بررسی تحمل به‌شوری در مرحله رشد گیاهچه‌ای گیاه دارویی کندل (*Dorema ammoniacum*)

عباس صفرنژاد*، علیرضا محمددوست شیری و حسن حمیدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۱۲)

چکیده

کندل (*Dorema ammoniacum*) از جمله گیاهان دارویی است که به‌دلیل داشتن ترکیبات شیمیایی مختلف، در درمان بیماری‌ها استفاده می‌شود. برای مطالعه تحمل به شوری این گیاه، گیاهچه‌های کندل در شرایط کشت هیدروپونیک تحت تیمارهای مختلف شوری قرار داده شدند. بذرها پس از ضدعفونی در پتری‌دیش کشت داده و سپس برای جوانه‌زنی تحت شرایط سرمای مرطوب ۴ تا۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۷ روز قرار داده شدند. بذرهای جوانه‌زده به لیوان‌های حاوی محلول غذایی منتقل و پس از طی یک هفته رشد، گیاهچه‌ها به محیط کشت هیدروپونیک تحت شرایط تنش شوری (NaCl) منتقل شدند. آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار انجام گرفت. تمامی گیاهان تحت تنش پس از اندازه‌گیری طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک آنها سنجیده شد. هم‌چنین درصد و سرعت جوانه زنی، میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم بعد از ۱۵ روز و میزان پرولین ساقه و ریشه آنها در ۴ مرحله زمانی (بعد از ۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) محاسبه گردید. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی کندل پس از ۲۷ روز در دمای ۴ تا ۵ درجه سلسیوس آغاز و پس از ۴ هفته درصد جوانه‌زنی ۳۷/۹۴ و سرعت جوانه‌زنی ۰/۶۱۳ بذر در روز بود. گیاه کندل تا غلظت ۲۰۰ میلی‌مول کلرید سدیم تحمل نشان داد. گیاهچه‌های کندل تحت تیمار شوری تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه، میزان عناصر و تجمع پرولین نسبت به همدیگر و شاهد نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: کندل، هیدروپونیک، گیاهان دارویی، تحمل به شوری

مقدمه

کندل (*Dorema ammoniacum*) ازجمله گیاهان دارویی است که استفاده از آن از قدیم‌الایام در مناطق مختلفی از ایران معمول بوده است. این گیاه علفی پایا به طول ۱ تا ۲ متر از خانواده چتریان (Umbelliferae) است. محل رویش این گیاه خراسان، اصفهان، فارس، یزد، همدان، کرمانشاه، لرستان، سمنان و کرمان می‌باشد (۲). شیره این گیاه تقویت کننده، نیرودهنده، قاعده آور و مخصوصاً خلط آور بوده و در بعضی کشورهای اروپایی از آن استفاده می‌شود. گم رزین حاصل از فعالیت ترشحی کندل به گم آمونیاک معروف است که در برونشیت‌های مزمن، تنگی نفس و فراخ شدن موضعی حباب‌های ریوی به‌کارمی‌رود (۲).

شوری یکی از تنش‌های محیطی و یک مانع اساسی برای تولید محصول زیاد می‌باشد. در کشور ما تنش شوری همواره بر بقا و عملکرد اقتصادی محصولات کشاورزی اثر سوء داشته است (۴). تنش شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژی، مورفولوژی،

۱. به‌ترتیب دانشیار و کارشناسان ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد.

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sebre14@yahoo.com

آناتومی، ترکیبات شیمیایی و میزان آب بافت گیاهان مؤثر می‌باشد. میزان این تأثیر به نوع گیاه، ترکیب املاح، بافت و ساختمان خاک و حتی روش آبیاری بستگی دارد. میزان تحمل گیاهان به‌شوری صفتی ژنتیک است که توسط مجموعه‌ای از ژن‌ها کنترل می‌شود. به‌همین علت گیاهان مختلف با مکانیسم‌های گوناگون و به‌میزانی متفاوت به‌شرایط شوری پاسخ می‌دهند (۱۹ و ۲۰).

بعضی از گیاهان شدیداً در اثر شوری خسارت دیده و بعضی دیگر می‌توانند در شرایط شور زنده بمانند (گیاهان متحمل به شوری) و یا حتی از آن سود ببرند (گیاهان شورپسند). مکانیسم تحمل گیاهان به‌شوری پیچیده است و شامل اثر متقابل بین سنتز مولکولی، فعالیت آنزیمی و انتقال غشایی می‌باشد. در بسیاری از خاک‌های شور، غلظت‌های زیاد یون‌های سدیم و کلرید مشاهده می‌گردد (۱۳).

