بررسی تنوع و روند زوال ژرم پلاسم گونه *Festuca ovina* موجود در سردخانه بانک ژن منابع طبیعی

حسن مداح عارفی[1] و نوراله عبدی[2]

چکیده

به‌منظور بررسی و ارزیابی تنوع و روند زوال بذر اکوتیپهای موجود در بانک ژن منابع طبیعی، از خانواده گراسها، گونه *Festuca ovina* انتخاب و ۱۱ اکوتیپ از بذرهای آن با منشأ داخلی و خارجی در دو آزمایش جداگانه ژرمیناتور و گلخانه در طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمایش ژرمیناتور، شامل قوه نامیه، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر و آزمایش گلخانه، شامل اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و طول ریشه در سن چهل روزگی بود.در ضمن قوه نامیه و وزن هزار دانه بذر، در بدو ورود به سردخانه اندازه‌گیری شده بود. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری را میان اکوتیپهای مورد آزمون، نشان داد. صفات کاهش قوه نامیه، سرعت جوانه زنی در ژرمیناتور و گلخانه، بنیه بذر، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و طول ریشه اکوتیپها، از نظر آماری اختلاف نشان دادند که نشان دهنده وجود تنوع بین اکوتیپها است. ضرایب همبستگی نشان داد که نتایج آزمایشهای انجام شده در ژرمیناتور با شرایط گلخانه، همبستگی نزدیکی دارد. همچنین بین سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور و بنیه بذر همبستگی بالایی وجود داشت.

کاهش قوه نامیه با صفات درصد جوانه‌زنی در گلخانه، سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور و گلخانه، وزن هزاردانه و بنیه بذر همبستگی منفی معنی‌داری نشان داد. در

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. Emai: h.m. Arefi@rifr-ac.ir

۲- دانشگاه آزاد اسلامی- واحد اراک

نتیجه زوال بذر نه تنها سبب کاهش قوه نامیه می‌شود، بلکه موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر و کاهش استقرار گیاه می‌گردد. کاهش قوه نامیه به شدت تحت تأثیر منشأ بذر قرار داشته و تحت شرایط انجام آزمایش حاضر، تفکیک اثر دوره نگهداری بذر در سردخانه را از اثر منشأ بذر، ناممکن ساخته بود. بنابراین نمی‌توان به‌طور دقیق پیشنهاد نمود که بذرهای گونه‌ای خاص را پس از چندسال تکثیر و احیاء نمود و بایستی برنامه‌ریزی احیاء، برای هر اکوتیپ به‌طور مجزا صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: *Festuca ovina* ، تنوع، زوال بذر، قوه نامیه، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر

مقدمه

امروزه به دلیل تخریب اکوسیستمهای طبیعی، برخی از گونه‌ها و بسیاری از اکوتیپهای گیاهی، منقرض شده و فرسایش ژنی محسوسی به وقوع پیوسته است. شیب، ارتفاع، شرایط آب و هوایی و میکروکلیمای متفاوت، موجب بوجود آمدن اکوتیپهای مختلف می‌شود (مقدم،۱۳۷۷). یکی از مهمترین اهداف جمع‌آوری بذر از مناطق مختلف و ایجاد بانک ژن، رسیدن به مجموعه‌ای از ژنوتیپهای متنوع است. نیاز به وجود تنوع در اکوتیپها و جمعیتهای مختلف یک گونه، جمع‌آوری بذر از مناطق مختلف و ایجاد و تقویت بانک ژن راتوجیه می‌کند. بانک ژن گیاهی، در سراسر جهان، از طریق جمع‌آوری، شناسایی، حفاظت و احیاء منابع تجدید شونده گیاهی، نقش مهمی در حفظ و بقای پوشش گیاهی وتنوع گونه‌ای آن دارد.

مدت زمانی که بذرها می‌توانند قوه نامیه خود را حفظ کنند، طول عمر[1] نامیده می‌شود (Nash، ۱۹۸۱). عوامل مختلفی بر طول عمر بذر تأثیر دارند که شناخت آنها

[1] Longevity

جهت مدیریت بهینه انبارداری و حفاظت بذر در سرد خانه، اهمیت دارد. وضعیت آب و هوایی زمان جمع‌آوری، میزان رسیدگی و بلوغ فیزیولوژیکی، محتوای رطوبتی بذر در زمان برداشت و نگهداری، گونه یا نمونه بذر (Haferkamp و همکاران، ۱۹۵۳)، عوامل ژنتیکی (Gupta، ۱۹۷٦) و پرووننانس[1] یا منشا بذر (Jastice و Bass ، ۱۹۷۹) ازعوامل موثر بر طول عمر بذر می‌باشند.

درصد قوه نامیه[2]، نشان دهنده درجه زنده بودن بذر، فعالیتهای متابولیکی و دارا بودن آنزیمهای لازم برای کاتالیز کردن فعالیتهای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌باشد (Copeland و McDonald، ۱۹۹۵). توده‌های بذر با درصد جوانه‌زنی مشابه، اغلب در سرعت جوانه‌زنی[3] و رشد اولیه تفاوت دارند. تعداد روزی که لازم است تا ۹۰٪ بذرهای یک توده جوانه بزنند توسط Belcher و Miller (۱۹۷٤) به‌عنوان شاخصی از سرعت جوانه‌زنی بذر استفاده گردید. (Maguire،۱۹٦۲)، سرعت جوانه‌زنی را بر حسب تعداد بذرهای جوانه‌زده در واحد زمان (روز) در طی دوره جوانه‌زنی بذر محاسبه کرد.

