Archive of SID

" نهال و بذر"
جلد ۲۱، شماره ۱ ، سال ۱۳۸٤

مطالعه سیزده اکوتیپ بذری از گونه‌های مختلف سه جنس Bromus ، Agropyron و Medicago در واکنش به دو گونه از قارچ Fusarium در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

Study of Main Characteristics of Seeds of Thirteen Ecotypes of Different Species of Bromus, Agropyron and Medicago in Response to Two Species of Fusarium in Laboratory and Greenhouse

محمدعلی علیزاده

ایستگاه تحقیقاتی البرز، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

تاریخ دریافت: ۸۳/٤/٤

چکیده

علیزاده، م. ع. ۱۳۸٤. مطالعه سیزده اکوتیپ بذری از گونه‌های مختلف سه جنس Bromus ، Agropyron و Medicago در واکنش به دو گونه از قارچ Fusarium در شرایط آزمایشگاه و گلخانه. **نهال و بذر** ۲۱: ۱۲۲-۱۰۹.

به منظور مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی در عکس‌العمل به دو گونه قارچ فوزاریوم (*Fusarium oxysporum* و *Fusarium solani*) ، آزمایشی با استفاده از بذر سیزده اکوتیپ از گونه‌های گیاهی سه جنس یونجه (Medicago)، بروموس (Bromus) و اگروپایرون (Agropyron) با منشأ خارجی و ایرانی به اجرا در آمد. در این آزمایش، بذر اکوتیپ‌ها با اسپور دو گونهٔ قارچ به غلظت‌های $۱۰^{٤}$ x ۲۹ و $۱۰^{٤}$ x ۲۰ در میلی‌لیتر برای *F. solani* و $۱۰^{٤}$ x ۵۹ و $۱۰^{٤}$ x ٤۵ در میلی‌لیتر برای گونه دیگر مورد تنش قرار گرفته و خصوصیات بذری اکوتیپ‌ها در تنش با قارچ و شاهد مقایسه شدند. صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، و شاخص بنیه در واکنش به دو گونه قارچ، مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد که بین اکوتیپ‌ها و عوامل آلودگی برای صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اثر تیمارهای قارچ روی سرعت جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها بیشتر از درصد جوانه‌زنی و دیگر صفات بود.

واژه‌های کلیدی: بروموس، اگروپایرون، یونجه، اکوتیپ بذری، گونه‌های فوزاریوم، جوانه‌زنی، سرعت جوانه زنی، شاخص بنیه بذر.

این مقاله براساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۰۵-۰۳۱۰۸۱۷۰۰۰-۷۹ مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهیه گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ارزیابی و استفاده از آزمون‌های بنیه از موارد جالب توجه برای تولیدکنندگان و بهره‌وران بذر می‌باشد. آزمون جوانه‌زنی به روش استاندارد (ISTA,1985)، می‌تواند یک تخمین کلی از قدرت رویشی بذر در شرایط کاشت مزرعه‌ای به دست بدهد (Kim *et al.*, 1994). وجود ارتباط بین بنیه بذر و قدرت رویش مزرعه‌ای برای محصولات مختلف قابل درک است. بذرها و گیاهچه‌های با بنیه قوی‌تر مقاوم‌تر از بذرهای کم بنیه در مقابل عوامل بیماریزا می‌باشند. موفقیت در تولید محصولات بستگی زیادی به یکنواختی و استقرار سریع بذر در شرایط مزرعه دارد که این موضوع ارتباط نزدیک با درصد و میزان جوانه‌زنی آن‌ها دارد. سرعت جوانه‌زنی یکی از جنبه‌های مهم بنیه بذر بوده که می‌تواند به عنوان یکی از عوامل محدودکننده در استقرار گیاهان محسوب می‌شود (Haastrup Pederson *et at.*, 1993؛ Perry, 1978).

مهم‌ترین شاخص‌های آزمون جوانه‌زنی به روش استاندارد(Standard germination test) برای تعیین بنیه بذرها در معرض عوامل بیماری، اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی آن‌ها می‌باشد. بذرهای دارای بنیه بیشتر سریع‌تر از بذرهای کم بنیه جوانه می‌زنند. علاوه بر این سرعت بیشتر جوانه‌زنی در بذر موجب جلوگیری از زوال آن‌ها توسط عوامل بیماریزا می‌شود (Grabe, 1976). روش‌های متعددی برای ارزیابی یکنواخت سبز شدن بذر (سرعت جوانه‌زنی) معرفی شده است (Anonymous, 1976). در این روش می‌توان بذرها با بنیه قوی را از بذرهای با بنیه ضعیف تحت تأثیر عوامل بیماریزا تفکیک نمود. علاوه بر این، در روش آزمون خرده آجر(Brick grit test) به روش (Hiltner and Ihssen, 1911) می‌توان تودهای بذری گیاهان وگیاهچه‌های مولد آن‌ها را در مقابل گونه‌های فوزاریوم بررسی نمود. بیماری‌های بذر زاد، می‌توانند یکی از عوامل محدودکننده بنیه بذر باشند. آن‌ها می‌توانند بنیه گیاه و گیاهچه را مورد تهدید قرار داده اما نحوه و زمان خسارت آن‌ها بستگی به طبیعت و تعادل اکولوژیکی تمامی میکروارگانیسم‌های موجود در داخل و سطح بذرها دارد.

یکی از روش‌های مؤثر بررسی نمونه‌های بذری، ارزیابی آن‌ها نسبت به عوامل بیماریزا از نظر بنیه‌ای و استقرار در شرایط آزمایشگاه و گلخانه می‌باشد. برای ارزیابی واقعی نمونه‌های بذری در ذخایر توارثی گیاهی یا بانک ژن گیاهی، ارزیابی آزمون نمونه‌های بذری در مقابل عوامل تنش‌زایی زنده (Biotic stress) و غیرزنده (Abiotic stress) می‌باشد. مهم‌ترین اهداف اصلی این تحقیق، ارزیابی خصوصیات بنیه‌ای شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، رشد طولی گیاهچه و شاخص بنیه‌ای بذرهای اکوتیپ‌هائی از گونه‌های جنس

www.SID.ir

Archive of SID

برومـوس، اگروپایرم و یونجـه در واکنـش بـه دو گونه قارچ *F. oxysporum* و *F. solani* بود.