در شرایط شوری ممکن است از جذب نیترات ممانعت گردد. نتایج آزمایش روی گیاهچه‌های جو نشان داده که یون سولفات و بیشتر از آن یون کلرید باعث ۸۳٪ کاهش در جذب نیترات می‌شود. جذب نیترات در غلظت۰/۲ میلی‌مول NaCl و در غلظت‌های بالاتر که گیاه برای رسیدن به حداکثر رشد به‌مقدار بیشتری نیتروژن نیاز دارد، کاهش یافت. مثلاً در حضور ۵۰ میلی‌مول NaCl بیشترین رشد در غلظت ۷/۴ میلی‌مول نیتروژن بوده، ولی در غلظت ۴۰۰ میلی‌مول NaCl، بیشترین رشد در غلظت ۱۴/۲۸ میلی‌مول نیتروژن حاصل شد (۱۱). نفوذ سدیم پتانسیل غشا را درهم می‌ریزد و جذب کلر را برای کاهش گرادیان شیمیایی تسهیل می‌کند. علاوه بر این، مقدار زیاد سدیم یک سم برای متابولیسم سلولی است و اثر زیان‌آور بر عملکرد بعضی از آنزیم‌ها دارد (۱۱). ضمن این‌که غلظت‌های زیاد سدیم باعث عدم تعادل اسمزی، به هم‌ریختگی غشا، کاهش رشد، مهار تقسیم و توسعه سلول می‌گردد. هم‌چنین میزان بالای سدیم به کاهش فتوسنتز و تولید انواع اکسیژن واکنش‌پذیر هدایت می‌شود (۸، ۱۱ و ۲۳).

رشد و میزان سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلر، فسفر و سولفور در بافت‌های ریشه و ساقه گیاهان *Carthamus tincotoris* در ترکیبی از چهار محلول غذایی با پتانسیل اسمزی (صفر، ۰/۳- و ۰/۹ مگاپاسکال) القا شده به‌وسیله تیمارهای $CaCl_2$ و NaCl وسه تیمار ثابت دما (۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس) و چهار غلظت آبسیسیک اسید (صفر، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) اندازه‌گیری شد. گیاهان تحت تنش و شاهد در شرایط دمایی بهینه (۲۵ درجه سلسیوس) رشد داشتند و سرعت‌های رشد بالاتری نسبت به گیاهان توسعه یافته تحت دماهای کم و زیاد (به ترتیب ۱۵ و۳۵ درجه سلسیوس) حفظ کردند. رشد ریشه و ساقه به وسیله شوری مهارشد، اما اندازه بازدارندگی رشد به دما وابسته بود (۱۴).

در تحقیق حاضر، اثر تنش شوری بر ویژگی‌های مورفولوژی و فیزیولوژی (تغییرات تجمع پرولین و عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم) در گیاه دارویی کندل (*Dorema ammoniacum*) مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ابتدا بذرهای کندل (توده جمع‌آوری شده از محمدآباد قائن) که از بانک ژن مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان تهیه شده بود، با استفاده از هیپوکلریت سدیم ۳۰٪ به‌مدت ۲۰ دقیقه و سپس با آب مقطر استریل شستشو گردید. سپس بذرهای کشت شده در پتری‌دیش در دمای ۴ تا ۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۷ روز قرار گرفتند. بذرهای جوانه‌زده در فواصل زمانی شمارش شده و درصد جوانه‌زنی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$PG = Ni/N \times 100 \qquad [۱]$$

که:

PG= درصد جوانه‌زنی

Ni = تعداد بذرهای جوانه‌زده تا روز i

N = تعداد کل بذر

سرعت جوانه‌زنی پس از طی ۴ هفته طبق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \sum Mi/D \qquad [۲]$$

که درآن M تعداد بذرهای جوانه‌زده تا روز i وD تعداد روزهای

سپری شده از شروع آزمایش می‌باشد.

