Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۷
۱۱۲۵-۱۱۳۰
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.847.1166

گزارش علمی کوتاه

اثر پیش‌سرمایی بر روی ویژگی‌های جوانه‌زنی ارقام مختلف سویا

داریوش تقوی[1*]، محمد صدقی[2]، علی عبادی[2]، امید سفالیان[3]، آیدین حمیدی[4]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی
۲. استاد زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی
۳. دانشیار زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه محقق اردبیلی
۴. دانشیار موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱۱/۰۸

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر مدت‌زمان پیش‌سرمایی بر روی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر ارقام سویا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج سطح پیش‌سرمایی (شاهد، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز) و سه رقم (CLEAN، JK و LINFORD) در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۹۲ با سه تکرار به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر روی همه صفات مورفولوژیکی جوانه‌زنی در سویا به‌جز وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود. بلندترین ساقه‌چه به طول ۲۰/۲۲ سانتی‌متر ازرقم کلین با ۳۰ روز پیش‌سرمایی به دست آمد. با افزایش مدت‌زمان پیش‌سرمایی درصد و سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و بیشترین درصد جوانه‌زنی از تیمار ۴۰ روز پیش‌سرمایی در رقم لینفوردبه مقدار ۱۰۰ درصد به دست آمد. بیشترین وزن خشک ریشه‌چه از رقم لینفورد با ۳۰ روز پیش‌سرمایی به میزان ۰/۲۰۵۰ گرم به دست آمد. افزایش مدت‌زمان پیش‌سرمایی موجب افزایش مقدار استفاده از ذخایر بذر گردید و بیشترین مقدار استفاده از ذخایر از رقم کلین با ۴۰ روز پیش‌سرمایی به مقدار ۲/۰۸۲ گرم بر گرم به دست آمد. صفت درصد جوانه‌زنی با صفات سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و مقدار استفاده از ذخایر بذر همبستگی مثبتی در سطح احتمال یک درصد داشت.

واژه‌های کلیدی: **درصد جوانه‌زنی، رقم، ساقه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، سرما**

مقدمه

جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه از مراحل بحرانی و مهم در چرخه زندگی گیاهان است (Windauer et al., 2007). ازآنجاکه دما آثار قابل‌توجهی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی ازجمله شروع، سرعت و درصد جوانه‌زنی دارد، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده موفقیت یا عدم موفقیت استقرار گیاه محسوب می‌شود (Jami Al-Ahmadi and Kafi, 2007). برخی مطالعات نشان می‌دهد که سرمادهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش بیان ژن GA_3ox_1 (آنزیم تولیدکننده شکل فعال GA_3) در ریشه‌چه و لایه آلورون می‌شود (Yamauchi et al., 2004). تیمار سرما سبب کاهش تراز هورمون‌های بازدارنده و افزایش تراز هورمون‌های محرک رشد می‌گردد و به‌این‌ترتیب سبب افزایش پتانسیل جوانه‌زنی بذر می‌شود. این رویدادها به‌طور هم‌زمان رخ می‌دهد و جوانه‌زنی در بذرها نتیجه توازن بین هورمون‌ها است (Tipirdamaz and Gomurgen, 2000). بلوچی و همکاران (Balochi et al., 2006) با بررسی تأثیر اسید جیبرلیک، سرمادهی، اسیدسولفوریک و نیترات پتاسیم بر تحریک جوانه‌زنی و دورمانسی در بذر یونجه‌های یک‌ساله، به این نتیجه رسیدند که اسید جیبرلیک با غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام به همراه سرمادهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مؤثرترین

* نگارنده پاسخگو: داریوش تقوی. پست الکترونیک: taghavidariush@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