مواد و روش‌ها

مـواد گیـاهی مـورد اسـتفاده شـامل سـیزده اکوتیپ از گونه‌های مختلف جنس Bromus، Agropyron و Medicago بـا منشـا ایرانـی و خارجی بود کـه در جـدول ۱ فهرسـت گردیـده اسـت. پـس از انتخـاب اکوتیپ‌هـا، آزمون‌هـای خلـوص فـیزیکی، خلـوص ژنتیکـی، وزن هـزار دانه، مـیزان رطوبـت و آزمـون اولیـه جوانـه‌زنی آن‌ها در آزمایشـگاه تکنولـوژی بـذر بـانک ژن منابع طبیعی انجام شد. در شروع آزمایش، بذرها از نظر خلوص فیزیکی و سـلامتی مـورد آزمـون قـرار گرفتنـد و بذرهـای آلـوده بـه آفـات و بیماری‌ها با توجه به علائـم ظـاهری، از بذرهـای سـالم جـدا شـدند. از دو گونـه قـارچ از جنـس Fusarium (*F. oxysporum* و *F. solani*)، برای اعمال تنش استفاده شـد. گونـه *F. solani* از طوقـه واریتـه قـره یونجـه جـدا شـد و *F. oxysporum* از مؤسسـه تحقیقـات آفـات و بیماری‌های گیاهی تهیـه گردیـد. روش کـار بـه این صورت بود که ابتدا دوگونه قارچ در محیط کشـت عصـاره سـیب‌زمینی آگاردار (PDA) کشت شدند. نمونه‌های کشت شده در انکوباتور با دمای ۲۰±۳°C درجه سانتی‌گراد و نور ۱۰۰۰ لوکـس لامـپ فلورسـنت قـرار گرفتنـد. بعـد از پانزده روز، میسلیوم نمونه‌های قارچی که رشـد کافی کرده بودند از تشتک پـتری برداشـته و در فلاسک‌های اسـتریل حـاوی آب مقطـر اسـتریل قـرار داده شـدند. بـرای جـدا کـردن اسـپورها، نمونه‌ها به وسیله دست به شدت چرخانده شده و از محیـط پـارچـه گاز اسـتریل صـاف شـدند. فلاسک‌های حاوی اسپور هـر یـک از دو گونـه قارچ به طور جداگانه علامت‌گذاری شـدند. در مرحله بعـد اسپور هـر یـک از گونـه‌های قـارچ توسط هموسیتومتر در دو سطح شمارش شـدند. سطـح اول اسپـور *F. solani* بـه تعـداد ۲۹×۱۰^{۴} و سـطح دوم آن بـه تعـدا د ۲۰×۱۰^{۴} اسـپور در میلی‌لیـتر شـمارش شـدند. بـرای قـارچ *F. oxysporum* سـطح اول بـه تعـداد ۵۹×۱۰^{۴} و سـطح دوم ۴۵×۱۰^{۴} اسـپور در میلی‌لیـتر بـر آورد گردیـد. مقـدار ۱۰ تـا ۱۵ میلی‌لیتر از محلول‌های حاوی غلظت‌های اول و دوم اسپور دو گونـه قـارچ فـوق جـهت آغشـته کردن بذرها مورد استفاده قرار گرفت.

قبـل از تیمـار بذرهـا بـا دو گونـه قـارچ، نمونـه‌های بـذر اکوتیپ‌هـا توسـط مـاده هیپوکلریت‌سدیم بـه نسبت اختـلاط ۱ بـه ۳ در آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقـه ضدعفونـی شـدند. بعد از ضدعفونی بذرها، از هر اکوتیپ به تعـداد ۲۵ عـدد بـذر در سـه تشـتک پـتری قـرار داده شدند، به نحوی که تعداد بذرهـای هـر اکوتیـپ جهت بررسی برای دو سطح اسـپور از دوگونـه قارچ و یک سطح شاهد ۷۵×۵ بـود. در آزمـون جوانه‌زنی به روش استاندارد، کاغذ فیلتر واتمـن شماره ۱ به عنوان بستر جوانه‌زنی مـورد اسـتفاده قرار گرفت. نمونه‌ها پـس از کشـت، بـه داخـل

www.SID.ir

Archive of SID

ژرمیناتور با دمای ۳ °C ۲۰±۳ درجه سانتی گراد و نور ۱۰۰۰ لوکس لامپ فلورسنت منتقل شدند. درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذرها بعد از ۳، ٦، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز، یادداشت‌برداری گردید. برای تعیین سرعت جوانه‌زنی از فرمول ارائه شده توسط Kotowski (1926) به شرح زیر استفاده شد:

$$G.S. = \frac{\sum n}{\sum n\,(n \times Dn)} \times 100$$

G.S.= سرعت جوانه‌زنی

n= تعداد بذر جوانه زده در روزهای شمارش جوانه‌زنی

Dn= تعداد روزهای شمارش دوره جوانه‌زنی

بعد از رشد گیاهچه‌ها (۱۵ روز)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به روش Lekh and Kairwal (1993) اندازه‌گیری شد. در این روش پنج عدد گیاهچه به صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب شدند. پس از توزین وزن تر گیاهچه‌ها، بلافاصله آن‌ها در فویل آلمینیوم قرار گرفته و به آون دارای دمای ۸۰ °C منتقل شدند و بعد از ۲٤ ساعت، برای تعیین وزن خشک مجدداً توزین شدند. با در دست داشتن درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه‌ها، شاخص بنیه به روش Abdulbaki and Anderson (1975) برای هر یک از اکوتیپ‌های گونه‌ها با استفاده از فرمول زیر برآورد گردید:

$$Vi = \frac{\%\,Gr \times MSH}{100}$$

VI= شاخص بنیه

MSH = میانگین طولی گیاهچه (ریشه‌چه + ساقه‌چه)

