نشریه تحقیقات بذر، سال هشتم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷

تعیین بهترین آزمون آزمایشگاهی قدرت بذر برای پیش‌بینی توان سبز شدن توده‌های گلرنگ در مزرعه

ایمان احمدی[1*]، محمدحسین قرینه[2]

[1]دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ایران
[2]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۱۳

چکیده

بنیه بذر شاخصی از کیفیت بذر برای پیش‌بینی دقیق‌تر سبز شدن بذرها در مزرعه است. آزمون‌های بنیه بذر طراحی شده‌اند که بسته به دقت پیش‌بینی، از هر کدام برای گیاهان مختلف استفاده می‌شود. این مطالعه در آزمایشگاه تکنولوژی بذر و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در سال ۱۳۹۵-۱۳۹٤ انجام شد. در این مطالعه از پنج توده بذری گلرنگ، به‌منظور بررسی آزمون‌های بنیه بذر در آزمایشگاه و ارزیابی آنها به‌عنوان معیاری جهت پیش‌بینی سبز شدن در مزرعه استفاده شد. آزمون‌های انجام گرفته در این تحقیق شامل آزمون درصد استقرار گیاهچه در مزرعه، آزمون جوانه‌زنی استاندارد، آزمون رشد گیاهچه، آزمون سرعت جوانه‌زنی، تنش خشکی (صفر، ۰/۳-، ۰/٦-، ۰/۹- و ۱/۲- مگاپاسکال) بود. نتایج آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد، رشد گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی و تنش خشکی نشان داد که ضریب همبستگی هیچ‌کدام با درصد سبز شدن در مزرعه از نظر آماری معنی‌دار نبود و نمی‌توان از این آزمون‌ها با اطمینان برای تفکیک توده‌های ضعیف و قوی گلرنگ استفاده کرد. در حالی‌که نتایج حاصل از مقایسه مدل دوتکه‌ای در تفکیک توده‌های قوی و ضعیف موفق نبود، تجزیه همان داده‌ها با استفاده از مدل هیدروتایم نتایجی را حاصل کرد که می‌توان از طریق آنها توده‌های قوی و ضعیف گلرنگ را تفکیک نمود. از این آزمون‌ها می‌توان برای تفکیک توده‌های ضعیف و قوی گلرنگ و پیش‌بینی سبز شدن آنها در مزرعه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، دما، کیفیت بذر، گلرنگ، مدل هیدروتایم

مقدمه

گلرنگ (Carthamus tinctorios L.) از گیاهان روغنی در ایران است که به‌منظور تولید روغن خوراکی کشت می‌شود (Ashrafi and Razmjoo, 2010). جوانه‌زنی بذر، سبز شدن گیاهچه و استقرار گیاه جنبه‌های مهمی از تولید هستند، و بخش‌ها یا اجزاء اصلی از بنیه بذر یا گیاهچه را شامل می‌شود (Devaiah et al., 2007). جذب آب اولین مرحله از جوانه‌زنی می‌باشد و جهت فعالیت آنزیم‌ها، تجزیه و انتقال از مواد ذخیره‌ای بذر لازم است. از این رو، بایستی دسترسی آب برای آبنوشی (Immmbibition) و توسعه بعدی بذر در حال جوانه‌زنی کافی باشد (Finch-

*نویسنده مسئول: imanahmadi200@gmail.com

Savage and Leubner and Metztger, 2006). بذرها دارای یک پتانسیل آب استانه یا پایه می‌باشند که در پتانسیل‌های کمتر از آن بستر بذر برای جوانه‌زنی خیلی خشک می‌شود (Finch Savage et al., 1998). آستانه بیشینه‌ای برای پتانسیل آب بستر بذر وجود ندارد، زیرا بستر بذری با پتانسیل آب به معادل صفر مگاپاسکال با فرض مناسب بودن تهویه، شرایط بهینه‌ای برای جوانه‌زنی بذر فراهم می‌آورده. علاوه بر این، آب خاک مقاومت فیزیکی لایه در برابر نفوذ را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به‌طور مثال وقتی که نیروی خاک خشک متجاوز از یک مقدار آستانه باشد. ممکن است از جوانه‌زنی، سبز شدن گیاهچه یا رشد رو به پایین ریشه‌چه و همچنین ریشه گیاهچه ممانعت کند (Bradford, 2002). بنیه بذر ویژگی‌هایی از بذر گیاه زراعی را شامل می‌شود که با میزان سبز شدن و استقرار گیاهچه درمزرعه و نیز با قابلیت انبارداری آن بذر در ارتباط است (Santos et al., 2007). طبق تعریف انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA, 2015)، بنیه بذر مجموعه‌ای از خصوصیات بذر است که میزان و سطح فعالیت کارکرد بذر و یا توده بذری را در خلال جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه تعیین می‌کند. به‌طور معمول کیفیت فیزیولوژیکی بذر به‌وسیله آزمون جوانه‌زنی استاندارد تعیین می‌شود ولی این آزمون درصد سبزشدن در مزرعه را بیش از حد واقعی برآورد می‌کند (Noli et al., 2008)، زیرا نتایجی که آزمون جوانه‌زنی استاندارد ارائه می‌دهد تولید گیاهچه‌های طبیعی تحت شرایط مطلوب می‌باشد، ولی سبزشدن و استقرار گیاهچه‌ها معمولاً در مزرعه تحت شرایط مختلف آب و هوایی اتفاق می‌افتد که اکثر اوقات نامطلوب می‌باشد. به‌همین دلیل، آزمونهای بنیه بذر توسعه پیدا کرده‌اند تا بتوانند پیش‌بینی خوبی از سبز شدن تودههای بذری برای کاشت در شرایط مختلف آب و هوایی ارائه دهند (Noli et al., 2008). بنیه بذر شاخصی از کیفیت بذر می‌باشد. بنیه بذر به‌عنوان مجموعه خصوصیاتی از بذر تعریف می‌شود که پتانسیل بذر را برای سبزشدن سریع و یکنواخت و ظهور گیاهچه‌های طبیعی تحت دامنه وسیعی از شرایط محیطی تعیین می‌کند (Hampton and Tekrony, 1995). جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه از مراحل بحرانی چرخه زندگی گیاهان هستند که در نهایت شایستگی آنها در محیط زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهند. جوانه‌زنی فرآیندی برگشت‌ناپذیر است و با شروع آن، جنین رشد یا مرگ را تجربه خواهد کرد. بنابراین، موفقیت بسیاری از گونه‌های گیاهی بسیار وابسته به زمان مناسب جوانه‌زنی بذر آنها وابسته است (ISTA., 2015). رشد جنین با جذب آب آغاز میشود؛ بنابراین، الگوی زمانی جوانه‌زنی بذر به شدت توسط پتانسیل آب خاک محیط جوانه‌زنی (Ψ) تنظیم می‌شود. به‌طوری‌که، پتانسیل آب بستر جوانه‌زنی تعیین‌کننده موازنه محتوای آب بذر خواهد بود (Daws et al., 2008)

