"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد هشتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸
(ص ۱۴۳-۱۳۳)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 8, No.: 1, Spring and Summer 2019
(pp: 133-143)
DOI: 10.22034/ijsst.2019.110942.1101
Research Article

پاسخ جوانه‌زنی بذر مرزه و محاسبه ضرایب حیات بذر (*Satureja hortensis*) طی شرایط متفاوت انبارداری

سعید امینی[۱]، محمد حسن عصاره[۲]، عباس دهشیری[۳*]، شهلا هاشمی فشارکی[۴]

۱. دانشجوی دکترا اصلاح نباتات- ژنتیک مولکولی و مهندسی ژنتیک دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲، ۳، ۴. به ترتیب استاد، استادیار و مسئول آزمایشگاه موسسه ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات آموزش و توسعه کشاورزی، کرج، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۸)

چکیده

حفظ کیفیت بذر از زمان برداشت تا کشت بعدی هدف اصلی انبارداری بذر می‌باشد و شرایط محیط انبار، بویژه دو عامل دما و رطوبت از مهم‌ترین عوامل زوال بذر و کاهش بنیه می‌باشند. بنابراین به منظور بررسی معادله بقای بذر الیس و روبرتز در رابطه با انبارداری بذر مرزه و معرفی ثابت‌های معادله حیات بذر، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. پس از تعیین قوه نامیه و رطوبت اولیه بذر، رطوبت آن‌ها به مقدار ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ درصد رسانیده شد و در بسته‌های آلومینیومی در دماهای ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نمونه‌برداری از بذرها در فواصل زمانی معین، بسته به شرایط نگهداری انجام گرفت و درصد بذر جوانه زده، ضرایب معادله و رابطه سیگما با رطوبت و دما تعیین گردید و پس از تجزیه و تحلیل پروبیت نمودارهای مربوط به هر شرایط رسم گردید. کمترین سطح زوال بذر در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت محتوی بذر ۵٪ بود و بیشترین زوال بذر در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت محتوی بذر ۱۳٪ بود. مقدار ضرایب حیات KE، CW، CH و CQ به‌ترتیب ۴/۳۱، ۱/۸۳ ، ۰/۰۳۱ و ۰/۰۰۰۴ بود. نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت بذر و دما در طی انبارداری، درصد زنده‌مانی بذر کاهش می‌یابد. به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، نگهداری بذور در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت محتوی بذر ۵ درصد سرعت زوال بذر کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: دما، رطوبت، زوال بذر، طول عمر بذر، معادله‌ی بقای بذر.

Germination Response and Viability constants measurements of (*Satureja hortensis*) seeds under Various Storage Conditions

S. Amini[1], M.H. Assarah[2], A. Dehshiri[3*], Sh. Hashemi Fesharaki[4]

1. Plant Breeding-Molecular Genetics and Genetic Engineering Ph.D student of University of Tehran, Karaj, Iran.
2, 3. 4. Seed and Plant Certification & Registration Research Institute, agricultural research, education and extension organization (AREEO), Karaj, Iran.
(Received: Jun. 03, 2017 – Accepted: Apr. 17, 2018)

Abstract

The main goal of seed storage is to maintain its quality from harvesting to sowing time. Among all factors, storage temperature and seed moisture content are the most important factors affecting seed longevity. This experiment was conducted at University of Tehran, Department of Agronomy and Plant Breeding during 1394 to determine Viability constants of *Satureja hortensis* seeds. Seed viability and initial moisture content was measured and after that seeds were adjusted to 5, 7, 9, 11 and 13% moisture content and sealed hermetically in Nano packets. Storage temperatures were 10, 15, 20 and 25˚C. The interval of sampling depended on the storage conditions. Seed viability constants were estimated to predict seed longevity in this species and relationship between sigma and moisture content and temperatures was determined. After probit analysis, survival curves were depicted in each condition. Results showed that seeds with 5% moisture content stored at 10°C had the highest germination percentage, but seeds which were stored at 13% moisture content and 20 and 25°C had the highest deterioration rate. Estimates of KE, CW, CH and CQ were 4.31, 1.83, 0.031 and 0.0004, respectively. Also, the results showed that seed longevity decrease with increased seed moisture and temperature.

Key words: moisture, seed deterioration, seed longevity, seed viability equation, temperature.

* Email: ab_dehshiri@yahoo.com

مقدمه

مرزه گیاهی از خانواده نعناع (*Lamiaceae*) است که گونه های زیادی از آن در سراسر جهان پراکنده شده‌اند (Güllüce et al., 2003). مرزه تابستانی (*Hortensis* L. *Saturej*) که بومی جنوب اروپا است، گیاهی است یکساله که کشت آن درحال افزایش است و علاوه بر اینکه از نظر تغذیه ای برای انسان مفید و ارزشمند است دارای مصارف دارویی نیز می‌باشد (Hajhashemi et al., 2000). اسانس این گیاه دارای خاصیت ضد میکروبی است و مانع از رشد برخی از باکتری‌ها می‌شود (Deans et al., 1989).

بذرها باید دارای جوانه‌زنی مناسب و قوه نامیه کافی جهت رشد و نمو گیاه جدید باشند (Roberts, 1973). به طور معمول بذرها برای باقی ماندن در شرایط زنده‌مانی مناسب از زمان برداشت تا کشت مجدد در انبار نگهداری می شوند. دمای نگهداری بذر با توجه به هدف نگهداری متفاوت است و هرچه مدت زمان نگهداری بیشتر باشد، هرینه آن بیشتر خواهد بود (Dehghan et al., 2012).

