیستم های زراعی می‌باشد (فورسلا و همکاران، ۲۰۰۰). جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در مراحل اولیه به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی به ویژه دما، رطوبت خاک (آندا و پینتر، ۱۹۹٤؛ جاکوبسون و باخ، ۱۹۹۸ ؛ سیفلد و همکاران، ۲۰۰۲؛؛ برار و همکاران،۱۹۹۱ سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰٦ الف) و کیفیت بذرها (جوانه‌زنی و قدرت گیاهچه) قرار می‌گیرند (دی فیگوریدو و همکاران،۲۰۰۳؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱). دی فیگوریدو و همکاران (۲۰۰۳) اعلام کردند که اثر قدرت بذر بر کارکرد جوانه‌زنی و سبز شدن بذر وابسته به نوع تنش های محیطی آن دوره است، که این شرایط تنش در گونه های مختلف گیاهی تغییر می کند. بذور با کیفیت و قدرت بذر پایین‌تر جوانه‌زنی ضعیف‌تری دارند که در شرایط مواجه با تنش‌های محیطی موجب تولید گیاهچه‌های ضعیف‌تری می‌شوند (الیس و روبرت، ۱۹۸۱؛ تیلمن و همکاران، ۱۹۹٤؛ کاستیگلیونی و همکاران، ۱۹۹٤رحمان و همکاران، ۱۹۹۹؛ تونین و همکاران، ۲۰۰۰؛ دی فیگوریدو و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۲- زوال بذر

از لحاظ اقتصادی استفاده از بذر نامطلوب باعث خسارت فراوان می شود، به طوری که سالیانه حدود ۲۵ درصد بذور و دانه‌های برداشت شده در اثر زوال از بین می‌روند و یا کیفیت آن‌ها به میزان زیادی کاهش می-یابد (مک دونالد، ۱۹۹۹). زوال بذر منجر به کاهش کیفیت بذر، قدرت حیات، ظرفیت جوانه‌زنی و سبز شدن می‌گردد (بسرا و همکاران، ۲۰۰۳). تکرونی و ایگلی (۱۹۹۷) اعلام کردند، حداکثر قدرت بذر در گندم و ذرت که بذور آن‌ها به صورت خشک برداشت می شوند قبل از رسیدگی فیزیولوژیک حاصل می‌شود، اما مسلماً قدرت بذر در طول دوره انبارداری در همین وضعیت باقی نمی‌ماند (بسرا وهمکاران، ۲۰۰۳). روبرت و الیس (۱۹۸۰) دریافتند که زوال بذر روی گیاه مادری شروع می شود. قدرت یا کیفیت بذر با سرعتی متناسب با دما و مقدار رطوبت بذر (حداقل درصد رطوبت بحرانی برای زوال بذر در گندم ۲۸ تا ۳۰ درصد است (خواه و همکاران ۱۹۸۹)). در دوران رسیدگی، برداشت، خرمنکوبی، خشک کردن، ذخیره سازی و کاشت کاهش می-یابد (کریشنان و همکاران، ۲۰۰۳؛ کریشنان و همکاران، ۲۰۰٤؛ الیس و روبرت، ۱۹۸۰؛ مارشال و لویس، ۲۰۰٤). مارشال و لویس (۲۰۰٤)؛ و دهار و همکاران (۱۹۹۹) اعلام کردند که شرایط انباری متفاوت می‌تواند باعث ایجاد اختلاف‌های معنی‌داری در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان شود.

آزمون‌های مختلفی برای تعیین قدرت بذر استفاده شده است؛ از جمله آزمون تسریع پیری، که بذرها را در شرایط دما (۳۵ تا ٤٥ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت بالا (۹۰ تا ۹۵ درصد) برای دوره‌های مختلفی قرار می‌دهند و بعد از این دوره جوانه‌زنی و قدرت بذر به شدت کاهش می‌یابد. این کاهش در توده‌های بذر مختلف متفاوت است (پنالوزا و همکاران، ۲۰۰۵،رادو و مارکوس فیالهو، ۲۰۰۳). زوال کنترل شده، در این روش بذرها در دمای بالا (۳۵ تا ٤٥ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت کنترل شده برای دوره‌های طولانی‌تری در معرض تسریع پیری قرار می‌دهند (دمیر و همکاران، ۲۰۰۵؛ استینر و استال، ۲۰۰۲؛ ماوی و دمیر، ۲۰۰۵). سیستم عکس-برداری قدرت بذر هم شاخصی از قدرت بذر را ارائه می‌دهد (پنالوزا و همکاران، ۲۰۰۵، هاف‌مستر و همکاران، ۲۰۰۳؛ ساکو و همکاران، ۲۰۰۱). جوانه‌زنی در دمای پایین، این روش بیشتر برای گیاه پنبه استفاده می‌شود و در آن بذرهای این گیاه در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد برای یک هفته قرار می‌گیرند و بعد از تعداد گیاهچه‌های بزرگتر از ٤ سانتی‌متر طبیعی محسوب می‌شوند که توده‌های قوی‌تر درصد گیاهچه طبیعی بالاتری