آزمونهای مختلفی در زمینه تعیین بنیه بذر ارائه شده است که از جمله می توان به آزمون‌های هدایت الکتریکی و پیری تسریع شده در کنجد در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت هدایت‌الکتریکی در ساعت (Bakhshandeh et al., 2012).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ در دو بخش در آزمایشگاه تکنولوژی بذر و مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان که در شهر ملاثانی و در ۳٦ کیلومتری شمال شرقی اهواز در استان خوزستان با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳٦ دقیقه و طول جغرافیایی ٤٨ درجه و ۵۳ دقیقه و ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا واقع شده است. با استفاده از پنج رقم گلرنگ با نام‌های اصفهان، صفه، سینا، فرامان و گلدشت اجرا گردید به

منظور تجزیه فیزیک وشیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه خاک مزرعه ازعمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از چند نقطه مزرعه برداشت و پس از مخلوط کردن با یکدیگر، برای تجزیه به آزمایشگاه خاک شناسی ارسال گردید (جدول۱).

جدول۱: نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش مزرعه‌ای

عمق (cm)	EC*10^3(µmho/cm)	pH	درصد کربنات کلسیم	درصد کربن آلی	ازت کل
0-30	3.91	7.68	10.5	0.92	0.098

آزمون جوانه‌زنی استاندارد: برای انجام این آزمون سه تکرار ۵۰ تایی از بذر هر رقم توسط دستگاه بذر شمار شمارش شد و بر روی دو عدد کاغذ حوله‌ای به ابعاد ٤٥ ×۳۰ سانتی‌متر پیچیده و با کاغذی دیگر روی بذرها پوشانده شد. برای جلوگیری از کاهش رطوبت، حوله‌های کاغذی را درون پلاستیک گذاشته و سپس در داخل ژرميناتور در دمای ۲۰ درجه به‌مدت هشت روز قرار گرفتند. و تعداد گیاهچه‌های طبیعی شمارش شد (ISTA, 2009). آزمون سرعت جوانه‌زنی: شرایط در این آزمون مطابق با آزمون جوانه‌زنی استاندارد بود. بازدید از بذرها هر روز سه بار صورت گرفت . معیار بذور جوانه زده خروج ریشه‌چه، به اندازه دو میلی‌متر یا بیشتر بود.برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از معکوس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D50/۱) استفاده شد (Soltani and Farzaneh, 2014). آزمون سرعت رشد گیاهچه: این آزمون مطابق با شرایط آزمون جوانه‌زنی استاندارد اجرا گردید و روز هشتم طول و وزن خشک گیاهچه‌های طبیعی اندازه‌گیری شد.

آزمون تنش خشکی

محلول‌های اسمزی با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول ۸۰۰۰ وبراساس معادله (Michel,1983) تهیه شد.

$$\psi=1.29[PEG]^2 T-140[PEG]^2-4[PEG]$$

که ψ، پتانسیل اسمزی مورد نظر؛ T، دما و PEP، مقدار پلی‌اتیلن گلایکول مورد نیاز می‌باشند. بذرها در پتری‌دیش‌های حاوی محلول‌های اسمزی با پتانسیل‌های ۰، ۰/۳-، ۰/٦-، ۰/۹- و-۱/۲- مگاپاسکال در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. هر روز در دو نوبت صبح و عصر، در ساعات مشخصی بذور جوانه زده شمارش شدند. معیار بذور جوانه زده خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر یا بیشتر بود. در نهایت به داده‌های جوانه‌زنی در برابر پتانسیل‌های مختلف آب تابع دوتکه‌ای برازش داده شد.

$$G=G_{max}-b(x_0-x)$$

در این تابع Gmax حداکثر جوانه‌زنی، X0 شروع جوانه‌زنی و b شیب را نشان می‌دهد

تجزیه آزمون تنش خشکی (مدل هیدروتایم)

برای توصیف اثر کاهش پتانسیل آب بر جوانه‌زنی در هر دما و به عبارتی توصیف دوره زمانی جوانه‌زنی در هر دما که ناشی از تنوع پتانسیل آب پایه در داخل جمعیت بذری است، از مدل هیدروتایم زیر استفاده شد(Bradford,1990).