پیش بینی کیفیت بذر در طی انبارداری به درک رابطه بین سه عامل رطوبت بذر، دمای نگهداری و زمان نگهداری آن بستگی دارد که در واقع بر میزان زنده مانی بذر مؤثرند (Dikie et al., 1990). زوال بذر در طول دوره انبارداری در اثر ترکیبی از سه فاکتور اصلی طول دوره نگهداری، دما و رطوبت محتوای بذر رخ می دهد. شرایط نامساعد انبارداری منجر به زوال و کاهش کیفیت بذرها طی نگهداری می شود که به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی انبارداری قرار می گیرد (Ellis and Hong, 2007). به طورکلی بذرها از نظر طول عمر و رفتار انبارداری به سه گروه ارتدکس (Orthodox)، حد واسط (Intermediate)، و ریکال سیترانت (Recalcitrant) تقسیم می‌شوند (Plucknet et al., 1987). مهم‌ترین ویژگی بذرهای ارتدکس، حفظ ذخایر توارثی گیاهی و توانایی نگهداری آنها به مدت طولانی در خارج از رویشگاه طبیعی می‌باشد. از ویژگی های دیگر بذر ارتدکس، امکان نگهداری بلند مدت آنها می باشد، زیرا قدرت تحمل به خشکی و دمای پایین را دارند. تقریباً بذر تمام گیاهان مرتعی، دارویی، زراعی و بسیاری از گیاهان جنگلی در گروه بذرهای (Orthodox) قرار می گیرند (Plucknet et al., 1987).

درسال 1973 (Roberts) گزارش کرد که بقای بذرهای ارتدکس (Orthodox) قابلیت کمی شدن را دارند. تا این که در سال 1980 (Ellis and Roberts) برای کمی سازی طول عمر بذر روش هایی را ارایه دادند که قسمت نخست آن به صورت زیر می‌باشد:

$$v = \frac{Ki - p}{\sigma}$$

این معادله کاهش حیات بذر را در شرایط محیطی ثابت توصیف می کند، به‌نحوی‌که هر دو شرایط دمایی و رطوبت محتوای بذر ثابت باشد. v درصد جوانه زنی بذر به پروبیت بعد از p روز نگهداری، Ki جوانه‌زنی اولیه بذر به پروبیت و σ انحراف معیار توزیع نرمال از بین رفتن بذر در طول زمان (d) را نشان می دهد، به نحوی که مقدار σ به کمک روش دوم زیر محاسبه می‌شود:

$$\log_{10}\sigma = K_E - C_W \log_{10} m - C_H t - C_Q t^2$$

این معادله رابطه بین طول عمر (σ, d) و محیط انبارداری که از جمله دمای ثابت (t, °C) و رطوبت محتوی (m, %) می‌باشد، را نشان می‌دهد، به نحوی که KE, CW, CH و CQ ضرایب ثابت هستند که KE ثابت گونه، CW نشان دهنده پاسخ لگاریتمی طول عمر به رطوبت محتوی است و CH و CQ به ترتیب ثابت های خطی و درجه دو دما هستند که توضیح دهنده اثر دمای نگهداری بر طول عمر بذر (پاسخ بذر به دما طی انبارداری) می‌باشند (Ellis and Roberts, 1980). این روش تعیین زنده‌مانی به صورت موفقیت آمیزی برای بیش از ۵۰ گونه متفاوت گیاهی از جمله بذرهای علف هرز،

گیاهان زراعی، گیاهان زینتی، درختان میوه‌دار و درختان جنگلی استفاده گردیده است (Hong et al., 1997). این معادله بقا هم چنین به صورت وسیعی در شرایط خشکی برای پیش‌بینی بقای اسپورهای قارچ لکه برگی (*Alternaria porri*) (Hong et al., 1997) و برای دانه گرده گیاه لوئی (*Typha latifolia*) (Hong et al., 1999) نیز استفاده شده است. هم چنین مدل ریاضی بالا برای تعیین زنده‌مانی اسپورهای قارچ (*B. bassiana*) بکار رفته است (Hong et al., 1997).

در هر صورت ضرایب بقا ویژه هرگونه هستند و برای هر گونه با توجه به علایق علمی، اکولوژیکی و اقتصادی آن باید تعیین شوند. بنابراین هدف از انجام این پژوهش تعیین ضرایب معادله بقا برای بذر مرزه و بررسی روند کاهش قوه نامیه در طول دوره نگهداری با توجه به شرایط نگهداری از نظر دما و رطوبت محتوی بذر می‌باشد، به گونه‌ای که بتوان بهترین شرایط دمایی و رطوبتی را برای نگهداری بذر پیش‌بینی کرد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر دما، محتوای رطوبت بذر و زمان بر روی زوال بذرهای مرزه، یک آزمایش در آزمایشگاه سلامت بذر موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال (SPCRI) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سال ۱۳۹۴ انجام شد. بذرها با محتوی رطوبت ۵ سطح (۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳) درصد و دما در چهار سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵) درجه سانتی‌گراد (محدوده دمایی انتخاب شده و تعداد تیمارها به گونه ای انتخاب شده که شرایط دمایی حاکم بر مناطق کشت در کشور در دوره برداشت تا کاشت مجدد را پوشش دهد) به مدت ۶ ماه نگهداری شدند. به فاصله یک ماه یک بار نمونه برداری انجام شد و آزمون جوانه‌زنی استاندارد در پتری‌دیش بر روی کاغذ صافی در دمای متناوب ۲۰-۳۰°C به مدت ۱۴ روز مطابق با قوانین ایستا (ISTA, 1999) انجام شد. برای ایجاد رطوبت های مورد نظر از رابطه زیر استفاده شد (Hampton and Teckrony, 1995):

$$W2 = W1\frac{(A-B)}{(100-A)}$$

در این معادله B در صد رطوبت اولیه بذر، A درصد رطوبت مورد نظر، w1 وزن اولیه توده بذر و W2 وزن آب مقطر می باشد. بعد از رساندن بذرها به درصد رطوبت مورد نظر، بذرها را درون بسته های آلومینومی قرار داده و برای اطمینان از عدم تبادل رطوبت با بیرون درب آنها توسط دستگاه دوخت پلاستیکی بسته شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا رطوبت بذرها یکسان شود.

