



در منابع طبیعی

اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*)

- محمدرضا سلامی، کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان
- عباس صفرنژاد، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان
- حسن حمیدی، کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

تاریخ دریافت: آذر ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۴

Email: Sebre14@yahoo.com

چکیده

درصد بالایی از داروهای مورد استفاده مردم کشورهای پیشرفته منشأ گیاهی دارد. با توجه به روند افزایشی توسعه اراضی شور و کمبود اراضی زراعی مطلوب برای کشاورزی، شناسایی گیاهان دارویی مقاوم به شوری اهمیت زیادی دارد. انتخاب گیاهان مقاوم به شوری در مرحله جوانه زنی از طریق کشت در محیط هیدروپونیک روشی کم هزینه و مطمئن جهت صرفه جویی در زمان محسوب می‌شود. به همین منظور جهت بررسی اثر غلظت‌های مختلف شوری بر ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*) از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. در این آزمایش از ژنوتیپ‌های زیره سبز مشهد، تربت جام و سرایان استفاده شد. تنش اعمال شده شامل سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی مولار کلرید سدیم بود. نتایج حاصله حاکی از کاهش درصد جوانه زنی، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، بیوماس و نسبت اندام هوایی به ریشه گیاهان زیره سبز و سنبل الطیب با افزایش غلظت‌های شوری بود. در گیاهان مورد مطالعه روند کاهش متفاوت بود و اختلاف معنی‌داری در بین سطوح مختلف شوری مشاهده شد ($p < 0.01$). در مرحله جوانه زنی ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز تحمل بالایی به شوری نشان دادند ولی گیاه سنبل الطیب در برابر تنش‌های شوری بالا در این مرحله حساس بود. بر اساس نتایج آزمایش، ژنوتیپ زیره سبز سرایان از نظر تحمل به شوری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، برتری نشان داد.

کلمات کلیدی: شوری، هیدروپونیک، NaCl، زیره سبز و سنبل الطیب

Pajouhesh & Sazandegi No:72 pp: 77-83

Effect of salinity stress on morphological characters of *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis*

By: Salami M.R., A. Safarnejad and H. Hamidi

Khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center. Masshad, Iran.

High percent of medicines are used in developed countries have herbal origin. With regard to the development of saline lands and the shortage of agricultural lands, it comes into great importance to make use of salt tolerant plant. Cultivation of plants in hydroponic environment is a reliable and economical method in order to select the salt tolerant

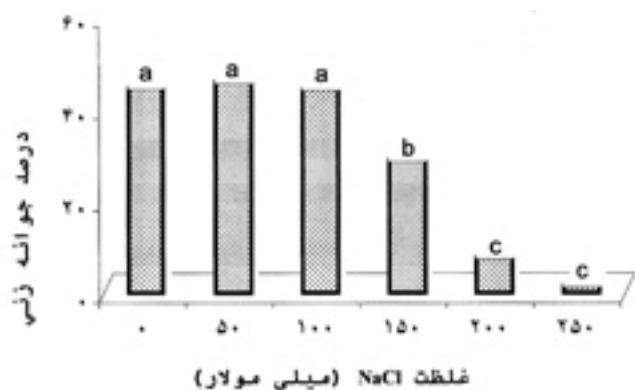
plant. An experiment was carried out in order to study the effect of different salinity levels on *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis* in germination and seedling stages in a completely randomized design with four replications. The seed genotypes used were Mashhad, Serayan and Torbat-e-Jam. Salinity levels applied were zero (control), 50, 100, 150, 200 and 250 mM. The result showed that by increasing salinity level percentage of germination, root length, shoot length, root dry weight, shoot dry weight, biomass, and shoot/root ratio decreased. This decrease was different among the studied plants and there was significant different between concentrations of salinity ($p < 0.01$). *C. cyminum* had a high tolerance to salinity in their germination and seedling stages phase, but *V. officinalis* showed sensitive to increased salinity in this phase. In this experiment, Serayan genotype was more salt tolerant than other genotypes.