روش تحریک جوانه‌زنی بذور سخت یونجه بودند. فاتح و همکاران (Fateh et al., 2004) در بررسی روش‌های شکست خواب بذر به این نتیجه رسیدند که تیمار بذر با عامل سرمادهی به مدت ۷ و ۱۴ روز سبب افزایش معنی‌دار ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گیاه گون (*Astragalus onobrychis*) می‌شود. به دلیل اهمیت فراوان دانه‌های روغنی در تغذیه و صنعت، تولید و فراوری آن‌ها از دیرباز موردتوجه بوده است. باوجوداین، مسائل و مشکلات موجود در امر زراعت و تولید این گیاهان همواره به‌عنوان مانعی در جهت حصول عملکرد بالا مطرح بوده است. عمده منابع داخلی تولید روغن‌نباتی شامل پنبه‌دانه، سویا، آفتابگردان و کلزا است که در سال‌های اخیر نیز به سویا به دلیل کیفیت بالاتر روغن توجه ویژه‌ای شده است. در چند دهه اخیر نیز در ایران زراعت این گیاه موردتوجه قرار گرفته است. ولی به دلیل پایین بودن کیفیت بذر تولیدی و حساسیت شدید استقرار گیاه به تنش‌های غیرزیستی به‌ویژه سرما زراعت آن توسعه زیادی نیافته است. بر این اساس، این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های جوانه‌زنی در سطوح مختلف پیش‌سرمایی در ارقام مختلف سویا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه فیزیولوژی و تکنولوژی بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی بر روی بذور سویا انجام شد. در این آزمایش عامل پیش سرمایی در پنج سطح (شاهد، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز) روی ۳ رقم سویا (JK (مقاوم به سرما)، LINFORD (نیمه حساس به سرما) و CLEAN (حساس به سرما) موردبررسی قرار گرفت. برای اعمال پیش‌سرمایی، بذور بعد از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم در داخل ماسه مرطوب در داخل انکوباتور در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت‌های بدون پیش‌سرمایی (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز قرار گرفتند. آزمون جوانه‌زنی استاندارد در کاغذهای صافی MV به ابعاد ۱۵×۱۵ سانتی‌متر به‌عنوان بستر کشت به روش ساندویچی در ۳ تکرار ۵۰ بذری درون ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰-۶۰ درصد انجام شد. شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده به‌طور مرتب و روزانه و تا پایان روز هشتم از شروع آزمایش ادامه یافت (Powell et al., 1984). سرعت جوانه‌زنی بذور ۲۴ ساعت پس از انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد و به‌صورت شمارش روزانه‌ی بذور جوانه‌زده در بازه زمانی هشت‌روزه با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$R=\frac{\sum n}{\sum Dn} \quad \text{(روز/تعداد)} \qquad [۱]$$

در این رابطه R میانگین سرعت جوانه‌زنی، D تعداد روزهای سپری‌شده از شروع آزمایش و n تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز موردنظر است (Ellis and Roberts, 1981). در پایان آزمون جوانه‌زنی، ۱۰ گیاهچه نرمال حاصل از هر تیمار و تکرار جدا و طول هرکدام از آن‌ها توسط خط‌کش مدرج برحسب سانتی‌متر و با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس، گیاهچه‌های هر تیمار و تکرار به‌صورت جداگانه درون پاکت ریخته شد و در داخل آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. سپس وزن خشک گیاهچه‌ها با استفاده از یک ترازوی حساس و با دقت ۰/۰۰۱ تعیین گردید.

مقدار استفاده از ذخایر ($SRUR, mg\ seed^{-1}$)، از فرمول زیر محاسبه گردید (Soltani et al., 2006):

$$SRUR=SDW-RSDW \qquad [۲]$$

SDW= وزن اولیه بذور خشک قبل از آغاز آزمایش (گرم)، RSDW= وزن خشک باقی‌مانده بذرها بدون احتساب وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه، در پایان آزمایش (گرم)

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD مقایسه شدند. رسم شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر روی همه صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده در گیاهچه‌های سویا به‌جز وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰٪) در تیمار ۴۰ روز پیش‌سرمایی در رقم نیمه حساس به سرما (لینفورد) و رقم حساس به سرما (کلین) و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۴۰ روز پیش‌سرمایی در رقم مقاوم به سرما (جی‌کا) به دست آمد (جدول ۲). بر طبق نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت که به‌جز رقم جی‌کا که مقاوم به سرماست، در بقیه ارقام با افزایش طول مدت پیش‌سرمایی درصد جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. طبق نظریه‌ای که موردقبول بسیاری از کارشناسان مسائل بذر است، سرما موجب کاهش محتوای اسید آبسیزیک یا افزایش محتوای اسید جیبرلیک

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گردد و یا هر دو تغییر به‌طور هم‌زمان انجام و با ایجاد تعادلی در نسبت دو هورمون، خواب بذر را پایان می‌دهد (Nasiri., 2008).