قبل تجزیه واریانس، نرمال کردن داده ها جوانه‌زنی تبدیل جذری صورت گرفت. داده‌های بدست آمده با استفاده از معادلات بقای بذر با به کارگیری نرم افزار آماری SAS تجزیه پروبیت شدند (Ellis and Roberts, 1980). نمودار مربوطه با نرم افزار Excel ترسیم گردید. منحنی های بقای بذر با درصد جوانه زنی تهیه شده از طریق تبدیل پروبیت رسم شدند. تأثیر رطوبت محتوی بذر و دما بر طول عمر بذر با تجزیه رگرسیونی در مدل‌های خطی بررسی شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که کلیه اثرات اصلی که شامل مدت انبارداری، دمای انبار و رطوبت محتوی بذر هستند، معنی دار می‌باشند. همچنین اثرات متقابل دوگانه و سه گانه عوامل آزمایشی نیز معنی‌دار هستند (جدول ۱).

در ابتدا به دلیل یکی بودن توده بذر اولیه، می‌توان از مدل عرض از مبدأ ثابت (Common intercept line)، محاسبه یک عرض از مبدأ برای همه محیط‌های نگهداری و شیب‌های متفاوت برای محیط نگهداری مختلف، استفاده کرد. جهت امکان استفاده از ضرایب مدل عرض از مبدأ ثابت (حالتی که بین محیط های متفاوت فقط

شیب های افت قوه نامیه متفاوت هستند) از طریق آزمون F این امکان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از این مدل خطای آزمایش را نسبت به مدل خطای جداگانه (Separate line)، محاسبه شیب و ثابت معادله برای هر یک از محیط ها، افزایش نمی‌دهد. لذا می‌توان ثابت معادله را برای همه محیط‌ها یکسان فرض کرد و فقط عامل متغیر بین محیط های مختلف نگهداری شیب خواهد بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر دما، محتوی رطوبت و زمان بر خصوصیات جوانه‌زنی

Table 1- Variance analysis of the effect of storage temperature, seed moisture content and storage duration parameters

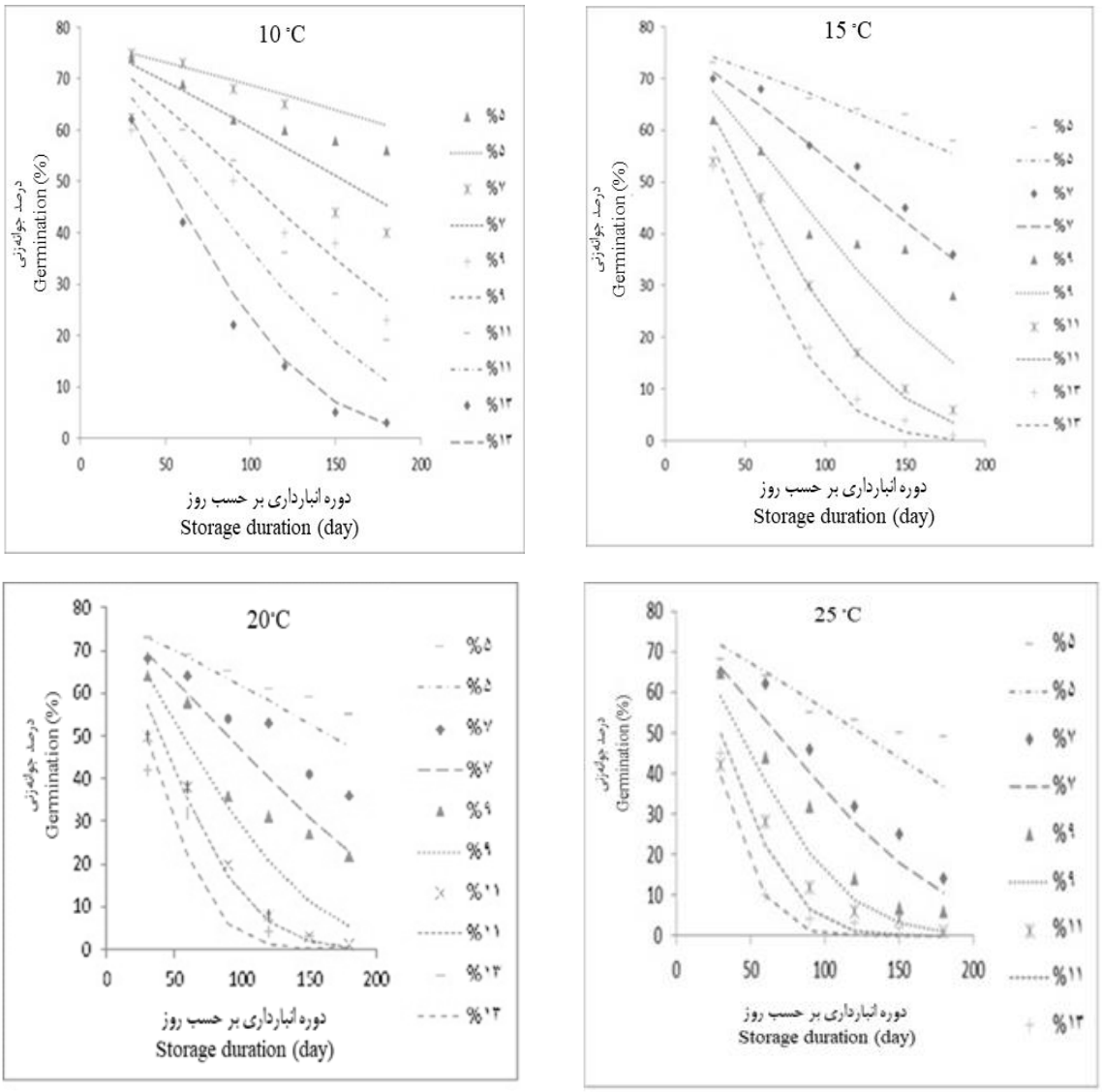
منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی
زمان انبارداری	5	12389.66**
دمای انبار	3	5117.78**
رطوبت بذر	4	25542.11**
زمان*دما	15	192.04**
زمان*رطوبت	20	703.19**
دما*رطوبت	12	2010.39**
زمان*دما*رطوبت	60	186.50**
خطا	360	-
ضریب تغییرات (٪)	-	8.88

**- معنی دار درسطح ۱ درصد **- significantly different P= 0.01

به دلیل معنی‌دار نشدن F در آزمون برای محاسبه شیب‌ها از مدل عرض از مبدأ ثابت استفاده شد. در صورتی که در مدل‌سازی حیات بذر اگر F معنی‌دار شود، ضرایب حیات بذر قابل پیش‌بینی نخواهد بود. معنی‌دار بودن میزان F value بیانگر این است که علاوه بر متغیر بودن میزان شیب برای هریک از معادلات یک مقدار ثابت عرض از مبدأ نیز در معادله تاثیر خواهد شد. در این صورت برازش کردن مدل خطای آزمایشی را افزایش می‌دهد (Ellis and Hong, 2007).