Key words: Salinity, Hydroponic, NaCl, *C. cyminum* and *V. officinalis*

مقدمه

مراحل با تحمل بالاتر از آب‌های شور استفاده نمود. خسارت شوری در گیاهان از طریق اثر اسمزی، اثر سمیت ویژه یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی می‌باشد (۱۳، ۱۶). از معیارهای مهم در انتخاب ارقام برای مقاومت به شوری اندازه‌گیری سرعت رشد گیاه و غلظت یون می‌باشد (۱۵). کاهش رشد و عملکرد بستگی به غلظت نمک دارد. هرچه غلظت نمک بیشتر باشد کاهش رشد محسوس‌تر است و سرعت توسعه برگ تحت تأثیر میزان سدیم و کلر قرار می‌گیرد و می‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین مقاومت به شوری باشد (۸). اکثر گزارشات حاکی از این است که شوری سبب کاهش رشد و تولید ماده خشک گیاهان می‌شود (۱، ۳، ۸، ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۲). اعمال شوری از طریق اضافه کردن نمک‌های NaCl و CaCl_۲ به محلول غذایی در بستر کاشت شن و ایجاد سطوح مختلف شوری (مثلاً، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ مول در متر مکعب) به منظور بررسی عملکرد زیره سبز تحت تنش نشان داده است که شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد زیره سبز اثر منفی معنی‌داری دارد و همچنین افت عملکرد زیره سبز با کاهش تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر و کاهش وزن دانه‌ها رابطه مستقیم دارد (۷، ۲۲). Noga و Tawfik با بررسی عکس‌العمل جوانه‌زنی بذور زیره سبز در برابر تنش اسمزی مشاهده کردند که بهترین شرایط برای جوانه‌زنی خیساندن بذور به مدت سه روز قبل از کاشت در آب می‌باشد (۲۲). وسعت و پراکنش خاک‌های شور در ایران بسیار گسترده می‌باشد. همچنین به علت بهره‌برداری گسترده از منابع آب و خاک مسأله شوری به تدریج جدی‌تر می‌شود. لذا به موازات انتخاب روش‌های اصلاحی برای احیاء خاک‌های شور، معرفی گونه‌ها و ارقام متحمل به شوری و اصلاح گیاهان برای تحمل به شوری می‌تواند یک روش اقتصادی و مفید جهت غلبه بر مشکل شوری باشد (۳، ۱۴). کمیت و کیفیت مواد مؤثره در گیاهان دارویی علاوه بر کنترل ژنتیکی به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی محل رویش گیاه و کیفیت خاک و آب قرار می‌گیرند. همچنین با توجه به اهمیت گیاهان دارویی و کمبود اراضی حاصلخیز، در این تحقیق تأثیر شوری بر جوانه‌زنی زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*) مورد بررسی قرار گرفت.

امروزه گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده و بهره‌وری قرار می‌گیرند. گیاه‌درمانی، اعلام ممنوعیت سازمان بهداشت جهانی مبنی بر عدم استفاده از رنگ‌ها و اسانس‌های سنتتیک و عوارض جانبی داروهای مصنوعی در سال‌های اخیر باعث رونق کشت و صنعت گیاهان دارویی شده است (۶). زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* گیاهی است 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 قائم در خاک فرو می‌رود. ضخامت ریشه اصلی ۴-۲ میلی‌متر است (۹). خواص و مصارف دارویی متعددی برای زیره سبز عنوان شده است که از جمله مدر، معرق، محرک اشتها، تقویت معده، کرمکش، ضد نفخ و ضد اسهال را می‌توان نام برد. سنبل الطیب گیاهی از تیره سنبل الطیب با نام علمی *Valeriana officinalis* است که گیاهی علفی، پایا با ریشه‌های بزرگ و ساقه‌ای کوتاه، ساقه آن گوشه‌دار و برگ‌هایش متقابل با بریدگی شانه‌ای می‌باشد. داروهایی که از این گیاه تهیه می‌شوند در درمان فشار عصبی، خستگی، کار فکری بیش از حد و بی‌خوابی مزمن استفاده می‌گردند (۷). شوری خاک (یا آب) از جمله عوامل تنش‌زای محیطی می‌باشد که علاوه بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می‌نماید (۱۴). مراحل مختلف رشد گیاه شامل جوانه‌زنی بذر، بلوغ و رسیدگی بذر و پیری عکس‌العمل‌های مختلفی در پاسخ به شرایط تنش شوری از خود نشان می‌دهند (۳، ۱۰). مرحله جوانه زنی بذر در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح اهمیت زیادی دارد و تراکم کافی بوته در واحد سطح زمانی بدست می‌آید که بذرها کاشته شده به طور کامل و با سرعت کافی جوانه زنند (۲). مطالعات نشان می‌دهد که سورگم، گندم و نخود در مراحل رشد رویشی و اوایل رشد زایشی به شوری حساس بوده و در مرحله گلدهی دارای حساسیت کمتر و در مرحله پر شدن دانه کمترین حساسیت به شوری را دارند (۱۰). بنابر این در مراحل حساس می‌توان برای آبیاری از آب‌های با شوری کم و در



شکل ۱: نمودار درصد جوانه زنی

ژنوتیپ‌های زیره سبز در سطوح مختلف شوری (میلی مولار)

(جدول ۱). با افزایش غلظت کلرید سدیم، طول ریشه در ژنوتیپ‌های زیره سبز کاهش یافته است (جدول ۴). کاهش طول ریشه ژنوتیپ‌های زیره سبز مشهد، سرایان و تربت جام در غلظت ۲۵۰ میلی مولار NaCl نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰۰، ۹۳ و ۹۶ درصد بود (جدول ۴).

