یافته های نوین کشاورزی
سال ششم- شماره۱- پاییز ۱۳۹۰

مطالعه تاثیر میزان پتانسیل اسمزی محیط بر جوانه زنی برخی ژنوتیپ های زیره سبز

مهدی کاکایی *، مربی اصلاح نباتات، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه
دانیال کهریزی، عضو هیأت علمی دانشگاه رازی- گروه پژوهشی بیوتکنولوژی مقاومت به خشکی دانشگاه رازی
محسن منصوری، دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

چکیده

استرس محیطی خصوصاً استرس خشکی و اسمزی از جمله مهمترین عوامل ایجاد اختلال در مراحل رشد و نمو گیاهان دارویی به‌ویژه جوانه زنی در مناطق خشک است. درصد زیادی از داروهای مورد استفاده انسان ها منشا گیاهی دارد. با نظر به گسترش اراضی خشک جهت زراعت شناسایی گیاهان دارویی مقاوم به خشکی خصوصاً در مرحله جوانه زنی بعنوان بهترین مرحله رشدی گیاه روشی مطلوب است. به همین منظور جهت مطالعه اثر غلظت های مختلف خشکی حاصل از پلی اتیلن گلایکول بر ژنوتیپ های مختلف زیره سبز ماهان، جوپار و هینک از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. تنش اسمزی ایجاد شده شامل سطوح صفر یا شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ ٪ معادل ۰، ۰/۰۳-، ۰/۱۹- و ۰/٤۱- مگاپاسکال بود اعمال شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین دو عامل آزمایش اثر متقابل معنی دار در سطح احتمال ۵٪ فقط برای صفت سرعت جوانه زنی معنی دار بود. بین سطوح مختلف اسمز برای سایر صفات در سطح ۱٪ تفاوت وجود دارد، با توجه به مقایسات میانگین سطوح اسمز، بیشترین مقدار سرعت جوانه زنی در بین سطوح اسمزی مربوط به تیمار شاهد بود.

واژه های کلیدی: زیره سبز، پلی اتیلن گلایکول، جوانه زنی

* نویسنده مسئول: E-mail: Mehdikakaei@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۷/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۲/۲۰

مقدمه

بذر مهمترین عامل در کشاورزی است که در تولید نقش اصلی را دارد. محلول اسمزی پلی اتیلن گلایکول اغلب جهت کنترل پتانسیل آبی در مطالعه جوانه زنی بذور مورد استفاده قرار می گیرد (۲۱). زیره سبز با نام علمی *(Cuminum cyminum)* گیاهی یک ساله از خانواده جعفری و ارتفاع آن بر حسب شرایط محیطی از ۱۵ تا ۵۰ سانتیمتر متغیر است. ریشه آن راست بوده و به طور مستقیم در خاک می روید. ضخامت ریشه آن٤-۲ میلی‌متر می باشد (۲۲). ابتدائی ترین روش ارزیابی کیفیت بذر تعیین درصد جوانه زنی آن تحت شرایط آزمایشگاهی می باشد (٤). جوانه زنی مهم ترین مرحله زندگی گیاه است و مقاومت در طول دوره خشکی و جوانه زنی گیاه را پایدار می کند. ایران، با میانگین بارندگی ۲٤۰ میلی متر جز کشورهای خشک طبقه بندی می شود (۲۰). کاکایی (۱۳۸۷) در مطالعه اثر جیبرلیک اسید و سرما دهی بر جوانه زنی بذر آویشن شیرازی بین صفات تنوع معنی داری را مشاهده کرد. حسنی (۱۳۸٤)در مطالعه اثر تنش آبی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر خصوصیات جوانه زنی بذر گیاه ریحان ابراز داشت که تنش آبی اثرات معنی داری بر جوانه زنی بذر ریحان دارد. جاجرمی(۲۰۰۹) در مطلعه اثرات تنش آبی روی شاخص های جوانه زنی در هفت رقم گندم بیان کرد که درصد جوانه زنی نمی تواند شاخص مناسبی برای شناسایی واریته باشد. صدرآبادی حقیقی و میلانی، ۱۳۸۸ در مطالعه اثرات اسمزی جوانه زنی بذور اسفرزه و پسیلیوم گزارش کردند که کلرید پتاسیم و پلی اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ به ترتیب کمترین و بیشترین تاثیر را در کاهش شاخص های جوانه زنی گذاشته اند. بررسی اثرات پلی اتیلن گلایکول در جوانه زنی توسط محققین بسیاری گزارش شده است (۱، ۳، ٦، ۷ و ۹).