با توجه به شکل (۱) که روند تغییرات درصد جوانه‌زنی را طی دوره انبارداری نشان می‌دهد، در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، درصد جوانه‌زنی بذر مرزه با افزایش رطوبت بذر از ۵ به ۱۳ درصد تغییر زیادی مشاهده گردید. به گونه‌ای که با افزایش رطوبت محتوی بذر از ۵ به ۱۳٪ بعد از ۱۸۰روز انبارداری جوانه زنی از ۶۵٪ به ۷٪ کاهش یافت. ولی در دو سطح رطوبتی ۵و ۷ درصد، درصد جوانه‌زنی تفاوت چندانی وجود نداشت. با افزایش دما از ۱۰ به ۱۵ درجه سانتی‌گراد افت درصد جوانه زنی کمی مشهودتر بود، با این وجود جوانه‌زنی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد نیز افت قابل ملاحضه ای نداشت و بذرهای مرزه توانستند بعد از ۱۸۰ روز انبارداری با رطوبت محتوی مختلف، جوانه‌زنی قابل قبولی داشته باشند. ولی بعد از ۱۸۰ روز انبارداری در رطوبت ۱۳٪ و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، درصد جوانه‌زنی به ۱ درصد کاهش یافت.

در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، درصد جوانه‌زنی تا رطوبت محتوی ۷ درصد کاهش چندانی را نداشت، اما با افزایش رطوبت به ۱۳ درصد افت شدیدی در جوانه‌زنی مشاهده شد، به نحوی که تنها بعد از ۹۰ روز انبارداری درصد جوانه زنی به ۵ درصد کاهش یافت و بعد از آن با افزایش زمان انبارداری، شیب کاهش جوانه زنی در دو سطح رطوبتی ۱۱ و ۱۳ تندتر شد و در نهایت بعد از ۱۸۰ روز جوانه‌زنی به صفر درصد کاهش یافت.



شکل ۱- بقای (جوانه‌زنی معمولی در طول مدت انبارداری) بذرهای ذخیره شده مرزه در سطح‌های گوناگون دمایی و رطوبتی ثابت.
نمادها مقدار مشاهده شده و خطوط مقدار پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد.

Figure 1- Survival (normal germination duration of experimental storage) of seeds of Garden Savory stored at constant temperatures and moistures.
The symbols show observed germination and the fitted curves shows predict germination.

با افزایش دما به ۲۵ درجه سانتی‌گراد، بذرهای مرزه تا رطوبت محتوی ۷ درصد قادر بودند جوانه زنی خود را تا حد قابل قبولی حفظ کنند (بیش از ۸۰ درصد). اما با افزایش رطوبت زوال بذرها افزایش یافت و در نهایت موجب کاهش شدید درصد جوانه زنی شد. به گونه‌ای که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و محتوی رطوبت ۱۱ درصد، بعد از ۱۴۰ روز انبارداری جوانه‌زنی به صفر درصد کاهش یافت. همچنین بعد از ۱۲۰ روز انبارداری هیچ گونه جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت محتوی ۱۳ درصد مشاهده نشد. در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، زمانی که رطوبت محتوی بذرها به ۱۳ درصد افزایش یافت، پس از گذشت تنها ۶۰ روز،

