تعیین ضرایب قابلیت حیات بذر جو تحت شرایط مختلف انبارداری

سیدعلی طباطبایی

استادیار، گروه زراعت، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان یزد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۱۸

چکیده

شرایط نامساعد انبارداری، به خصوص رطوبت نسبی بالای محیط انبار و دمای بالا، به شدت بر کیفیت بذر اثر می‌گذارد. به منظور کمی سازی اثر دما و رطوبت بر زوال بذر و تعیین ضرایب حیات بذر جو رقم والفجر این آزمایش در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان یزد در سال۱۳۹۱ انجام شد. به این منظور ۳ تیمار دمایی (۲۵، ۳۵ و ٤٥ درجه سانتی‌گراد) و ۳ تیمار رطوبتی (٦، ۱۰ و ١٤ درصد) استفاده شدند. نمونه برداری از بذرها در فواصل زمانی معین، بسته به شرایط نگهداری انجام گرفت و درصد جوانه‌زنی، ضرایب مدل حیات و رابطه سیگما با رطوبت‌ها و دماهای بررسی شده تعیین گردید. نتایج نشان داد که با افزایش دوره انبارداری درصد جوانه‌زنی یک روند نزولی را طی کرد و این روند نزولی در رطوبت‌و دماهای بالاتر بیشتر بود. بیشترین کاهش درصد جوانه‌زنی در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ١٤ درصد بدست آمد. معادله قابلیت حیات بذر تعیین و ضرایب برآورد گردید. نتایج نشان داد که مقادیر ضرایب K_E، C_W، C_H و C_Q به‌ترتیب برابر با ۸/۸۳، ۱/٤۷، ۰/۲۷ و ۰/۰۰۳۷ بود.

واژگان کلیدی: انبارداری، جو، ضرایب حیات بذر.

مقدمه

بذرها باید دارای جوانه زنی مناسب و قوه نامیه کافی جهت رشد و نمو گیاه جدید باشد. به‌طور معمول بذرها برای باقی ماندن در یک شرایط زنده ماندن مناسب از زمان برداشت تا کاشت مجدد در انبار ذخیره می‌شوند، هرچه زمان نگهداری بذر با توجه به هدف نگهداری بیشتر باشد، هزینه آن بیشتر خواهد بود. آگاهی از شرایط نگهداری مناسب می تواند مشکلات کاهش بقای بذرها را حل کند و از هزینه اضافی جهت پایین نگه داشتن دما جلوگیری کند. نتایج آزمایشات بر روی گیاهان مختلف نشان داده شده است که با افزایش دوره انبارداری درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و این روند کاهشی در دما و رطوبت‌های بالاتر بیشتر بود (Alivand et al., 2013). پیش بینی طول عمر بذر جو می‌تواند به نگهداری این بذر در هر مدت زمان خواسته شده کمک کند، این امر می‌تواند با استفاده از مدل بقای Eliis and Roberts (1980)، صورت پذیرد. این معادله عبارت است از: $v = Ki\frac{p}{\sigma}$