یکی از صفات مهم در ارزیابی کیفیت بذر شاخص بنیه بذر[4] است. طبق تعریف انجمن بین المللی آزمون بذر (ISTA، ۱۹۸۵)، بنیه بذر عبارتست از "مجموع خصوصیاتی از بذر که سطح بالقوه فعالیت و کارایی بذر را به هنگام جوانه‌زنی و سبز شدن تعیین می‌نماید.

1- Provinance

2- Viability

3- Speed of germination

4- Seed vigor

زوال بذر[1] یک فرآیند جاری بوده و از قابلیت برگشت برخوردار نیست، ولی با حفاظت در شرایط مناسب دما و رطوبت سردخانه یا انبار، می‌توان سرعت زوال را کاهش داد. میزان زوال بذر در میان توده‌های مختلف هر گونه متفاوت بوده و هر نمونه بذر، به‌طور انفرادی قابلیت انبارداری خاصی دارد (Deloche و Baskin، ۱۹۷۳). کاهش قوه نامیه، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر، از علایم زوال بذر است (Copeland و McDonald، ۱۹۹۵و Harrington، ۱۹۷۲).

Festuca ovina گیاهی است پایا، چمنی پر پشت و دگرگشن که دارای برگهای باریک و سوزنی شکل است.گونه‌ای است با خوشخوراکی بالا که مخصوص مناطق نیمه استپی سرد و کوههای سرد و مرتفع و جنگلهای خشک می‌باشد (شیدایی و نعمتی، ۱۳۵۷).

طول بذر این گیاه با پوشش ٦-۱/۵ میلیمتر، عرض و قطر آن ۰/۷-۰/۲ میلیمتر می‌باشد (حجازی، ۱۳٦٦). رفتار انبارداری بذرهای این گونه ارتدوکس[2] می‌باشد. Priestly (۱۹۸٦)، اعلام کرد که تحت شرایط انبارداری باز در اقلیم معتدله، مدت زمان لازم برای ۵۰٪ افت قوه نامیه (P50)، ٤/۸٤ سال می‌باشد. IPGR (۱۹۹۷)، اعلام داشت که تحت شرایط ترجیحی این مؤسسه (دمای ۱۸- درجه سانتیگراد با رطوبت نسبی پایین)، میانگین تغییرات جوانه‌زنی در توده‌های بذرهای ذخیره شده با قدمت ۱۵ سال، از ۹۵/۳ تا ۹٦/۳ ٪ بوده است و میانگین دوره مناسب انبارداری براساس نتایج بدست آمده از آزمایشهای ٤ نمونه بذری ۱۲ سال بدست آمده است.

دراین تحقیق نمونه‌هایی که دارای توزیع مکانی گسترده در استانها و مناطق مختلف کشور بودند، انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند. اهداف تحقیق حاضر عبارتند از:

---

1 - Seed deterioration

2- Orthodox seeds

۱- بررسی تنوع موجود میان نمونه‌ها از لحاظ حفظ قوه نامیه، سرعت جوانه‌زنی در آزمایشگاه و گلخانه، بنیه بذر و رشد اولیه در گلخانه ۲- بررسی روند و عوامل موثر بر زوال بذر و راهکارهای افزایش دوره نگهداری بذرها ۳- شناخت روابط میان صفاتی که در کیفیت بذر مؤثرند.

مواد و روشها

نتایج تحقیق پیش رو، حاصل آزمایش در بخش بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، واقع در مجتمع تحقیقاتی البرز کرج می‌باشد. مواد مورد بررسی درتحقیق شامل ۱۱ نمونه از بذرهای گونه *F. ovina* بود (جدول شماره ۱). از هر نمونه بذری، تعداد ۷۵ عدد بذر سالم و خالص برای هر یک از آزمایشهای (شرایط استاندارد ژرمیناتور و کشت در گلخانه)، به‌طور تصادفی انتخاب شدند و در ۳ تکرار ۲۵ عددی، در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول شماره ۱- خصوصیات بذرهای نمونه‌های مورد آزمون گونه *Festuca ovina*

شماره ردیف	کد نمونه در بانک ژن	منشأ بذر	وزن هزاردانه (گرم)	قوه نامیه اولیه (بدو ورود به سردخانه)	دوره نگهداری (سال)
۱	۲۰۲	هلند	۰/۷۰	۹۵	٤
۲	۲٤۳	تبریز (مشکین شهر۱)	۰/۵۰	۱۰۰	٤
۳	۲۸۰	همدان (بهار)	۱/۲۰	۸۵	٤
٤	۳۹٤	اردبیل (لنگان)	۰/٦٦	۸۱/۵	۳
۵	٤۵۰	تبریز (مشکین شهر۲)	۰/۷۰	۱۰۰	۳
٦	۵۳۳	تهران (پلور)	۱/۱۰	۱۰۰	۳
۷	۵۹۹	کرج (سیراچال۱)	۱/۰۰	۱۰۰	۳
۸	۱۵٦۰	کرج (سیراچال۲)	۰/۸۹	۱۰۰	٤
۹	۱۵۹٦	گرگان (چالکی)	۰/۹۸	۹٦/۵	۱
۱۰	۲۲۷۸	زنجان (سرخ آباد)	۰/٤۰	۱۰۰	۱
۱۱	۲۲۸۸	زنجان (اغروج)	۰/۷٤	۱۰۰	۱

الف: آزمایش در شرایط ژرمیناتور

ابتدا تمام وسایل کار از جمله پنسها و ظرفهای پتری، ضد عفونی شدند. بذرها با محلول ۱۰ ٪ هیپوکلریت سدیم (وایتکس) به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی شد و پس از چندین بار شستشو با آب مقطر، بر روی کاغذ صافی، در ظرفهای پتری استریل شده به‌قطر ۹ سانتیمتر، قرار داده شدند. هر ظرف پتری به‌عنوان یک تکرار آزمایشی بکار رفت.