$$\psi_{b(g)}=\psi-\left(\frac{\theta_H}{t_g}\right) \qquad (۱)$$

که در این مدل، ψb(g)، پتانسیل آب پایه درصدهای مختلف جوانه‌زنی (مگاپاسکال)؛ ψ، پتانسیل آب (مگاپاسکال)؛ Hθ، ثابت هیدروتایم (مگاپاسکال ساعت) وtg، زمان جوانه‌زنی (ساعت) می‌باشند. در اغلب مطالعات پیشین از تابع

توزیع نرمال با میانگین $\psi b(50)$ و انحراف معیار و به روش تجزیه پروبیت برای نشان دادن تنوع نسبی پتانسیل آب پایه در داخل بذرهای یک جمعیت استفاده شده است.

$$\psi_{b(g)} = \psi_{b(50)} + probit(g)\sigma_{\psi b} \quad (۲)$$

با جایگزین کردن سمت راست معادله (۱) به جای $\psi_{b(g)}$ در معادله (۲) و مرتب کردن معادله برحسب پروبیت g، معادله ریاضی مدل هیدروتایم بر مبنای توزیع نرمال (۳) به‌دست می‌آید (Bradford,1990).

$$probit(g) = \frac{\psi - \left(\frac{\theta_H}{t_g}\right) - \psi_{b(50)}}{\sigma_{\psi b}} \quad (۳)$$

سبز شدن گیاهچه در مزرعه: این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستاان در سال زراعی ۱۳۹٤ در پنج سطح، شامل توده‌های مختلف گلرنگ (اصفهان، صفه، سینا، فرامان و گلدشت) در چهار تکرار انجام شد. روش کاشت به صورت جوی و پشته به ابعاد ۷۵ سانتی‌متر بود و بوته‌ها در دو طرف پشته کشت شدند. فاصله بین بوته‌ها روی یک خط کاشت ۱۰ سانتی‌متر و هر کرت شامل شش ردیف کشت بود که دو ردیف حاشیه و چهار ردیف برای برداشت نهایی در نظر گرفته شد. در مجموع برای تعیین هر کرت سه پشته کشت شد و یک پشته به صورت نکاشت به عنوان خط مرزی در نظر گرفته شد. ارقام به طور تصادفی در کرت‌ها کاشته شدند و فاصله بین هر کرت اصلی در هر تکرار به اندازه دو خط کشت بود. شمارش درصد ظهور گیاهچه‌ها به صورت روزانه تا زمانی که افزایش در تعداد آن‌ها مشاهده نشد، ادامه داشت. گیاهچه‌هایی مورد شمارش قرار گرفتند که برگ‌های لپه‌ای آنها به طور کامل باز شده بود.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ۹,۲ انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس درصد سبز شدن توده‌های گلرنگ در مزرعه و نیز درصد جوانه‌زنی بذرها طی آزمون جوانه‌زنی استاندارد و خصوصیات گیاهچه در آزمون رشد گیاهچه در جدول (۲) ارائه شده است. درصد سبز شدن بذرها در مزرعه بطور معنی‌داری تحت تاثیر توده‌های بذری مورد استفاده قرار گرفت. علاوه براین، اثر توده‌های بذری بر درصد جوانه‌زنی طی آزمون جوانه‌زنی استاندارد، درصد گیاهچه‌های طبیعی و وزن خشک گیاهچه در آزمون رشد گیاهچه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها در شکل (۱) و جدول (۳) ارائه شده است. بیشترین درصد سبز شدن در مزرعه مربوط به توده گلدشت (۸۲ درصد) بود که از این حیث اختلاف معنی‌داری با توده صفه (۷۹/۵ درصد) نداشت. درصد سبز شدن سایر توده‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت (به‌طور متوسط ٦٤ درصد) و بطور معنی‌داری کمتر از درصد سبز شدن توده‌های بذری گلدشت و صفه بود. این اختلاف در درصد سبز شدن توده‌های بذری گلرنگ به اختلاف در بنیه بذر آن‌ها بر می‌گردد. به گونه‌ای که در شرایط مزرعه به دلیل متفاوت بودن بنیه بذرشان درصد سبز شدن متفاوتی را از خود نشان دادند (Mavi and Demir, 2010). بین توده‌های بذری از لحاظ درصد جوانه‌زنی استاندارد در آزمایشگاه اختلاف معنی‌داری وجود داشت و توده‌های گلدشت، صفه و فرامان بیشترین درصد جوانه‌زنی و اصفهان و سینا کمترین جوانه‌زنی را دارا بودند.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس آزمون جوانه‌زنی استاندارد، رشد گیاهچه و سبز شدن توده‌های گلرنگ در مزرعه

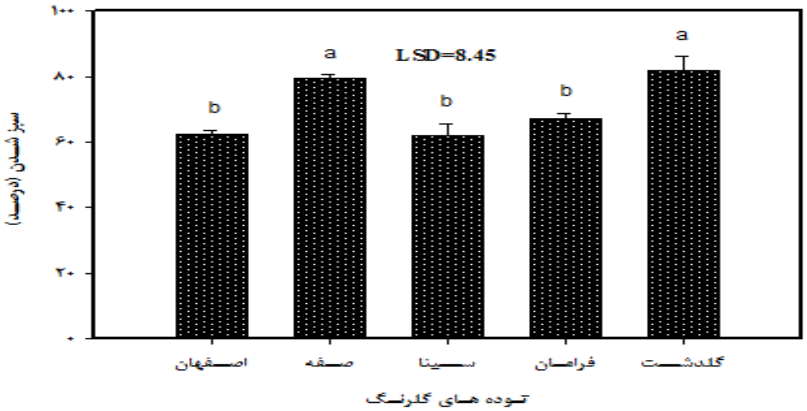
Source of variations	Degree of freedom	mean squares			Seedling dry weight (gr)	seedling emergence
		Germination Standard (Percent)	Natural seedlings (Percent)	Seedling length (mm)		
Seed	4	665.06**	1374.40**	105.10ns	0.025**	1446.80**
Error	10	138.66	461.33	201.11	0.002	361.20
CV	–	6.77	9.77	8.15	7.69	7.77

ns غیر معنی‌دار و * و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱ و ۵ درصد.