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گیاهی است علفی و یکساله از تیره چتریان که در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی کاربرد گسترده ای دارد (۱۸). کاشت این گیاه در ایران در استان های خراسان، سمنان ، یزد، آذربایجان شرقی، اصفهان، سیستان و بلوچستان، کرمان، مرکزی و گلستان به صورت دیم و آبی صورت می گیرد که سطح زیر کشتی بالغ بر ۵۰۰۰۰ هکتار را شامل می شود (۱۱). ایران یکی از مهمترین تولید کنندگان زیره سبز در دنیاست که سهم زیادی از تولید جهانی این محصول را در اختیار دارد. محصول زیره سبز دارای ارزش اقتصادی بالایی بوده و صادرات آن می تواند ارزآوری مناسبی را در پی داشته و در عین حال اشتغال قابل توجهی را در داخل تولید نماید (٦).

مرحله جوانه زنی بذر در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح اهمیت زیادی دارد و تراکم کافی بوته در واحد سطح زمانی بدست می آید که بذرهای کاشته شده به طور کامل و با سرعت کافی جوانه زنند (باقری و همکاران، ۱۳٦۷). شوری خاک (یا آب) از جمله عوامل تنش زای محیطی می باشد که علاوه بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می نماید (۲٤). یکی از موانع عمده استفاده بهینه از گیاهان دارویی در خارج از رویشگاه

طبیعی، محدودیت میزان جوانه زنی و طولانی بودن خواب بذر آنها می باشد (۲۵). طی دوره خواب حتی اگر شرایط مناسب محیطی نیز فراهم باشد، جوانه زنی صورت نمی گیرد. این امر در شرایط نامساعد رویشی سودمند است، زیرا بذر غیرفعال است و در نتیجه بسیاری از تنشهای محیطی و شرایط نامناسب اقلیمی را بهتر تحمل کرده، تداوم نسل و بقای گونه گیاهی تضمین می گردد (١٦، ٢٤ و ٢٦).

جوانه زنی یکی از مراحل رشدی گیاه است که می تواند تحت تأثیر تنش محیطی نظیر خشکی نیز واقع شود. مطالعات انجام شده و منابع موجود در زمینه اثرات پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی زیره سبز محدود بوده لذا ناگزیر به اشاراتی در مورد سایر گیاهان زراعی شدیم. حسینی و رضوانی مقدم (۱۳۸۵) در مطالعه ی تحت عنوان اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه زنی اسفرزه گزارش کردند که با افزایش تنش شوری و خشکی به طور معنی دار از سرعت و درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه کاسته شد و بهترین محدوده رطوبتی برای جوانه زنی بذرها ی اسفرزه شرایط عدم تنش تا پتانسیل آب ۸- بار تعیین گردید و نیز گزارش کردند که جوانه زنی بذرهای اسفرزه تا حدودی شرایط تنش شوری را بهتر از شرایط خشکی تحمل می کنند. در حال حاضر کشاورزی تکیه گاه مهم امنیت غذایی و حیات اقتصادی کشور می باشد. از طرف دیگر آب به عنوان مهمترین و محدود کننده ترین عامل تولید، در این بخش مطرح می باشد.

بهینه سازی راندمان آبیاری به منظور استفاده هر چه بیشتر از آب هر چند بسیار مهم است ولی شاید نتواند اهمیت موضوع را بطور کامل نشان دهد، زیرا راندمان آبیاری بیشتر یک موضوع مهندسی بوده و کمتر در آن مسائل زراعی در نظر گزفته می شود (١٦). سلامی و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز و سنبل الطیب ابراز کردند که در مرحله جوانه زنی ژنوتیپ های مختلف زیره سبز تحمل بالایی به شوری نشان دادند ولی گیاه سنبل الطیب در برابر تنش های شوری بالا در این مرحله حساس بود.

مواد و روش ها

با هدف تعیین اثر سطوح خشکی (اسمزی) بر جوانه زنی زیره سبز از آزمایش فاکتوریل با دو عامل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه سطوح عامل اول شامل ژنوتیپ های زیره سبز ماهان، جوپار و هینک بوده عامل دوم تنش اسمزی که سطوح آن شامل غلظت های صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ ٪ (معادل ۰، ۰/۱۳-، ۰/۱۹- و ۰/٤١- مگاپاسکال) بود. برای ضد عفونی بذور مذکور، ابتدا به طور جداگانه در هیپو کلریت سدیم ۲/۵٪ به مدت ۱۸ دقیقه ضد عفونی سطحی شدند، پس از شستشو با آب مقطر به مدت ۳۰ ثانیه در الکل ۷۰٪ ضد عفونی شدند و در داخل ظروف پتری شیشه ای استریل (زیر هود لامینار و در شرایط استریل) بر روی کاغذ صافی قرار داده