ابتدا به هر ظرف پتری حدود ۵ میلی‌لیتر محلول یک در هزار بنومیل درآب مقطر، جهت گندزدایی و جلوگیری از رشد قارچها اضافه شد. ظرفهای پتری حاوی بذرهای کشت شده، براساس استانداردهای ISTA (۱۹۸۵)، قبل از انتقال به ژرمیناتور، به‌مدت یک هفته در انکوباتور در دمای بین ۵-۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. بعد درون اتاقک رشد (ژرمیناتور مدل ۱۸٤۸) با رطوبت نسبی ۹۰-۸۵٪ ، در دمای متغیر ۳۰-۲۰ درجه سانتیگراد با ۱٦ ساعت تاریکی در دمای حداقل(۲۰ درجه سانتیگراد) و ۸ ساعت روشنایی با نور ۱۰۰۰ لوکس در دمای حداکثر (۳۰ درجه سانتیگراد) قرار داده شدند. پس از بازدیدهای روزانه از ظرفهای پتری در صورت نیاز، آب مقطر به‌میزان لازم افزوده گردید. اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه به شرح زیر انجام شد:

قوه نامیه: تعداد جوانه‌های عادی در روز بیست و یکم که نهایت مدت جوانه‌زنی بذرهای این گونه در شرایط استاندارد ژرمیناتور می‌باشد، برحسب درصد محاسبه و به‌عنوان قوه نامیه یادداشت گردید.

سرعت جوانه‌زنی: سرعت جوانه‌زنی، براساس یادداشت برداری از تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر ظرف پتری، در دوره‌های روزچهارم تا روز بیستم، به روشMaguire (۱۹٦۲)، با فرمول زیرمحاسبه گردید:

(فرمول شماره ۱):

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های عادی سبز شده}}{\text{روزهای آخر شمارش}} + \ldots + \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های عادی سبز شده}}{\text{روزهای اولیه شمارش}}$$

در این روش، سرعت جوانه‌زنی بذرها برحسب تعداد بذرهای جوانه‌زده در واحد روز، بدست می‌آید.

بنیه بذر: پس از رشد کافی گیاهچه‌ها در مدت ۲۱ روز، طول ساقه و ریشه ده گیاهچه از هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری شد و شاخص بنیه بذر به‌روش Abdul baki و Anderson (۱۹۷۰)، با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

(فرمول شماره ۲):

۱۰۰/ [میانگین طول گیاهچه‌ها (ریشه+ساقه) به میلیمتر × درصد جوانه‌زنی] = شاخص بنیه بذر

ب: آزمایش گلخانه

در اوایل پاییز، ابتدا گلدانهای پلاستیکی به قطر ۲۰ و به ارتفاع ۳۰ سانتیمتر با مخلوط دو حجم خاک رس، یک حجم ماسه نرم و یک حجم خاکبرگ پر شد و بذرهای نمونه‌ها مانند آزمایش در شرایط ژرمیناتور و با همان نقشه، در عمق دو سانتیمتری کشت و در فضای باز قرار داده شدند. آبیاری گلدانها به‌طور مرتب صورت گرفت. یادداشت‌برداری ازصفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و طول ریشه به‌شرح زیر انجام گردید:

درصد جوانه‌زنی: تعداد بذرهای جوانه‌زده در هرگلدان (تکرارآزمایش) پس از یک ماه از کاشت به‌عنوان درصد جوانه‌زنی در گلخانه یادداشت شد.

سرعت جوانه‌زنی: براساس یادداشت‌برداری از تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر گلدان در دوره‌های چهار روزه تا یک ماه و با استفاده از فرمول شماره ۱ محاسبه شد.

ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و طول ریشه: ٤٠ روز پس از کاشت، از هر گلدان ۱۰ گیاه بـه‌طـور تصادفی انتخاب شد و میانگین ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و طول ریشه هر گلدان گزارش گردید.

پیش‌بینی روند زوال بذرها

میانگین کاهش قوه نامیه در سال و مدت زمان لازم برحسب سال برای ۵۰٪ افت قوه نامیه در شرایط نگهداری سردخانه فعال بانک ژن، با استفاده از فرمولهای شماره ۳ الی ٦ محاسبه گ دید.

$$\%\ \bar{V}d = \frac{\sum Vd_i}{N_i}$$ (فرمول شماره ۳):

$$\bar{P}(year) = \frac{\sum P_i}{N_i}$$ (فرمول شماره ٤):

$$\%\ \bar{V}d(year) = \frac{\bar{V}d}{\bar{P}}$$ (فرمول شماره ٥):

$$P_{50} = \frac{50\%}{\bar{V}d(year)}$$ (فرمول شماره ٦):

$\%\ \bar{V}d$ = میانگین کاهش قوه نامیه به درصد

$\sum Vd_i$ = مجموع کاهش قوه نامیه تمام نمونه‌ها

N_i = تعداد نمونه‌ها

$\bar{P}(year)$ = میانگین دوره نگهداری نمونه‌ها در سردخانه فعال بانک ژن

P_{50} = مدت زمان لازم بر حسب سال برای ۵۰٪ کاهش قوه نامیه در شرایط موجود سردخانه

$\sum P_i$= دوره نگهداری نمونه‌ها در سردخانه فعال بانک ژن بر حسب سال

محاسبات آماری

محاسبات آماری داده‌ها، با استفاده از نرم افزار SAS تحت Windows انجام شد. تبدیل آرک سینوس، بر روی داده‌هایی که برحسب درصد بودند، انجام شد وچون در نتایج تغییری حاصل نشد، از داده‌های بدون تبدیل استفاده گردید.