در این تحقیق، طول ساقه ژنوتیپ‌های زیره سبز مورد مطالعه تحت تأثیر سطوح مختلف شوری ($p < 0/01$) قرار گرفت (جدول ۱). بین ژنوتیپ‌ها از نظر کاهش طول ساقه در بین سطوح مختلف شوری تفاوت وجود داشت. کمترین کاهش نسبت به شاهد مربوط به ژنوتیپ سرایان به میزان ۹۱/۲۱ درصد و بیشترین کاهش مربوط به ژنوتیپ مشهد به میزان ۱۰۰ درصد بود (جدول ۴).

در این بررسی، وزن تر ریشه ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز در اثر تنش شوری اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) نشان داد (جدول ۱). با افزایش تنش شوری (غلظت NaCl) وزن تر ریشه در ژنوتیپ‌های زیره سبز کاهش یافت. میزان کاهش وزن تر ریشه ژنوتیپ‌های زیره سبز مشهد، سرایان و تربت جام در غلظت ۲۵۰ میلی مولار NaCl نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰۰، ۶۶/۳۹ و ۹۶/۳ درصد بود (جدول ۴).

در این مطالعه، بین ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز و سطوح شوری از نظر وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری ($p < 0/01$) وجود داشت (جدول ۱). وزن خشک ریشه با افزایش غلظت NaCl (تنش شوری) کاهش یافته است. در بین ژنوتیپ‌های زیره سبز، ژنوتیپ مشهد بیشترین کاهش (۱۰۰ درصد) و ژنوتیپ سرایان کمترین کاهش (۷۵ درصد) را در غلظت ۲۵۰ میلی مولار NaCl نسبت به شاهد از خود نشان دادند (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز و سطوح شوری از نظر وزن تر ساقه اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) وجود دارد (جدول ۱). با افزایش تنش شوری، وزن تر ساقه در ژنوتیپ‌های زیره سبز مورد مطالعه کاهش یافته است. کاهش وزن تر ساقه ژنوتیپ‌های زیره سبز مشهد، سرایان و تربت جام در غلظت ۲۵۰ میلی مولار NaCl نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰۰، ۸۴/۴ و ۹۵/۱۲ درصد بود (جدول ۴).

در این تحقیق، از نظر وزن خشک ساقه بین ژنوتیپ‌های زیره سبز اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) مشاهده نشد (جدول ۱). در حالی که بین سطوح مختلف شوری از نظر وزن خشک ساقه اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) وجود داشت (جدول ۱). کاهش وزن خشک ساقه با افزایش

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین اثر سطوح شوری بر جوانه‌زنی زیره سبز *Cuminum cyminum* از آزمایش فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. در این آزمایش سطوح فاکتور اول شامل ژنوتیپ‌های زیره سبز مشهد، تربت جام و سرایان بود. فاکتور دوم شوری بود که سطوح آن شامل غلظت‌های صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی مولار NaCl بود. برای تهیه این غلظت‌ها از کلرید سدیم خالص استفاده شد. مقادیر مختلف NaCl برای هر یک از غلظت‌ها به محلول غذایی هویست (Hewitt) اضافه گشت (۱۹) و سپس مورد استفاده قرار گرفت. برای ضد عفونی بذور مذکور، ابتدا به طور جداگانه در هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ به مدت ۳ دقیقه ضد عفونی سطحی شدند و پس از شستشو با آب مقطر در قارچ کش بنومیل ۲ در هزار که در ۵۰ سیسی آب مقطر حل شده بود به مدت ۳۰ ثانیه تا ۲ دقیقه (بسته به اندازه بذور و سختی پوسته آنها) ضد عفونی شدند. سپس دوباره بذور با آب مقطر شستشو داده شدند تا اثرات بنومیل برطرف شود. لیوان‌ها پس از کشت بذور ضد عفونی شده در آن، در تشت‌های آب ۵ لیتری در اتاقک رشد با دمای ثابت 25 ± 2 درجه سانتیگراد قرار داده شدند. منبع نوری مورد استفاده نیز لامپ‌های فلورسنت یا مهتابی با فتو پریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. بعد از ۱۴ روز از زمان کشت به اندازه‌گیری پارامترهای مختلف نظیر: درصد جوانه‌زنی، طول ساقه، طول ریشه، وزن تر ساقه و ریشه، وزن خشک ساقه و ریشه، بیوماس کل و در نهایت نسبت اندام هوایی به ریشه اقدام گردید. اندازه‌گیری پارامترهای وزن خشک پس از قرار گرفتن نمونه‌های تر به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد اون انجام شد. همچنین با استفاده از فرمول‌های ذیل پارامترهایی نظیر درصد جوانه زنی و بیوماس کل محاسبه گردید.