شدند. در داخل هر پتری ۲۰ عدد بذر قرار گرفت. جهت ایجاد پتانسیل اسمزی از محلول های پلی اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ پس از تهیه و آماده سازی در سطوح مذکور استفاده گردید. (Mexal *et al.,* 1975). پتری دیش ها در ژرمیناتور با فتوپریود ١٦ ساعت روشنایی و ٨ ساعت تاریکی بوده، و رطوبت ١٦ درجه سانتیگراد بعد از ١٤ روز از زمان کشت به اندازه گیری پارامترهای مختلفی نظیر، درصد جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، شاخص بنیه بذر، طول ساقه چه، طول ریشه چه، وزن تر ساقه چه و ریشه چه، وزن خشک ساقه چه و ریشه چه اقدام گردید. بطور روزانه در یک زمان ثابت بذور جوانه زده مورد شمارش قرار گرفتند بذوری که حداقل ۲ میلی‌متر جوانه زده بودند به‌عنوان بذور جوانه زده به شمار رفت. اندازه گیری پارامتر های وزن خشک پس از قرار گرفتن نمونه های تر به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد در آون قرار گرفت. برای اندازه گیری صفات سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، شاخص بنیه بذر از فرمول های زیر استفاده شد:

متوسط زمان جوانه زنی $= \sum (n.d)/N$

n: تعداد بذر های جوانه زده در هر روز

d: تعداد روز از شروع آزمایش

N: تعداد کل بذرهای جوانه زده در پایان آزمایش

درصد جوانه زنی $= T/S \times 100$

T: تعداد بذور جوانه زده

S: تعداد کل بذر

سرعت جوانه زنی $= \sum (N. \times D.)/T$

که در آن T تعداد بذرهای جوانه زده، S تعداد بذرهای قرار داده شده در هر ظرف پتری، .N تعداد بذرهای جوانه زده در روز iام و .D تعداد روزها پس از شروع آزمایش می باشد (۹).

شاخص بنیه بذر = درصد جوانه زنی × مجموع اندازه طول گیاهچه × ۱۰۰

محاسبات آماری توسط نرم افزار Excel و MSTATC صورت گرفت. میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن (DMRT) مورد مقایسه میانگین ها قرار گرفتند.

نتاج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که بین دو عامل آزمایش (ژنوتیپ و سطوح اسمز)، اثر متقابل در سطح احتمال ۵ ٪ فقط برای صفت سرعت جوانه زنی، معنی دار بود. همانطوری که از جدول نمایان است بین سطوح مختلف اسمز برای سایر صفات در سطح ۱ ٪ تفاوت وجود دارد، ولیکن تفاوتی

بین ژنوتیپ از نظر صفات مذکور (به جز صفت بنیه بذر) وجود ندارد که پیشنهاد این است سطوح اسمزی متنوع تری روی ژنوتیپ ها صورت گیرد. جدول های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب مقایسه میانگین صفات مربوط به جوانه زنی ژنوتیپ ها، سطوح اسمز و اثرات متقابل آنها را نشان می دهد. جاجرمی (۲۰۰۹) بیشترین درصد جوانه زنی را در سطح ۳- بار در گندم گزارش کرد و در تحقیق حاضر بیشترین درصد جوانه زنی مربوط به سطح ۰/۱۹- پاسکال بوده است. حسنی (۱۳۸٤) در مطالعه تنش آبی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی بذر ریحان، گزارش کرد که درصد جوانه زنی نهایی تا توان آب ۰/٤۱ مگاپاسکال تغییر معنی داری نداشته و تغییرات، مربوط به توان آب کمتر بوده است.

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		متوسط زمان جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی	شاخص بنیه بذر
تکرار	۲	۰/۱۷۰	۰/۳۱۱	۲٥٤/۸٦۱	۳۸۲۷٥۲۳۸٤
ژنوتیپ	۲	۲/۷۰۰ ns	۰/۲٤٤ ns	۲٦۳/۱۹٤ ns	۱۹٥۲۸۲۰۳۰ns
پلی اتیلن گلایکول	۳	۱٥/۸۷۰**	۲/٤٥۲**	۱۳۸٦/۱۱۱**	۲۸۷۷۷۲٥۹۷۷**
ژنوتیپ× پلی اتیلن گلایکول	٦	۱/۹۱۰ ns	۰/٤۲۱*	۲۱۸/۷٥۰ ns	۲٦٥۸۰۸۱۳۹ ns
خطا	۲۲	۲/۰۷۲	۰/۱٦٤	۱۳۷/٤۳۷	۳۳۱۲۷٥٤۳٦
ضریب تغییرات (٪)		٪۱۷/٥٤	٪۲٥/۰۹	٪۲۰	٪٥۰/٦۷