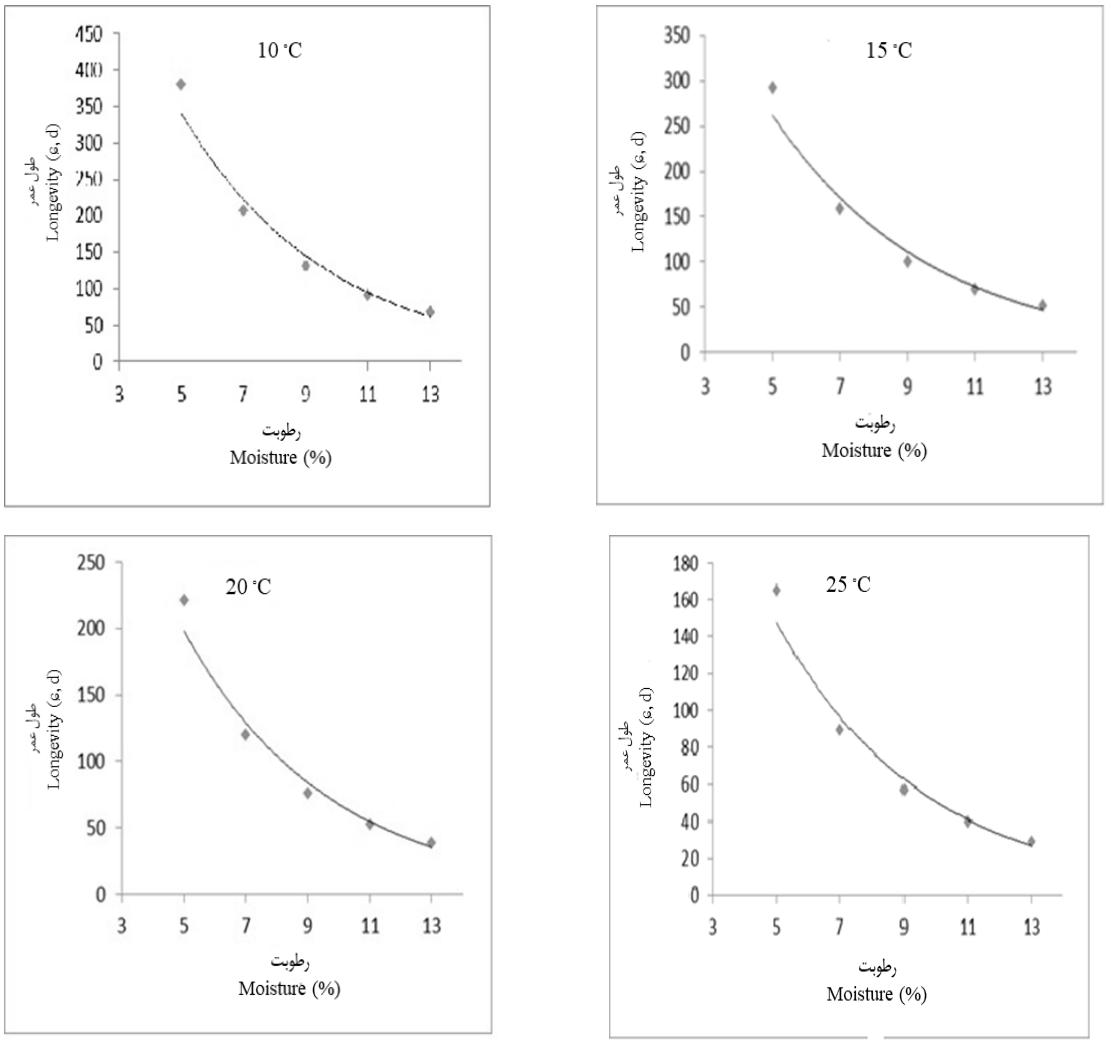
جوانه‌زنی بذرها به ۱۰ درصد کاهش یافت. این موضوع نشان دهندی سرعت بالای زوال بذرهای مرزه در دما و رطوبت بالا می‌باشد که برای جلوگیری از این موضوع بایستی انبارداری بذرها در شرایط دمایی و رطوبتی مناسبی انجام شود تا حداقل زوال بذر در طی انبارداری را شاهد باشیم.

در یک تحقیق که نگهداری بذرهای گوجه فرنگی در دماهای مختلف ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد، شیب از دست رفتن قوه نامیه بذر در ۱۰ درجه سانتی‌گراد ناچیز و در ۲۰ درجه سانتی گراد شدت بیشتری داشت. در بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد بذرها به شدت زوال پیدا کردند و تنها در طی ۳-۲ ماه میزان جوانه‌زنی به نصف کاهش یافت (Hung et al., 2001). در یک آزمایش بذرهای ماش را با رطوبت های اولیه ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳درصد و در دمای ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد برای یک دوره ۱۸ ماه انبار کردند و مشاهده شد که با افزایش رطوبت بذر و درجه حرارت، زوال بذر افزایش یافت (Pradidwong et al.,2004). محتوای رطوبتی بالای بذر سبب افزایش سرعت تنفس می‌شود که خود سبب بالا رفتن دما می‌گردد. مهم‌ترین عاملی که تنفس و تولید گرما را در بذر تحت تأثیر قرار می‌دهد، رطوبت بذر است. درصد جوانه‌زنی بذور سویا قبل از انبارداری ۹۱ درصد، در ذرت ۸۸ درصد، در آفتابگردان ۸۹ درصد بود که پس از چهار سال انبارداری، درصد جوانه‌زنی به طور متوسط در ذرت ۷۲ درصد، سویا ۵۰ درصد و در آفتابگردان ۳۵ درصدکاهش یافت و نشان داد طی انبارداری جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و این کاهش در بذرهای روغنی سویا و آفتابگردان بیشتر است (Schmidt., 2007).

تغییرات کوچک در رطوبت بذر زمانی که بین ۱۲ تا ۱۶ درصد باشد، تأثیر زیادی بر قابلیت انبارداری دارد (Tang *et al.*, 1999). با افزایش رطوبت بذر و دما، قدرت بذر نخستین جزء کیفیت بذر است که کاهش می‌یابد و به دنبال آن جوانه‌زنی و قوه نامیه کاهش می‌یابند (Basra *et al.*, 2003). هر یک از شرایط متفاوت دمایی و رطوبت بذر، سبب اختلافات معنی‌داری در جوانه‌زنی بذر مرزه شد. شرایط انبارداری متفاوت، سبب اختلافات معنی‌داری در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان می‌شود (Marshal and Lewis, 2004). در آزمایش دیگر روی بذر ذرت (*Zea mays* L.) نیز مشخص گردید با افزایش رطوبت بذر، بنیه بذر با شیب بیشتری کاهش یافت (Tang et al., 2000). منحنی طول عمر بذر به صورت سیگموئیدی است (Basra et al., 2003)، به‌طوری‌که در ابتدای انبارداری، جوانه‌زنی تا مدتی بدون تغییر می‌باشد که بسته به شرایط انبارداری متفاوت می‌باشد.

ارتباط بین مقدار سیگما (مدت زمانی که طول می‌کشد تا یک واحد پروبیت جوانه‌زنی کاهش یابد) بر حسب روز با دما در سطوح گوناگون رطوبتی نشان داده شده است (شکل ۲). بنابراین در شکل (۲) خطوط طول عمر بدست آمده در رطوبت‌های مختلف محتوی بذر مرزه را نشان می‌دهد که در هر یک از سطوح رطوبتی با افزایش دما، مقدار سیگما (طول عمر بذر) کاهش می‌یابد. Usberti (2007) نیز برای بذر اکالیپتوس (*Eucalyptus spp*) نشان داد که با افرایش رطوبت محتوی بذر و دمای نگهداری مقدار سیگما کاهش یافت، به عبارت دیگر با افرایش دما در مدت زمان کمتر یک واحد پروبیت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد، به نحوی که با افرایش سطوح رطوبتی بذر مقدار سیگما در دماهای بالا بیشتر کاهش یافت و معادله طول عمر بذر (ذکر شده در قسمت مقدمه) به درستی، رابطه بین سیگما، دما و نگهداری را تعیین می‌کند.