دارند (جائوآبا و لوآتو، ۱۹۹۹؛ لواتو و کاگالی، ۱۹۹۲). همچنین برخی محققین از آزمون‌هایی نظیر تسریع پیری بذرها و زوال کنترل‌شده برای بررسی اثر انبارداری و زوال بذر استفاده کرده‌اند (بسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ دی‌فیگوریدو و همکاران، ۲۰۰۳؛ ورما و همکاران، ۲۰۰۳؛ سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲-۱- اثرات بیوشیمیایی زوال بذر

افزایش فرسودگی در بذر موجب مرگ آن می‌شود، ولی قبل از این نقطه پایان فاجعه آمیز، یک سری تغییرات داخل سلولی اتفاق می‌افتد (خواه و همکاران ۱۹۸۹). زوال بذر باعث آسیب غشاء، تغییر در فعالیت آنزیم‌ها، آماس میتوکندری، کاهش سنتز پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک، آسیب DNA و RNA می‌شود (مک دونالد، ۱۹۹۹؛ چیو و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات مختلف دلیل اصلی این وقایع مخرب در بذر را ناشی از رادیکال های آزاد القا شده در تنش اکسیداتیو اعلام کرده‌اند (مک دونالد، ۱۹۹۹؛ چیو و همکاران، ۲۰۰۲؛ گل و همکاران، ۲۰۰۳). این رادیکال‌های آزاد شامل آنیون سوپر اکسید، هیدروژن پراکسید، رادیکال هیدروژن و اکسیژن منفرد می باشند که هر کدام از آن‌ها از راه‌های مختلف به سلول خسارت وارد می‌کنند (مک دونالد، ۱۹۹۹؛ بنچ آرنولد و سانچز، ۲۰۰٤). برخی مکانیسم‌های محافظتی شامل آنزیم‌های سم زدای پراکسید و رادیکال‌های آزاد از قبیل کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز و سوپر اکسید دیسموتاز در بذر می باشند (بولر و همکاران، ۱۹۹۲).

پراکسیداسیون لیپید با تولید رادیکال های آزاد به وسیله آنزیم های اکسیداتیو شامل لیپوکسیژناز موجود در بذور آغاز می شود (مک‌دونالد، ۱۹۹۹). پراکسیداسیون لیپیدها غالبترین عامل اضمحلال بذر می‌باشد. بطور کلی پراکسیداسیون لیپید به دو طریق صورت می گیرد. پراکسیداسیون غیر آنزیمی توسط رادیکالهای آزاد انجام می شود و توانایی آسیب رساندن به غشاء را دارد (گول و همکاران، ۲۰۰۳) و پراکسیداسیون آنزیمی که بطور عمده توسط لیپوکسیژنازها(LOX) انجام می گردد (پورتا و روچاسوزا، ۲۰۰۳). پرکسیداسیون لیپیدها اثرات مخربی بر عملکرد میتوکندری از طریق اضمحلال غشاء خواهد داشت و موجب کاهش تولید میزانATP درطول جوانه‌زنی می‌شود. همچنین تخریب غشاء هسته و درنهایت منجر به تخریبDNA شده که این مسئله نهایتا منجر به کاهش سنتز آنزیمهای مورد نیاز برای مراحل اولیه جوانه‌زنی می‌شود (مک‌دونالد، ۱۹۹۹).