جدول ۳: مقایسه میانگین آزمون جوانه‌زنی استاندارد و رشد گیاهچه بین توده‌های گلرنگ

Seed bundle	Germination Standard (Percent)	Natural seedlings (Percent)	the length Seedlings (mm)	Seedling dry weight (gr)
Esfahan	72.66b	62.66b	64.33	0.184c
Sofa	88.66a	82.66a	66.03	0.198bc
Sina	78.66b	59.33b	63.70	0.150d
Faraman	88.00a	63.33b	70.70	0.225b
Goldschat	89.33a	79.33a	68.70	0.272a
LSD	9.912**	13.647**	10.831ns	0.0288**

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) می‌باشند(P≤۰/۰۵).



شکل ۱: مقایسه سبز شدن توده‌های مختلف گلرنگ در مزرعه

نتایج آزمون رشد گیاهچه نشان داد که بین توده بذری از نظر درصد گیاهچه‌های طبیعی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین درصد گیاهچه‌های طبیعی مربوط به توده بذری صفه با میانگین ۸۲/٦٦ و گلدشت با میانگین ۷۹/۳۳ درصد بود. بین سایر توده‌های بذری از نظر درصد گیاهچه‌های طبیعی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج بررسی طول گیاهچه نشان داد که بین توده‌ها اختلاف معنی‌داری از این حیث وجود نداشت. وزن خشک توده بذری گلدشت با میانگین ۰/۲۷۲ گرم بطور معنی‌داری بیشتر از وزن خشک سایر توده‌ها بود. بین توده‌های فرامان و صفه اختلاف معنی‌داری از نظر میزان وزن خشک وجود نداشت و کمترین وزن خشک مربوط به توده سینا (۰/۱۵۰ گرم) بود.

جدول ٤: همبستگی بین آزمون جوانه‌زنی استاندارد و رشد گیاهچه با درصد سبز شدن توده‌ها در مزرعه

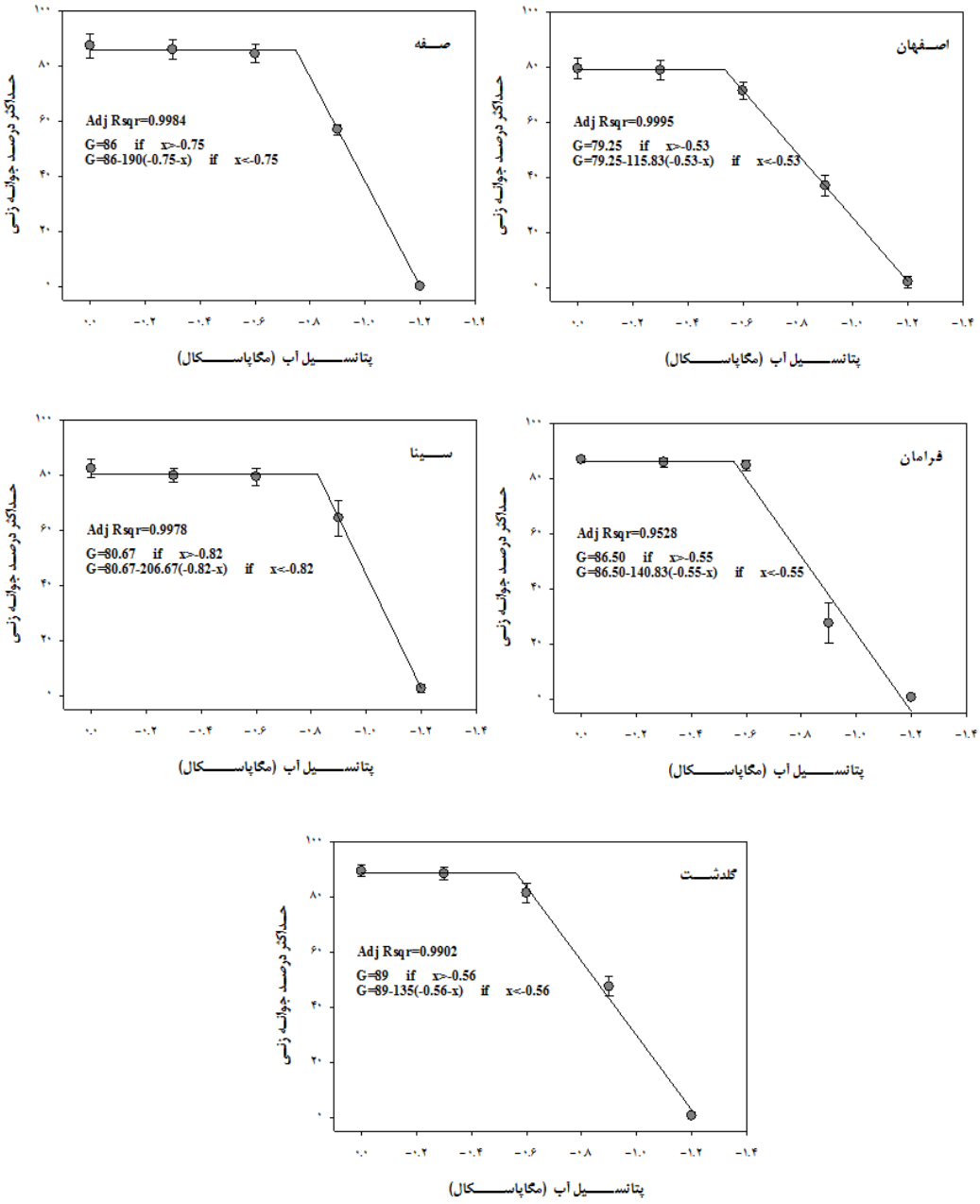
Seedling dry weight (gr)	the length Seedlings (mm)	Natural seedlings (Percent)	Germination Standard (Percent)	percentage In field
0.72ns	0.42ns	0.96**	0.79ns	

** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

مقدار ضریب همبستگی درصد سبز شدن در مزرعه و درصد جوانه‌زنی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد در توده‌های مختلف با مقدار ۰/۷۹ از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ٤). عدم وجود همبستگی بین درصد سبز شدن بذور در شرایط مزرعه و درصد جوانه‌زنی در آزمایشگاه بیانگر این مطلب است که آزمون جوانه‌زنی استاندارد معیار خوبی برای سبز شدن توده‌های بذری نیست. این گزارش با نتایج به دست آمده توسط (Soltani et al., 2002) همخوانی دارد. نتایجی که آزمون جوانه‌زنی استاندارد ارائه می‌دهد تولید گیاهچه‌های طبیعی تحت شرایط مطلوب می‌باشد، اما سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها به طور معمول در مزرعه تحت شرایط مختلف آب و هوایی اتفاق می‌افتد که اکثر اوقات نامطلوب می‌باشد. بنابراین آزمون جوانه‌زنی استاندارد در ارزیابی و تعیین کیفیت بذر کافی نیست ولی به منظور تعیین بنیه بذر به عنوان شاخص کیفیت بذر لازم است (Perry,1994) و باید این آزمون همراه با آزمون‌های دیگر بنیه بذر برای پیش‌بینی سبز شدن استفاده شود. ضریب همبستگی درصد سبز شدن در مزرعه و گیاهچه‌های طبیعی با مقدار ۰/۹٦ از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود،اماهمبستگی معنی‌داری با شاخص طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه به ترتیب با مقادیر ۰/٤۲ و ۰/۷۲ نداشت (جدول ٤). Bakhshandeh et al. (۲۰۱۲) در مطالعه آزمون رشد گیاهچه در ارقام مختلف کنجد نشان دادند که بین شاخص‌های رشد گیاهچه (طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه) با سبز شدن مزرعه همبستگی وجودندارد که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

آزمون تنش خشکی

مدل دوتکه‌ای: در شکل (۲) روند تغییرات حداکثر درصد جوانه‌زنی در مقابل سطوح مختلف خشکی و مدل دو تکه‌ای برازش داده شده به نقاط ارائه شده است. در همه‌ی توده‌ها تابع دو تکه‌ای به خوبی روند این تغییرات را نشان داد ($R2>0.99$).بر اساس مقادیر خطای استاندارد برای پارامترهای این مدل، پارامتر Gmax برای توده صفه، فرامان و گلدشت به طور معنی‌داری بیشتر از توده‌های اصفهان و سینا بود، در حالی که بین توده اصفهان و سینا نیز از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.در پارامتر X_0 توده سینا به طور معنی‌داری کمتر از سایر توده‌ها بود و توده اصفهان، فرامان و گلدشت با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند اما به‌طور معنی‌داری بیشتر از توده صفه بودند. از نظر پارامتر b نیز توده صفه و سینا به طور معنی‌داری بیشتر از سایر توده‌ها بود و بین سایر توده‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین مقدار X50 مربوط به توده اصفهان (۱/۰۸-) و کمترین مقدار آن مربوط به توده فرامان (۰/۸۵-) بود که به ترتیب مقاومت بیشتر و کمتر توده اصفهان و فرامان را به خشکی نشان می‌دهد (جدول ۵). مقدار ضریب همبستگی بین Gmax، X0، X50،b و درصد سبز شدن توده‌ها در مزرعه به ترتیب برابر ۰/۳۰، ۰/۳۸، ۰/۰۰۵ و ۰/٤۷ به‌دست آمد که از نظر آماری معنی‌دار نبودند. به نظر می‌رسد مدل دوتکه‌ای نمی‌تواند در تفکیک توده‌های قوی و ضعیف مفید باشد (جدول ٦).



شکل ۲: برازش مدل دوتکه‌ای به داده‌های جوانه‌زنی توده‌های گلرنگ در پتانسیل‌های مختلف آب

جدول ۵: پارامترهای برآوردشده در توده‌های گلرنگ حاصل از برازش تابع دو تکه‌ای برای داده‌های درصد جوانه‌زنی در برابر سطوح مختلف خشکی.

Seed Mass	Gmax	b	X0	X50
Esfahan	79.25±0.20	115.83±0.68	-0.53±0.00	-1.08
Sofa	86±0.86	190±7.07	-0.74±0.01	-0.97
Sina	80.66±0.92	206.66±7.57	-0.82±0.01	-1.01
Faraman	86.50±6.23	140.83±1478	-0.55±0.07	-0.85
Goldschat	89±2.67	135±8.92	-0.56±0.03	-.088