کمی کردن روابط بین شرایط انبار و قابلیت حیات بذر و تعیین ضرایب معادله حیات بذر به تولیدکنندگان بذر گیاهان دارویی کمک می‌کند که بتوانند قابلیت حیات بذرها را با ویژگی های انبار موجود پیش‌بینی کنند. معادله حیات بذر می‌تواند جوانه‌زنی را طی زمان پیش‌بینی کند و برازش خوبی بین جوانه‌زنی پیش‌بینی شده و جوانه‌زنی مشاهده شده داشته باشد.



شکل ۲- ارتباط بین طول عمر بذرهای ذخیره شده مرزه در سطوح گوناگون رطوبتی و دمایی

Figure 2- Relationship between the longevity of Garden Savory seed stored at varied moisture contents and constant temperatures.

منحنی طول عمر بذر به صورت سیگموئیدی است به طوری که در ابتدای انبارداری، جوانه‌زنی تا مدتی بدون تغییر می‌باشد که بسته به شرایط انبارداری متفاوت می‌باشد. هرچه دما و رطوبت بذر بالاتر باشد این دوره کوتاه تر بوده و طولانی‌تر بودن این دوره در شرایط مشابه برای توده بذری دیگر نشان دهنده کیفیت بالاتر توده بذری نسبت به توده دیگر است و به عنوان یک شاخص در کیفیت اولیه بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bradford. 2004). برای تعیین ضرایب ثابت دمایی و رطوبتی معادله قابلیت حیات از رگرسیون چند جمله‌ای در مرزه استفاده شد، که مقادیر برآورد شده آن‌ها در زیر ارائه شده است. ضرایب حیات محاسبه شده برای شرایط بررسی شده به صورت زیر می‌باشد (جدول ۲).

$$V = \frac{Ki - p}{10^{4.31 - 1.83 \log_{10} m - 0.031t - 0.0004t^2}}$$

Ki یک ثابت است که برای هر توده بذری قبل از زمان نگهداری وجود دارد و عبارت است از قوه نامیه اولیه. KE ثابت گونه، CW نشان دهنده پاسخ لگاریتمی طول عمر به رطوبت محتوی است و CH و CQ به ترتیب ثابت های خطی و درجه دو دما هستند که توضیح دهنده اثر دمای نگهداری بر طول عمر بذر می‌باشند و P مدت

زمان انبارداری برحسب روز می‌باشد. حال کاربرد مهم معادله بقای بدست آمده این است که قوه نامیه هر توده بذر را با هر کیفیت اولیه با توجه به رطوبت و دمای نگهداری بعد از هر مدت زمان معین بیان کند. محققان بیان داشتند که ضرایب دمایی CH و CQ در بین گیاهان مختلف تا حدودی مشابه است اما ضرایب CW و KE در گیاهان مختلف، متفاوت است (Dickei et al, 1990). از این معادلات می‌توان در پیش‌بینی قابلیت حیات این بذر در شرایط انبارداری کنترل شده و بانک های ژن، استفاده کرد (Usberti et al, 2007).

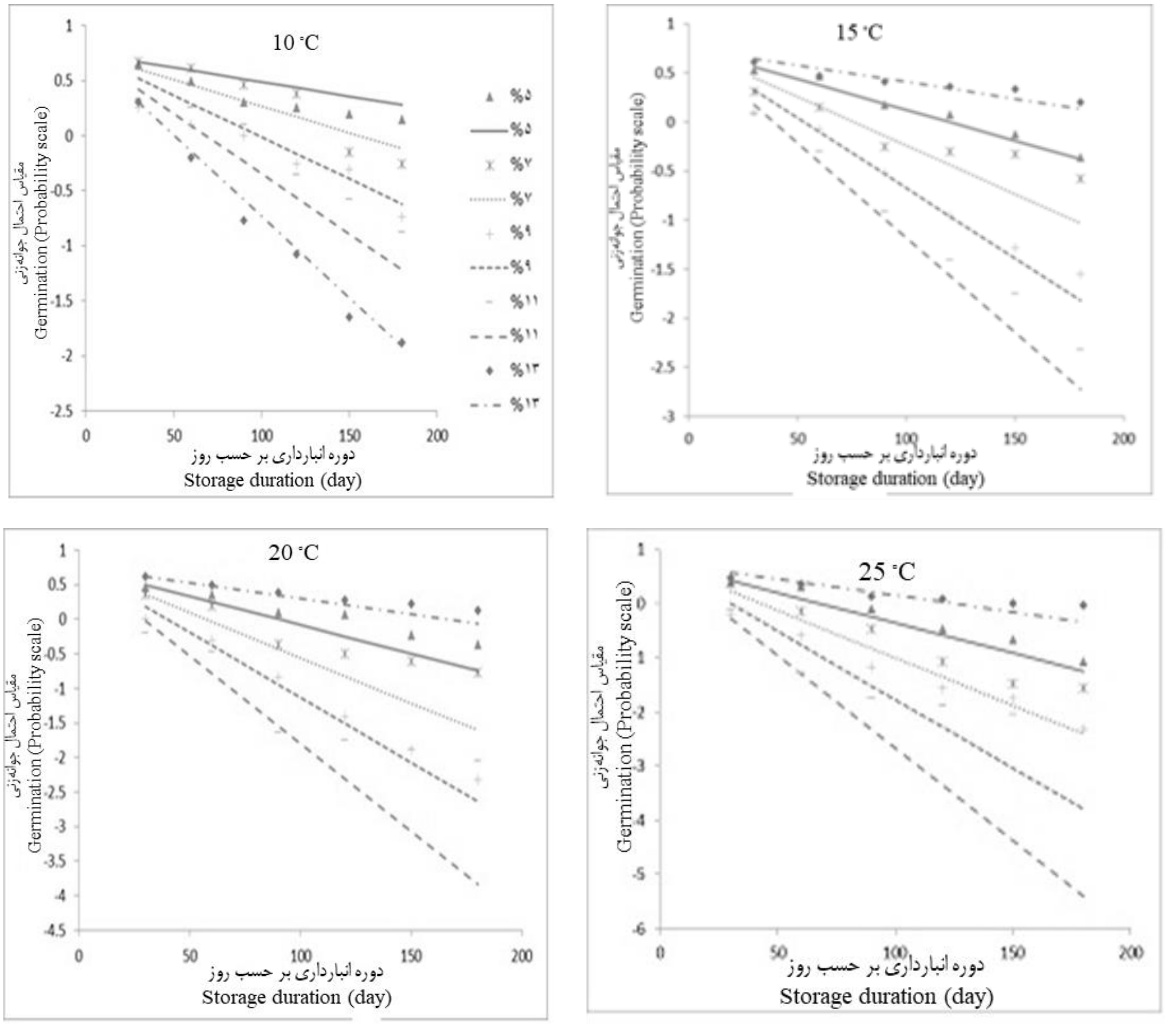
جدول ۲- ضرایب حیات بذر بدست آمده از معادله حیات انیس