هر چند که ممکن است پراکسیداسیون لیپید عامل اصلی زوال بذر باشد ولی واکنش های دیگری نیز در این فرایند دخیل می باشند. درمطالعه بر روی بذر ماش، مقادیر گلوکز و محصولات پرکسیداسیون لیپید درمحور جنینی به میزان زیادی افزایش یافت که دلالت بر هیدرولیز قند احتمالا از ساکاروزو الیگوساکاریدها داشت (مورتی و سان، ۲۰۰۰). افزایش تنش اکسیداتیودر فرایند پیری بذر ماش، محیط ایده آلی برای اکسیداسیون غیر آنزیمی،دی آمیداسیون وگلیکوزیلاسیون[1] پروتئینها فراهم می کند (مورتی و هکاران، ۲۰۰۳؛ مورتی و همکاران، ۲۰۰۲). گلیکوزیلاسیون پروتئین تغییر غیر آنزیمی است که پروتئینها را غیرطبیعی (دی-ناتوره) کرده و باعث تسریع فرآیند پیری می شود. تلفات فعالیت آنزیم های ترمیم کننده DNA یکی از عوامل درگیر در تغییر مواد ژنتیکی و مرگ بذر در طی پیر شدن می باشد (آسبورن، ۱۹۸۰). اختلال واضمحلال DNA رونویسی را کاهش می دهد و سبب سنتز ناقص پروتئین هایی که برای جوانه زنی بذر ضروری است می شود(مک‌دونالد، ۱۹۹۹).

با توجه به اینکه در طی فرآیند پیری بذر تنش اکسیداتیو افزایش می یابد بنابراین به نظر می رسد که وجود سیستم های آنتی اکسیدانت فعال می توانند نقش مهمی در مقابله با صدمات ناشی از فرآیند پیری و استرس اکسیداتیو داشته باشند. بعنوان مثال وجود ویتامین E بعنوان یک آنتی اکسیدانت برای افزایش طول عمر بذر ضروری است (ساتر و همکاران، ۲۰۰٤). در بسیاری از بذرهای ارتودوکس فعالیت زیاد آنزیم دی هیدرو آسکوربات ردوکتاز برای شروع فرایند رویش بذر لازم است زیرا که این آنزیم به عنوان پیش ساز مهم آنتی اکسیدانت اسید آسکوربیک (ویتامین C) عمل می کند (توماسی و همکاران، ۱۹۹۹).

۲-۲-۲- اثرات زوال بذر بر جوانه‌زنی

با زوال بذر، قدرت بذر اولین جزء از کیفیت بذر است که کاهش می‌یابد و به دنبال آن ظرفیت جوانه‌زنی یا قوه نامیه نیز کاهش نشان می‌دهد (مک دونالد،۱۹۹۹؛ بسرا و همکاران،۲۰۰۳؛ دی فیگوریدو و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات مختلف نشان داده‌اند، زوال بذر به طور معنی‌داری جوانه‌زنی (رحمان و همکاران، ۱۹۹۹؛ خواجه حسینی و همکاران، ۲۰۰۳؛ دل آکویلا و دی توری ۱۹۹٦؛ هسلورست، ۱۹۸۸؛ بسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛

[1]. Glycation

اسمیت و دوبرنز، ۱۹۸۷)، سبز شدن (بسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ دی فیگوریدو و همکاران، ۲۰۰۳) و رشد گیاهچه (بسرا و همکاران،۲۰۰۳؛ دل آکویلا و دی توری ۱۹۹٦) را کاهش می‌دهد.

رحمان و همکاران (۱۹۹۹) اثر پیری مصنوعی را بر جوانه‌زنی و تحمل به شوری بذرهای دو گونه آکاسیا[1] پرداختند. آنها نشان دادند که درصد جوانه‌زنی نهایی و تأثیر زوال نیز بر این دو گونه متفاوت بود. گونه *A. coriacea* درصد جوانه‌زنی کمتری نسبت به *A. tortilis* داشت ولی با زوال بذر درصد جوانه‌زنی آن کاهش معنی‌داری نیافت. تحت شرایط شوری نیز اختلاف بین بذرهای شاهد و پیر شده در گونه *A. tortilis* معنی‌دار بود ولی در گونه *A. coriacea* اثر معنی‌داری پیدا نکردند.

خواجه حسینی و همکاران (۲۰۰۳) در قسمتی از آزمایش خود اثر متقابل پتانسیل‌های مختلف شوری (با استفاده از NaCl) و قدرت بذر دو توده سویای آمریکایی و ایرانی مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که با افزایش دوره زوال درصد جوانه‌زنی برای هر دو توده کاهش یافت ولی این کاهش برای هیچ‌یک از دو توده بذری معنی‌دار نبود. اما زمان تا میان مدت جوانه‌زنی و هدایت الکتریکی بذرها برای هر دو توده افزایش و کاهش معنی‌داری داشتند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد درصد جوانه‌زنی بذرهای زوال‌یافته تحت تنش شوری کاهش بیشتری نسبت به بذرهای شاهد داشت.