$PG = Ni / N \times 100$ ، در این فرمول PG درصد جوانه زنی، Ni تعداد بذور جوانه زده تا روز i ام و N تعداد کل بذور کشت شده می‌باشد.

وزن خشک ساقه + وزن خشک ریشه = بیوماس کل

به منظور بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*) نیز آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. سطوح شوری اعمال شده در این آزمایش، روش کار و پارامترهای اندازه‌گیری مشابه آزمایش جوانه زنی زیره سبز می‌باشد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار MSTAT-C، JUMP و QUATROPRO انجام شد و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD بررسی شد.

نتایج

آزمایش اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی زیره سبز

نتایج نشان داد که در زیره سبز تغییرات درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر ژنوتیپ، تیمار شوری و اثر متقابل این دو در سطح ۱٪ معنی دار می‌باشد (جدول ۱). با افزایش غلظت NaCl (تنش شوری) درصد جوانه زنی کاهش یافته است (شکل ۱). کاهش درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های زیره سبز مشهد، سرایان و تربت جام در غلظت ۲۵۰ میلی مولار NaCl نسبت به شاهد (صفر میلی مولار) به ترتیب ۱۰۰، ۹۵/۲۴ و ۹۳/۹۴ درصد بود (جدول ۴).

در این آزمایش، بین ژنوتیپ‌های زیره سبز مورد مطالعه و سطوح مختلف شوری از نظر طول ریشه تفاوت معنی‌داری ($p < 0/01$) وجود داشت

غلظت NaCl در ژنوتیپ‌های زیره سبز مورد مطالعه مشاهده شد. کاهش وزن خشک ساقه در غلظت ۲۵۰ میلی‌مولار NaCl نسبت به شاهد در ژنوتیپ‌های زیره سبز مشهد، سرایان و تربت جام به ترتیب ۶۲، ۱۰۰ و ۸۹/۸ درصد بود (جدول ۴).

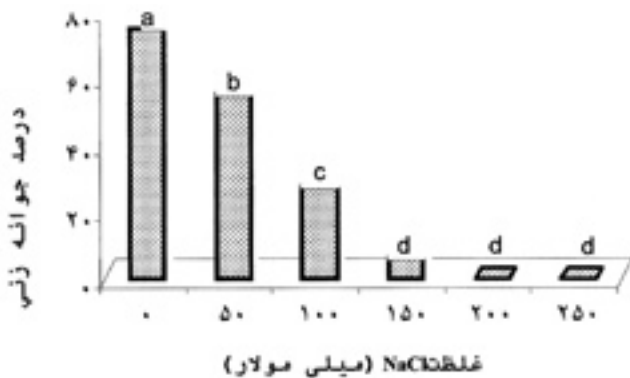
در این بررسی، بین ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز از نظر بیوماس کل اختلاف معنی‌دار ($p < 0/01$) نبود (جدول ۱). در حالی‌که از نظر بیوماس تولیدی بین سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) وجود داشت (جدول ۱). با افزایش تنش شوری بیوماس کل در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه کاهش یافت. در غلظت ۲۵۰ میلی‌مولار NaCl نسبت به شاهد، بیشترین کاهش بیوماس کل مربوط به ژنوتیپ مشهد به میزان ۱۰۰ درصد بود و ژنوتیپ سرایان با میزان ۶۳/۱ درصد کمترین کاهش را نشان داد (جدول ۴).

در این آزمایش، بین ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز از نظر نسبت اندام هوایی به ریشه اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) مشاهده شد (جدول ۱). همچنین از نظر نسبت اندام هوایی به ریشه بین سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۱). میزان کاهش نسبت اندام هوایی به ریشه در غلظت ۲۵۰ میلی‌مولار NaCl نسبت به شاهد در ژنوتیپ‌های زیره سبز مشهد، سرایان و تربت جام به ترتیب ۶۷/۷، ۱۰۰ و ۸۶/۱۱ درصد بود (جدول ۴).

آزمایش اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی سنبل الطیب

در این آزمایش، سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری ($p < 0/01$) بر درصد جوانه‌زنی گیاه سنبل‌الطیب داشت (جدول ۲). با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی از یک روند کاهشی برخوردار بود. درصد جوانه‌زنی در گیاه سنبل‌الطیب از تیمار شاهد تا ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl، ۶۷/۹۱ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲ و جدول ۳).