به‌منظور تعیین اثر سطوح مختلف شوری بر گیاه کندل، آزمایشی در مرحله گیاهچه‌ای در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. سطوح مختلف شوری در این آزمایش شامل غلظت‌های شاهد (صفر)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl بود که برای تهیه این غلظت‌ها از کلرید سدیم خالص استفاده شد. مقادیر مختلف NaCl برای هریک از غلظت‌ها به محلول غذایی هویت (Hewitt) اضافه شد (۲۲) و سپس مورد استفاده قرار گرفت. بذرهای کندل روی بیدز در داخل لیوان‌های حاوی محیط کشت هویت جوانه زدند (۲۲). یک هفته پس از کاشت، نمونه‌های حاصل به سطل‌های حاوی محیط کشت هیدروپونیک (آبکشت) با ابعاد ۹×۱۲×۱۲ سانتی‌متر منتقل شدند. برای استقرار گیاهچه‌ها روی سطل، از صفحه یونولیتی که دارای ۲۰ سوراخ بود، استفاده شد. برای اعمال تنش از NaCl خالص که به‌محلول غذایی هویت اضافه گردیده بود استفاده شد. پس از ۱۵ روز، شاخص‌های رشد از قبیل طول ریشه، طول ساقه، نسبت طول ریشه به ساقه، وزن تر و خشک ریشه و ساقه، نسبت طول ریشه به ساقه و نسبت وزنی آنها اندازه‌گیری شدند. وزن تر و خشک ریشه و ساقه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید. میزان پرولین آزاد با روش استفاده شده توسط صفرنژاد و همکاران (۲۲) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان پرولین اندام هوایی در چهار مرحله زمانی (بعد از۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) پس از کشت انجام گرفت. هم‌چنین غلظت عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در ریشه و ساقه، با استفاده از دستگاه نورسنج شعله‌ای اندازه‌گیری گردید (۱).

محاسبات آماری پس از تبدیل داده‌ها و با استفاده از نرم‌افزار آماریSAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن بررسی و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

جداول ۱ تا ۳ نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رشد، میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم و میزان پرولین گیاهچه‌های کندل را نشان می‌دهند.

نتایج نشان داد که بذرهای کندل در شرایط سرمای مرطوب ۴ تا ۵ درجه سلسیوس، بدون تیمار شوری، پس از ۲۷ روز جوانه‌زنی را آغاز کردند و جوانه‌زنی آنها پس از چهار هفته ۳۷/۹ درصد و سرعت جوانه‌زنی آنها ۰/۶ در روز بود.

در مرحله گیاهچه‌ای، ویژگی‌های طول ساقه، طول ریشه، نسبت طول ریشه به ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، وزن تر ریشه و ساقه، نسبت وزن تر و خشک ریشه به ساقه با افزایش غلظت NaCl کاهش نشان دادند (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رشد در مرحله گیاهچه‌ای نشان داد که طول ساقه، طول ریشه، نسبت طول ریشه به ساقه، نسبت وزن تر ریشه به ساقه و نسبت وزن خشک ریشه به ساقه در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفت (جدول ۱).

مقایسه میانگین شاخص‌های مختلف رشد در مرحله گیاهچه‌ای در سطوح مختلف شوری به صورت معنی‌داری کاهش نشان دادند ($p <$ ۰/۰۵) (جدول ۴). کاهش رشد گیاهان تحت تنش شوری می‌تواند به‌دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد (۲۵).

تحقیقات محققین نشان می‌دهد که شوری سبب کاهش رشد و تولید ماده خشک گیاهان می‌شود (۳، ۵ و ۶). می‌توان نتیجه گرفت که اختلال رشدی و از بین رفتن گیاهان می‌تواند به دلیل کاهش تعداد برگ و یا از بین رفتن سطوح فتوسنتز کننده در اثر قرار گرفتن در معرض تنش شوری باشد (۲۵).

نتایج تجزیه واریانس گیاهچه‌های کندل (جدول ۲) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گیاهچه‌های تحت تنش نسبت به شاهد در میزان سدیم ساقه وجود دارد. مقایسه میانگین داده‌های میزان سدیم ساقه گیاهچه‌های کندل نشان داد که با افزایش غلظت شوری، سدیم ساقه افزایش یافت و بیشترین میزان سدیم ساقه در گیاهچه‌های تحت تنش ۱۵۰ میلی‌مول NaCl اندازه‌گیری شد (جدول ۵). بیشترین میزان سدیم ریشه در

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های رشد گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		طول ساقه	طول ریشه	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	نسبت وزن خشک ریشه به ساقه	وزن تر ساقه	وزن تر ریشه	نسبت وزن تر ریشه به ساقه
تیمار	۴	۶۸/۲۰۸**	۳۳۰/۰۸۴۷**	۴/۰۳۳۶**	۰/۰۰۲۹*	۰/۰۰۰۱۹۷*	۰/۰۳۶۴۶ns	۰/۱۸۹۷*	۰/۰۳۶۳*	۰/۰۸۰۹۷ ns
خطای آزمایشی	۱۵	۰/۵۳۹	۳/۰۸۱	۰/۱۸۵۲	۰/۰۰۰۶۲	۰/۰۰۰۰۵۹	۰/۰۲۴۰۱۳	۰/۰۴۶۹۹۶	۰/۰۰۹۰۳۷۶	۰/۰۵۰۱۳۷

