ارزیابی درجه حرارتهای حداقل، بهینه و حداکثر جوانه زنی اسفرزه و پسیلیوم

لیلا تبریزی ، مهدی نصیری محلاتی ، علیرضا کوچکی[1]

چکیده

در یک مطالعه آزمایشگاهی، تأثیر درجه حرارتهای مختلف بر جوانه زنی بذر دو گونهٔ اسفرزه (*Plantago ovata*) و پسیلیوم (*Plantago psyllium*) به منظور تعیین درجه حرارت‌های حداقل، بهینه و حداکثر جوانه زنی آنها، بصورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، بطور جداگانه برای هر گونه، مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، تیمارهای درجه حرارت ثابت ۵ ، ۷ ،۱۰ ،۱۵ ، ۲۰ ،۲۵ ،۳۰ و ۳۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تأثیر درجه حرارت روی سرعت و درصد جوانه زنی بذر در هر دو گونه، معنی‌دار بود. حداکثر سرعت جوانه زنی در دماهای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتیگراد به ترتیب برای اسفرزه و پسیلیوم بدست آمد. حداکثر درصد جوانه زنی بذور در اسفرزه، (۱۰۰٪) و پسیلیوم (۹۹٪) به ترتیب در دماهای ۱۵ و ۲۵ درجه سانتیگراد حاصل شد. دامنه حرارتی مطلوب جهت جوانه زنی بذور اسفرزه ۲۰-۱۰ درجه سانتیگراد و در پسیلیوم ۲۵-۱۵ درجه سانتیگراد تعیین شد و با کاهش یا افزایش درجه حرارت از این دامنه ، جوانه زنی بذور بطور معنی‌داری کاهش یافت. بر اساس نتایج حاصل از رگرسیون خطی بین سرعت جوانه‌زنی و دما در هر دو گونه ، درجه حرارتهای کاردینال (حداقل ، بهینه و حداکثر) در اسفرزه به ترتیب ۴/۴، ۱۹/۰ و ۲۵/۵ و در پسیلیوم به ترتیب ۹/۴ ، ۲۸/۸ و ۳۵/۰ درجه سانتیگراد تعیین شدند.

واژه های کلیدی: درجه حرارت‌های کاردینال، درصد جوانه زنی، اسفرزه و پسیلیوم.

مقدمه

جنس Plantago متعلق به خانواده Plantaginaceae، دارای دو گونه دارویی ارزشمند بنام اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و پسیلیوم (*Plantago psyllium* L.) می‌باشد(۷). اسفرزه بومی هند، ایران و دیگر کشورهای خاورمیانه است (۱۳)، هرچند که در ایران کشت و کار آن به لحاظ اقتصادی پیشینه چندانی ندارد. پسیلیوم نیز بومی نواحی مدیترانه بوده و در جنوب فرانسه و اسپانیا بطور تجاری کشت می‌شود (۲). اهمیت این دو گونه بیشتر بدلیل موسیلاژ موجود در بذر و پوسته بذر آنهاست که در پزشکی و صنایع مختلف کاربردهای گسترده‌ای دارند (۱)، بطوری‌که عمدتاً به عنوان ملین مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین تحقیقات اخیر حاکی از آن است که فیبر اسفرزه، در کاهش میزان کلسترول، چربی و قند خون در افراد دیابتی تأثیر بسزایی دارد (۷). جوانه زنی از بحرانی‌ترین مراحل در استقرار گیاهچه ها می‌باشد و اهمیت زیادی در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح دارد و اغلب توسط دما، حتی زمانی که شرایط رطوبتی مناسب است، محدود می‌شود (۱۵). این فرایند با ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه و طویل شدن آنها و

۱- به ترتیب دانشجوی دکتری و اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی (قطب علمی گیاهان زراعی ویژه) ، دانشگاه فردوسی مشهد

Archive of SID

www.SID.ir

تخصیص مواد غذایی ذخیره به محور جنینی آغاز می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