بیشترین سرعت جوانه‌زنی به مقدار ۰/۸۲ بذر در روز از پیش‌تیمار ۴۰ روز پیش‌سرمایی و در رقم نیمه‌حساس به سرما (لینفورد) به دست آمد و پیش‌سرمایی ۱۰ روز در رقم مقاوم

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر رقم و پیش‌سرمایی بر روی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهچه سویا

Table 1. Analysis of variance (mean squares) for the effect of cultivar and pre-chilling on morphological characteristics of soybean seedlings

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول Length: ساقه‌چه Plumule	طول Length: ریشه‌چه Radicle	وزن خشک Dry Weight: ساقه‌چه Plumule	وزن خشک Dry Weight: ریشه‌چه Radicle	مقدار استفاده از ذخایر Usage amount of reservoirs
رقم Cultivar	2	5293.1556**	0.3327**	91.1566**	144.8953**	0.0163**	0.0015**	2.1232**
پیش‌سرمایی Pre-chilling	4	247.4667**	0.0810**	94.4544**	2.9254	0.0317**	0.0134**	1.9046**
رقم× پیش سرمایی C*P	8	404.2667**	0.0231**	10.9343**	7.8338*	0.0025	0.0009**	0.2607**
اشتباه آزمایشی Error	30	9.2444	0.0035	1.5095	3.1811	0.0016	0.0003	0.0018
ضریب تغییر (٪) CV (%)		*3.54*	*10.67*	*8.7*	*10.99*	*10.69*	*10.91*	4.07

*, ** significant at 1% and%5 probability level

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۲. مقایسات میانگین اثرات متقابل رقم و پیش‌سرمایی بر روی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهچه‌های سویا

Table 2. Means comparison for the interaction effects of cultivar and pre-chilling on morphological characteristics of soybean seedlings

تیمارها Treatments	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (بر روز) Germination rate (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Pulumle Length (cm)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle dry weight (gr)	مقدار استفاده از ذخایر (گرم بر گرم) Usage amount of reservoirs (gr gr^{-1})
C1S1	92	0.4267	14.597	12.623	0.060	0.4883
C1S2	68	0.2238	8.833	10.363	0.1233	0.2070
C1S3	65.333	0.3867	9.107	11.093	0.1247	0.3327
C1S4	48	0.46	13.917	13.903	0.1793	0.7663
C1S5	46.667	0.4450	9.573	15.460	0.1887	1.2313
C2S1	94.667	0.4967	16.600	16.940	0.115	0.5603
C2S2	96	0.6679	17.513	17.027	0.1273	1.4277
C2S3	97.333	0.6982	11.733	18.733	0.141	1.4043
C2S4	93.333	0.6886	19.547	16.783	0.2050	1.1200
C2S5	100	0.8255	12.440	17.860	0.189	2.0827
C3S1	93.333	0.4551	17.020	18.687	0.1133	0.4190
C3S2	96	0.4614	17.827	19.583	0.1307	1.3287
C3S3	97.333	0.7525	9.147	19.447	0.1427	1.2720
C3S4	97.333	0.6233	20.227	16.877	0.1530	0.8457
C3S5	100	0.7171	12.667	18.007	0.1913	1.9750
LSD	*5.07*	*0.102*	*2.070*	*3.077*	*0.026*	*0.07*

C1 رقم جی‌کا، C2 رقم لینفورد، C3 رقم کلین، S1 شاهد، S2 ۱۰ روز پیش‌سرمایی، S3 ۲۰ روز پیش‌سرمایی، S4 ۳۰ روز پیش‌سرمایی و S5 ۴۰ روز پیش‌سرمایی

C1: cultivar jk, C2: cultivar linford, C3: cutivar clean, S1: control, S2: chilling 10, S3: chilling 20, S4: chilling 30, S5: chilling 40 days.

www.SID.ir

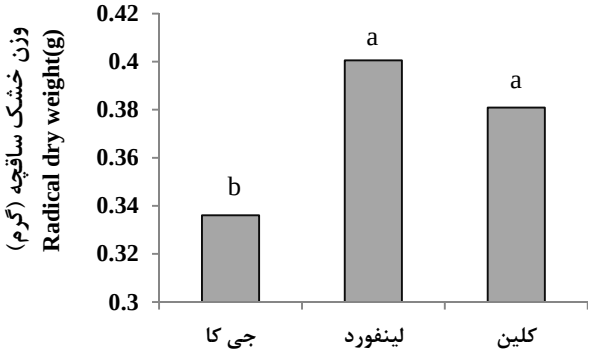
Archive of SID

به سرما (جی‌کا) کمترین سرعت جوانه‌زنی به مقدار ۰/۲۲ بذر در روز را موجب گردید (جدول ۲). این نتیجه با تحقیق علیزاده و عیسوند (Alizadeh, and eisvand. 2001) مطابقت دارد. نتایج آن‌ها نشان داد که میزان سرعت جوانه-زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در ۹ گیاه دارویی با پیش‌تیمار سرما نسبت به شاهد، افزایش یافتند.

بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه به ترتیب با ۲۰/۲۳ و ۸/۸۳ سانتی‌متر از ترکیب تیماری ۴۰ روز پیش‌سرمایی در رقم حساس به سرما (کلین) و ۱۰ روز پیش سرمایی در رقم مقاوم به سرما (جی‌کا) به دست آمد (جدول ۲). پسندیده و همکاران (Pasandideh., 2010) گزارش کردند که اثر پیش‌سرمایی بر روی طول ریشه‌چه در گیاه سویا معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌های آزمایش مذکور نشان داد که رقم ویلیامز دارای بیشترین طول ریشه‌چه و بعدازآن ارقام ۰۳۳، ساری و تلار به ترتیب کمترین مقدار را دارا بودند. الیاس و کاپلند (Elias and Copeland, 2001) نیز گزارش کردند که طول ساقه‌چه و ریشه‌چه از شاخص‌های تعیین بنیه و کیفیت مطلوب بذر است که تحت تأثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی قرار می‌گیرد.

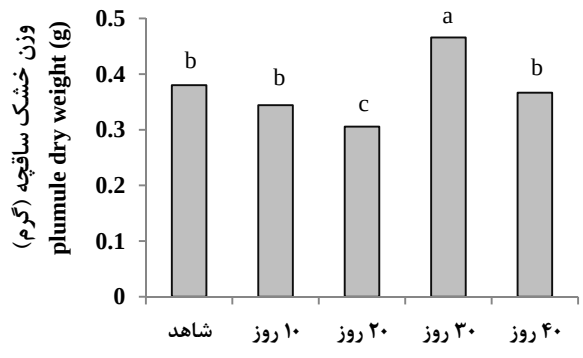
بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه‌چه به ترتیب از ۳۰ روز پیش‌سرمایی در رقم حساس به سرما (کلین) و ۲۰ روز پیش‌سرمایی در رقم مقاوم به سرما (جی‌کا) به ترتیب با مقادیر ۰/۴۹۹ و ۰/۲۶۶ گرم به دست آمد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک ریشه‌چه با مقدار ۰/۴۱ گرم در رقم نیمه‌حساس به سرما (لینفورد) به دست آمد (شکل ۱).

بیشترین وزن خشک ریشه‌چه از ۳۰ روز پیش‌سرمایی به دست آمد (شکل ۲). پسندیده و همکاران (Pasandideh., 2010) گزارش کردند که در ارقام موردمطالعه در گیاه سویا، اثر سطوح مختلف قوه نامیه و اثر متقابل رقم × سطوح مختلف قوه نامیه در آزمون سرما (کشت ساندویچی ۸ روز در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و ۴ روز در دمای ۲۰- ۳۰ درجه سانتی-گراد) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر ارقام بر روی وزن خشک ساقه‌چه گیاهچه‌های سویا

Fig. 1. Comparastion of means for the effect of cultivar on plumule dry weight of soybean



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر سطوح پیش‌سرمایی بر روی وزن خشک ساقه‌چه گیاهچه‌های سویا

Fig. 2. Comparastion of Means for the effect of pre – chilling on plumule dry weight of soybean