Table 2- Seed life coefficients resulting from Ellis life equation.

CQ	CH	CW	KE
0.0004	0.031	1.83	4.31

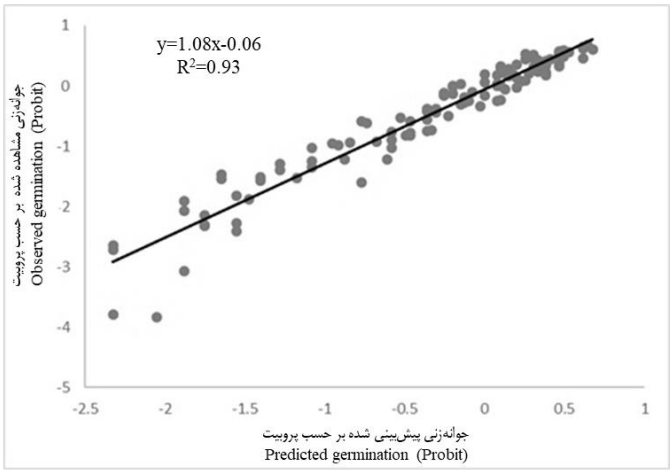
با داشتن قوه نامیه اولیه بذر و دمای نگهداری بذر و رطوبت بذر بعد از P روز نگهداری، کیفیت بذر قابل محاسبه می باشد. در طی یک مطالعه بر روی زوال بذر گیاه دارویی کینوا (*Chenopodium quinoa*) در شرایط مختلف دمایی و رطوبتی گزارش شده که بین میزان رطوبت بذر و طول عمر بذر رابطه عکس وجود دارد به طوری که مقدار سیگما با افزایش رطوبت و دمای نگهداری بذر کاهش یافت (Ellis et al., 1988). همچنین در طی یک کار تحقیقاتی دیگر بر روی زوال بذرهای جو (*Hordeum vulgare* L.)، سویا (*Glycine max*)، پیاز (*Allium cepa* L.)، بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) و چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) گزارش دادند که با افزایش میزان دما و میزان رطوبت انبارداری بذر، طول عمر بذر (مقدار سیگما) کاهش یافت (Ellis et al., 1990) که با آزمایش زوال بذر مرزه هم خوانی داشت. ضرایب محاسبه شده برای هر گونه گیاهی متفاوت و مختص همان گونه است (Usberti et al., 2006). این معادله برای بذر گونه‌های جنگلی نیز مورد استفاده قرار می گیرد (Dickie et al., 1990). از معادله حیات برای پیش‌بینی قابلیت حیات (جوانه‌زنی طی نگهداری) استفاده شده است (Tang et al., 2000). در شکل ۳ مقادیر جوانه‌زنی بذرها بر حسب پروبیت در طول زمان نشان داده شده است که نقاط مقادیر مشاهده شده می باشند. این تبدیل درصد جوانه‌زنی به پروبیت جوانه‌زنی به دلیل ایجاد رابطه‌ای خطی بین کاهش قوه نامیه و زمان در طی انبارداری می باشد (ایجاد یک شیب ثابت در طول زمان). خطوط نیز، مقدار محاسبه شده از طریق فرمول معادله بقا برای هر محیط جوانه زنی است. خطوط بقای بذر در دماهای نشان داده شده (شکل ۳) اثرات رطوبت محتوی بذر و دما را بر قابلیت نگهداری بذر نشان می‌دهد. توزیع معمولی در طول عمر بذر و خطوط بقا، نتایج Ellis (1984) را تأیید می کند، به‌طوری که وقتی رطوبت بذر (در محدوده ۱/۲ تا ۱۸٪) و دمای نگهداری کاهش یابند، افرایش قابل پیش‌بینی در طول عمر بذر وجود دارد.

مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهده شده قوه نامیه بعد از مدت زمان نگهداری در شکل ۴ مشاهده می گردد. متناسب شدن رابطه Y=X بین دو متغیر به معنی یکسان بودن مقادیر مشاهده شده و تخمینی است (Sharifzadeh and Dehghani, 2012)، بنابراین در مورد معادله مذکور اعتبار مدل مورد تأیید قرار می گیرد. به عبارت دیگر بعد از انجام رگرسیون، به نحوی که ثابت معادله با عدد صفر و شیب معادله با عدد یک تفاوت معنی‌داری نداشته باشد، به منزله صحت رابطه فوق و تأیید مدل می‌باشد. هم چنین پراکندگی مناسب نقاط اطراف خط رگرسیون (شکل ۴) تأییدی بر این مدعاست.



شکل ۳- روابط رگرسیونی بقای بذر بین مقادیر مشاهده شده (نقطه‌ها) و محاسبه شده (خط‌ها) در دماها و رطوبت های مختلف (بر حسب پروبیت).

Figure 3- Regression relationship of Garden Savory seed survival at different moistures and temperatures



شکل ۴- معادله خط رگرسیونی بین مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده داده های بذرهای مرزه بر حسب پروبیت.

Figure 4- Regression line between observed and predicted of seed germination.