*نویسنده مسئول: tabataba4761@yahoo.com

v قوه نامیه بر اساس پروبیت پس از انبارداری، Ki قوه نامیه اولیه توده بذر به پروبیت، p دوره انبارداری به روز و σ انحراف معیار استاندارد توزیع مرگ بذر در واحد زمان استفاده می‌شود. جزء دیگر این معادله رابطه $K_E\text{-}C_W\log_{10}m\text{-}C_Ht\text{-}C_Qt^2\log 10\sigma$ می‌باشد که σ را می‌توان از رابطه $\sigma = 10^{(KE\ -CW\ \log 10m-\ CHt-\ CQt2)}$ محاسبه کرد. K_E، C_W، C_H و C_Q ضرایب ثابت حیات بذر هستند که ضریب C_W اثر نسبی محتوی رطوبت بذر، C_H و C_Q پاسخ بذر به دما طی انبار داری و K_E ضریب پتانسیل طول عمر بذر را نشان می‌دهند. این ضرایب را با یکسری از آزمایش‌های انبارداری با دامنه گسترده‌ای از دما و محتوی رطوبت بذر می‌توان محاسبه کرد (Ellis and Roberts, 1980). این ضرایب برای بذر گندم و ذرت محاسبه شدند که ضرایب K_E ,C_H , C_W و C_Q به‌ترتیب ۸/٤۹۸ ، ٤/۸۳٦، ۰/۰۳۳۲ و ۰/۰۰۰٤٥٤ برای گندم و ۹/۹۹، ٥/۹۹۳، ۰/۰۳۲۲ و ۰/۰۰۰٤٥٤ برای ذرت می‌باشد. ضرایب معادله حیات در گونه‌های گیاهی مختلفی از جمله علف‌های هرز، گیاهان زراعی، گیاهان زینتی، درختان میوه و درختان جنگلی تعیین و از آن در پیش بینی قابلیت حیات یا جوانه‌زنی در طول انبارداری استفاده شده است (Tang et al., 1999; Ellis & Roberts, 1990; Ellis et al., 1982; Ellis & Roberts., 1981; Fabrizius et al., 1999; Usberti, 2007). این آزمایش به‌منظور بررسی پیش بینی ضرایب قابلیت حیات بذر جو تحت شرایط مختلف محیط نگهداری به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد انجام شد. در این آزمایش، بذرجو رقم والفجر با محتوی رطوبت ٦، ۱۰ و ۱٤ درصد در دماهای ۲٥، ۳٥ و ٤٥ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. با توجه به درصد جوانه‌زنی در هر برداشت فاصله‌های نمونه‌برداری برای هر دما در هر نوبت تعیین شد و آزمون جوانه‌زنی استاندارد انجام شد. برای ایجاد رطوبت‌های مورد نظر از رابطه $W2 = w1\frac{(A-B)}{(100-A)}$ استفاده شد که B درصد رطوبت اولیه بذر، A درصد رطوبت مورد نظر، W1 جرم اولیه توده بذر (g) و W2 جرم آب مقطر (g) می‌باشد (Hampton and TecKrony, 1995). بذرها درون پاکت‌های فویل آلومینیم قرار گرفتند و سپس مقدار آب مورد نیاز به آن اضافه و بسته‌ها به خوبی تکان داده شدند تا رطوبت به‌صورت یکنواخت بر روی تمامی بذرها پخش شود و برای اطمینان از عدم تبادل رطوبت با بیرون بسته‌بندی شدند و به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا بذرها هم رطوبت گردند، سپس بسته‌ها پلمپ و به دماهای مورد نظر جهت دوره‌های انبارداری منتقل شدند. آزمون جوانه‌زنی استاندارد بر روی دو لایه کاغذ سفید، در پتری‌دیش و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷ روز مطابق با قوانین ایستا (ISTA, 2010) انجام شد و درصد جوانه‌زنی کل (رابطه ۱) محاسبه گردید.

$$\text{درصد جوانه‌زنی کل (رابطه ۱) (ISTA, 2010)} = \frac{\text{کل بذور جوانه زده}}{\text{کل بذور موجود در پتری}} \times ۱۰۰$$

محاسبات آماری داده‌های حاصل از این بخش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال خطا ٥ درصد مقایسه شدند.

برای پیش بینی زوال بذر، در طی مدت انبارداری با فواصل مختلف زمانی از تیمارها نمونه‌گیری و آزمون جوانه‌زنی استاندارد در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷ روز مطابق با قوانین ایستا سال ۲۰۱۰ انجام شد. با استفاده از نتایج بدست آمده برای درصد جوانه‌زنی برای هر یک از تیمارها، با استفاده از معادله قابلیت حیات (Ellis and