(۳). عوامل محیطی مختلف از جمله حرارت و رطوبت ، جوانه زنی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۵). درجه حرارتهای کمّی با تأثیری که روی جوانه زنی می‌گذارند، ممکن است برای ارزیابی ویژگیهای جوانه زنی یا پتانسیل استقرار گونه های گیاهی مفید باشند (۱۵). تکثیر اسفرزه و پسیلیوم از طریق بذر است و بطور طبیعی از طریق رویشی تکثیر نمی‌شوند. از آنجا که بذر اسفرزه قوه نامیه خود را زود از دست می‌دهد، لذا برای کاشت، بایستی از بذور تازه استفاده شود (۷). بذور اسفرزه تا حدود سه ماه پس از برداشت دارای خواب می‌باشند (۱۴)، که معمولاً خواب را در بذور تازه برداشت شده، از طریق نگهداری بذور در شرایط خشک انبار با یک دوره زمانی مشخص (۱۰ و ۲۰) یا از طریق کشت دردرجه حرارتهای‌پایین (۱۵-۵ درجه سانتیگراد) می‌توان شکست (۱۰، ۱۴ و ۲۰).

عکس العمل جوانه زنی نسبت به درجه حرارت به عوامل متعددی از جمله گونه‌های گیاهی، واریته، منطقه رویش، کیفیت بذر و مدت زمان پس از برداشت بستگی دارد (۱۱). محققین، رابطه خطی بین دما و سرعت جوانه زنی را در برخی گونه های گیاهی گزارش کرده‌اند و عمدتاً از رگرسیون خطی برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه زنی استفاده می‌کنند (۲۱). اثر دما روی جوانه‌زنی می‌تواند بصورت درجه حرارتهای کاردینال بیان شود (۱۱). درجه حرارتهای کاردینال شامل درجه حرارت حداقل[1] (در کمتر از آن جوانه زنی صورت نمی‌گیرد)، بهینه[2] (درجه حرارتی که بیشترین درصد جوانه زنی در کوتاهترین زمان رخ می‌دهد) و درجه حرارت حداکثر[3] (در بیشتر از آن جوانه زنی رخ نمی‌دهد و پروتئینهای ضروری برای جوانه زنی تجزیه می‌شوند) هستند، که برای ارائه مدل پیش بینی جوانه زنی بذور در گونه های گیاهی مورد نیاز می‌باشند (۲۱). با توجه به اینکه تاکنون گزارشی مبنی برتعیین درجه حرارتهای کاردینال اسفرزه و پسیلیوم یافت نشده است، لذا هدف از این تحقیق تعیین دامنه حرارتی مناسب جوانه زنی و شناسایی رابطه بین درجه حرارت و سرعت جوانه زنی بذور اسفرزه و پسیلیوم بود، ضمن اینکه درجه حرارتهای کاردینال (حداقل، بهینه و حداکثر)جوانه زنی این دو گونه نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

1 -Minimum Temperature
2 - Optimum Temperature
3 - Maximum Temperature

مواد و روشها

به منظور تعیین دماهای حداقل، بهینه و حداکثر جوانه‌زنی برای دو گیاه اسفرزه و پسیلیوم، تیمارهای درجه حرارت ثابت ۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شدند. بذوری مورد آزمایش قرار گرفتند که دوره خواب آنها طی نگهداری در شرایط طبیعی آزمایشگاه (تاریکی و درجه حرارت نرمال محیط) سپری شده بود و از نظر اندازه و رنگ یکنواخت بودند. جوانه زنی بذور در داخل ژرمیناتورهایی که در درجه حرارتهای ثابت ذکر شده تنظیم شده بودند، صورت گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار برای هر گیاه در نظر گرفته شد. برای هر تکرار ۵۰ عدد بذر منظورگردید که پس از شمارش و ضد عفونی با محلول وایتکس ۱۰ درصد (دارای ۵/۲۵ درصد هیپوکلریت سدیم) و سپس شستشو با آب مقطر، در پتری دیشهایی به قطر ۹ سانتی متری استریل شده، حاوی کاغذ صافی واتمن که توسط آب مقطر نیز به مقدار کافی مرطوب گردیده بودند، قرار گرفتند. سپس پتری دیشهای حاوی بذور هر گیاه به ژرمیناتورهای تنظیم شده در دمای ثابت مورد نظر و در شرایط بدون نور(۶ و ۹) ، منتقل شدند.