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و غیر معنی‌دار.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		سدیم ساقه	سدیم ریشه	سدیم ساقه به ریشه	پتاسیم ساقه	پتاسیم ریشه	پتاسیم ساقه به ریشه	کلسیم ساقه	کلسیم ریشه	کلسیم ساقه به ریشه
تیمار	۴	۱۳۵/۶۰۷۹**	۲۲/۱۲۱۶**	۸/۱۷۶۹**	۷۴۸/۱۳۰۷**	۱۹۶/۸۱۲۸**	۱۲۸۵۵/۸۵۹**	۹/۳۴۸۵**	۳/۴۴۰۷**	۱۲۱۴/۰۱۳**
خطای آزمایشی	۱۵	۰/۰۷۰۶۴۶	۰/۰۰۸۹۵	۰/۰۰۶۶۳۷	۳/۳۳۶۹	۰/۱۰۷۵۸۷	۰/۳۱۴۵	۰/۵۶۱۸۵۷	۰/۰۷۱۰۶۴	۱۴۱/۱۵۱

** معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول۳ . نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان پرولین گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		پرولین ساقه (میکرومول بر گرم وزن تر بافت)					پرولین ریشه (میکرومول بر گرم وزن تر بافت)			
		پس از ۱ روز	پس از ۵ روز	پس از ۱۰ روز	پس از ۱۵ روز	پس از ۱ روز	پس از ۵ روز	پس از ۱۰ روز	پس از ۱۵ روز
تیمار	۴	۰/۱۲۲۸**	۰/۱۳۹۶۷**	۰/۱۹۸۶**	۰/۵۵۷۱۳**	۰/۴۴۳۳**	۰/۳۱۳۲**	۱/۸۶۳۱ns	۰/۱۷۱۴*
خطای آزمایشی	۱۵	۰/۰۰۶۷	۰/۰۱۰۳۷	۰/۰۰۴۲۶	۰/۰۱۷۳۷۷	۰/۰۴۱۸۰۶	۰/۰۴۸۲۶	۲/۱۶۲۸۷	۰/۰۳۷۱۸

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و غیر معنی‌دار.

جدول٤. مقایسه میانگین‌های شاخص‌های رشد گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری (در شرایط کشت هیدروپونیک).

غلظت NaCl (میلی مولار)	طول ساقه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	نسبت طول ریشه به ساقه	وزن خشک ساقه (میلی‌گرم)	وزن خشک ریشه (میلی‌گرم)	نسبت وزن خشک ریشه به ساقه	وزن تر ساقه (میلی‌گرم)	وزن تر ریشه (میلی‌گرم)	نسبت وزن تر ریشه به ساقه
۰	۸/۵۷۳ a*	۱۹/۳۷۸ a	۲/۳ a	۰/۶۵ a	۰/۱۷ a	۰/۱۹۹ a	۴/۹۵ a	۲/۲۴ a	۰/۳۴۵ a
۵۰	۸/۱۷۳ a	۱۷/۲۳۳ a	۲/۱۱۸ a	۰/۳۸ ab	۰/۱ ab	۰/۱۹۶ a	۳/۸۱ a	۱/۵۷ ab	۰/۳۰۵ ab
۱۰۰	۵/۲۲۵ b	۹/۲۰۸ b	۱/۷۶۲ a	۰/۲۷ ab	۰/۰۵ ab	۰/۱۶ a	۲/۸۷ ab	۰/۸۳ abc	۰/۲۵۶ ab
۱۵۰	۰/۳۳۳ c	۰/۴۰۵ c	۰/۶۰۹ b	۰/۰۲ b	۰/۰۰۲۵ b	۰/۰۲۸ a	۰/۲۸ b	۰/۱۴ bc	۰/۱۲۴ ab
۲۰۰	۰c	۰ c	۰ b	۰b	۰ b	۰ a	۰ b	۰ c	۰ b

* در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری (در شرایط کشت هیدروپونیک).