**،* و ns : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ٥٪ و غیر معنی دار

جدول ۲: مقایسه میانگین های صفات مربوط به جوانه زنی ژنوتیپ های زیره سبز

ژنوتیپ	بنیه بذر	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی
ماهان	٤۰۰۲۰a	٦۳/۷٥a	۱/۷٥٦a	۸/۰۹۸ a
جوپار	۳٥۸۰۰ab	٥۷/٥۰a	۱/٦۱٥a	۷/۷۹۸ a
هینک	۳۱۹٥۰b	٥٤/٥۸a	۱/٤۷۱a	۸/۷۲۷a

در هر ستون اختلاف میانگین هایی که دارای حروف غیر مشابه هستند بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ٥ ٪ معنی دار می باشند

جدول ۳: مقایسه میانگین های اثر سطوح اسمز بر صفات مورد سنجش در ژنوتیپ های زیره سبز

سطوح اسمز (پاسکال)	بنیه بذر	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی
۰ (شاهد)	۲۸٤۳۰c	٦٥/٥٦a	۱/۹٤٦a	۷/٦٥۱b
-۰/۱۳	۳٥۱٥۰b	٦۰/٥٦a	۱/۷۲۲a	۷/٦۲٤b
-۰/۱۹	٦۰۸۹۰a	٦۷/۷۸a	۰/۹٤۱ a	۷/۳٦٥b
-۰/٤۱	۱۹۲۲۰d	٤۰/٥٦b	۰/۸٤٦۷b	۱۰/۱۹a

در هر ستون اختلاف میانگین هایی که دارای حروف غیر مشابه هستند بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ٥ ٪ معنی دار می باشند

جدول ۳: مقایسه میانگین های اثرات متقابل سطوح اسمز و ژنوتیپ بر صفات مورد سنجش در ژنوتیپ های زیره سبز

اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح اسمز	بنیه بذر	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی
a1b1	٤٣٥٤٠b	٧١/٦٧a	٢/٣٨٠a	٦/٦٨٩ab
a1b2	٣٦٢٥٠b	٦٠ ab	١/٥٥٠bc	٧/٩٢٠ab
a1b3	٥٥٧٧٠a	٦٨/٣٣a	١/٨٢٣abc	٨/٢٣١c
a1b4	٢٤٥٠٠c	٥٥ab	١/٢٧٠cd	٩/٥٥١ab
a2b1	١٩٠٧٠c	٦٨/٣٣a	١/٨٩٠abc	٨/١٢٠ab
a2b2	٤٤٨٤٠b	٦٨/٣٣a	٢/١٧٧ab	٦/٩١٩٧c
a2b3	٦٥٢٦٠a	٦٥a	١/٨٤٧abc	٦/٤٢٧ab
a2b4	١٤٠٣٠c	٢٨/٣٣c	٠/٥٤٦٧e	٩/٧٢٥b
a3b1	٢٢٦٨٠c	٥٦/٦٧ab	١/٥٦٧bc	٨/١٤٤a
a3b2	٢٤٣٤٠c	٥٣/٣٣ ab	١/٤٤٠bcd	٨/٠٣٣c
a3b3	٦١٦٥٠a	٧٠a	٢/١٥٣ab	٧/٤٣٨ab
a3b4	١٩١٤٠c	٣٨/٣٣ bc	٠/٧٢٣٣de	١١/٢٩ab

* در هر ستون اختلاف میانگین هایی که دارای حروف غیر مشابه هستند بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال۵ ٪ معنی دار می باشند.

(در ستون اول، a: ژنوتیپ (a1: ژنوتیپ ماهان، a2: ژنوتیپ جوپار، a3: ژنوتیپ هینک) b: سطوح اسمز(b1: ۰(شاهد) ، b2: ۰/۱۳- مگاپاسکال، b3: ۰/۱۹- مگاپاسکال، b4: ۰/٤١- مگاپاسکال)می باشد)

منابع

۱- اکرمیان، م.، حسینی، س. ح.، کازرونی منفرد، ا. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸٦. اثر آماده سازی اسمزی بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill). مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۵، شماره ۱، صفحات ٤٦-۳۷.

۲- حسنی، ع. ۱۳۸٤. اثر تنش آبی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر خصوصیات جوانه زنی بذر گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.). فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۱، شماره ٤، صفحات ٥٤۳-٥۳٥.