شمارش بذور جوانه زده، پس از ۲۴ ساعت از شروع آزمایش، هر روز صبح انجام شده و بذور جوانه زده پس از شمارش و ثبت، از پتری ها خارج می‌شدند. معیار جوانه زنی بذور، خروج ریشه‌چه[4] و قابل رؤیت بودن آن (حداقل به طول یک میلیمتر) در نظر گرفته شد (۸، ۱۲ و ۱۵). عمل شمارش بذور تا زمان اتمام جوانه زنی، بطور مرتب و مداوم

4- Radicle

Archive of SID

www.SID.ir

صورت گرفت. اندازه گیری سرعت جوانه زنی بذور از روش ماگویر و با استفاده ازمعادله زیر صورت گرفت (۱۶) :

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$ معادله (۱)

Rs: سرعت جوانه زنی(تعداد بذر در روز)

Si : تعدادبذر جوانه زده در هر شمارش

Di : تعداد روز تا شمارش n ام

تعیین درجه حرارتهای حداقل، بهینه و حداکثر با استفاده از رگرسیون خطی[1] بین سرعت جوانه زنی، که بر اساس تعداد بذر در روز محاسبه شده بودند، و درجه حرارتهای مختلف صورت گرفت، که در آن درجه حرارتهای مختلف به عنوان متغیر مستقل(محورX) و سرعت جوانه زنی به عنوان متغیر وابسته (محورY) در نظر گرفته شد (۲۴) ، تا رابطه بین دما و جوانه زنی در دو گونه را نیز تشریح نماید. با برازش خطوط رگرسیونی در طرفین نقطه بهینه (پایین تر از نقطه بهینه[2] و بالاتر از نقطه بهینه) ، محل تقاطع خطوط رگرسیون برازش داده شده با محور Xها (درجه حرارت)، به عنوان درجه حرارتهای حداقل و حداکثر تخمین زده شد (۸ و۲۱). خطوط به نحوی برازش داده شدند که اولاً ضریب همبستگی (R^2) آنها بالا باشد، و ثانیاً پراکنش نقاط واقعی در اطراف منحنی برازش داده شده مناسب بوده و روند منطقی را نشان دهد. معادله رگرسیون بین سرعت جوانه‌زنی و درجه حرارت عبارت بود از(۱۵) :

$$Y=a+bX \qquad X \le To$$ معادله (۲)

دراین معادله Y: سرعت جوانه زنی بذور ، a : عرض از مبدأ، X: درجه حرارت ، b : شیب خط است که با قرار دادن Y=0 در معادله فوق و حل آن برای X ، درجه حرارت حداقل و حداکثر جوانه زنی بدست می‌آید (۱۵) :

$$X= -a/b \qquad X \ge To$$ معادله(۳)

معادله نهایی با احتساب درجه حرارت بهینه (To)، بر اساس مدل مثلثی (Triangular) برازش داده شد و به این ترتیب مقادیر درجه حرارتهای حداقل(Tmin)، بهینه (To) و حداکثر(Tmax) تعیین گردید.

قبل از آنالیز آماری، بر روی داده‌های بر حسب درصد، تبدیل زاویه‌ای انجام شد (۱۲و۲۳)، سپس مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از رگرسیون خطی بین سرعت جوانه زنی و دما، بطور جداگانه در دامنه دمایی پایینتر و بالاتر از درجه حرارت بهینه، با همبستگی بالا و مناسب، نشان داد که خطوط رگرسیون مذکور در دو نقطه محورXها را قطع می‌کنندکه در اسفرزه نقاط ۴/۴ و ۲۵/۵ درجه سانتیگراد، و در پسیلیوم نقاط ۹/۴ و ۳۵/۰ درجه سانتیگراد روی محور Xها، به ترتیب به عنوان درجه حرارتهای حداقل و حداکثر جوانه زنی دو گیاه تعیین شدند (شکل‌های ۱ و ۲).