غلظت NaCl (میلی مولار)	سدیم ساقه (ppm)	سدیم ریشه (ppm)	سدیم ساقه به ریشه	پتاسیم ساقه (ppm)	پتاسیم ریشه (ppm)	پتاسیم ساقه به ریشه	کلسیم ساقه (ppm)	کلسیم ریشه (ppm)	کلسیم ساقه به ریشه
۰	۲/۶۱d*	۱/۳۸۹d	۱/۹۰۷c	۳۴/۰۴۶۵a	۱۶/۵۸۹a	۲/۰۵۹d	۳/۷۶۶a	۲/۲۰۴a	۱/۶۵۸b
۵۰	۱۰/۰۶۱c	۵/۹۰۸a	۱/۷۰۴d	۲۲/۹۷۸b	۵/۶۳۵b	۴/۱۱۸c	۳/۰۴۱a	۰/۹۰۸b	۳/۲۷۵b
۱۰۰	۱۱/۲۲۱b	۴/۳۸۱b	۲/۵۶۲b	۱۳/۳۹۴c	۱/۴۱۳c	۹/۶۱۳b	۱/۵۶۸b	۰/۱۳c	۴۱/۴۹۶a
۱۵۰	۱۳/۴۲a	۳/۴۰۴ c	۳/۹۴۱ a	۵/۲۹۲d	۰/۰۴۱ d	۱۳۰/۴۶۱a	۰/۹۷۹bc	۰/۱۳۱ c	۶/۹۲۴b
۲۰۰	۰c	۰ c	۰ c	۰ c	۰ d	۰c	۰ c	۰ c	۰b

* در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

گیاهچه‌های کندل در تیمار ۵۰ میلی‌مول NaCl مشاهده شد. اما با افزایش تنش شوری، این میزان در گیاهچه‌های تحت تنش ۱۵۰ میلی‌مول NaCl کاهش پیدا کرد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به‌میزان نسبت سدیم ساقه به ریشه تحت تنش شوری در مورد گیاهچه‌های کندل نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح میزان نسبت سدیم ساقه به ریشه دیده می‌شود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به نسبت سدیم ساقه به ریشه در گیاهچه‌های کندل با افزایش غلظت شوری نیز افزایش یافت (جدول ۵).

میزان پتاسیم ساقه و ریشه در گیاهچه‌های کندل اختلاف معنی‌داری ($p <$ ۰/۰۵) نسبت به شاهد دارد (جداول ۲ و ۵). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به پتاسیم ساقه در گیاهچه‌های کندل نشان داد که پتاسیم ساقه با افزایش غلظت شوری نسبت به شاهد کاهش می‌یابد (جدول ۵). نسبت پتاسیم ساقه به ریشه در گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به نسبت پتاسیم ساقه به ریشه در گیاهچه‌های کندل نشان داد که با افزایش غلظت شوری این نسبت در مقایسه با شاهد افزایش می‌یابد (جدول ۵).

میزان کلسیم ساقه با افزایش تنش شوری به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که کلسیم ریشه با افزایش تنش شوری کاهش یافت (جداول ۲ و ۵). اثر شوری بر نسبت کلسیم ساقه به ریشه گیاهچه‌های کندل بیانگر این است که میزان کلسیم ساقه به ریشه با افزایش غلظت شوری نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۵).

لین و کائو (۱۶) گزارش کردند که میزان سدیم و پتاسیم تحت تنش شوری در برگ‌های گیاه گندم تغییر یافته و سدیم در شرایط شوری افزایش و پتاسیم کاهش می‌یابد. اشرف و عروج (۸) با مطالعه در مورد گیاه *Trachyspemum ammi* L. نشان دادند که افزایش شوری موجب افزایش سدیم و کاهش پتاسیم و کلسیم در ریشه و ساقه می‌شود. گادالا (۱۴) از افزایش کلسیم در ساقه گیاه Carthamus و به‌مقدار کمتر سدیم را در این اندام گزارش کرده است. وی هم‌چنین گزارش کرد که در این گیاه، نسبت پتاسیم به سدیم در تنش شوری به شدت کاهش می‌یابد و به صورت معنی‌داری نسبت پتاسیم به کلسیم افزایش می‌یابد، که این مسئله به جلوگیری از مسمومیت سدیم و گاهی اوقات به افزایش رشد کمک می‌کند.

غلظت پتاسیم در محیط ریشه در اثر رقابت با سدیم در شرایط شوری کاهش می‌یابد. بسیاری از گیاهان، به‌ویژه گونه‌های دارای تحمل ناچیز به شوری، قابلیت انتخاب پتاسیم را حتی در سطوح زیاد شوری حفظ می‌نمایند و ترجیح می‌دهند پتاسیم بیشتری را نسبت به سدیم در واکوئل‌های خود در شرایط تنش کم تا متوسط (تا ۱۰۰ میلی‌مول NaCl) انباشت نمایند (۱۱).