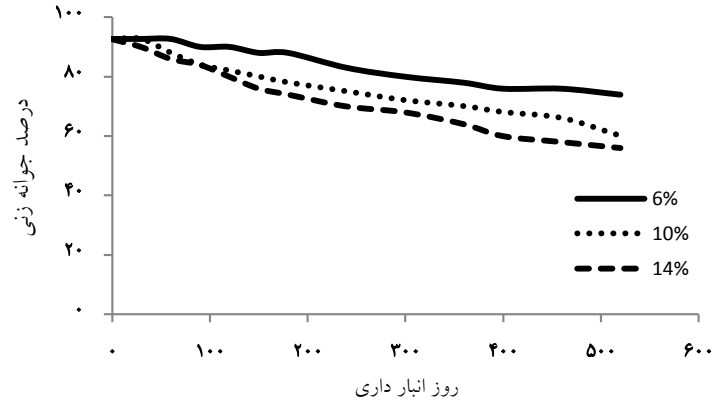
Roberts, 1980)، ضرایب حیات (C_W, C_H, C_Q و K_E) با استفاده از آنالیز پروبیت توسط نرم‌افزار SAS محاسبه گردید. در این آزمایش در ابتدا درصد جوانه‌زنی در طی زمان در دو حالت به صورت Parallel Line (خطوط موازی) و Separate Line (خطوط با مبدأ متفاوت و موازی) برای هر یک از دماهای نگهداری با استفاده از تجزیه پروبیت توسط نرم‌افزار SAS محاسبه شد. سپس مقدار F-value از طریق رابطه زیر برای امکان استفاده از ضرایب مدل Parallel Line (حالتی که بین محیط‌های مختلف فقط مقادیر ثابت افت قوه نامیه متفاوت هستند) از طریق انجام آزمون F مورد بررسی قرار گرفت (رابطه ۲).

$$F = \frac{\frac{Scaled\ \ Deviance\ of\ \ PL - Scaled\ Deviance of\ \ SL}{df\ \ PL_df\ \ SL}}{\frac{Scaled\ \ Deviance\ of\ \ SL}{df\ \ SL}} \quad \text{(Ellis \& Roberts, 1981)} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

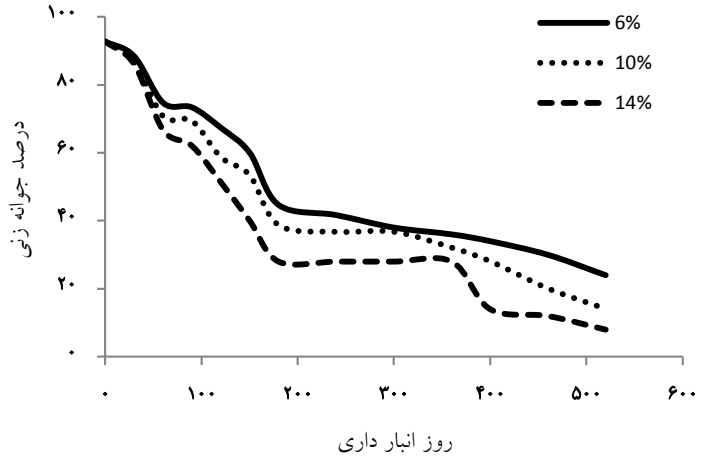
معنی‌دار بودن میزان F value بیانگر این است که علاوه بر متغیر بودن میزان شیب برای هریک از معادلات یک مقدار ثابت نیز در معادله تاثیر خواهد شد. در این صورت برازش کردن مدل Parallel Line خطای آزمایشی را نسبت به مدل Separate Line افزایش می‌دهد. ولی چنانچه میزان F value معنی‌دار نباشد نشان می‌دهد ثابت معادله برای همه محیط‌ها یکسان می‌باشد و در این صورت برازش کردن مدل Parallel Line خطای آزمایشی را نسبت به مدل Separate Line افزایش نمی‌دهد. در این آزمایش خطای آزمایش معنی‌دار نشد و مدل با Parallel Line برازش گردید. برای تعیین ضرایب منحنی جوانه‌زنی نرمال در مقابل زمان انبارداری برای همه تیمارهای دمایی و رطوبتی رسم گردید و سپس برای تک تک تیمارها آنالیز پروبیت انجام شد. تجزیه پروبیت باعث خطی شدن منحنی جوانه‌زنی در زمان شد. معکوس شیب منحنی جوانه‌زنی در مقابل زمان انبارداری به‌عنوان سیگما (σ) در نظر گرفته می‌شود. محاسبات آماری داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و برای رسم نمودار از نرم افزار اکسل Excel استفاده شد. برای رسم نمودار رگرسیونی خطی از رگرسیون مستقیم استفاده شد.