بین تیمارهای مختلف شوری از نظر طول ریشه و ساقه در گیاه سنبل الطیب اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) مشاهده شد (جدول ۲). با افزایش غلظت شوری طول ریشه و ساقه در این گیاه کاهش یافت. بیشترین و کمترین طول ریشه به ترتیب مربوط به تیمار شاهد با ۲/۵۴ سانتی‌متر و غلظت شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با ۰/۰۵ سانتی‌متر بود. همچنین تیمار شاهد



شکل ۲: نمودار درصد جوانه‌زنی سنبل‌الطیب در سطوح مختلف شور

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز در برابر تنش شوری پس از ۱۴ روز.

صفات	ژنوتیپ	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه (سانتی متر)	طول ساقه (سانتی متر)	وزن تر ریشه (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	وزن تر ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	بیوماس (گرم در بوته)	نسبت اندام هوایی به ریشه
ژنوتیپ	۲۸۳۱۵۵۱۳۸	۲	۶۳/۱۱	۷/۴۳۳۰	۶/۵۱۲۸۰	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۱۶۷/۱۵۶۵
شوری	۳۳۶۱۱۱۱۳۸	۵	۶۳/۱۱	۸/۱۳۹۳۵	۹/۱۵۸۴۵	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۶۰/۶۳
ژنوتیپ*شوری	۵۵۸۱۱۱۳۸	۱۰	۶۳/۱۱	۶/۰۰۵۰	۱۱/۴۳۳۰	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۱۶۳۳/۱۵۸
خطا	۷۳۱۸۸۳	۳۲	۶۳/۱۱	۰/۱۶۳	۰/۱۶۳	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸	۰/۰۰۰۱۳۸

اعداد مذکور در جدول بر اساس میانگین مربعات می باشد. × وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ × معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و NS عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

جدول ۳: مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری (میلی مولار) سنبل الطیب در برابر تنش شوری پس از ۱۴ روز LSD در سطح ۰/۰۵.

نسبت اندام هوایی به ریشه	بیوماس (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	وزن تر ریشه (گرم در بوته)	وزن تر ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	طول ساقه (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	چواته زنی درصد	غلظت NaCl (میلی مولار)
۰/۲۵	۰/۰۰۱۱۳۵	۰/۰۰۱۵۸۸	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۷۸	۰
۰/۵	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۵۰	۰
۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۳۷	۱۰۰
۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۳۷	۱۵۰
۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۳۷	۲۰۰
۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۳۷	۲۵۰
۳۳۳۸۲	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۰/۰۰۰۳۷۰	۳۳۳۸۲	LSD

با ۱/۵۶ سانتی متر بیشترین و غلظت شوری ۱۵۰ میلی مولار با ۰/۲۰ سانتی متر کمترین طول ساقه را دارا بودند (جدول ۳). طول ریشه و ساقه با افزایش غلظت شوری از صفر تا ۱۵۰ میلی مولار NaCl، به ترتیب ۹۸ و ۸۷ درصد کاهش یافت (جدول ۳).

در غلظت‌های مختلف شوری از نظر وزن تر ریشه و ساقه در گیاه سنبل الطیب اختلاف معنی‌دار ($p < 0/01$) بود (جدول ۲). روند کاهش وزن تر ریشه و ساقه با افزایش غلظت شوری نشان داد که این میزان کاهش با افزایش غلظت شوری از تیمار شاهد تا ۱۵۰ میلی مولار NaCl، به ترتیب ۹۵ و ۹۴ درصد بود (جدول ۳).

بین تیمارهای مختلف شوری در گیاه سنبل الطیب از نظر وزن خشک ریشه و ساقه اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) وجود داشت (جدول ۲). روند کاهش وزن خشک ریشه و ساقه با افزایش غلظت شوری کاملاً مشهود بود. میزان کاهش وزن خشک ریشه و ساقه با افزایش غلظت شوری از شاهد تا ۱۵۰ میلی مولار NaCl، به ترتیب ۸۴/۶۲ و ۹۰ درصد بود (جدول ۳).

در گیاه سنبل الطیب بین تیمارهای مختلف شوری از نظر بیوماس کل و نسبت اندام هوایی به ریشه اختلاف معنی‌داری ($p < 0/01$) مشاهده شد (جدول ۲). کاهش بیوماس کل و نسبت اندام هوایی به ریشه با افزایش غلظت شوری در تیمارهای مختلف وجود داشت و این میزان کاهش از تیمار شاهد تا غلظت ۱۵۰ میلی مولار NaCl، به ترتیب ۸۰ و ۵۳/۹۴ درصد بود (جدول ۳). تیمار شاهد با ۸/۲۵ و غلظت شوری ۱۵۰ میلی مولار با ۳/۸۰ به ترتیب بیشترین و کمترین نسبت اندام هوایی به ریشه را دارا بود (جدول ۳).