پس از انجام تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها بعمل آمد و همچنین ضریب تنوع (CV) صفات مختلف محاسبه شد. در تجزیه واریانس به‌جای صفات قوه نامیه در بدو ذخیره‌سازی در سردخانه و قوه نامیه جدید (زمان انجام این بررسی)، از اختلاف آنها استفاده شد. میانگین صفات مورد مطالعه در نمونه‌ها براساس مقادیر حداقل و حداکثر دامنه، انحراف معیار و مقدار LSD مقایسه شدند. ضرایب همبستگی ساده جهت تعیین ارتباط میان صفات مختلف مورد آزمون، به‌روش پیرسون محاسبه گردید. تجزیه رگرسیونی جهت نشان دادن میزان ارتباط بنیه بذر در ژرمیناتور با سایر صفات مورد آزمون در این طرح، با استفاده از مدل تجزیه رگرسیونی گام به گام[1] انجام شد. پیش‌بینی روند زوال بذرها با استفاده از میانگین کاهش قوه نامیه تمام نمونه‌ها محاسبه گردید. اثر زمان بر کاهش قوه نامیه بذرها با استفاده از میانگین نمونه‌هایی که در دوره‌های یک، سه و چهارساله در سردخانه نگهداری شده بودند بررسی شد.

1 Stepwise regression

نتایج

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

نتایج تجزیه واریانس نمونه‌ها از لحاظ صفات مورد آزمون در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است. براساس نتایج این جدول، مشاهده می‌شود که میان نمونه‌های مختلف بذرهای *F. ovina* از نظر تمامی صفات اندازه‌گیری شده، اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

جدول شماره ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های بذرهای گونه *Festuca ovina*

صفات اندازه‌گیری شده نمونه‌ها	درجه آزادی تیمار	میانگین مربعات	مقدار F	C.V.
درصد کاهش قوه نامیه در ژرمیناتور	۱۰	۲۲۲۵/٦۹	۱۱/۲٦ **	۵۱/۳۲
درصد قوه نامیه در ژرمیناتور	۱۰	۲۳۷۸/۸۵	۱۱/٦٦ **	۲۰/۸٦
سرعت جوانه زنی در ژرمیناتور	۱۰	۲/۳۲	۱۰/۱۸ **	۲٦/۲۳
بنیه بذر در ژرمیناتور	۱۰	۳۵۱/٤۱	۷/۵۹ **	۳۱/٦٤
درصد جوانه‌زنی در گلخانه	۱۰	۲۰٦٤/۷۰	۱۷/۷۰ **	۱٦/۹۷
سرعت جوانه‌زنی در گلخانه	۱۰	/٦۳	۱۸/۵۲ **	۱٦/۹۷
ارتفاع گیاه در گلخانه (سانتیمتر)	۱۰	۲/۳٤	۵/۹۵ **	۲۰/۲٤
تعداد پنجه در گلخانه	۱۰	۰/۸۲	۳/۹۵ **	۱۳/٤۸
طول ریشه در گلخانه (سانتیمتر)	۱۰	٤۸/۹۷	۵/۵۲ **	۱۳/۷۵

**= معنی‌دار در سطح ۱٪

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول شماره ۳)، مشاهده می‌شود که نمونه شماره ۵۹۹، از نظر حفظ قوه نامیه در سردخانه فعال بانک ژن بهترین بوده و نمونه‌های شماره ۲٤۳ و ۲۲۷۸ بیشترین زوال‌پذیری را داشتند.

از نظر درصد جوانه‌زنی در گلخانه نمونه‌های شماره۲۰۲، ۵۳۳، ۵۹۹ و ۱۵٦۰ بیشترین و نمونه‌های شماره ۳۹٤ و ۲۲۷۸ کمترین درصد جوانه‌زنی را دارا بودند.

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های بذرهای گونه *Festuca ovina*

شماره نمونه	٪ کاهش قوه نامیه در سردخانه	٪ جوانه‌زنی در گلخانه	سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور	بنیه بذردر ژرمیناتور	سرعت جوانه‌زنی در گلخانه	ارتفاع گیاه در گلخانه (سانتیمتر)	تعداد پنجه در گلخانه	طول ریشه در گلخانه (سانتیمتر)
۲۰۲	۸/۳٤	۹۰/۰۰	۲/٤۷	۲٦/۹٦	۱/٤۸	۲/۲۳	۳/٦۷	۱۷/۷۸
۲٤۳	۸٦/٦۷	۱٦/٦۷	۰/۳۱	۳/٤۰	۰/۳۰	۲/٦۰	۳/۲۸	۲۹/۱۷
۲۸۰	۲۳/۳۳	۸۰/۰۰	۲/۰۵	۲۰/۸۹	۱/٤٦	٤/٦۰	۳/۸۰	۲۱/٤۵
۳۹٤	٤۱/۵۰	۳۰/۰۰	۰/۸۰	۸/۹۸	۰/٤۹	۲/٤۸	۳/۱۲	۱۹/۲۸
٤۵۰	۳۰/۰۰	٦۸/۳۳	۲/۳۳	۲۱/۷۷	۱/۱۸	۲/۸۰	۳/۸۰	۱۹/۷۲
۵۳۳	۸/۳٤	۸۵/۰۰	۲/۲۷	۲۸/۳۹	۱/٤٦	۳/۵۷	۳/٦۷	۲۲/٤٤
۵۹۹	۱/٦۷	۸۵/۰۰	۲/٦۵	۳۷/۷۷	۱/٤۲	۲/۲۷	۳/٤۰	۲۱/۰۰
۱۵٦۰	۱۱/٦۷	۸۵/۰۰	۲/۸٤	۲۷/۳۹	۱/۵۱	۲/۹۷	۳/۷۳	۲۲/۹٤
۱۵۹٦	۹/۸۳	۷۵/۰۰	۱/۳٦	۲۹/۲٤	۱/۲۵	۲/۹۷	۲/۹۳	۱۸/٤٤
۲۲۷۸	٦٦/٦۷	۳۳/۳۳	۰/٦۷	٦/۲۱	۰/٤۹	۲/۷٦	۲/۰۷	۱۷/۳٤
۲۲۸۸	۱۳/۳٤	۵۱/٦۷	۲/۲۸	۲۵/۵۲	۰/۹۵	٤/۸۳	۳/٦۷	۲۸/۷۸
میانگن کل	۲۷/٤۰	٦۳/٦٤	۱/۸۲	۲۱/۵۰	۱/۰۹	۳/۱۰	۳/۳۸	۲۱/٦۷
حد اقل دامنه	۱/٦۷	۱٦/٦۷	۰/۳۱	۳/٤۰	۰/۳۰	۲/۲۳	۲/۰۷	۱۷/۳٤
حد اکثر دامنه	۸٦/٦۷	۹۰/۰۰	۲/۸٤	۳۷/۷۷	۱/۵۱	٤/۸۳	۳/۸۰	۲۹/۱۷
انحراف معیار	۲۷/۲٤	۲٦/۲۳	۰/۸۸	۱۰/۸۲	۰/٤٦	۰/۸۸	۰/۵۲	٤/۰٤
مقدار LSD	۳۲/۳٦	۲٤/۸٦	۱/۱۰	۱۵/٦٦	۰/٤۳	۱/٤٤	۱/۰۵	٦/۸۵