نتایج و بحث

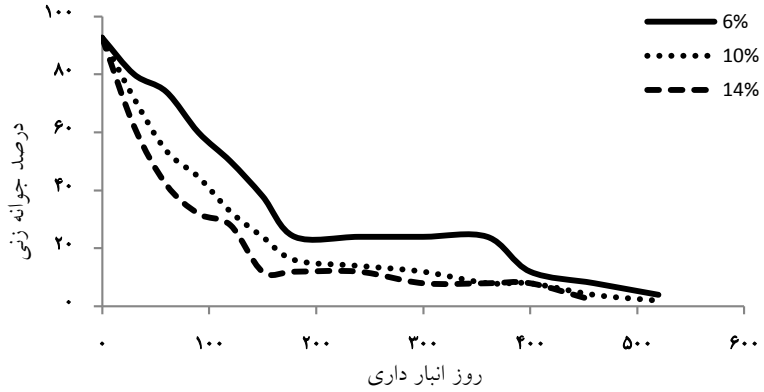
روند درصد جوانه‌زنی در طول دوره انبارداری نشان داد که با گذشت دوره انبارداری درصد جوانه‌زنی روند کاهشی را سپری کرد و با افزایش در رطوبت و دمای انبارداری سرعت کاهش در درصد جوانه‌زنی افزایش یافت (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). با افزایش رطوبت از ٦ به ۱۰ و ١٤ درصد در دماهای انبارداری و با گذشت دوره‌های انبارداری جوانه‌زنی کاهش یافت. کاهش در درصد جوانه‌زنی در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود. کمترین کاهش در روند جوانه‌زنی با افزایش رطوبت مربوط به دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. نتایج آزمایشات بر روی گیاهان مختلف نشان داده شده است که با افزایش دوره انبارداری درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و این روند کاهشی در دما و رطوبت‌های بالاتر بیشتر بود (Alivand et al., 2013).



شکل ۱- روند جوانه‌زنی بذرهای جو در طی دوره انبارداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد.



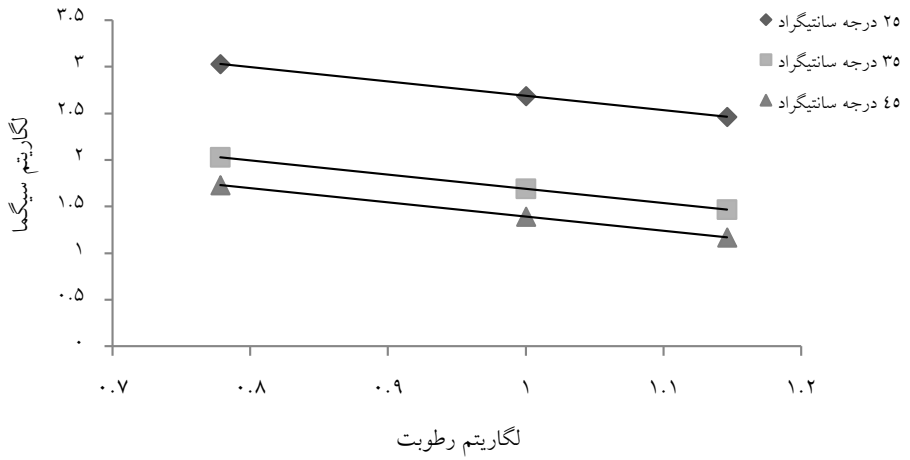
شکل ۲- روند جوانه‌زنی بذرهای جو در طی دوره انبارداری در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد.



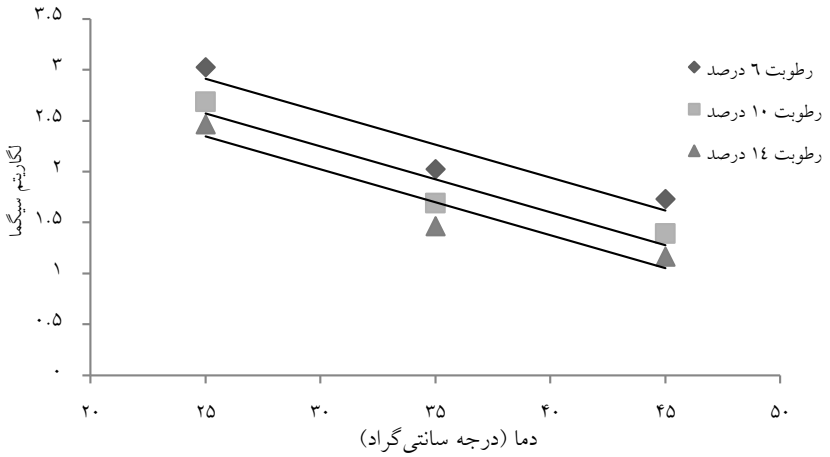
شکل ۳- روند جوانه‌زنی بذرهای جو در طی دوره انبارداری در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد.