Gr % = درصد جوانه‌زنی

همچنین به منظور مقایسه صفات بنیه‌ای بذر اکوتیپ‌ها در شرایط گلخانه با شرایط آزمایشگاه، ابتدا بذر هر یک از اکوتیپ‌ها قبل از آغشته شدن با دو گونه قارچ، توسط ماده هیپوکلریت‌سدیم به نسبت اختلاط ۱ به ۳ در آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی شدند. بعد از ضدعفونی بذرها، از هر اکوتیپ به تعداد ۲۵ عدد بذر برای هر تکرار گلدان در نظر گرفته شد. آزمایش در سه تکرار انجام شد. به این ترتیب تعداد بذرهای هر اکوتیپ جهت بررسی برای دو سطح اسپور از دو گونه قارچ و یک سطح شاهد مانند روش آزمایشگاهی ۷۵×۵ بود. بذرهای ضدعفونی شده پس از آغشته شدن با اسپور سطح اول و دوم دو گونه قارچ (تعداد اسپور همانند شرایط آزمایشگاه) در گلدان‌های حاوی خاک استریل به همراه بذرهای تیمار شاهد کاشته شدند. بعد از کاشت، گلدان‌ها به گلخانه با شرایط طبیعی ۲۰±٤ °C درجه سانتی گراد و نور ۱۰۰۰ لوکس لامپ فلورسنت قرار گرفتند. درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذرها بعد از ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ روز، یادداشت‌برداری گردید. سرعت جوانه‌زنی به همان روش آزمایشگاه با فرمول ارائه شده محاسبه گردید. بعد از رشد کافی

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهچه‌ها به مدت ۲۱ روز، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک آن‌ها به روش (Lekh and Kairwal, 1993) اندازه‌گیری شد. قابل تذکر است که طولانی شدن دوره رویشی اکوتیپ‌ها در گلخانه به دلیل قرار گرفتن بذرها در شرایط تنش خاک بود.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، برای تجزیه آن‌ها از روش فاکتوریل از نرم‌افزار (Minitab13.311) استفاده شد.

جدول ۱- فهرست مواد گیاهی مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Plant materials used in the experiment

ردیف No	کد Code	نام علمی Scientific name	منشا Origine	
1	119	*Bromus persicus*	Dizin	دیزین
2	1369	*Agropyron desertorum*	Homand-Absard	هومند آبسرد
3	172	*B. persicus*	Homand-Absard	هومند آبسرد
4	1755	*A. elongatum*	West Azrabaijan	آذربایجان غربی
5	20	*B. inermis*	Russia	شوروی
6	2000/60	*B. inermis*	Esfahan	اصفهان
7	208	*A. cristatum*	Esfahan	اصفهان
8	2122	*Medicago rigidula*	Kermanshah	کرمانشاه
9	2198	*M. sativa*	GBNR*	بانک ژن منابع طبیعی
10	4036	*A. desertorum*	Esfahan	اصفهان
11	619	*A. cristatum*	Karaj	کرج
12	685	*A. elongatum*	East Azrabaijan	آذربایجان شرقی
13	-	*M. sativa*	GBNR	بانک ژن منابع طبیعی

GBNR = Gene Bank of Natural Resource, Iran.

نتایج و بحث

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها (جدول‌های ۲ و ۳)، مهم‌ترین خصوصیات بذر (درصد و سرعت جوانه‌زنی، نسبت طول ریشه به ساقه و شاخص بنیه) بین سیزده اکوتیپ گونه‌های جنس بروموس، اگروپایرون و یونجه با احتمال ۱٪ در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه تفاوت معنی‌دار وجود داشت. اثر تیمارهای دو گونه قارچ بر خصوصیات مهم بذرها نیز در هر دو شرایط تفاوت معنی‌دار داشت. اثر متقابل بین تیمارها و اکوتیپ‌ها نیز روی صفات فوق‌الذکر با احتمال ۱٪ (به جز درصد جوانه‌زنی که در حد ۵٪ معنی‌دار شد) معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳).

با تجزیه واریانس مرکب در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه اثر متقابل صفات مهم مورد ارزیابی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، رشد رویشی (نسبت طول ریشه به ساقه) و شاخص بنیه بذر مورد محاسبه و آنالیز قرار گرفت و نکات فوق تأیید شد (جدول ٤). نکته قابل توجه

www.SID.ir

Archive of SID

در این است که اثر تیمارهای اسپوری دو گونه قارچ، در دو محیط آزمایشگاه و گلخانه برای صفات درصد جوانه‌زنی و نسبت طول ریشه به ساقه معنی‌دار شد، در صورتی که برای سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه معنی‌دار نشد.

همان طوری که نتایج نشان داد اثر تیمارهای قارچی روی خصوصیات جوانه‌زنی اکوتیپ‌ها و نحوه استقرار آن‌ها در شرایط آزمایشگاه و گلخانه با هم تفاوت داشت. علت این موضوع واکنش متفاوت نمونه‌ها به تیمارهای اسپور دو گونه قارچ می‌باشد.