اختلاف میانگین سرعت جوانه زنی بذور اسفرزه و پسیلیوم در تیمارهای مختلف درجه حرارت معنی‌دار بود ($P <$ ۰/۰۵). در اسفرزه بین سرعت جوانه زنی در دماهای ۷، ۱۰، ۱۵ ، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتیگراد تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P <$ ۰/۰۵)، ولی در پسیلیوم تفاوت معنی‌دار بین سرعتهای جوانه زنی در دامنه وسیعتری از درجه حرارت ملاحظه شد (جدول ۱) . با مقایسه دو گونه ملاحظه می‌شود که حداکثر سرعت جوانه زنی در اسفرزه در دمای کمتری (۲۰°C) نسبت به پسیلیوم(۲۵°C) حاصل شد و جوانه زنی اسفرزه نسبت به پسیلیوم در دماهای کمتر، واکنش بهتری نشان داد. شیمف و همکاران (۲۲) گزارش دادند که سرعت جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی شاخص حساستری از دما بود که جوانه‌زنی را تحت تاثیر قرار داد. تاثیر درجه حرارتهای مختلف بر درصد جوانه زنی اسفرزه و پسیلیوم معنی‌دار بود ($P <$ ۰/۰۵)، بطوری‌که بالاترین درصد جوانه‌زنی بذور در اسفرزه در دمای ۱۵°C و در پسیلیوم در دمای ۲۵°C مشاهده شد. هرچند که در اسفرزه بین دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتیگراد و در پسیلیوم بین دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتیگراد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت

1- Linear Regression
2 -Sub-optimal
3- Supra- optimal

Archive of SID

www.SID.ir

($P > ۰/۰۵$) (جدول۱). مقایسه میانگینهای درصد جوانه زنی در تیمارهای مختلف درجه حرارت، نشان داد که به موازات افزایش درجه حرارت از $۵^{\circ}C$ ، درصد جوانه‌زنی در گونه اسفرزه شروع به افزایش نمود و در$۱۵^{\circ}C$ به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن با افزایش دما روند کاهشی داشت. در گونه پسیلیوم روند افزایش درصد جوانه زنی با افزایش دما کندتر بود، بطوری‌که بالاترین درصد جوانه زنی در دمای $۲۵^{\circ}C$ ملاحظه شد و با افزایش دما در بالاتر از آن، روند کاهشی شد (جدول۱). ملاحظه می‌شود که واکنش جوانه زنی بذور اسفرزه به دما نسبت به پسیلیوم در دامنه حرارتی وسیعتری صورت گرفت و بذور اسفرزه در دامنه حرارتی پایینتری نسبت به پسیلیوم جوانه زدند. بطوریکه دامنه حرارتی مطلوب جهت جوانه زنی بذور اسفرزه بین $۲۰-۱۰^{\circ}C$ و در پسیلیوم بین$^{\circ}C$ ۲۵-۱۵ بود. نجفی (۶) در مطالعه خود ، دامنه حرارتی مطلوب برای جوانه زنی اسفرزه را ۴ تا۱۰ درجه سانتیگراد گزارش نمود و عنوان کرد که با افزایش درجه حرارت از این دامنه ، جوانه زنی بذور اسفرزه کاهش یافت. مطابق گزارش مک نیل و همکاران (۱۷)، درجه حرارتهای بالا و پایین سرعت جوانه‌زنی اسفرزه را کاهش دادند، ایشان بهینه دمای جوانه‌زنی اسفرزه را $۱۴^{\circ}C$ عنوان کرده‌اند. محققین دیگری نیز کاهش درصد جوانه‌زنی اسفرزه را با افزایش دما گزارش کرده‌اند (۱۴ و ۱۹). بطور کلی ملاحظه شد که با افزایش درجه حرارت از دامنه حرارتی مطلوب جوانه زنی، درصد و سرعت جوانه زنی بذور کاهش یافت و روند کاهش درصد جوانه زنی در اثر افزایش دما در هر دو گونه، بیشتر از کاهش سرعت جوانه‌زنی بود (جدول۱). از طرفی درصد و سرعت جوانه زنی درون توده‌های بذری همانند اکوتیپهای گیاهی ممکن است تفاوت داشته باشد(۱۵) بطوری‌که نجفی (۶) در تحقیق خود درجه حرارت حداقل اسفرزه را $۱/۵^{\circ}C$ گزارش نمود. دمای بهینه جوانه‌زنی بذور اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب $۱۹/۰^{\circ}C$ و ۲۸/۸ درجه سانتیگراد بود. دمای بهینه جهت جوانه زنی بذر، به ژنتیک گیاه و شرایط اقلیمی که گیاه در آن رشد و نمو می‌کند، بستگی دارد (۴). برای بذور اکثر گونه‌های گیاهی، دمای بهینه و حداکثر جوانه‌زنی به ترتیب بین۳۰-۱۵ و۴۰-۳۰ درجه سانتیگراد گزارش شده است (۱۱). درجه‌حرارت‌های کاردینال بذور اسفرزه و پسیلیوم در جدول(۲) نشان داده شده است. با تعیین درجه حرارت‌های کاردینال، امکان ارزیابی محدودیتهای جغرافیایی گونه ها و زمان کشت آنها ممکن می‌گردد (۲۱). شاید بتوان گفت که درجه حرارت حداقل، بهینه و حداکثر برای پیش‌بینی مراحل رشد و نمو گیاهان زراعی شاخصهای مناسبی هستند، هرچند که برای تأیید این فرضیه نیاز است که آزمایشات متعددی صورت گیرد.

میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

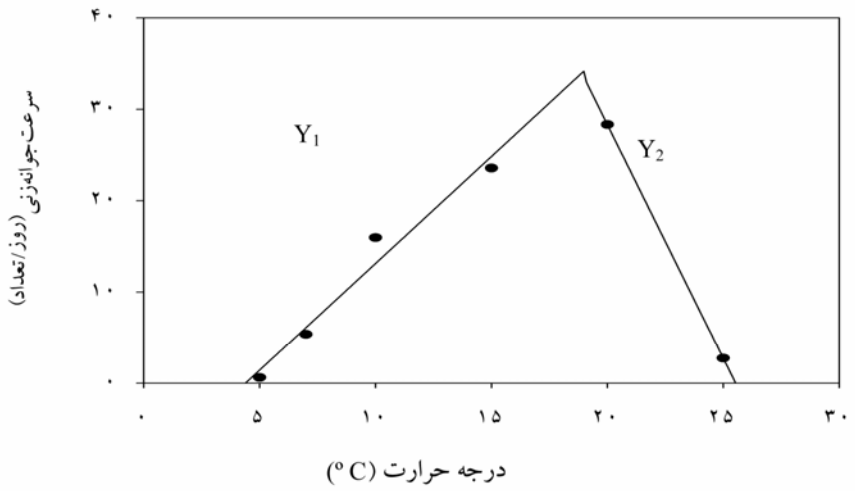
جدول ۱ - مقایسه میانگین تأثیر درجه حرارتهای مختلف بر درصد و سرعت جوانه زنی بذور اسفرزه و پسیلیوم

درجه حرارت($^{\circ}C$)	درصد جوانه زنی		سرعت جوانه‌زنی(تعداد بذر در روز)	
	اسفرزه	پسیلیوم	اسفرزه	پسیلیوم
۵	۱۵/۵ e	۰/۰ c	۰/۶۰ f	۰/۰ c
۷	۹۲/۵ c	۰/۰ c	۵/۳۸ d	۰/۰ c
۱۰	۹۹/۰ ab	۰/۰ c	۱۵/۹۷ c	۰/۰ c
۱۵	۱۰۰/۰ a	۹۸/۰ a	۲۳/۵۷ b	۱۳/۰۹ b
۲۰	۹۸/۵ b	۹۷/۵ a	۲۸/۳۳ a	۱۴/۰۶ b
۲۵	۲۷/۰ d	۹۹/۰ a	۲/۷۳ e	۲۸/۰۴ a
۳۰	۰/۰ f	۹۰/۰ b	۰/۰ f	۲۷/۱۲ a
۳۵	۰/۰ f	۰/۰ c	۰/۰ f	۰/۰ c