جدول ٦: همبستگی پارامترهای مدل دو تکه ای با سبز شدن توده‌های گلرنگ در مزرعه

	Gmax	X0	b	X50
Sprout percentage In field	0.30 ns	0.38 ns	0.005 ns	٠0.47 ns

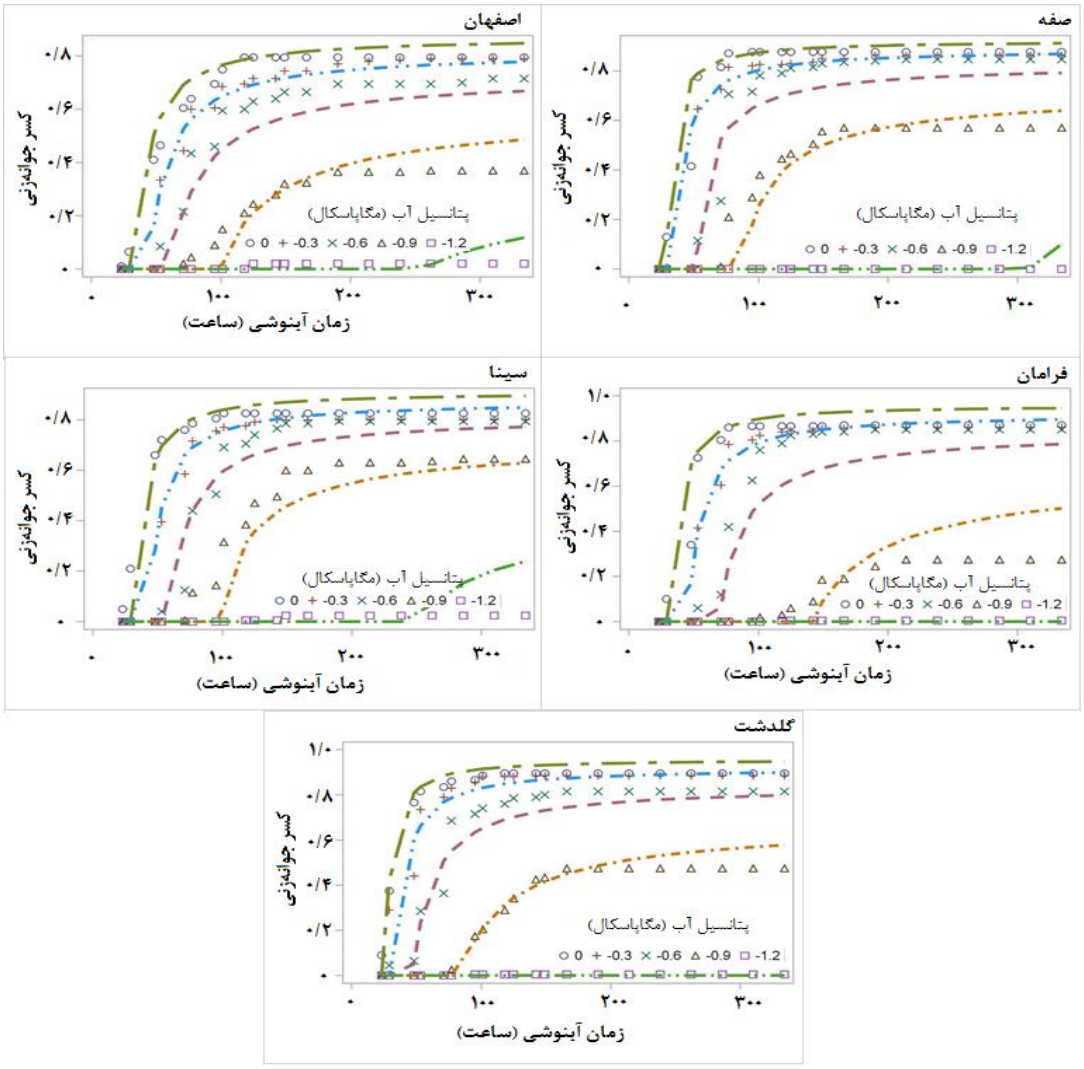
** و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ٥ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

مدل هیدروتایم: پارامترهای مدل هیدروتایم برازش داده شده به داده‌های جوانه‌زنی بذرهای گلرنگ در جدول (٧) نشان داده شده است. مقدار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) حاکی از برازش مناسب مدل به داده‌های جوانه‌زنی همه توده‌ها بود (٪ ٦ >RMSE).نتایج خروجی مدل در توده‌های بذری مورد مطالعه نشان داد بر خلاف نتایج حاصل از مدل دوتکه‌ای، بر اساس مقادیر خطای استاندارد به دست آمده برای پارامترهای این مدل بین توده‌های بذری مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از لحاظ پارامترهای هیدروتایم وجود دارد.نتایج نشان داد که توده‌های بذری مورد مطالعه بین پارامتر هیدروتایم (θ_H)، پارامتر مکان (μ) پارامتر مقیاس (σ) و شکل (λ) و پارامتر پتانسیل پایه برای ٥٠ درصد جوانه‌زنی ($\psi_{b(50)}$)اختلاف معنی‌داری وجود داشت (Daws et al., 2008).

وجود اختلاف بین توده‌های گلرنگ در پارامتر ثابت هیدروتایم بدین معنی است که بین توده‌های مختلف گلرنگ از نظر سرعت جوانه‌زنی اختلاف وجود دارد. بیشترین مقدار ثابت هیدروتایم در توده‌های بذری سینا و اصفهان به‌ترتیب ٤٩/٥ و ٤٩/٢٥ مگاپاسکال ساعت مشاهده شد. این در حالی بود که کمترین مقادیر هیدروتایم در توده بذری گلدشت با مقدار ٣٢/٢٤ مگاپاسکال ساعت به‌دست آمد ثابت هیدروتایم شاخصی برای سرعت جوانه زنی است. هر چه مقدار این ضریب کوچک تر باشد. سرعت جوانه زنی بیشتر خواهد بود (Cardoso and Bianconi, 2012) (جدول ٨). با توجه به این نتایج میتوان گفت توده گلدشت نسبت به سایر توده‌ها دارای سرعت بیشتری در جوانه‌زنی بوده و اصفهان و سینا کمترین سرعت را داشته‌اند. پارامتر مکان در توزیع ویبول، پتانسیل اسمزی که در آن احتمال جوانه‌زنی صفر است (یا پتانسیل اسمزی که جوانه‌زنی از پتانسیل‌های مثبت‌تر از آن آغازمی‌شود؛ $\psi b(0)$ را برآورد می‌کند. متفاوت بودن این پارامتر برای توده‌ها به معنای تفاوت در تحمل به خشکی در آن‌ها است.بر اساس مقادیر خطای استاندارد به دست آمده برای این پارامتر توده اصفهان، سینا و صفه با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند، بین توده‌های فرامان و گلدشت نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. طبق نتایج به دست آمده توده اصفهان، صفه و سینا از تحمل به خشکی بیشتری نسبت به توده‌های فرامان و گلدشت برخوردار بودند.