از نظر سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور نمونه‌های شماره ۱۵٦۰ و ۵۹۹، دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی بودند و نمونه‌های شماره۲٤۳ و ۳۹٤ کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند.

از نظر شاخص بنیه بذر نمونه‌های شماره ۵۹۹، ۱۵۹٦، ۵۳۳ و ۲۰۲، بیشترین بنیه را

داشته و با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان دادند. از نظر سرعت جوانه‌زنی در گلخانه نمونه‌های شماره ۲۰۲، ۲۸۰، ۵۳۳، ۵۹۹ و ۱۵٦۰ به‌ترتیب بیشترین و نمونه‌های شماره ۲٤۳، ۳۹٤ و ۲۲۷۸ کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند.

از نظر ارتفاع گیاه نمونه‌های شماره ۲۲۸۸ و ۲۸۰ بیشترین و نمونه‌های شماره ۲۰۲ و ۵۹۹ کمترین ارتفاع را داشتند.

از نظر تعداد پنجه نمونه شماره ۲۲۷۸ با میانگین ۲/۰۷ پنجه در هر بوته، کمترین تعداد پنجه را داشته و با سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار داشت. از نظر صفت طول ریشه نمونه‌های شماره ۲٤۳ و ۲۲۸۸ کمترین میانگین را داشتند و با سایر نمونه‌ها اختلاف آماری نشان دادند.

نتایج ضرایب همبستگی و رگرسیون گام به گام

ضرایب همبستگی با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون، میان صفات مختلف اندازه‌گیری شده نمونه‌های بذرهای *F. ovina* محاسبه شد (جدول شماره ٤). باتوجه به نتایج بدست آمده، ملاحظه می‌شود که صفت کاهش قوه نامیه با صفات درصد جوانه‌زنی در گلخانه، سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور و گلخانه، بنیه بذر در ژرمیناتور و وزن هزار دانه، رابطه منفی معنی‌دار دارد. نتایج نشان داد که قوه نامیه در ژرمیناتور، با درصد جوانه‌زنی در گلخانه، سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور و گلخانه، بنیه بذر در ژرمیناتور و وزن هزاردانه همبستگی مثبت دارد. بنیه بذر در ژرمیناتور نیز با صفت کاهش قوه نامیه همبستگی منفی معنی‌دار و با صفات قوه نامیه در ژرمیناتور، سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور و گلخانه، وزن هزار دانه و تعداد پنجه در گلخانه همبستگی مثبت داشت.

در تجزیه رگرسیون گام به گام از صفت بنیه بذر به‌عنوان متغیر وابسته در آزمایش ژرمیناتور و سایر صفات مورد بررسی به عنوان متغیرهای مستقل استفاده شد (جدول

شماره ۵). با توجه به نتایج، تنها عاملی که وارد مدل شد، کاهش قوه نامیه بود که ۸۴٪ از واریانس بنیه بذر را توضیح داد.

جدول شماره ٤- ضرایب همبستگی پیرسون میان صفات مختلف اندازه‌گیری شده در گونه *Festuca ovina*

	کاهش قوه نامیه	قوه نامیه در ژرمیناتور	درصد جوانه‌زنی در گلخانه	وزن هزاردانه	سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور	بنیه بذر در ژرمیناتور	سرعت جوانه‌زنی در گلخانه	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	تعداد پنجه	طول ریشه (سانتیمتر)
کاهش قوه نامیه	۱									
قوه نامیه در ژرمیناتور	-۰/۹۸**	۱								
درصد جوانه‌زنی در گلخانه	-۰/۸۰**	۰/۸۰**	۱							
وزن هزاردانه (گرم)	-۰/٦٦**	۰/۵۹**	۰/٦٧**	۱						
سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور	-۰/۸٦**	۰/۸۸**	۰/۷٦**	۰/٥٤**	۱					
بنیه بذر در ژرمیناتور	-۰/۹۲**	۰/۹٤**	۰/۷۸**	۰/٦۳**	۰/۸٥**	۱				
سرعت جوانه‌زنی در گلخانه	-۰/۷۸**	۰/۷۸**	۰/۹۸**	۰/۷۱**	۰/۷۷**	۰/۷۷**	۱			
ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	-۰/۰٦	۰/۰٤	۰/۰٦	۰/۳۳	۰/۰۸	-۰/۰۲	۰/۱٤	۱		
تعداد پنجه	-۰/٤٥	۰/٤۳	۰/٤۰	۰/٥۳**	۰/٥٥**	۰/٤٥**	۰/٤۹**	۰/۲۷	۱	
طول ریشه (سانتیمتر)	۰/۱۸	-۰/۱۲	-۰/۲٤	-۰/۰۱	-۰/۰٥	-۰/۱٦	-۰/۱۹	۰/۳۲	۰/۱۸	۱

**= معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۵- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام بنیه بذر در ژرمیناتور با سایر صفات مورد مطالعه در گونه *Festuca ovina*

صفات	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	مجموع مربعات	F	R2
درصد کاهش قوه نامیه	-۰/۳۸	۰/۰۳	۳۸۲۸/۰۳	۱۶۸/٤٦**	۰/۸٤

** = معنی‌دار در سطح ۱٪

مقایسه نمونه‌های مورد آزمون از نظرکاهش قوه نامیه و زوال بذر

میانگین کاهش قوه نامیه و دوره نگهداری نمونه‌های مورد آزمون، در جدول شماره ٦ آمده است. با توجه به این جدول، میانگین کاهش قوه نامیه در سال و مدت زمان لازم برحسب سال برای ۵۰٪ افت قوه نامیه، در شرایط نگهداری سردخانه فعال بانک ژن، با استفاده از فرمولهای شماره ۳ الی ٦ (قسمت مواد و روشها) محاسبه شده است.

براساس نتایج جدول شماره ٦ ، میانگین دوره نگهداری بذرهای *F. ovina* ، ۲/۸۲ سال بوده و افت قوه نامیه، به‌طور متوسط به ازای هر یکسال، ۹/۷۲ ٪ بدست آمده و مقدار P_{50} ، ۵/۱٤ سال پیش‌بینی شده است. این درحالی است که عملاً نمونه شماره ۵۹۲، طی سه سال نگهداری در سردخانه، تنها حدود ۲٪ کاهش قوه نامیه داشته، در صورتی‌که نمونه شماره ۲۲۷۸، در طول یکسال انبارداری، از نظر قوه نامیه حدود ۷۰٪ کاهش نشان داده است (جدول شماره۳).

جدول شماره ٦- پیش‌بینی روند زوال بذرهای گونه *Festuca ovina* براساس میانگین نمونه‌ها

P_{50*}	میانگین ٪ کاهش قوه نامیه در سال	میانگین دوره نگهداری در سردخانه (سال)	میانگین ٪ کاهش قوه نامیه	میانگین ٪ قوه نامیه در ژرمیناتور (جدید)	میانگین ٪ قوه نامیه قدیمی	تعداد نمونه
۵/۱٤	۹/۷۲	۲/۸۲	۲۷/٤۰	٦۸/۷۹	۹٦/۱۸	۱۱

P_{50*}= مدت زمانی لازم برحسب سال برای ۵۰٪ افت قوه نامیه

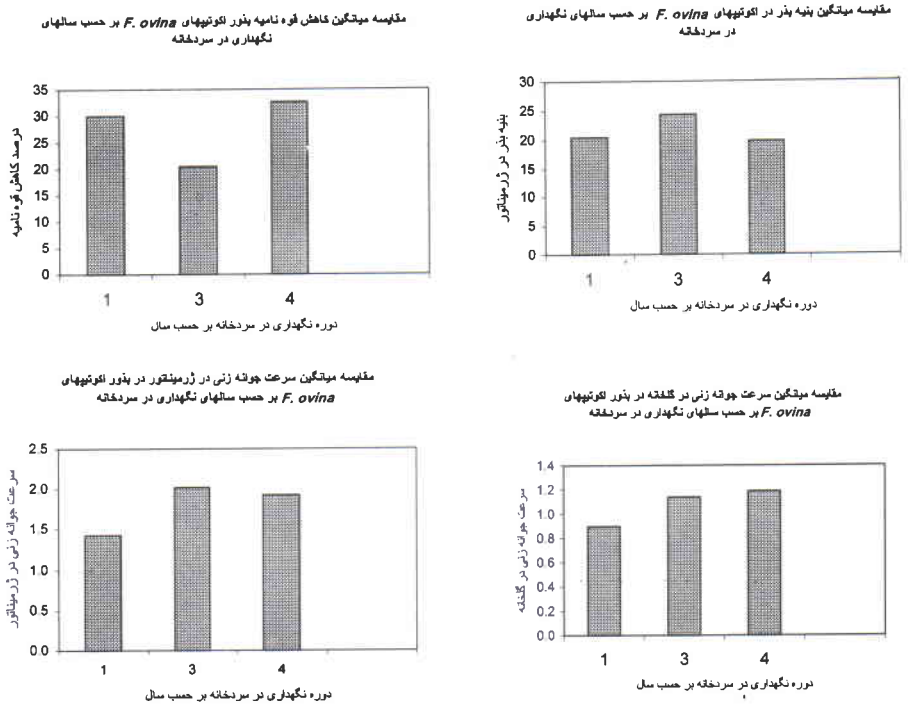
اثر زمان برکیفیت بذرهای نمونه‌های مورد آزمون

به‌طور کلی با افزایش دوره انبارداری، کیفیت بذر کاهش یافته و به تبع آن درصد قوه نامیه، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر و سایر صفات مؤثر در کیفیت بذر کاهش می‌یابند.