در شکل ٤ رابطه بین لگاریتم سیگما و لگاریتم رطوبت بذر برای هر دما و در شکل ۵، رابطه بین لگاریتم سیگما و دما برای رطوبت‌ها اریه شده است. رابطه بین لگاریتم سیگما و لگاریتم رطوبت بذر خطی می‌باشد که با افزایش رطوبت بذر در همه دماها، لگاریتم سیگما به‌صورت خطی کاهش می‌یابد این نشان می‌دهد که روند کاهشی قوه نامیه

با توجه به افزایش رطوبت در دماهای بررسی شده یکسان است (شکل ٤). خطوط مربوط به سطوح رطوبت به صورت تقریبا موازی می باشند که نشان می دهد در هر سطح رطوبتی با افزایش دما مقدار لگاریتم سیگما به صورت خطی کاهش می یابد و به این معناست که در مورد همه سطوح دمایی سرعت کاهش سیگما در ازای افزایش رطوبت محتوی بذر یکسان است و معادله طول عمر بذر به درستی، رابطه بین سیگما و درجه حرارت و رطوبت نگهداری را تعیین می‌کند (شکل ۵). بین لگاریتم سیگما و دما نتایج مشابه ای در بذور پنبه مشاهده شد که نشان داد این رابطه یک رابطه خطی می‌باشد (Usberti et al., 2006). همچنین در گیاه کلزا نیز نتایج مشابهی بدست آمد (Alivand et al., 2013). در بذر گیاهان کدو تخم کاغذی، گاوزبان و سیاه دانه نیز گزارش شد که رابطه بین لگاریتم سیگما و لگاریتم رطوبت بذر خطی می باشد که با افزایش رطوبت بذر در همه دماها، لگاریتم سیگما به صورت خطی کاهش می یابد و در هر سطح رطوبتی با افزایش دما مقدار لگاریتم سیگما به صورت خطی کاهش می یابد (Ghaderi-Far et al., 2010). Ellis (1998)، نشان داده است که علاوه بر یک ارتباط لگاریتمی منفی که بین طول عمر بذر و رطوبت محتوی بذر وجود دارد، در بسیاری از گونه‌ها یک ارتباط درجه ۲ بین طول عمر و دما نیز وجود دارد.



شکل ٤- رابطه بین لگاریتم سیگما و لگاریتم رطوبت بذر.



شکل ۵- رابطه بین لگاریتم سیگما و دما.

برای تعیین ضرایب ثابت دمایی و رطوبتی معادله حیات از رگرسیون چند جمله‌ای استفاده شد. بر اساس اطلاعات بدست آمده مقدار K_E، C_W، C_H و C_Q به‌ترتیب ۸/۸۳، ۱/٤۷ ، ۰/۲۷ و ۰/۰۰۳۷ بدست آمد.