جدول٧: پارامترهای برآورد شده برای مدل هیدروتایم برازش داده شده به داده‌های جوانه‌زنی توده‌های گلرنگ

Safflower variety			Sina	Faraman	Goldschat
Parameter	Esfahan	Sofa			
Heterogeneous (Hθ) constant threshold	49.25±1.41	37.97±0.04	49.50±2.02	41.22±1.48	32.24±1.04
Water potential to start germination (μ)	-1.39±0.01	-1.32±0.00	-1.39±0.01	-1.18±0.01	-1.28±0.02
Middle Water Potential ($\psi_{b(50)}$)	-1.03±0.01	-1.15±0.01	-1.19±0.01	-1.02±0.01	-1.06±0.01
(σ) Scale	-0.56±0.01	0.30±0.02	0.35±0.01	0.26±0.01	0.34±0.02
(λ) fig	0.81±0.04	0.63±0.05	0.63±0.04	0.76±0.07	0.86±0.06
RMSE	0.05±0.004	0.08±0.006	0.07±0.005	0.08±0.006	0.05±0.003



شکل ۳: برازش مدل هیدروتایم مبتنی بر توزیع نرمال به داده‌های جوانه‌زنی بذرتوده‌های گلرنگ

همبستگی بین سبز شدن مزرعه و پارامترهای مدل هیدروتایم به استثنای ثابت هیدروتایم معنی‌دار نبودند. ثابت هیدروتایم با مقدار ۰/۹٤- در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج حاکی از آن است که بین ثابت هیدروتایم با درصد سبز شدن در مزرعه ارتباط منفی و معنی‌داری وجود داشت به عبارت دیگر توده‌های بذری که در مزرعه بیشترین درصد سبز شدن را داشتند دارای کمترین مقدار هیدروتایم بودند. بنابراین هر چه ثابت هیدروتایم برای توده‌های بذری کوچک‌تر باشد بیانگر بنیه بیشترتوده بذری می‌باشد که در این آزمون توده صفه و گلدشت با مقدار کمتر ثابت هیدروتایم به عنوان قوی‌ترین توده‌ها شناخته شدند.

جدول ۸: همبستگی بین درصد سبز شدن در مزرعه و پارامترهای مدل هیدروتایم

fig (λ)	(σ) Scale	Middle Water Potential ($\psi_{b(50)}$)	Water potential to start germination (μ)	Heterogeneous constant threshold($H\theta$)	
0.17ns	0.44ns	-0.01ns	0.35ns	-0.94**	Sprout percentage In field

** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

ضریب پتانسیل پایه به عنوان شاخصی برای نشان دادن میزان مقاومت به پتانسیل آب بیشتر خواهد بود (Bradford and Still, 2000).ضریب هیدروتایم می‌تواند به عنوان شاخصی برای تعیین بنیه بذرهای توده‌های مختلف باشد (Dahal and Bradford, 1990). نشان دادند در توده‌های بذری گیاه لسکورلا که تیمار پرایمینگ شده بودند بنیه بذر افزایش پیدا کرد و درصد سبز شدن در مزرعه نسبت به بذرهای شاهد بیشتر شد. در بذرهای پرایمینگ شده مقدار ثابت هیدروتایم نسبت به بذرهای شاهد کاهش پیدا کرد. (Bradford and Still, 2000) چهار توده کلم بروکلی را با مدل هیدروتایم مورد ارزیابی قرار دادند. نامبردگان گزارش کردند توده‌هایی که دارای ثابت هیدروتایم بزرگ‌تر و پتانسیل پایه مثبت‌تر باشند به عنوان توده‌های ضعیف شناخته می‌شوند. (Dahal and Bradford, 1990) گزارش کردند در توده‌هایی که توسط پرایمینگ بنیه بذرها افزایش یافته بود ثابت هیدروتایم نسبت به تیمار شاهد کوچکتر بود این در حالی بود که در همین توده‌ها مقدار ضریب پتانسیل پایه نسبت به تیمار شاهد بزرگتر بود.

با مقایسه نتایج دو روش تجزیه داده‌های تنش خشکی (برآورد آستانه تحمل از طریق تابع دو تکه‌ای و استفاده از مدل هیدروتایم) می‌توان به اهمیت علم آمار در کارهای تحقیقی تکنولوژی بذر پی برد. در حالی‌که نتایج حاصل از مقایسه مدل دوتکه‌ای در تفکیک توده‌های قوی و ضعیف موفق نبود، تجزیه همان داده‌ها با استفاده از مدل هیدروتایم نتایجی را حاصل کرد که می‌توانست از طریق آنها توده‌های قوی و ضعیف گلرنگ را تفکیک نماید (madah, 2011 Soltani and). گزارش نمودند که کاربرد این مدل‌ها در ایران کمتر مشاهده شده است و می‌توان از این مدل‌ها بیشتر در پژوهش‌های علوم بذر و به خصوص در واکنش جوانه‌زنی به پتانسیل آب استفاده نمود. با توجه به این موضوع می‌توان نتیجه گرفت در برخی موارد علاوه بر اهمیت و کارا بودن خود آزمون تعیین بنیه بذر، نتایج حاصل از آزمون‌های بنیه نیز باید به درستی و با استفاده از روش‌های نوین علم آمار تجزیه و تحلیل شود تا نتایج درخور توجهی را حاصل نماید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد با استفاده از مدل هیدروتایم می‌توان نتایجی را به دست آورد که از طریق آنها توده‌های قوی و ضعیف گلرنگ را تفکیک نمود ومی‌توان از این آزمون برای سبز شدن گیاه گلرنگ در مزرعه استفاده کرد.