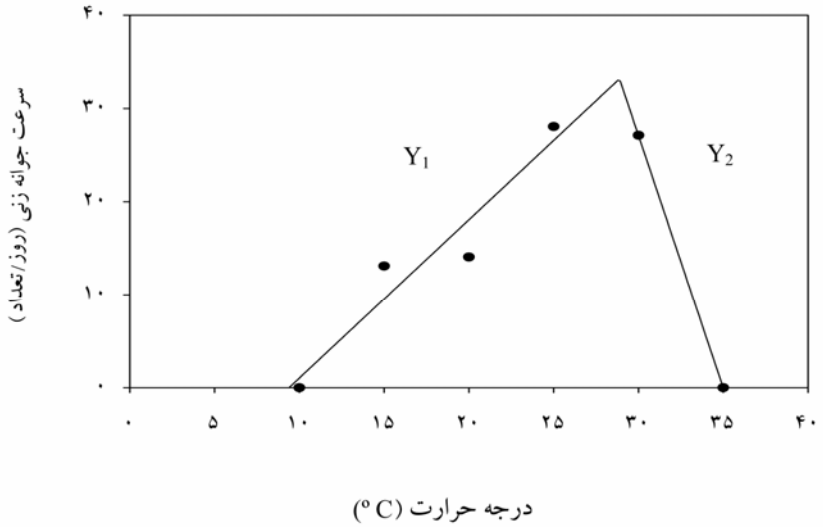
Archive of SID

www.SID.ir

در هر ستون، میانگین های دارای حروف مشترک، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارد.



شکل ۱- تاثیر درجه حرارتهای مختلف بر سرعت جوانه زنی بذر اسفرزه، $Y1 = 10.2728 + 2.34\ T$
$Y2 = 130.7213 - 5.119\ T$, $R^2 = 0.9883$



شکل ۲ - تاثیر درجه حرارتهای مختلف بر سرعت جوانه زنی بذرپسیلیوم، $Y1 = 15.987 + 1.702\ T$
$Y2 = 189.826 - 5.423\ T$ و $R^2 = .582$

www.SID.ir

جدول ۲ - درجه حرارتهای کاردینال جوانه زنی اسفرزه و پسیلیوم

درجه حرارت‌های کاردینال (°C)	گونه	
	اسفرزه	پسیلیوم
درجه حرارت حداقل	۴/۴	۹/۴
درجه حرارت بهینه	۱۹/۰	۲۸/۸
درجه حرارت حداکثر	۲۵/۵	۳۵/۰

فهرست منابع

۱- ابراهیم زاده معبود، ح.، م.م. میرمعصومی و م. فخرطباطبایی. ۱۳۷۷. اثر عوامل اقلیمی- خاکی بر میزان محصول بذر اسفرزه، بارهنگ و پسیلیوم. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ش.۲۲. ص. ۱۴۰ - ۱۲۵.

۲- جاوید تاش، ا. ۱۳۷۵. نتایج کشت گیاه اسفرزه. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. شماره انتشار ۱۱۹.

۳- رحیمیان مشهدی ، ح.، ع. باقری و ا. پاریاب. ۱۳۷۰. اثر پتانسیلهای مختلف حاصل از پلی اتیلن گلایکول و کلرور سدیم توام با درجه حرارت بر جوانه زنی توده های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج.۵. ش.۱. ص.۴۶-۳۷.

۴- سلیمی، ح. و م. قربانلی.۱۳۸۰. بررسی جوانه زنی بذور یولاف وحشی در شرایط متفاوت و تاثیر برخی عوامل موثر در شکست خفتگی بذر. رستنیها. ج.۲. ص. ۵۵-۴۱.

۵- کوچکی، ع. و ح. مومن شاهرودی. ۱۳۷۵. اثر پتانسیل آب و اندازه بذر بر خصوصیات جوانه زنی بذر نخود (*Cicer arietinum*). مجله بیابان. ج.۱. ش.۲،۳ و۴. ص.۶۶-۵۳.

۶- نجفی، ف. ۱۳۸۰. تاثیر رژیمهای مختلف آبیاری و تراکم بر کیفیت و کمیت گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۷- نقدی آبادی، ح.، آ. دست پاک و س.ع. ضیایی. ۱۳۸۲. مروری بر گیاه اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و *Plantago psyllium L.*). فصلنامه گیاهان دارویی. ش. ۹. ص.۱۳-۱.

8- Aflakpui, G. K. S., P. J. Gregory, and R. J. Froud-williams. 1998. Effect of temperature on seed germination rate of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. Crop Protection. 17: 129-133.