درصد و سرعت جوانه زنی

براساس محاسبه LSD، میانگین خصوصیات جوانه‌زنی و گروه‌بندی نمونه‌های بذرها در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه برای سیزده اکوتیپ در دو محیط آزمایشگاه و گلخانه در جدول ۵ نشان داده شده است. درصد جوانه‌زنی اکثر نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاه، در گروه a و b قرار گرفتند. درصد جوانه‌زنی در شرایط گلخانه، کاملاً با شرایط آزمایشگاه متفاوت بود. درصد جوانه‌زنی بعضی از اکوتیپ‌ها نظیر *B. persicus* با منشأ تهران (۹٤/٦۷٪)، *B. persicus* با منشأ هومند آبسرد (۹٤/۱۳٪)، *A. elongatum* با منشأ آذربایجان غربی (۹۷/٦۷٪)، *B. inermis* با منشأ شوروی (۹۱/۷۳٪)، که در شرایط آزمایشگاه در گروه اول قرار گرفتند، در شرایط گلخانه به ترتیب به ۵۷٪، ٤۰٪، ۲۸٪ و ۳۷٪ کاهش یافتند و به این دلیل در گروه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین درصد جوانه‌زنی اکوتیپ‌های *A. cristatum* با منشأ اصفهان(۸۰/۵۳٪) و *A. cristatum* با منشأ کرج (۷۷/۰۷٪) که در شرایط آزمایشگاه در گروه دوم بودند، در شرایط گلخانه کاهش چندانی نداشته و در همان گروه قرار گرفتند. دلیل این موضوع می‌تواند در اثر پایین آمدن درصد جوانه‌زنی در شرایط گلخانه در اثر تنش‌های محیطی باشد.

از نظر سرعت جوانه‌زنی اکثر اکوتیپ‌ها در شرایط آزمایشگاه، دارای سرعت جوانه‌زنی بالایی بودند ولی در شرایط گلخانه سرعت جوانه‌زنی آن‌ها پایین بود. گروه‌بندی سرعت جوانه‌زنی در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه (جدول ۵) نشانگر موضوع فوق است که میزان سبز شدن یا همان سرعت جوانه‌زنی در بستر تشتک‌های پتری بیشتر از بستر خاک داخل گلدان‌ها می‌باشد. میزان کاهش سرعت جوانه‌زنی در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه از میزان کاهش درصد جوانه‌زنی بیشتر بود. با توجه به این نتایج می‌توان چنین تفسیر کرد که سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های مهم بنیه بذر بوده و معیار خوبی برای یکنواخت سبز شدن در شرایط گلخانه و مزرعه می‌باشد (Perry, 1978)، ولی درصد جوانه‌زنی نمایانگر قوه رویانی بذر در شرایط مطلوب آزمایشگاهی می‌باشد.

گروه‌بندی میانگین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در اثر تیمار سطوح ۱ و ۲ دو گونه قارچ *F. oxysporum* و *F. solani* در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس خصوصیات مهم بذر سیزده اکوتیپ از گونه‌های سه جنس آگروپایرون، برموس و یونجه تیمار شده با دو گونه از قارچ فوزاریوم در شرایط آزمایشگاه

Table 2: Analysis of variance for main characteristics of thirteen ecotypes of different species of Agropyron, Bromus and Medicago in response in two species of Fusarium in laboratory conditions

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه‌زنی Speed of germination	نسبت‌طول ریشه‌به ساقه Length of root/shoot	شاخص بنیه Vigour index
Ecotype	اکوتیپ	12	1061.86**	101.76**	729.57**	8902.85**
Fungus	قارچ	4	1327.12**	38.53**	16.91**	755.81**
Fungi × Ecotype	قارچ × اکوتیپ	48	224.97*	11.22**	10.56**	197.58**
Error	خطا	130	140.28	4.31	1.79	100.88
CV %			13.44	14.89	13.71	16.92

* و **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

* and **: Signifcant at the 5% and 1% levels, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس خصوصیات مهم بذر سیزده اکوتیپ از گونه‌های سه جنس آگروپایرون، برموس و یونجه تیمار شده با دو گونه از قارچ فوزاریوم در شرایط گلخانه

Table 3. Analysis of variance for main characteristics of thirteen ecotypes of different species of Agropyron, Bromus and Medicago in response in two species of Fusarium in greenhouse conditions

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه‌زنی Speed of germination	نسبت‌طول ریشه‌به ساقه Length of root/shoot	شاخص بنیه Vigour index
Ecotype	اکوتیپ	12	4308.46**	139.96**	32.00**	4461.23**
Fungus	قارچ	4	3407.78**	96.96**	0.041*	1535.41**
Fungi × Ecotype	قارچ × اکوتیپ	48	531.65*	17.79**	0.034**	249.71**
Error	خطا	130	357.63	10.51	0.014	0.39
CV %			78.61	28.89	26.11	30.20

* و **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

* and **: Signifcant at the 5% and 1% levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- تجزیه مرکب خصوصیات مهم بذر سیزده اکوتیپ از گونه‌های سه جنس آگروپایرون، بروموس و یونجه تیمار شده با دو گونه از قارچ فوزاریوم در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه

Table 4. Combined analysis variance main characteristics of thirteen ecotypes of different species of Agropyron, Bromus and Medicago in response with two species of Fusarium in laboratory and greenhouse conditions

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه‌زنی Speed of germination	نسبت طول‌ریشه‌به ساقه root/shoot ratio	شاخص بنیه Vigour index
Condition (C)	شرایط	1	4741.26**	746.0**	8465.26**	2801.33**
Ecotype (E)	اکوتیپ	12	2680.58**	121.43**	375.07**	7134.22**
Fungus (F)	قارچ	4	4118.50**	121.10**	8.6**	2024.02**
E × C	اکوتیپ × شرایط	12	2689.74**	120.28**	354.87**	6229.86**
F × C	قارچ × شرایط	4	661.55*	14.38 ns	8.35**	267.20**
F × E	قارچ × اکوتیپ	48	367.33*	13.90**	5.29**	246.25**
F × E × C	قارچ × اکوتیپ × شرایط	48	389.28*	15.10**	5.30**	201.04*
Error	خطا	260	248.95	7.41	0.90	137.31
CV %			20.46	21.66	18.61	22.62

* ، **و ns : به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم اختلاف معنی‌دار.

* , ** and ns: Signifcant at the 5%, 1% levels and non significant, respectively.