میانگین درصد قوه نامیه قدیمی نمونه‌های مورد آزمون (جدول شماره ٦) ٪۹٦/۱۸ بوده است که در آزمایش حاضر با ٪۲۷/٤۰ کاهش به ٪٦۸/۷۹ رسیده است. با توجه به جدول شماره ۷ و شکل شماره ۱، اگرچه با گذشت زمان قوه نامیه بذرهای مربوط به هر یک از دوره‌های یک، سه و چهار ساله، کاهش یافته است، اما میزان کاهش قوه نامیه نمونه‌های مختلف برحسب سالهای نگهداری در سردخانه متفاوت بوده و کمترین درصد کاهش قوه نامیه مربوط به بذرهای نمونه‌هایی با دوره نگهداری سه ساله بوده است. در ضمن اثر نمونه در کاهش قوه نامیه در هر یک از دوره‌های سه گانه نگهداری کاملاً معنی‌دار می‌باشد. به عبارت دیگر مدیریت نمونه‌ها بر مدیریت گونه ترجیح داشته و برای حفظ و نگهداری از ژرم پلاسم این گونه گیاهی در بانک ژن، توجه به این نکته ضرورت دارد.

جدول شماره ۷- میانگین صفات مختلف اندازه‌گیری شده نمونه‌های گونه *Festuca ovina* برحسب دوره نگهداری در سردخانه

دوره نگهداری (سال)	قوه نامیه قدیمی	٪ قوه نامیه در ژرمیناتور	میانگین ٪ کاهش قوه نامیه	درصد جوانه‌زنی در گلخانه	سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور	بنیه بذر در ژرمیناتور	سرعت جوانه‌زنی در گلخانه
۱	۹۸/۸۳	٦۸/۸۹	۲۹/۹۵	۵۳/۳۳	۱/٤٤	۲۰/۳۳	۰/۸۹
۳	۹۵/۳۸	۷۵/۰۰	۲۰/۳۸	٦۷/۰۸	۲/۰۱	۲٤/۲۳	۱/۱٤
٤	۹۵/۰۰	٦۲/۵۰	۳۲/۵۰	٦۷/۹۲	۱/۹۲	۱۹/٦٦	۱/۱۹



شکل شماره ۱- مقایسه میانگین‌های کاهش قوه نامیه، بنیه بذر و سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور و گلخانه در نمونه‌های *Festuca ovina* برحسب سالهای نگهداری در سردخانه فعال بانک ژن

بحث و نتیجه‌گیری

نمونه‌های مختلف بذرهای این گونه از نظر تمامی صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌دار داشتند که نشان‌دهنده وجود تنوع میان نمونه‌ها است.

صفت کاهش قوه نامیه با صفات درصد جوانه‌زنی در گلخانه، سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور و گلخانه، بنیه بذر در ژرمیناتور و وزن هزار دانه، رابطه منفی معنی‌دار داشت. به عبارت دیگر، هر چه توان حفظ قوه نامیه بالاتر باشد، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر در ژرمیناتور و درصد و سرعت جوانه‌زنی و رشد اولیه ریشه گیاه در گلخانه بیشتر می‌شود و نتیجه‌گیری دیگر این‌که در پدیده زوال بذر نه تنها قوه نامیه بذر کاهش می‌یابد، بلکه سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر در شرایط آزمایشگاهی و سرعت جوانه‌زنی و استقرار گیاه در عرصه‌های زراعی و طبیعی نیز کاهش پیدا می‌کند. همچنین وزن هزاردانه با درصد و سرعت جوانه‌زنی در ژرمیناتور و گلخانه، بنیه بذر و تعداد پنجه در گلخانه، همبستگی مثبت داشت و بذرهای درشت‌تر، در شرایط نگهداری یکسان، نسبت به بذرهای ریز، قوه نامیه خود را بهتر حفظ کردند. بنابراین در مدیریت بانک ژن، اگر هدف نگهداری بذرهای یک نمونه خاص برای مدت طولانی‌تر باشد، می‌توان با استفاده از تکنیکهای بوجاری و دسته‌بندی، بذرهای درشت‌تر و سنگین تر را جدا کرده و نسبت به نگهداری آنها در سردخانه بانک ژن، اقدام نمود.

همبستگی بنیه بذر با وزن هزاردانه ، توسط محققان زیادی ازجمله، (Varner،۱۹٦٥، Deloche، ۱۹۷٤ و Copeland و McDonald ،۱۹۹٥)گزارش شده است. رشد اولیه گیاه، به‌خصوص در عرصه‌های طبیعی، بستگی به میزان مواد ذخیره‌ای در بذر دارد و بذرهای سنگین بهتر جوانه‌زده و پایه‌های قویتری تولید می‌کنند. در اصلاح مراتع، با توجه به شرایط نامساعد محیطی و عدم انجام آبیاری، به‌منظور کسب نتیجه بهتر از بذرکاری، توجه به وزن هزاردانه بذر حائز اهمیت است. به عقیده Delouche (۱۹۸۰) و Pollock و Roos (۱۹۷۲)، هرچه ذخیره غذایی بذر(وزن هزاردانه) کمتر

باشد، بذرها مدت کمتری می‌توانند در انبار بمانند و جوانه زدن آنها با مشکل مـواجه شده و گیاهچه‌های ضعیف‌تری بوجود خواهند آورد.

نتایج شرایط ژرمیناتور با شرایط گلخانه، برای صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی همبستگی نزدیکی داشته که ممکن است به‌دلیل تشابه شرایط دو محیط از لحاظ دما و رطوبت باشد. تحت شرایط مزرعه به‌دلیل اعمال تنشهای مختلف محیطی، درصد و سرعت جوانه‌زنی افت پیدا می‌کند.