قاسمی‌گلعذانی و همکاران (۱۳۷۵) تأثیر فرسودگی بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه هفت توده اصلاحی چغندر قند تحت تنش شوری بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که ژنوتیپ و فرسودگی بذر اثرات معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. در شرایط شوری کم و زیاد درصد جوانه‌زنی توده های بذری قوی (با فرسودگی کمتر) به طور معنی‌داری بیش از توده‌های بذری ضعیف (با فرسودگی بیشتر) بود. همچنین آنها اشاره کردند که درصد جوانه‌زنی بذرها کمتر از طول گیاهچه تحت تأثیر قرار گرفت.

مورتی و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای بذرهای ماش با درصدهای رطوبت متفاوت در دمای ۳۳ درجه سانتی‌گراد قرار دادند تا جوانه‌زنی آن‌ها به صفر برسد. آنها نشان دادند که بذرهایی با درصد رطوبت بالا زودتر به درصد جوانه‌زنی و قدرت بذر صفر رسیدند.

---

[1]. *Acacia tortilis* and *A. coriacea*

کال‌پانا و ماداواراو (۱۹۹۵) اثر تسریع پیری بر جوانه‌زنی لپه هندی را مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند که تسریع پیری بذر منجر به کاهش شدید قابلیت حیات و قدرت بذر شد و درصد جوانه‌زنی بذرهای سه رقم مورد مطالعه آن‌ها از حدود ۹۰ درصد بعد از طی ۸ روز تسریع پیری به حدود ۵ درصد در دو رقم و حدود ۵۰ درصد در رقم دیگر مورد مطالعه آن‌ها رسید.

چیترا دوی و همکاران (۲۰۰۳) در قسمتی از مطالعه خود اثر اندازه (بذرهای بزرگ، متوسط، کوچک و خیلی کوچک) و زوال بذر (۷، ۱۹ و ۳۱ ماه) بر درصد جوانه‌زنی خردل مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که بذرهای بزرگتر و با دوره انبار کمتر درصد جوانه‌زنی بیشتری نسبت به بذرهای کوچک و دوره زوال بیشتر داشتند.

زانگ و همکاران (۲۰۰۵) اثر شرایط انبار بذر را بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و پایداری ژنتیکی *Chinese leymus* مطالعه کردند. نتایج این بررسی نشان داد که بذرهایی که در دمای اتاق نگهداری شده بودند تا ٤ یا ۵ سال اول درصد جوانه‌زنی بالاتر و یا مساوی با بذرهای نگهداری شده در دمای خنک داشتند. اما بعد از آن درصد جوانه‌زنی بذرهایی که در شرایط دمای اتاق نگهداری شده بودند با شیب بیشتری نسبت به بذرهای نگهداری شده در شرایط خنک کاهش داشت.

استینر و استاهل (۲۰۰۲) در آزمایشی به ارزیابی قدرت انبارداری ۸ واریته چاودار توسط آزمون زوال کنترل‌شده پرداختند. آنها نشان دادند که قدرت بذر در رقم‌های آن‌ها متفاوت است و بذرها بعد از ٢٤ ساعت قرارگیری در دمای ٤۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲۰ درصد در رقم‌های مختلف به طور متفاوتی کاهش یافت.

بسرا و همکاران (۲۰۰۳) اثر دوره زوال تسریع پیری را بر بذرهای پنبه ارزیابی کردند. آنها در قسمتی از مقاله خود نشان دادند که درصد جوانه‌زنی بذرهای پنبه با افزایش در دوره تسریع پیری کاهش پیدا می‌کند. آن‌ها برای تسریع پیری از دمای ٤۰ تا ٤٤ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد استفاده کردند. آنها نشان دادند که جوانه‌زنی بذرها از ۸۷ درصد در نمونه‌های شاهد به ۰ درصد در نمونه‌هایی که ۲۰ روز تسریع پیری شده بودند رسید.