جدول ٥- میانگین خصوصیات مهم بذرهای سیزده اکوتیپ از گونه‌های سه جنس آگروپایرون، بروموس و یونجه در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

Table 5. Means of different characteristics of seeds of thirteen ecotypes of different species of Agropyron, Bromus and Medicago in laboratory and greenhouse conditions

گونه گیاه Plant species	منشاء Origin		درصد جوانه‌زنی Germination %		سرعت جوانه‌زنی Speed of germination		ریشه/ ساقه Root/shoot ratio		شاخص بنیه Vigour index	
			گلخانه Green-house	آزمایشگاه Lab.	گلخانه Green-house	آزمایشگاه Lab.	گلخانه Green-house	آزمایشگاه Lab.	گلخانه Green-house	آزمایشگاه Lab.
B. persicus	Tehran	تهران	37.44c	94.67a	5.88e	11.24a	0. 63a	0.87c	20.17b	82.96a
A. desertorum	Homand-Absard	هومندآبسرد	57.00b	86.80b	8.73c	9.71c	0. 36b	0.62d	33.83b	74.06a
B. persicus	Homand-Absard	هومندآبسرد	54.13b	94.13a	8.57c	15.75b	0. 55a	0.66d	26.25b	78.92a
A.. elongatum	West Azarbijan	آذربایجان‌غربی	69.60b	97.60a	11.82c	16.99b	0. 48a	0.46d	45.42b	81.04a
B. inermis	Russia	روسیه	54.40b	91.73a	8.77c	14.58b	0.37b	0.88c	28.89b	80.01a
B. inermis	Esfahan	اصفهان	84.00a	99.20a	15.27b	17.22a	0.52 a	0.54d	59.74b	78.62a
A. cristatum	Esfahan	اصفهان	72.60b	80.53b	12.82c	10.09d	0.29 b	0.65d	52.43b	60.79b
M. rigidula	Kermansha	کرمانشاه	46.67c	77.60b	8.22c	12.47c	0.64 a	1.96b	25.38b	18.24d
M. sativa	Gene bank	بانک ژن	57.07b	81.87b	9.91c	13.58b	0.59 a	2.03b	30.95b	17.85d
A. desertorum	Esfahan	اصفهان	89.07a	84.27b	13.75c	12.74c	0.24 b	0.48e	70.80a	51.40d
A. cristatum	Karaj	کرج	66.00b	77.07b	12.09c	12.53c	0.27 b	0.50e	43.54b	56.83b
A. elongatum	East Azarbijan	آذربایجان شرقی	93.60a	80.53b	15.70b	11.84c	0.31 b	0.53c	72.68a	65.83b
M. sativa	Gene bank	بانک ژن	77.87a	100.00a	17.86 a	17.26a	0.60 a	2.48a	40.89b	25.16c
Mean	میانگین		66.10	88.15	87.11	13.95	0.45	0.97	42.38	59.34
LSD			11.43	7.16	1.96	1.25	0.071	0.081	7.70	6.07

میانگین اکوتیپ‌هایی که دارای حروف یکسان می‌باشند، از نظر آماری در سطح ۵٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters are not significantly different (α = 5%).

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه با شاهد برای سیزده اکوتیپ در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه به روش LSD برآورد گردید (جدول ٦). درصد جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها در اثر تنش با دو گونه قارچ در شرایط آزمایشگاه به این صورت قابل تفسیر است که به طور مثال در سطح اول و دوم اسپور قارچ *F. solani* به ترتیب به میزان ١١٪ و ٤٪ کاهش داشته که اولی در گروه b و دومی در گروه a مشخص هستند (جدول ٦). همچنین واکنش درصد جوانه‌زنی اکوتیپ‌ها نسبت به سطوح اول و دوم قارچ *F. oxysporum* به ترتیب به میزان ٧٪ و ١٥٪ در مقایسه با شاهد کاهش داشتند که رتبه اکوتیپ‌ها نسبت به سطح اول اسپور قارچ با حرف a و به سطح دوم با حرف b در جدول ٦ مشخص می‌باشند. مقایسه درصد جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها با شرایط گلخانه در واکنش به سطوح اول و دوم اسپور دو گونه قارچ *F. oxysporum* و *F. solani* با مقایسه شاهد کاهش زیادی نداشته که اکثراً به استثناء سطح دوم اسپور *F. oxysporum* همانند شاهد با رتبه a در جدول ٦ مشخص شدند، اما در واکنش به سطح دوم اسپور *F. oxysporum* به دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی به میزان ٢٣٪، رتبه‌بندی اکوتیپ‌ها با حرف b در جدول ٦ مشخص شد.

جدول ٦- میانگین خصوصیات جوانه‌زنی بذر سیزده اکوتیپ از گونه‌های سه جنس آگروپایرون، برووموس و یونجه تیمار شده با دو گونه از قارچ فوزاریوم در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

Table 6. The means of different characteristics of seeds of thirteen ecotypes of different species of Agropyron, Bromus and Medicago in response to two spore concentrations of two species of Fusarium in laboratory and greenhouse conditions

تیمارها Treatment	درصد جوانه‌زنی Germination(%)		سرعت جوانه‌زنی Speed of germination		نسبت طول ریشه به ساقه Root/ shoot ratio		شاخص بنیه Vigour index	
	آزمایشگاه Lab.	گلخانه Creenhouse	آزمایشگاه Lab.	گلخانه Creenhouse	آزمایشگاه Lab.	گلخانه Creenhouse	آزمایشگاه Lab.	گلخانه Creenhouse
Control	95.69a	81.33a	15.07a	13.63a	1.02a	0.42 a	64.7 a	53.11a
SO1	84.62b	64.33a	13.61b	10.67b	1.06a	0.45 a	56.01 b	40.55b
SO2	91.28a	67.62a	14.66a	11.79b	1.03a	0.47 a	63.07 a	42.27b
OX1	88.56a	58.67a	13.89b	10.06b	0.88b	0.42 a	58.41 b	38.48b
OX2	80.62b	58.56b	12.51c	9.76b	0.93 b	0.49a	54.54b	37.51b
Mean	88.15	66.1	13.95	11.8	0.97	0.45	59.34	42.38
LSD	4.44	7.09	0.77	1.28	0.05	0.044	3.76	4.8

SO1 و SO2 سطوح ١ و٢ اسپور گونه قارچ (*Fusarium solani*)، OX1 و OX2 سطوح ١ و٢ اسپور قارچ *Fusarium oxysporum* می‌باشد.

دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

SO1 , SO2 = The levels 1 and 2 of spore concentrations for *Fusarium solani*; OX1 and OX2= The levels of 1 and 2 spore concentrations for *Fusarium oxysporum*.

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ٥٪ می‌باشند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level.

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ‌های گونه‌ها در اثر تنش با سطح اول اسپور گونه قارچ *F. solani* با شرایط آزمایشگاه به میزان ۱٪ در مقایسه با شاهد کاهش داشته که رتبه صفت فوق به روش LSD با حرف b مشخص گردید، ولی نسبت به سطح دوم قارچ فوق، کاهش سرعت جوانه‌زنی به میزان ۰/٤٪ بود که با توجه به مقایسه با شاهد همگی مانند شاهد در رتبه a قرار گرفتند (جدول٦). همچنین کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها نسبت به سطح اول و دوم اسپور قارچ *F. oxysporum* در شرایط گلخانه در مقایسه به شاهد به ترتیب به میزان ۱٪ و ۲/۵٪ بود که رتبه سرعت جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها به ترتیب با حروف b و c مشخص گردید (جدول ٦). در شرایط گلخانه سرعت جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها در واکنش به سطوح اول و دوم اسپور دو گونه قارچ *F. oxysporum* و *F. solani* به ترتیب به میزان ۳٪، ۲٪، ۳/۵٪ و ٤٪ نسبت به شاهد کاهش داشت و لذا سرعت جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها در مقایسه با شاهد در گروه پایین‌تر با حرف b مشخص گردید (جدول ٦).

نکته قابل توجهی که باید در این جا، ذکر گردد، کاهش بیشتر سرعت جوانه‌زنی بذر در سطوح اسپور دو گونه قارچ از فوزاریوم از درصد جوانه‌زنی بوده است. تفسیر موضوع به این صورت است که جنین بذر اکوتیپ‌هایی با بنیه کم در تیمار با دو گونه قارچ ممکن است در اوایل جوانه بزنند ولی بعد ازمدتی بر اثر نفوذ اسپور قارچ روی جنین از سبز شدن آن‌ها جلوگیری نموده و از بین می‌روند، اما جنین بذرهای با بنیه پس از جوانه‌زنی، رشد بیشتری کرده و از خسارت قارچ مصون می‌ماند. به این علت است که یکنواختی در جوانه‌زنی بذر (سرعت جوانه‌زنی) در مزرعه و استقرار گیاهان اهمیت زیادی در ایجاد تراکم مطلوب گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد دارا می‌باشد (Ram and Wiesner, 1978). موارد تطبیقی کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در اثر تنش‌های زنده، به خصوص سه گونه از قارچ فوزاریوم شامل *F. poae*، *F. avenaceume* و *F. nivale* روی بذر گندم در شرایط‌های نامساعد محیطی توسط Alizadeh (1977) مشاهده گردید.

ارزیابی قدرت رویشی (استقرار) اکو تیپ‌ها، براساس نسبت طول ریشه به ساقه

یکی از شاخص‌های ارزیابی بنیه‌ای بذر اندازه‌گیری طول ریشه و ساقه می‌باشد، که این اندازه‌گیری به روش (Lekh and Kairwal, 1993) در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه انجام شد. بر اساس جدول‌های ۲ و ۳، نسبت طولی ریشه به ساقه با احتمال بالای ۱٪ برای کلیه منابع تغییرات شامل اکوتیپ‌های گونه‌ها، دو سطح اسپور دو گونه قارچ و عکس‌العمل اکوتیپ‌ها با تیمارها در دو شرایط معنی‌دار شد.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به جدول ٤ نسبت طولی ریشه به ساقه برای کلیه منابع تغییرات با احتمال ١٪ معنی‌دار شد.

گروه‌بندی نسبت طول ریشه به ساقه برای سیزده اکوتیپ گونه‌های جنس یونجه و اگروپایرن و برومـوس بـرای دو شـرایط آزمایشگاه و گلخانه در جدول ٥ مرتب گردید. نسبت طول ریشه به ساقه بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌دار نشان داد. نسبت طولی رشد ریشه به ساقه بذر اکوتیپ *M. sativa* بانک ژن منابع طبیعی (بدون کد) در شرایط آزمایشگاه با میزان ٢/٤٨ بیشترین نسبت را در مقایسه به بذر دیگر اکوتیپ‌ها داشت که رتبه a را کسب نموده و همچنین در شرایط گلخانه بذر همین اکوتیپ با نسبت طول ریشه به ساقه با میزان ٠/٦٠ با سایر اکوتیپ‌ها باز هم در گروه a قرار گرفت. نسبت طول ریشه به ساقه بذر اکوتیپ‌های *Medicago rigidula* (کد ٢١٢٢، منشأ کرمانشاه و *M. sativa* (کد ٢١٩٨، منشأ بانک ژن منابع طبیعی) به ترتیب با مقادیر ١/٩٦ و ٢/٠٣ در گروه b، قرار گرفتند. همچنین نسبت رویش طول ریشه به ساقه بذرهای هردو اکوتیپ از دو گونه فوق در شرایط گلخانه با بذرهای سایر اکوتیپ‌ها مقایسه شدند که در گروه a قرار گرفتند. نسبت طول ریشه به ساقه *B. persicus* با منشأ تهران و *B. inermis* با منشأ شوروی به ترتیب به میزان ٠/٨٧ و ٠/٨٨ در شرایط آزمایشگاه در گروه c ارزیابی شدند. در شرایط گلخانه نسبت طول رویشی طول ریشه به ساقه بذرهای دو گونه فوق با بذر سایر اکوتیپ‌ها مقایسه شدند که اولی به گروه a و دومی به گروه b ارتقاء یافتند. همچنین نسبت طول ریشه به ساقه دیگر اکوتیپ‌ها در شرایط آزمایشگاه در گروه‌های d و e قرارگرفتند که در مقایسه با شرایط گلخانه، نسبت طول ریشه به ساقه از شرایط بهتری برخوردار شده و اکوتیپ‌ها به گروه a و b ارتقاء یافتند. علت را می‌توان این طور تفسیر کرد که با توجه تفاوت دوره رویشی بذر اکوتیپ‌ها در شرایط آزمایشگاه با گلخانه از ١٥ روز به ٢١ روز، نسبت طول ریشه به ساقه بذرهای اکوتیپ‌ها افزایش داشت. تفاوت داشتن طول دور رویشی و استقرار بذرها در شرایط آزمایشگاه با شرایط گلخانه، دیرتر جوانه زدن بذر اکوتیپ‌ها در شرایط گلخانه بوده است.