کاهش قوه نامیه به شدت تحت تأثیر منشأ بذر قرار داشت و تفکیک اثر دوره نگهداری بذر در سردخانه، از اثر منشأ بذر، میسر نشد. نمونه‌های مختلف گونه *F. ovina* از لحاظ توان حفظ قوه نامیه در سردخانه فعال بانک ژن، اختلاف زیادی با هم داشتند و برخی نمونه‌ها با دوره نگهداری بیشتر در سردخانه، نسبت به برخی از نمونه‌هایی که به‌مدت کمتری در سردخانه نگهداری شده بودند، قوه نامیه خود را بهتر حفظ کردند. بنابراین نمی‌توان به‌طور دقیق پیشنهاد نمود که بذرهای همه نمونه‌های مختلف این گونه را پس از گذشت چند سال تکثیر و احیا نمود و بهتر است برنامه‌ریزی احیاء برای هر نمونه، به‌طور منفرد صورت گیرد. درصورتی‌که برنامه ریزی احیا و تکثیر بذرها براساس میانگین کاهش قوه نامیه همه نمونه‌های این گونه صورت گیرد، هزینه احیاء و تکثیر بالا رفته و حتی در آن هنگام ممکن است برخی نمونه‌ها، به‌طورکلی قوه نامیه خود را از دست داده باشند، درحالی‌که برخی نمونه‌ها افت قوه نامیه چندانی نداشته و نیازی به احیاء و تکثیر آنها نباشد.

نتایج آزمایشهای سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر در آزمایشگاه، به‌نحوی بود که می‌تواند معیاری برای زوال‌پذیری بذرها باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود، بذرهایی که در ابتدا دارای سرعت جوانه‌زنی و بنیه بالاتری هستند، برای دوره‌های طولانی مدت ذخیره شوند و بذرهای که سرعت جوانه‌زنی و بنیه کمتری دارند، سریعتر مورد بازرسی قرار گرفته و در برنامه تکثیر و احیاء وارد شوند. درضمن از آنجا که وزن هزار دانه بالا،

نشان دهنده خصوصیات بهتر بنیه بذر و قوه نامیه بوده است، نگهداری بذرهای درشت و دارای قوه نامیه بالا در بانک ژن مورد توصیه می‌باشد. جهت دستیابی به روند زوال بذرها، از هر نمونه در سالهای متوالی، بذر جمع‌آوری و در بانک ژن نگهداری گردد و یا موجودی بذر هر نمونه زیادتر باشد، تا بتوان هر ساله آزمون قوه نامیه، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر را برروی بذرهای همان نمونه انجام داد تا درنهایت روند زوال بذرها در شرایط سردخانه، بدست آید. چنین شرایطی، صرف وقت و هزینه قابل توجهی را به دنبال خواهد داشت.

سپاسگزاری

از همکاری صمیمانه آقای دکتر علی اشرف جعفری که در تجزیه و تحلیلهای آماری راهنماییهای ارزنده‌ای ارائه فرمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

حجازی، ا.، ۱۳٦٦. کلید بذر شناسی، مؤسسه انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران.

شیدایی،گ. و نعمتی، ن.، ۱۳۵۷. مرتعداری نوین و تولید علوفه در ایران، انتشارات وزارت کشاورزی و عمران روستایی، سازمان جنگلها و مراتع کشور.

مقدم، م. ر.، ۱۳۷۷. مرتع و مرتعداری، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

یزدی صمدی، ب.، رضایی، ع. و ولیزاده، م.، ۱۳۷۷. طرحهای آماری در پژوهشهای کشاورزی، شماره ۲۳٤٦ انتشارات دانشگاه تهران.

Abdul-baki, A.A. and Anderson, J.D., 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. Crop Science, 10:31-34.

Belcher, E.W. and Miller, L., 1974. Influence of substrate moisture level on the germination of sweet gun and pine seed. Proceeding of the Association of Official Seed Analysis, 65: 88-89.

Copeland, L.O. and McDonald, M.B., 1995. Seed Science and Technology, Third edition, Chapman and Hall, New York and London.

Deloche, J.C. 1974. Maintaining soybean seed quality. In Soybean production, marketing and use. Muscle shoals, Ala, NFDC, TVA, Bull., Y-69: 46-62.

Delouche, J.C., 1980. Environment effect on seed development and seed quality. Hortscience, 15: 13-18.

Deloche, J., C., and Baskin, C.C., 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed science & technology 1: 427-452.

Gupta, P.C., 1976. Viability of stored soybean seeds in India. Journal of Seed Research, 4:32-39.

Haferkamp, M.E., Smith, L., and Nilan, R.A., 1953. Studies on aged seeds in relation of age of seed germination and longevity. Agronomy Journal, 45: 434-437.

Harrington, J.F., 1972. Seed storage and longevity. In Seed Biology, Vol. 3, ed. T.T. Kozlowski, PP: 145-240. New York and London Academic Press.

International Plant Genetic Resources Inistitute (IPGRI), 1997. Electronic compendium of Seed Storage Behavior. Rome, Italy.

International Seed Testing Association (ISTA), 1985. International Rules, for Seed Testing. Seed Science and Technology, 13: 299-513.

Jastice, O.L. and Bass, L.N., 1979. Seed moisture content and relative humidity, In principles and practices of seed storage. Castle-House Pub.,: 35-38.

Maguire, j. D., 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177.

Nash, M.J., 1981. The conservation and storage of dry cereal grains, chap. 1. In crop conservation and storage. Pergamon Press, London.

Pollock, B.M. and Roos, E.E. 1972. Seed and seedling vigor. In Seed Biology Vol. 1, Ed. T.T., Kozlowski, and pp: 314-388, New York, Academic Press.

Priestley, D.A., 1986. Seed aging. Cornell University Press.

Varner, J.E., 1965. Seed development and germination. In Plant Biochemistry Journal, New York Academic Press.