9- Cadho, K. L, and G. Rajender. 1995. Advances in Horticulture Medicinal and Aromatic Plants. Vol. 11. Maldorta. Pub. New Delhi.

10-Chandler, C. 1953. Seed germination for some species of plantago. Contribution from Boyce Thompson Institute. 17: 265-271.

11- Copeland, L. O., and M. B. McDonald. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Pub. Chapman & Hall. USA.

12- Dinda, K., and L. E. Craker. 1998. Growers Guide to Medicinal Plants. HSMP Press. Amherst, MA.

13- Gonzalez-Melero, J. A., F. Perez-Garcia and J. B. Martinez-Laborde. 1997. Effect of temperature, scarification and gibbrellic acid on the seed germination of three shrubby species of Coronilla. L (Leguminosae). Seed Science and Technology. 25: 167-175.

Archive of SID

www.SID.ir

14-Hanson, C. V., E. A. Oelke, D. H. Putnam, and E. S. Oplinger. 1992. Psyllium. Alternative Field Crops Manual. Hort. Purdue University, Indiana.

15- Jordan, G. L., and M. R. Haferkamp. 1989. Temperature responses and calculated heat units for germination of several range grasses and shrubs. Journal of Range Management. 42: 41-45.

16- Maguire, J. D. 1962. Speed of Germination-Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. Crop Science. 2: 176-177.

17- McNeil, D. L., and R.S. Duran. 1992. Effect of pre-germination treatments on seedling establishment and development of *Plantago ovata* Forsk. Tropical Agriculture. 69: 229-234.

18- Morton, J. F. 1977. Major Medicinal Plants. Pub. Charles Thomas.

19- Patel, B. K., J. C. Chavda, and D. J. Parmar. 1999. Optimum temperature for germination test of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Gujarat Agriculture University Research Journal. 24: 103-104.

20- Patel, N. H., S. Siram and K. C. Dalal. 1978. Effect of seed age and temperature on germination of isabgol seed. III. All India Workshop on Medicinal and Aromatic Plants, Held at Indore.

21- Ramin, A. A. 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium ampeloprasum* L. spp. iranicum W.). Seed Science and Technology. 25: 419-426.

22- Schimpf, D. J., S. D. Flint, and I. G. Palmblad. 1977. Representation of germination curves with the logistic function. Annuals of Botany. 41: 1357-1360.

23- Suzuki, H., and A. A. Khan. 2000. Effective temperature and duration for seed humidification in snap bean *(Phaseolus vulgaris* L.). Seed Science and Technology. 28: 381-389**.**

24- Wiese, A. M., and L. K. Binning. 1987. Calculating the threshold temperature of development for weeds. Weed Science. 35: 177-179.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigations on the cardinal temperatures for germination of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*

L. Tabrizi , M. Nassiri Mahallati , A. Koocheki [1]

Archive of SID

Abstract

A laboratory study was conducted to investigate the effect of different temperatures on seed germination of two species of Plantago namely *P. ovata* and *P. psyllium* in a completely randomized design with four replications. Various constant temperature (5, 7, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 ˚C) were considered. According to the results, the effect of temperature on rate and percentage of seed germination in both species was significant. The highest germination rates were in 20 and 25 ˚C for *P. ovata* and *P. psyllium*, respectively. Maximum seed germination occurred for *P. ovata* (100%) and *P. psyllium* (99%) in 15 and 25 ˚C , respectively. Optimum thermal range for seed germination of *P. ovata* was (10-20˚C) and for *P. psyllium* was (15-25˚C). By increasing or decreasing temperature beyond the optimal thermal range, percentage of seed germination was decreased significantly. Based on linear regression between germination rate and temperature in both species, the cardinal temperatures: minimum(Tmin), optimum(To) and maximum (Tmax) were determined which were: 4.4, 19.0 and 25.5 ˚C for *P.ovata* and 9.4, 28.8 and 35.0˚C for *P. psyllium*, respectively.

Keywords: Cardinal temperature, germination percentage, *Plantago ovata* , *Plantago psylium*.

1-Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, (Center of Excellence for Special Crops)

www.SID.ir