بیشترین مقدار استفاده از ذخایر بذر در تیمار ۴۰ روز پیش‌سرمایی در رقم نیمه حساس به سرما (لینفورد) به مقدار ۲/۰۸۲ گرم و کمترین مقدار آن از تیمار ۱۰ روز پیش‌سرمایی در رقم مقاوم به سرما (جی‌کا) به مقدار ۰/۲۰۷۰ گرم به دست آمد (جدول ۲). افزایش مقدار استفاده از ذخایر براثر پیش-سرمایی می‌تواند به دلیل افزایش سنتز آنزیم‌های تجزیه‌کننده در فرایند جوانه‌زنی باشد. مقدار استفاده از ذخایر بذر، حاصل تفاضل بین وزن خشک اولیه و وزن خشک باقی‌مانده بذر است و بیانگر میزان استفاده از ذخایر بذر در تنفس است که درنهایت به‌صورت وزن خشک گیاهچه ظاهر می‌گردد؛ به‌عبارت‌دیگر، هر چه گیاهچه حاصل از بذر وزن خشک بیشتری داشته باشد، اتلاف تنفسی ذخایر کمتر و کارایی تبدیل آن به مواد ساختمانی بیشتر خواهد بود. کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر به گیاهچه می‌تواند به دلیل کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت هورمون جیبرلین در فرایند جوانه‌زنی باشد، درنتیجه پرایمینگ با جیبرلین می‌تواند دلیلی برافزایش مقدار استفاده از ذخایر بذر باشد. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورفولوژیکی نشان داد بین صفت درصد جوانه‌زنی با صفات سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و مقدار استفاده از ذخایر همبستگی مثبت در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد (جدول ۳). بیشترین درصد جوانه‌زنی از تیمار ۴۰ روز پیش‌سرمایی به دست آمد که نشان‌دهنده اثر مثبت پیش‌سرمایی بر روی ویژگی‌های جوانه‌زنی به‌ویژه درصد جوانه‌زنی است؛ بنابراین می‌توان پیش‌سرمایی را که روش ساده‌ای است به کشاورزان پیشنهاد داد تا بتوانند گیاهچه-هایی با توان رقابتی بالا را تولید کنند و سطح عملکرد را بالا ببرند.

جدول ۳. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورفولوژیکی بذور سویا تحت تیمارهای ارقام و پیش سرمایی

Table 3. Simple correlation cofficients between morphological characteristics of soybean seeds influencing by cultivar and pre-chilling

		1	2	3	4	5	6	7
1	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	1						
2	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	0.599**	1					
3	طول ساقه‌چه Pulumle Length	0.451**	0.198	1				
4	طول ریشه‌چه Radicle Length	0.580**	0.625**	0.377*	1			
5	وزن خشک ساقه‌چه Pulume dry weight	0.212	0.348*	0.729**	0.245**	1		
6	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	-0.163	0.442**	-0.051	0.213	0.264**	1	
7	مقدار استفاده از ذخایر Usage amount of reservoirs	0.394**	0.788**	0.014	0.579**	0.173	0.572**	1

منابع

Alizadeh, M., Eisvand, H., 2001. Evaluation of percentage of germination, total speed of germination and vigor index of 9 medicinal plant species. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 7, 133-146. [In Persian with English Summary].

Balochi, H.R., Modarres Sanavi, S.A.M., 2006. Effect of gibberlic acid, prechilling, sulfuric acid and potassium nitrate on seed germination and dormancy of annual medics. Pakistan Journal of Biological Science. 9, 2875-2880.

Ellis, R., Roberts, E., 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technolgy. 9, 373-409.

Elias, S., Copeland, L., 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. Agronmy Journal. 92, 1054-1058.

Fateh, A., Hoseini, N., Sharefzadeh, F., 2004. Investigation breakage dormancy in locoweed. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 13, 345-3606. [In Persian with English Summary].

Nasiri, M., 2008. Investigation of sustable seed germination enhancement and breaking seed dormancy treatment of Montpellier maple. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 16, 94-105. [In Persian with English Summary].

Pasandideh, H., 2010. Assessment seed vigor and planet commercial soybean cultivar with different method. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, University of Mohaghe Ardabili, Iran. [In Persian with English Summary].

Jami Al-Ahmadi, M., Kafi, M., 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia*

www.SID.ir

Archive of SID

scoparia (L). Journal of Arid Environment. 68, 308-314. [In Persian with English Summary].

Powell, A., Matthew, A., Olivera, M., 1984. Seed quality in grain legumes. Advances in Applied Biology. 10, 211-285.

Soltani, A., Gholipoor, M., Zeinali, E., 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Journal of Experiment of Botany. 55, 195-200.

Tipirdamaz, R., Gomurgen, N., 2000. The effects of temperature and gibberellic acid germination of *Erathis hyemalis* (L.) Salisb Seeds. Turkish Journal of Botany. 24, 143-145.

Windauer, L., Altuna, A., Benech-Arnold, R., 2007. Hydro time analysis of Lesquerella fendleri seed germination responses to priming treatments. Industrial Crop and Products. 25, 70-74.

www.SID.ir