۳- حسینی، ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه زنی اسفرزه (Plantago ovata). مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ٤، شماره ۱، صفحات ۲۲-۱٥.

٤- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

٥- صدرآبادی حقیقی، ر. و صانحی میلانی، م. ۱۳۸۸. اثرات اسمزی و خاص یونی بر جوانه زنی اسفرزه و پسیلیوم. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۷، شماره۱، صفحات ۱۰٤-۹۷.

٦- عندلیبی، ب.، زنگانی، ا. و حق نظری، ع. ۱۳۸٤. بررسی اثرات تنش خشکی بر شاخص های جوانه زنی ٦ زقم کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳٦، شماره ۲، صفحات٤٦۳-٤٥۷.

۷- کافی، م.، نظامی، ا.، حسینی، ح. و معصومی، ع. ۱۳۸٤. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی ژنوتیپ های عدس. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۳، شماره ۱، صفحات ۷٦-٦۹.

۸- کاکایی، م. ۱۳۸۷. اثر جیبرلیک اسید و سرما دهی بر جوانه زنی بذر آویشن شیرازی. سمینار کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی کرمانشاه.

۹- معصومی، ع.، کافی، م. و خزاعی، ح. ر. ۱۳۸۷. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی ژنوتیپ های نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد ٦، شماره ۲، صفحات ٤٦۲-٤۵۳.

۱۰- معمار، س. و نصیر زاده، ع. ر. ۱۳۸۳. بررسی اثر پتانسیل منفی بر جوانه زنی و برخی صفات گونه هایی از جنس شبدر. فصلنامه پژوهشی ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. جلد ١٤، شماره ۱، صفحات١٤-۹.

۱۱- هاشمی نیا، س. م.، نصیری محلاتی، م. و کشاورزی، ع. ۱۳۸۸. تعیین آستانه شوری و دمای مناسب و بررسی اثرات توأم آنها بر جوانه زنی زیره سبز (cyminum Cuminum). مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۷، شماره ۱، صفحه ۳۱۰-۳۰۳.

۱۲- کافی، م. ۱۳۸۱. زیره سبز، فناوری تولید و فرآوری. قطب علمی زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۹۵ صفحه.

۱۳- باقری کاظم آباد، ع.، سرمدنیا، غ. و حاج رسولی ها، ش. ۱۳٦۷. بررسی عکس العمل ژنوتیپ های مختلف اسپرس نسبت به تنش های شوری و خشکی در مرحله جوانه زدن. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲ (۲):۵۵-٤۱.

١٤- رجبیان، ط.، صبورا، ع.، حسنی، ب. و فلاح حسینی، ح. ۱۳۸٦. اثر جیبرلیک اسید و سرمادهی بر جوانه زنی بذر آنغوزه. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۳، شماره ۳، صفحه ٤۰٤-۳۹۱.

۱۵- حسینی، ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه زنی اسفرزه (Plantago ovatnva). مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ٤، شماره ۱. صفحه ۲۲-۱۵.

١٦- رحیمیان مشهدی، ح. ۱۳۷۰. اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر رشد و عملکرد زیره سبز. سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران، مرکز خراسان.

۱۷- سلامی، م. ر.، صفر نژاد، ع. و حمیدی، ح. ۱۳۸۵. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز و سنبل الطیب. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شماره ۷۲، صفحه ۸۳-۷۷.

18- Dhillon, N. P. S. 1995. Seed priming of male sterile muskmelon (Cucumis melo L.) for low temperature germination. Seed Science & Technology,23:881-884

19- Mexal, J., Fisher, J. T., Osteryoung, J. and Reid, C. P. P. 1975. Oxygen availability in polyethylene glycol solutions and its implications in plant water relation, Plant Physiology, 55: 914-916.

20- Jajarmi, V. 2009. Effect of Water Stress on Germination Indices in Seven Wheat Cultivar. Word Academy of Science, Engineering and Technology 49: 105-106.

21- Young, J. A., Evans, R. A., Roundy, B. and Cluff, G. 1983. Moisture stress and seed germination. USDA Agricultural Research Service ARM-W-36. Oakland. CA, USA.

22- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York.

23- De, M., De, A. K., Mukhopadhyay, R., Banerjee, A. B. and Miro, M. 2003. Antimicrobial activity of Cuminum cyminum L. Ars Pharmaceutica, 44(3): 257-269.

24- Levitte, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. 2nd edition. New York, Academic Press, USA Salisbury.

25- Gupta, V. 2003. Seed germination and dormancy breaking techniques for indigenous medicinal and aromatic plants. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Science, 25: 402-407.

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