جائو آبا و لوواتو (۱۹۹۹) اثر دما و رطوبت نسبی انبار را بر توانایی و قدرت بذر ذرت مورد مطالعه قرار دادند. ایشان کاهش درصد گیاهچه نرمال در شرایط مختلف انبار را با استفاده از رگرسیون ساده خطی توصیف کردند که در مطالعه ایشان درصد گیاهچه نرمال به عنوان متغیر وابسته به روز انبارداری بود. که با افزایش دوره انبارداری درصد گیاهچه نرمال کاهش یافت.

ورما و همکاران (۲۰۰۳) اثر پارامترهای کیفیت بذر را در بذرهای فرسوده شده کانولا مورد بررسی قرار دادند. آنها برای مطالعه خود از دو واریته مختلف و ٤ سال دوره انبار استفاده کردند. آنها نشان دادند که با هر سال افزایش دوره انبار میزان درصد جوانه‌زنی کاهش یافت که بین دو واریته این کاهش متفاوت بود. تست تترازولیوم، فعالیت دهیدروژناز، هدایت الکتریکی، محتوی روغن، pH ترواشات بذر، پروتئین کل، کل کربوهیدرات‌های محلول و آنزیم پراکسیداز، نشان داد که بذرهایی با قدرت بالاتر ویژگی‌های بهتری در این پارامترها داشتند.

مدرسی و همکاران (۲۰۰۲) در آزمون تسریع پیری برای تعیین قدرت بذرهای گندم از ۳ توده بذری گندم در ۳ دما (٤۱، ٤۳ و ٤٥ درجه سانتی‌گراد) و در ترکیب با دوره‌های مختلف زوال استفاده کردند. آن‌ها نشان دادند که درصد جوانه‌زنی در دماهای بالا با دوره‌های زوال به شدت کاهش یافت. البته این کاهش بستگی به توده‌های بذری نیز داشت.

کریشنان و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی ویژگی‌های بذرهای گندم و سویا تحت شرایط تسریع پیری (دو دمای ۳٥ و ٤٥ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد) پرداختند. آنها درقسمتی از مطالعه خود نشان دادند که با افزایش دوره تسریع پیری درصد جوانه‌زنی تا حدی ثابت و بعد از شروع به کاهش کرد. کاهش درصد جوانه‌زنی بذرهای سویا و گندم با افزایش دوره تسریع پیری کاهش متفاوتی داشت به طوری که گندم در هر دو دما نسبت به سویا دیرتر به درصد جوانه‌زنی صفر رسید این مسئله می‌تواند به درصد روغن و پروتئین بیشتر سویا مرتبط باشد. ایشان همچنین نشان دادند که بذرهای قرار گرفته در دمای ٤٥ درجه سانتی-گراد کاهش درصد جوانه‌زنی شدیدتری نسبت به بذرهای قرار گرفته در دمای ۳٥ درجه سانتی‌گراد داشتند.

به طور کلی اثر زوال بذر در جوانه‌زنی می‌تواند از طریق کاهش در سرعت جوانه‌زنی (قاسمی گلعذانی و همکاران، ۱۳۷٥؛ بسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ رحمان و همکاران، ۱۹۹۹) و هم کاهش در درصد جوانه‌زنی

(لارسن و همکاران، ۱۹۹۸؛ بسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ مدرسی و همکاران؛ ۲۰۰۲؛ خواجه حسینی و همکاران، ۲۰۰۳) باشد.

۲-۲-۳- اثر زوال بذر بر سبزشدن

مطالعات نشان داده است که اثر زوال بذر بر سبزشدن نیز شبیه جوانه‌زنی است، و به دنبال زوال بذر درصد (دی‌فیگوریدو و همکاران، ۲۰۰۳؛ بسرا و همکاران،۲۰۰۳؛ چیترا دوی و همکاران ۲۰۰۳) و سرعت سبزشدن (ورما و همکاران ۲۰۰۳) کاهش می‌یابد.

دی‌فیگوریدو و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی اثر تنش‌های محیطی بر سبز شدن بذرهای آفتابگردان، سویا و ذرت با سطوح مختلف قدرت بذر پرداختند. آنها نشان دادند که اثر متقابل قدرت بذر و تنش محیطی در آفتابگردان و سویا معنی‌دار بود ولی در ذرت اثرات قدرت بذر و تنش‌محیطی معنی‌دار نبود. آنها نشان دادند میزان کاهش درصد سبز شدن برای بذرهایی با سطح قدرت بذر بالاتر نسبت بذرهایی با قدرت متوسط و پایین کمتر بود. یعنی بذرهایی با قدرت بذر کمتر دامنه تحمل به شرایط تنش کمتری دارند.