بحث

نتایج نشان داد که درصد جوانه زنی با افزایش تنش شوری در سنبل الطیب و ژنوتیپ‌های زیره سبز مورد مطالعه به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش درصد جوانه‌زنی در گیاهان علاوه بر اثر اسمزی که باعث کاهش جذب در اثر سمیت ویژه یون‌ها می‌گردد ممکن است به دلیل اختلال در جذب عناصر غذایی نیز باشد، که این مطلب توسط صفرنژاد (۱۹)، Penuels و همکاران (۱۷) و Shalhevet (۲۰) تأیید شده است. طریزی با بررسی اثر شوری بر ترکیبات سازنده اسانس زیره سبز در کشت بافت و گیاه کامل کاهش درصد جوانه‌زنی را با افزایش شوری گزارش کرد. تحقیقات انجام شده نشان داد که افزایش شوری

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سنبل الطیب در برابر تنش شوری پس از ۱۴ روز

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد چواته زنی	طول ریشه (سانتی متر)	طول ساقه (سانتی متر)	وزن تر ریشه (گرم در بوته)	وزن تر ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	بیوماس (گرم در بوته)	نسبت اندام هوایی به ریشه
شوری	۵	۳۹۸۱۰/۴۳۰*	۳۳۶/۰۸*	۱/۱۹۱۰۰*	۰/۰۰۰۱۰۸*	۰/۰۰۰۱۰۸*	۰/۰۰۰۱۰۸*	۰/۰۰۰۱۰۸*	۰/۰۰۰۱۰۸*	۰/۰۰۰۱۰۸*
خطا	۱۱۰	۹۵۱۵۶۳	۰/۰۹۳	۰/۰۳۳	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱

اعداد مذکور در جدول بر اساس میانگین مربعات می‌باشد. * وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱.

تیمارهای شوری تا غلظت ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم نتیجه گرفتند که در سیاهدانه رشد ریشه با افزایش شوری تا غلظت ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم کاهش یافت (۱۲).

در این آزمایش، طول ساقه با افزایش تنش شوری در گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. از معیارهای مهم در انتخاب ارقام برای مقاومت به شوری اندازه‌گیری میزان رشد اندام‌های هوایی می‌باشد (۲۱، ۱۵). کاهش رشد گیاهان در اثر شوری معمولاً به دلیل تأثیر شوری بر فتوسنتز و فرآیندهای جانبی آن می‌باشد که بر حسب رقم و شرایط محیطی متفاوت است. به نظر می‌رسد کاهش طول ساقه در اثر شوری به دلیل کاهش فتوسنتز باشد (۸). امام و نیک‌نژاد (۱) در گیاهان زراعی و پوستینی و سلمانی (۳) در دو گونه گندم کاهش رشد در اثر شوری را تأیید کردند. تحقیقات دیگری نیز Penuelas و همکاران (۱۷) بر روی جو، پسرکالی و همکاران (۱۸) بر روی جو و گندم انجام دادند که حاکی از کاهش طول

سبب افزایش جذب سدیم، پتاسیم و فسفر و کاهش جذب نیتروژن می‌شود و این امر می‌تواند دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی نیز باشد (۴).

در این تحقیق، کاهش طول ریشه با افزایش غلظت شوری در گیاهان مورد مطالعه مشاهده شد. ریشه به دلیل ارتباط مستقیم با شوری بیشتر از سایر اندام‌ها در معرض تنش شوری می‌باشد و به عنوان یک فیلتر عبور یون‌ها را کنترل می‌کند و نسبت مطلوب یون‌های سدیم و پتاسیم را برای فعالیت‌های سلول فراهم می‌سازد (۵). هرگونه اختلال در سیستم جذب و انتقال انتخابی مواد که در اثر نامناسب بودن شرایط شیمیایی محیط خاک ایجاد می‌شود، می‌تواند از طریق فراهم نمودن نسبت نامطلوب K/Na روی فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه تأثیر منفی گذاشته و به اصطلاح ایجاد مسمومیت کند (۱۶، ۱۵). طرزی با بررسی اثر شوری بر ترکیبات سازنده اسانس زیره سبز در کشت بافت و گیاه کامل کاهش طول ریشه را با افزایش شوری گزارش کرد (۴). Hajar و همکاران نیز با مطالعه سیاهدانه در

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ‌های زیره سبز با سطوح مختلف شوری (میلی مولار) پس از ۱۴ روز (LSD در سطح ۰/۰۵).