Reference

Ashrafi, E. and Razmjoo, K. 2010. Effects of priming on seed germination and field emerg safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Seed Science and Technology, 38: 675-681. (Journal)

Bakhshandeh, E., R Ghadiryan., F Ghaderi-Far., M Jamali and A.M. Kameli. 2012. Laboratory tests forpredicting seedling emergence of sesame (*Sesamum indicum*, L.) cultivars in field. J. of Plant Prod. 19(1):
145-154.

Bradford, K.J. 1990. A water relation analysis of seed germination rates. Plant Physiology. 94: 840-849

Bradford, K.J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science, 50:248-260.

Bradford, K.J. and Still, D.W. 2004. Application of hydrotime analysis in seed testing. Seed Technology. 26: 74-85.

Cardoso, V.J.M. and Bianconi, A. 2012. Hydrotime model can describe the response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds to temperature and reduced water potential. Biological Sciences. 35: 255- 261.

Daws, M.I., Crabtree, L.M., Dalling, J.W., Mullins, C.E. and Burslem, D.R.P. 2008. Germination responses to water potential in neotropical pioneers suggest large-seeded species take more risks. Annals of Botany, 102: 945–951.

Devaiah S.P., Pan, X., Roth, M., Welti, R., and Wang, X. 2007. Enhancing seed quality and viability by suppressing phospholiapase D in Arabidopsis. The Plant Journal, 50: 950 – 957.

Dahal, P. and Bradford. K.J. 1990. Effects of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes. II. Germination at reduced water potential. Journal of Experimental Botany. 41: 1441–1453.

Finch-Savage, W.E., Steckel, J.R.A. and Phelps, K. 1998. Germination and post-germination growth to carrot seedling emergence: predivtive threshold models and sources of variation between sowing occasions. New phytologist, 139: 505-516

Finch-Savage, W. E. and Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New phytologist, 171: 501-523.

Hampton, J.G., and Tekrony D.M. 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd edn. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.

International Seed Testing Association (ISTA). 2009. Handbook of Vigor Test Methods. 3rd Edn., International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

ISTA. 2015. International rules for seed testing. Bassersdorf, Switzerland: International Seed Testing Association

Mavi, K., Demir, I. and Matthews, S. 2010. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. Seed Science and Technology. 38: 14-25.

Michel, B.E. 1983. Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. Plant Physiology. 72: 66–70.

Noli, E., Casarini, G., Urso, G., and Conti, S. 2008. Suitability of three vigour test procedures to predict field performance of early sown maize seed. Seed Sci. Technol. 36: 168-176.

Perry, D.A. 1994. Commentaryon ISTA vigour test committee collaborative trials. Seed science and technology. 12: 301-308.

Santos, M.A.O., Novembre, A.D.L.C. and Marcos-Filho, J. 2007. Tetrazolium test to assess viability and vigour of tomato seeds. Seed Science and Technology, 35(1): 213-223.

Soltani, E. and Farzaneh, S. 2014. Hydrotime analysis for determination of seed vigour in cotton. Seed Science and Technology, 42(1): 260-273.

Soltani, A., Galeshi. S., Zeinali, E. and Latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology. 30: 51-60.

Soltani, A. and Mdahah, V. 2011. Simple applications for education and research in agriculture. Publications of the University of Shahid Beheshti University. 80 pages

Journal of Seed Research, Vol. 8, No. 2, Summer 2018

Determine the best seed vigor test for predicting the seed yield of the safflower in the field

Ahmadi, I.[1], Gharineh, M.H.[2]

[1]Ph.D. Student, Professor, Assistant Professor Department of Crop Production and Plant Breeding, Agriculture and Natural Resources University of Ramin Khuzestan

[2]Asssociate Professor Department of Crop Production and Plant Breeding, Agriculture and Natural Resources University of Ramin Khuzestan

Abstract

Seed vigor is an index of its quality. Seed vigor tests are designed to predict more accurately of seedling emergence in the field In order to predict seedling emergence more accurately, seed vigor tests are designed, depending on their prediction accuracy, each is used for different plants. This study was conducted at the seed technology laboratory in Ramin University of Agricultural Sciences and Natural Resources and field Research in 2016. In order to laboratory evaluation of seed vigor tests for predicting seedling emergence in the field, 5 safflower seed lots was used. In this study seed vigor tests include seedling establishment percent in field, standard germination test, seedling growth test, seed germination rate test and salinity test (0, 100, 200, 300 and 400 mM) The results showed that the standard germination test, seedling growth, germination rate and salinity were not significant correlated with seedling establishment percent for seed lots in the field. Therefore, these tests can not confidently used to separate the weak and strong safflower seed lots. However, the results of the comparison of the two-fold model did not succeed in distinguishing between strong and weak masses The analysis of the same data using the HydroTime model yielded results that could be separated by strong and weak safflower masses these tests can be used to separate the weak and strong safflower seed lots and used for predicting emergence in the field.

***Keywords*:** Emergence, Hydrotime Model, Safflower, Seed quality, Temperature

*Corresponding author; imanahmadi200@gmail.com