جدول ٦ گروه‌بندی نسبت طول ریشه به ساقه را در اثر تنش دو گونه قارچ فوزاریوم مشخص نمود. با توجه به جدول فوق، شاخص نسبت طول ریشه به ساقه اکوتیپ‌ها، در اثر سطوح ١ و ٢ اسپور گونه قارچ *F. solani* به ترتیب به میزان ١/٠٦ و ١/٠٣، در مقایسه با شاهد در گروه a، در شرایط آزمایشگاه ارزیابی شد. در شرایط گلخانه هم این شاخص اکوتیپ‌ها در واکنش به سطح اول و دوم گونه قارچ مذکور، به میزان ٠/٤٥ و ٠/٤٧ در مقایسه با شاهد در گروه a قرار گرفتند (جدول ٦). شاخص نسبت طول ریشه به ساقه اکوتیپ‌ها با شرایط آزمایشگاه، در واکنش به سطوح اول و دوم

www.SID.ir

Archive of SID

F. oxysporum با میزان ۰/۸۸ و ۰/۹۳ در مقایسه با شاهد به میزان ۱/۰۲ در گروه b ارزیابی شدند. در شرایط گلخانه، شاخص نسبت طول ریشه به ساقه در واکنش به سطح اول و دوم قارچ *F. oxysporum* در مقایسه با شاهد (با شاخص ۰/٤۲) در گروه a ارزیابی شد (جدول ٦). این نتیجه با نتایج نسبت طول ریشه به ساقه (جدول ٥) مطابقت داشته زیرا نسبت طول ریشه به ساقه بذر اکثر اکوتیپ‌ها در شرایط گلخانه در گروه a و b ارزیابی شدند. ارزیابی قدرت رویشی (استقرار) اکوتیپ‌ها بر اساس شاخص بنیه بر اساس جدول‌های ۲ و ۳، شاخص بنیه با احتمال بالای ۱٪ برای کلیه منابع تغییرات شامل بین اکوتیپ‌های گونه‌ها، اثر دو سطح اسپور دو گونه قارچ (تیمارها) و عکس‌العمل اکوتیپ‌ها با تیمارها در دو شرایط معنی‌دار شد.

ارزیابی قدرت رویشی (استقرار) اکوتیپ ها بر اساس شاخص بنیه

بر اساس جدول‌های ۲ و ۳، شاخص بنیه با احتمال بالای ۱٪ برای کلیه منابع تغییرات شامل بین اکوتیپ‌های گونه‌ها، اثر دو سطح اسپور دو گونه قارچ‌ها (تیمارها) و عکس‌العمل اکوتیپ‌ها با تیمارها در دو شرایط معنی‌دار شد.

با توجه به جدول ٤، شاخص بنیه برای کلیه منابع تغییرات شامل محیط آزمایش، اکوتیپ، اثر دو گونه قارچ (تیمار)، عکس‌العمل دو محیط آزمایش با اکوتیپ، عکس‌العمل اکوتیپ‌ها با تیمارها، عکس‌العمل دو محیط با اکوتیپ‌ها و تیمارها با احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. در این جدول عکس‌العمل اثر دو گونه قارچ (تیمارها) با دو محیط آزمایش برای شاخص بنیه معنی‌دار نشد، که این نتیجه با معنی‌دار نبودن سرعت جوانه‌زنی که یکی از معیارهای مهم بنیه‌ای بذر می‌باشد تطابق دارد.

مقایسه میانگین شاخص بنیه اکثر اکوتیپ‌ها به روش LSD (جدول ٥) نشان داد که میزان شاخص بنیه بذراکوتیپ‌هایی نظیر *B. persicus* با منشأ تهران (۸۲/۹٦)، *A. desrtorum* با منشأ هومند آبسرد (۷٤/۰٦)، *B. persicus* با منشأ هومند آبسرد (۷۸/۹۲)، *A. elongatum* با منشأ آذربایجان غربی (۸۱/۰٤)، *B. inermis* با منشأ شوروی (۸۰/۰۱)، *B. inermis* با منشأ اصفهان (۷۸/۰۲)، در شرایط آزمایشگاه در گروه a ارزیابی شدند، در صورتی که در شرایط گلخانه مقایسه میانگین شاخص بنیه همین اکوتیپ‌ها به روش LSD از سطح a به b تنزل یافتند. شاخص بنیه بذر بعضی از اکوتیپ‌هاشامل *B. cristatum* با منشأ اصفهان (٦۰/۷۹)، *B. cristatum* با منشأ کرج (٥٦/۸۳)، و *A. elongatum* با منشأ آذربایجان غربی (٦٥/۰٤) در مقایسه با شاهد در شرایط آزمایشگاه در گروه b مرتب شدند، اما در شرایط طبیعی گلخانه شاخص بنیه بذر اکوتیپ‌های فوق به ترتیب اول و دوم به میزان (٤۳/٥٤، ٥٦/۸۳)، به سطح b و سومی به میزان (۷۲/٦۸)، به سطح a قرار گرفتند. شاخص بنیه بذرهای بعضی از اکوتیپ‌هاشامل *M. regidula* با منشأ کرمانشاه (۱۸/۲٤)، *M. sativa* با منشأ