LSD	غلظت NaCl (میلی مولار)						ژنوتیپ	پارامتر
	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰		
۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲ef	۰/۰۰۲d	۰/۰۰۲abc	۰/۰۰۲ab	۰/۰۰۲ed	مشهد	درصد جوانه‌زنی
	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲f	۰/۰۰۲bed	۰/۰۰۲n	۰/۰۰۲a	۰/۰۰۲abc	سرایان	
	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲ef	۰/۰۰۲f	۰/۰۰۲e	۰/۰۰۲e	۰/۰۰۲ef	تربت جام	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳h	۰/۰۰۳efgh	۰/۰۰۳efgh	۰/۰۰۳de	۰/۰۰۳cd	۰/۰۰۳def	مشهد	طول ریشه (بستانی متر)
	۰/۰۰۳gh	۰/۰۰۳gh	۰/۰۰۳efgh	۰/۰۰۳def	۰/۰۰۳cd	۰/۰۰۳def	سرایان	
	۰/۰۰۳gh	۰/۰۰۳gh	۰/۰۰۳efgh	۰/۰۰۳de	۰/۰۰۳cd	۰/۰۰۳de	تربت جام	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳j	۰/۰۰۳ghij	۰/۰۰۳ghij	۰/۰۰۳efg	۰/۰۰۳def	۰/۰۰۳ode	مشهد	طول ساقه (بستانی متر)
	۰/۰۰۳ij	۰/۰۰۳ghij	۰/۰۰۳ghij	۰/۰۰۳efgh	۰/۰۰۳def	۰/۰۰۳bc	سرایان	
	۰/۰۰۳ij	۰/۰۰۳ghij	۰/۰۰۳ghi	۰/۰۰۳od	۰/۰۰۳h	۰/۰۰۳a	تربت جام	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	مشهد	وزن تر ریشه (گرم در بوته)
	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	سرایان	
	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	تربت جام	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	مشهد	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)
	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	سرایان	
	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	تربت جام	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳b	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	مشهد	وزن تر ساقه (گرم در بوته)
	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	سرایان	
	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	تربت جام	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	مشهد	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)
	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	سرایان	
	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	تربت جام	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	مشهد	بوماس (گرم در بوته)
	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	سرایان	
	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳n	۰/۰۰۳m	۰/۰۰۳m	تربت جام	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳h	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	مشهد	نسبت انبساط هوایی به ریشه
	۰/۰۰۳b	۰/۰۰۳a	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	سرایان	
	۰/۰۰۳b	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	۰/۰۰۳ab	تربت جام	

سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران مرکز خراسان.
 ۷- نبی زاده، م. ر. ۱۳۸۱؛ اثر سطوح مختلف شوری بر رشد و عملکرد زیره سبز. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد.
 8- Bohnert, H. J. and R. G. Jensen. 1996; Metabolic engineering for increased salt tolerance the next step. Aust. Plant physiol. 59: 661-667.
 9- Cronquist, A. 1981; An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York.
 10- Francois, L. E., C. M. Grieve., E. V. Maas. and S. M. Lesch. 1994; Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agron. J. 86: 100-107.
 11- Gorham, J. 1996; Mechanisms of salt tolerance of halophytes. In: Halophytes ecologic agriculture. (Eds: R. C. Allah, C. V. Nalcolm, and A. Aamdy). 30-53. Marcel Dekker. Inc.
 12- Hajar, A. S., M. A. Zidan. and H. S. Al-Zahrani. 1996; Effect of salinity stress on the germination, growth and physiological activities of *Nigella sativa* L. Persian Gulf. J. Sci. Res. 14: 445-454.
 13- Huang, J. and R. E. Redmann. 1995; Salt tolerance of hordeum and brassica species during germination and early seedling growth. Can. J. Plant Sci. 75: 815-819.
 14- Levitte, J. 1980; Responses of plants to environmental stresses. 2nd edition. New York, Academic Press, USA Salisbury.
 15- Munns, R. and D. P. Schachtman. 1993; Plant responses to salinity significance in relation to time. Internationl Crop Sci. 1: 741-745.
 16- Niu, Xiaomu., R. A. Bressan., P. M. Hasegawa, and J. M. Pardo. 1995; Ion homeostasis in NaCl stress environments. Plant Physiol. 109: 735-742.
 17- Penuelas, J., R. Isla., I. Filella. and J. L. Araus. 1997; Visible and near- infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. Crop Sci. 37: 198-202.
 18- Pessaraki, M., T. C. Tucker. and K. Nakabayashi. 1991; Growth response of barley and wheat to salt stress. J. Plant Nutrition. 14: 331-340.
 19- Safarnejad, A., Collin, H., Bruce, K. D. and McNeillly, T. 1996; Characterization of alfalfa following *in vitro* selection for salt tolerance. Euphytica, 92: 55-61.
 20- Shalhevet, J. 1993; Plant under salt and water stress. In: Plant adaptation to environmental stress (Eds: L. Fowden, T. Mansfield, and J. Stoddard). 133-1554. Chapman and Hall.
 21- Shannon, M. C. 1986; Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In: Salinity tolerance in Plants. (Eds: R. C. Staples, and G. H. Toenniessn). 231-252. John Wiley and Sons.
 22- Tawfik, A. and A. Noga. 2001; Priming of Cumin (*Cuminum cyminum*) seeds and its effects of germination, emergence and storability. J. Applied Botany. 75: 216-220.