نتیجه‌گیری کلی

از مهم ترین عوامل دخیل در انبارداری مدت زمان نگهداری، دمای نگهداری و رطوبت بذر می باشد. با استفاده از معادله حیات بدست آمده می‌توان بهترین شرایط نگهداری برای بذر مرزه را به نحوی که کمترین سطح زوال را در پی داشته باشد، اعمال کرد. با افزایش دما و رطوبت بذر کاهش درصد جوانه‌زنی را به همراه داشت که کاهش بنیه با افزایش محتوی رطوبت بذر به ۱۳٪ در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی گراد شیب بیشتری داشت، ولی در دماهای پایین با رطوبت بذر کمتر، کاهش بنیه بذر شیب کمتری داشت. بهترین شرایط نگهداری بذر مرزه دمای پایین با مقدار رطوبت کمتر می‌باشد پس می‌توان با نگهداری بذر مرزه در شرایط دمایی پایین با رطوبت محتوی بذر کمتر، سرعت زوال بذر را کاهش داد. مقادیر سیگما با افزایش میزان رطوبت محتوی بذر کاهش یافت که این موضوع نشان دهنده اهمیت بیشتر رطوبت محتوی بذر نسبت به دمای نگهداری است. در قوانین تجربی هارینگتون نیز هم به خوبی به این موضوع اشاره شده است. به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، نگهداری بذور در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد و رطوبت محتوی بذر ۵ درصد سرعت زوال بذر کاهش می‌یابد.

منابع

Reference

Bradford, K. 2004. Seed production and quality. Department of Vegetable Crops. University of California. Davis, California, USA.

Basra, S.M.A., N. Ahmad., M.M. Khan., N. Iqbal, and M.A. Cheema, 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerating aging. Seed Sci. Technol. 31: 531-540.

Deans, S.G., and K.P. Svoboda, 1989. Antibacterial activity of summer savory (*Satureja hortensis L*) essential oil and its constituents. J. Horti. Sci. 64(2): 205-210.

Dehghan, M., and F. Sharifzadeh, 2012. The estimation of viability equation in seeds of perennial rye (*Secale montanum*) under different conditions of temperature and moisture content. Agron. J (Pajouhesh and Sazandegi). 94: 16-22 (In Persian, with English abstract)

Dickie, J.B., R.H. Ellis., H.L. Kraak., K. Ryder., and P.B. Tompsett. 1990. Temperature and seed storage longevity. Ann. Bot. 65: 197-204.

Dikie, J.B., R.H. Ellis., H.L. Kraak., K. Ryder, and P.B. Tompsett, 1990. Temperature and seed storage longevity. Ann. Bot. 65: 197-204.

Ellis, R.H. 1984. The meaning of viability seed management techniques for bank. Int. Board for Plant Genet. Res. 75: 12-27.

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

Ellis, R. H., T. D. Hong., E. H. Roberts, 1988. A low-moisture-content limit to logarithmic relations between seed moisture content and longevity. Ann. Bot. 61(4): 405-408.

Ellis, R. H., T. D. Hong., E. H. Roberts., K. L. Tao., 1990. Low moisture content limits to relations between seed longevity and moisture. Ann. Bot, 65(5): 493-504.

Ellis, R.H., T.D. Hong., 2007. Quantitative response of the longevity of seed of twelve crops to temperature and moisture in hermeric storage. Seed Sci. Technol. 35: 432-444.

Güllüce, M., M. Sökmen., D. Daferera., G. Agar., H. Özkan., N. Kartal., F. Sahin, 2003. In vitro antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis L*. J. Agric. Food Chem. 51(14): 3958-3965.

Hajhashemi, V., H. Sadraei., A.R. Ghannadi., and M. Mohseni, 2000. Antispasmodic and anti-diarrheal effect of *Satureja hortensis L*. essential oil. J. Ethno. Pharmacol. 71(1): 187-192.

Hampton, J.G., D.M. Tekrony, 1995. Handbook of vigour test methods. Handbook of vigor test methods. (Ed. 3).

Hong, T. D., R. H. Ellis., J. Buitink., C. Walters., F.A. Hoekstra., and J. Crane. 1999. A model of the effect of temperature and moisture on pollen longevity in air-dry storage environments. Ann. Bot. 83: 167-173.

Hong, T.D., Ellis, R.H., and D. Moore, 1997. Development of a model to predict the effect of temperature and moisture content on fungal spore longevity. Ann. Bot. 79: 121-128.

Hung, L. Q., T. D. Hong., and R. H. Ellis. 2001. Constant, fluctuating and effective temperature and seed longevity: a tomato (*Lycopersiconesculentum Mill*.) example. Ann. Bot. 88: 465-470.

International Seed Testing Association (ISTA). 1999. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 27: 1-303.

Marshal, A., D.N. Lewis, 2004. Influence of seed storage conditions on seedling emergence, seedling growth and dry matter production of temperate forage grasses. Seed Sci. Technol. 32: 493-501.

Plucknett, D.L., N.J.H. Smith., J.T. Williams., N.M. Anishetty, 1987. Seed Banks and the World's Food. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 8: 1987- 264.

Pradidwong, S., A. Isarasenee., E. Pawelzik, 2004. Prediction of mung bean seed longevity and quality using the relationship of seed moisture content and storage temperature. Deutscher Tropentag. 91: 2-7.

Roberts, E. H. 1961. The viability of rice seed in relation to temperature, moisture content and gaseous environment. Ann. Bot. 25(3): 381-390.

Roberts, E. H. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Sci. Technol. 1: 499-514.

Schmidt, L.H. 2007. Tropical forest seed. Springer Science & Business Media.

Tang, Sh., M. Dennis, and B. Tekrony, 2000. An alternative model to predict corn seed deterioration during Storage. Crop Sci. 40: 463-470.

Tang, S., D.M. Tekriny., D.B. Egli, and P.L. Cornelius, 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(2): 402-413.

Usberti, R., E.H. Roberts., R.H. Ellis, 2006. Prediction of cotton seed longevity. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 41 (9): 1435-1441.