جدول ۱- ضرایب معادله حیات بذر برآورد شده در جو

KE	CW	CH	CQ
۸/۸۳	۱/٤۷	۰/۲۷	۰/۰۰۳۷

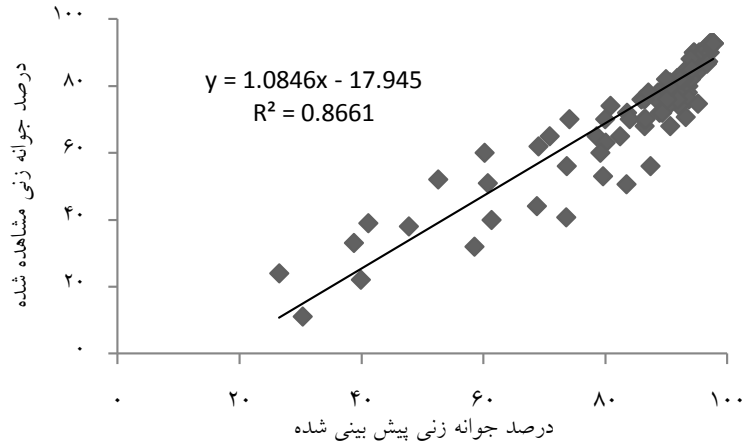
به این ترتیب فرم کلی معادله حیات برای بذر جو رقم والفجر به صورت زیر بدست آمد:

$$V= Ki - p/10^{8.83 - 1.47 \log m + 0.27\, t -0.0037\, t^2)}$$

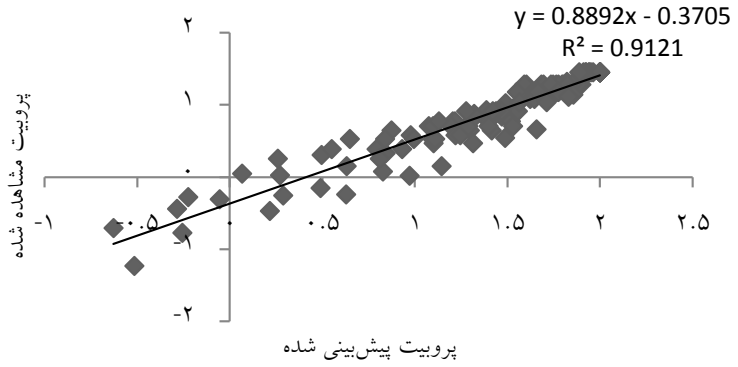
محققان مختلف گزارش کرده‌اند که ضرایب دمایی C_H و C_Q در بین گیاهان مختلف تا حدودی مشابه است (Dickie et al., 1985). اما ضرایب K_E و C_W در بین گیاهان مختلف متفاوت است (Ellis et al., 1990; Ellis and Roberts, 1981; Ghaderi-Far et al., 2010). در این تحقیق مقدار C_H و C_Q تا حدودی شبیه سایر گیاهان بود (جدول ۱).

با داشتن قوه نامیه اولیه بذر و دمای نگهداری بذر و محتوی رطوبت بذر بعد از P روز نگهداری، کیفیت بذر قابل محاسبه می باشد. ضرایب محاسبه شده برای هر گونه متفاوت بوده و مختص به همان گونه می‌باشد (Usberti et al., 2006). از معادله حیات برای پیش‌بینی قابلیت حیات (جوانه‌زنی طی نگهداری) استفاده شده است (Usberti, 2007; Tang et al., 1999).

یکی از روش‌های ارزیابی مدل، استفاده از رگرسیون بین مقدار مشاهده شده و مقدار پیش‌بینی شده می‌باشد (Ghaderi-Far et al., 2010). مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهده شده قوه نامیه بعد از مدت زمان نگهداری در شکل‌های ٦ و ۷ مشاهده می‌شود. برابر شدن y=x بین دو متغیر به معنی یکسان بودن مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده می‌باشد. برای ارزیابی این مدل، بین پروبیت درصد جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی داده‌های پیش‌بینی شده و مشاهده شده یک رگرسیون گرفته شد که نشان داد با توجه به مدل بدست آمده به‌ترتیب ۹۱ درصد و ۸٦ درصد از داده‌ها را به طور صحیح برآورد نموده است (شکل‌های ٦ و ۷). بر روی بذر گیاه پنبه دانه گزارش شده است که برای افزایش دقت در معادله برآورد داده‌ها با استفاده از مدل رگرسیونی می‌توان بعضی از محیط‌ها را که با داده‌های پیش بینی شده هم خوانی ندارند حذف نمود (Usberti et al., 2006). در این آزمایش نیز دماهای ۵ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌دلیل عدم هم خوانی با سایر دماها حذف شدند.



شکل ٦- ارزیابی مدل توسط رگرسیون بین درصد جوانه‌زنی مشاهده شده با پیش‌بینی شده.