ساقه و اندام هوایی در اثر تنش شوری بود.
 در این مطالعه، کاهش وزن تر و خشک ریشه و ساقه در گیاه سنبل الطیب و ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز کاملاً مشهود بود. محیط شور دارای مقدار زیادی از یون‌های مضر Na^+ ، Cl^- ، Mg^{2+} و SO_4^{2-} می‌باشد که با خود آنها مضرند یا باعث اختلال در متابولیسم عناصر غذایی دیگر می‌شوند. مثلاً رقابت Na^+ با K^+ و Cl^- با NO_3^- سبب اختلال در جذب عناصر غذایی گیاه می‌شوند (۱۱). یکی از شاخص‌های مؤثر در تحمل به شوری، حفظ آماس سلولی است و تنظیم اسمزی در اثر جذب نمک (یون‌های نمکی) و ساختن مواد آلی انجام می‌شود. گیاهان برای ساخت مواد آلی (گلیسین بتائین، پرولین، مانیتول و سوربیتول) انرژی زیادی صرف می‌کنند که با صرف انرژی زیاد جهت تنظیم اسمزی، رشد اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد (۱۷). نبی‌زاده با اعمال شوری در بستر کاشت شن و سطوح ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ مول در متر مکعب گزارش کرد که شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد (از نظر فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی) زیره سبز اثر منفی دارد (۷).
 در گیاهان مورد مطالعه با افزایش سطوح شوری، بیوماس کل و نسبت اندام هوایی به ریشه کاهش یافت. طرزی گزارش کرد افزایش میزان شوری به شدت از اندام‌زائی در زیره سبز جلوگیری می‌کند که این امر سبب کاهش بیوماس می‌گردد (۴). علاوه بر این با توجه به تحقیقات پوستینی و سلمانی افزایش شوری سبب کاهش ماده خشک در دو گونه گندم شد (۳).
 با افزایش سطوح شوری کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در سنبل الطیب و تمامی ژنوتیپ‌های زیره سبز مورد آزمایش کاهش معنی داری ($p < 0/01$) یافتند و به عبارتی شوری با شاخص رشد رابطه معکوس داشت. در گیاهان مورد مطالعه این روند کاهش متفاوت بود. به طور کلی نتایج حاصل از آزمایش اثر تنش شوری بر ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز نشان داد که طول ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه، بیوماس کل و نسبت اندام هوایی به ریشه در ژنوتیپ زیره سبز سرایان در اثر افزایش غلظت NaCl در مقایسه با شاهد به میزان کمتری کاهش یافته است. لذا ژنوتیپ مزبور تحمل به شوری بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارا می‌باشد. علاوه بر این در بین ژنوتیپ‌های مختلف زیره سبز، ژنوتیپ مشهد بیشترین حساسیت نسبت به شوری را دارا بود.

منابع مورد استفاده

۱- امام، ی. و م. نیک نژاد. ۱۳۷۳؛ مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات مرکز نشر دانشگاه شیراز.
 ۲- باقری کاظم آباد، ع. غ. سرمندیا و ش. حاج رسولی‌ها. ۱۳۶۷؛ بررسی عکس العمل ژنوتیپ‌های مختلف اسپرس نسبت به تنش‌های شوری و خشکی در مرحله جوانه زدن. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲(۲): ۴۱-۵۵.
 ۳- پوستینی، ک. و س. زهتاب سلمانی. ۱۳۷۶؛ اثر شوری بر روی تولید و انتقال مجدد ماده خشک در دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. ۱۶: ۲۹-۱۱.
 ۴- طرزی، ع. م. ۱۳۷۴؛ بررسی اثر شوری بر ترکیبات سازنده اسانس زیره سبز در کشت بافت و گیاه کامل. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی (گرایش فیزیولوژی). دانشگاه تهران.
 ۵- کافی، م. م. لاهوتی، ا. زند، ح. ر. شریفی و م. گلدانی. ۱۳۷۸؛ فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
 ۶- ملا فیلیبی، ع. ۱۳۷۹؛ تکنولوژی تولید بذر و تکثیر انبوه گیاهان دارویی.