www.SID.ir

Archive of SID

بانک ژن منابع طبیعی با کد ۲۱۹۸ (۱۷/۸۵)، و *A. desertorum* با منشأ اصفهان (۵۱/۴۰) در شرایط آزمایشگاه در گروه d مرتب شدند، اما در شرایط طبیعی گلخانه شاخص بنیه بذر اکوتیپ‌های فوق به ترتیب اول و دوم به میزان (۳۰/۹۵، ۲۵/۳۸)، به سطح b و سومی به میزان (۷۰/۸۰)، به سطح a قرار گرفت. شاخص بنیه بذر اکوتیپ *M. sativa* با منشأ بانک ژن منابع طبیعی (۲۵/۱۶)، در شرایط آزمایشگاه در گروه c مرتب شد، اما در شرایط طبیعی گلخانه شاخص بنیه بذر اکوتیپ مذکور به میزان (۴۰/۸۹)، در گروه a قرار گرفت. علت بالا بودن شاخص بنیه بذرهای بعضی اکوتیپ‌ها در شرایط طبیعی را می‌توان به این روش بیان کرد که طول دوره رویشی در شرایط گلخانه بیشتر از شرایط آزمایشگاه بود.

شاخص بنیه بذرهای اکوتیپ‌ها در اثر سطح ۱، اسپور گونه قارچ *F. solani* به میزان ۵۶/۰۱ در مقایسه با شاهد در گروه b در شرایط آزمایشگاه ارزیابی شد ولی در اثر سطح ۲ گونه قارچ مذکور، شاخص بنیه بذرهای اکوتیپ‌ها به میزان (۶۳/۰۷) در گروه a قرار گرفت (جدول ۶). در شرایط طبیعی گلخانه، شاخص بنیه بذرهای اکوتیپ‌ها در اثر تنش با سطح اول و دوم *F. solani* به میزان (۴۰/۵۵ و ۴۲/۲۷) در گروه b ارزیابی شد. شاخص بنیه بذرهای اکوتیپ‌ها با میزان ۵۸/۴۱ و ۵۴/۵۴ با شرایط آزمایشگاه در واکنش به سطوح اول و دوم *F. oxysporum* در مقایسه با شاخص بنیه شاهد به میزان (۶۴/۶۹) در گروه b ارزیابی شد (جدول ۶)، و در شرایط گلخانه هم شاخص بنیه بذرهای اکوتیپ‌ها با میزان ۳۸/۴۸ و ۳۷/۵۱ در واکنش به سطح اول و دوم قارچ *F. oxysporum* در مقایسه با شاخص بنیه بذر شاهد (با شاخص ۵۳/۱۱) در گروه b ارزیابی شد (جدول ۶).

با توجه به موارد توضیحی در نتایج، واکنش خصوصیات بذرهای دو اکوتیپ یونجه نسبت به دو گونه قارچ فوزاریوم، به خصوص گونه *F. solani* بیشتر از واکنش خصوصیات بذر اکوتیپ‌های گونه‌های جنس برومووس و اگروپایرون بود.

سپاسگزاری

از آقای دکتر جعفری به خاطر کمک ایشان در مشاوره آماری سپاسگزاری و تشکر می‌گردد.

References

Abdulbaki, A. A., and Anderson, J. D. 1975. Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science 13: 630-633.

Alizadeh, M. A. 1977. Loss of vigour and disease resistance in wheat seeds stored in the Iranian climates, Ph.D Thesis, University of Salford, UK. 289 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Anonymous, 1976. Seed Vigour Testing Handbook. Contribution No. 32,AOSA, Idaho, USA.

Anonymous 1985. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association Annexes (1985). Seed Science and Technology 13: 356-513.

Grabe, D. F. 1976. Measurment of seed vigour. Journal of Seed Technology 1: 18-32.

Haastrup Pederson, L., Jorgensen, P.E., and Poulsen, I. 1993. Effect of seed vigour and dormancy on field emergence, development and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.), Journal of Seed Science and Technology 21:159-178.

Hiltner, L., and Ihssen, G. 1911. Uber das schlechte Auflaufen and die Auswinterung des Getreides Infolge Befalls durch Fusarium Landwirtsch, Jb. Bayern 1: 20-26, 231-278, 315-362.

Kim, S. H., Choe, Z. R., Kang, J. H., Copeland, L.O., and Elias, S.G. 1994. Multiple seed vigour indices to predict field emergence and performance of barley. Journal of Seed Science and Technology 22: 59-68.

Kotowski, F. 1926. Temperature relation to germination of vegetable seeds. Proceedings of American Society of Horticultural Science 23: 176-184.

Lekh, R., and Kairwal, I.S. 1993. Evaluation of pearl millet hybrids and their parents for germinability and field emergence. Indian Journal of Plant Pathology 2: 125-127.

Perry, D. A. 1978. Report of the vigour test committee. 1974-1977. Journal of Seed Science and Technology 6: 151-181.

Ram, C., and Wiesner, L. E. 1987. Effect of artificial ageing on emergence rate index, stand establishment and grain yield in wheat. International Journal of Agriculture 5: 118-121.

آدرس نگارنده:

محمدعلی علیزاده- بخش بانک ژن، ایستگاه تحقیقات البرز، صندوق پستی ۳٤۳، کرج ۳۱۵۸۵.

www.SID.ir