شکل ۷- ارزیابی مدل توسط رگرسیون بین پروبیت مشاهده شده با پیش‌بینی شده.

با داشتن کیفیت اولیه بذر و دمای انبارداری بذر و رطوبت بذر بعد از p روز انبارداری زنده مانی بذر قابل اندازه گیری است. معادله قابلیت حیات بذر برای بذر گونه‌های جنگلی نیز مورد استفاده قرار گرفته است. به‌طورکلی از این معادله می‌توان در پیش‌بینی قابلیت حیات این بذرها در شرایط انبارداری کنترل شده و بانک ژن استفاده کرد (Ghaderi-Far et al., 2010).

نتیجه‌گیری نهایی

بذرها طی نگهداری در انبار می بایست کمترین حد زوال را داشته باشند. از مهمترین عوامل دخیل در انبارداری، دمای نگهداری و محتوی رطوبت بذر می‌باشد. با استفاده از معادله حیات می‌توان بهترین شرایط نگهداری را به‌طوری که کمترین سطح زوال را در پی داشته باشد، اعمال کرد. در این مطالعه ضرایب معادله برای بذر گیاه جو رقم والفجر تعیین شد که از آن می‌توان در پیش بینی زوال بذر این گیاه در شرایط انبار استفاده کرد. در این آزمایش بذر جو رقم والفجر دارای عدد بالایی برای ضریب K_E بود که نشان‌دهنده طول عمر بذر جو تحت شرایط انبارداری می‌باشد و این موضوع در این آزمایش به خوبی مشخص شد. پس هر بذری که دارای K_E بالایی باشد دارای طول عمر بالاتری نیز می‌باشدو فرم کلی معادله آن به صورت زیر می باشد:

$$V= Ki - p/10^{8.83 - 1.47 \log m + 0.27 t - 0.0037 t^2)}$$

Reference

Alivand, R., Tavakkol Afshari, R., and Sharif-Zadeh, F. 2013. Germination Response and Estimation of Seed Deterioration of *Brassica napus* under various storage conditions. Iranian journal of field crop science. 43: 21-46.

Dickie, J.B., and Bowyer, J.T. 1985. Estimation of provisional seed viability constants for apple. (*Malus domestica Borkh*. cv. Greensleeves). Ann. Bot. 56: 271-275.

Ellis R.H. 1988. The viability equation, seed viability monographs and practical advanced on seed storage. Seed Science and Technology. 16:29-50.

Ellis, R.H., Hong, T.D., and Roberts, E.H. 1990. Moisture content and the longevity of seeds of *Phaseolus vulgaris*. Ann. Bot. 66: 341-348.

Ellis, R.H., Osi-Bonsu, K., and Roberts, E.H. 1982. The influence of genotype, temperature and moisture on seed longevity in chickpea, cowpea and soybean. Ann. Bot. 50: 69-82.

Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. Annals of Botany. 45: 13-30.

Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed. Sci. Technol. 9: 373-409.

Fabrizius, E., TecKrony, D.M., Egli, D.B., and Rucker, M. 1999. Evaluation of a viability model for predicting soybean seed germination during warehouse storage. Crop. Sci. 39: 194-201.

Ghaderi-Far., Soltani A., and Sadeghipour, H.R. 2010. Determination of seed viability constants in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. subsp. Pepo. *Convar*. Pepo var. *styriaca* Greb), borago (*Borago officinalis* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.). J. of Plant Production, 17(3): 53-66.

Hampton, J.G., and TecKrony, D.M. 1995. Handbook of vigor test methods. The International Seed Testing Association, Zurich, 117p.

International Seed Testing Association. 2010. Published by the international seed testing Association.

Tang, S., TeKrony, D.M., Egli, D.B., and Cornelius, P.L. 1999. Survival characteristics of corn seed during storage. II. Rate of seed deterioration. Crop. Sci. 39: 1400-1406.

Usberti, R. 2007. Performance of tropical forage grass (*Brachiaria brizantha*) dormant seeds under controlled storage. Seed. Sci. Technol. 35: 402-413.

Usberti, R., Roberts, E.H., and Ellis, R.H. 2006. Prediction of cottonseed longevity. Pesq. agropec. bras., Brasílian. 41(9): 1435-1441.