بسرا و همکاران (۲۰۰۳) اثر دوره زوال تسریع پیری (دمای ٤٠ تا ٤٤ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد) را بر بذرهای پنبه ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که درصد سبزشدن بذرهای پنبه با افزایش در دوره تسریع پیری کاهش پیدا می‌کند. آنها نشان دادند که درصد سبزشدن از ۸۷ درصد در بذرهای شاهد به ۰ درصد در بذرهایی که ۱۵ روز تسریع پیری شده بودند رسید. لازم به ذکر است بذرهایی با ۱۵ روز تسریع پیری دارای ۲۰ درصد جوانه‌زنی بودند، که این تفاوت بین قدرت بذر و حیات بذر را نشان می‌دهد.

چیترا دوی و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که بذرهای بزرگتر و با دوره انبار کمتر خردل درصد سبزشدن بیشتری نسبت به بذرهای کوچک و دوره انبار بیشتر داشتند. آنها در آزمایش خود از ۳ تیمار انبار بذر (۷، ۱۹ و ۳۱ ماه) و ٤ تیمار اندازه بذر (بذرهای بزرگ، متوسط، کوچک و خیلی کوچک) استفاده کردند.

ورما و همکاران (۲۰۰۳) اثر پارامترهای کیفیت بذر را در بذرهای فرسوده شده کانولا (دو واریته مختلف و ٤ سال دوره انبار) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با هر سال افزایش دوره انبار استقرار گیاهچه

کاهش یافت که بین دو واریته این کاهش متفاوت بود. همچنین بذرهایی با قدرت بالاتر سرعت سبز شدن بیشتری داشتند.

رودریگرز و مک‌دونالد (۱۹۸۹) اثر کیفیت بذر بر رشد گیاه و تثبیت نیتروژن در لوبیای زارعی قرمز را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد درصد سبز شدن برای تیمارهای بذر زوال طبیعی (۳ کلاس کیفیت بالا، کیفیت متوسط و کیفیت پایین) به ترتیب ۸۸، ۸۲ و ٦۷ درصد و برای بذرهایی با زوال مصنوعی (۱، ۲ و ۳ روز) به ترتیب ۸۵، ۷۸ و ۵۲درصد بود. همچنین بذرهای سبز شده با کیفیت بالاتر بیشترین درصد گیاهچه نرمال و کمترین درصد گیاهچه غیرنرمال را داشتند.

فورسلا و همکاران (۲۰۰۰) اعلام کردند مرحله سبزشدن از مهمترین مراحل فنولوژیکی گیاهان است. کاهش درصد و سرعت سبزشدن می‌تواند موجب استقرار ضعیف و عدم پوشش مناسب زمین شود که می‌تواند منجر به اثر منفی بر عملکرد نهایی به طور غیر مستقیم شود (الیس۱۹۹۲).

۱-۲-۴- اثر زوال بذر بر رشد گیاهچه

گزارشات متعددی نشان داده است که با زوال بذر وزن خشک ساقه و ریشه (رودریگرز و مک‌دونالد، ۱۹۸۹؛ خواه و همکاران، ۱۹۸۹؛ ورما و همکاران،۲۰۰۳؛ رایس و دایر،۲۰۰۱)، طول گیاهچه (رائو و همکاران، ۲۰۰٦؛ ورما و همکاران،۲۰۰۳؛ جائوآبا و اواتو ،۱۹۹۹)، درصد گیاهچه‌های نرمال (دل‌آکویلا و دی‌توری، ۱۹۹٦؛ وان‌پیجن و همکاران،۱۹۹۵) و سرعت ظهور برگ (گریو و فرانکویس،۱۹۹۲) کاهش می‌یابد.

بررسی رائو و همکاران (۲۰۰٦) بر روی بذرهای پیاز انبار شده برای دوره‌های ۰، ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ ماه نشان دادند که شاخص قدرت گیاهچه (که از تقسیم حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی و میانگین طول گیاهچه بر ۱۰۰) با افزایش دوره انبار به طور معنی‌داری کاهش یافت. تیمارهای تسریع پیری برای دوره‌های ۰، ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱٤ روز در این مطالعه نشان داد که درصد جوانه‌زنی و شاخص قدرت گیاهچه به شدت کاهش یافت.