گزارش‌ها نشان می‌دهند که یون کلسیم در آماده سازی تحمل به شوری در گیاهان نقش دارد و افزایش کلسیم به محیط کشت از آثار سمی کلرید سدیم می‌کاهد (۱۱ و ۲۱). شوری زیاد منجر به افزایش کلسیم سیتوزولی می‌گردد که از آپوپلاست و بخش‌های درون سلولی منتقل می‌شود. افزایش کلسیم موجب تقویت هدایت سیگنال تنش به‌سمت سازگاری به شوری می‌شود (۲۱). بوهنرت و همکاران (۹) عامل اصلی در بخش-بندی یون‌ها را ژن‌های کانال‌های آنتی پورت سدیم و پتاسیم معرفی نمودند. در هنگام تنش، میزان سدیم افزایش می‌یابد که برای رهایی از سمیت، سعی در خروج و یا فرستادن آن به واکوئل‌ها می‌کنند. جذب و بخش‌بندی یون‌ها در گیاهان نه تنها در زمان رشد طبیعی، بلکه برای رشد در شرایط تنش شوری نیز مهم است زیرا تنش شوری سبب اختلال در بخش‌بندی یونی می‌گردد (۹). کریسپیلز و همکاران (۱۰) گزارش کردند که پتاسیم از کاتیون‌های فراوان موجود در گیاهان می‌باشد و نقش مهمی در رشد سلول، حرکات برگی، تروپیسم، سازش‌های متابولیک، جوانه‌زنی، تنظیم اسمزی و حرکات روزنه‌ای در برابر تنش سدیم دارد. گزارش‌های دیگر توسط ملونی و همکاران (۱۷) نیز نشان داد که افزایش شوری باعث کاهش میزان پتاسیم

ریشه می‌گردد، در حالی‌که پتاسیم ساقه تغییری نمی‌کند. اردی و تالیسنیک (۱۲) افزایش میزان سدیم و پتاسیم ساقه و ریشه در سورگوم و ذرت را گزارش دادند. کرامر و همکاران (۱۱) گزارش کردند که کلسیم می‌تواند اثرات سمی شوری را در گیاهچه‌های جو کاهش دهد. در سایر گیاهان، مقدار زیاد کلسیم از طریق کاهش جذب سدیم و انتقال آن به ساقه‌ها می‌تواند از سمیت آن بکاهد. در شرایط تنش شوری، کلسیم جذب پتاسیم را خصوصاً با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در بافت بهبود می‌بخشد (۲۴). در شرایط تنش شوری، سطح کلسیم سلول زیاد می‌شود که این اثر تنش شوری را بر رشد گیاه کاهش می‌دهد. در چنین شرایطی، کلسیم به‌عنوان یک پیک ثانویه باعث می‌شود که پروتئین‌های ناقل سدیم، انتقال سدیم و ورودش به واکوئل را سبب شود. گزارش‌ها در مورد جو نیز به این نکته اشاره دارند که کلسیم در شرایط شوری می‌تواند سبب ادامه رشد در گیاه شود (۱۱). نامجو و همکاران (۷) با بررسی دو رقم حساس و مقاوم گندم نشان دادند که در رقم حساس با بیشترین غلظت سدیم و کمترین غلظت پتاسیم، میزان جذب پتاسیم منفی می‌شود و با افزایش غلظت نمک جذب سدیم افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد. این موضوع در رقم حساس بیشتر از مقاوم بود. علاوه بر این، در حضور غلظت‌های مختلف کلسیم، نسبت پتاسیم به کلسیم افزایش می‌یابد که احتمالاً به‌علت آثار مفید کلسیم در پایداری غشا و بهبود میزان جذب انتخابی پتاسیم نسبت به سدیم در هر دو رقم حساس و مقاوم بوده است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به پرولین ساقه گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری در سطح ۱٪ نشان داد که میزان تجمع پرولین ساقه، تحت تنش شوری، اختلاف معنی‌داری با شاهد دارد (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های میزان تجمع پرولین ساقه تحت تنش شوری در چهار مرحله زمانی متفاوت (بعد از ۱، ۵، ۱۰ و ۱۵روز) نشان داد که افزایش شوری در گیاهچه‌های کندل با افزایش تنش شوری تغییر نشان می‌دهد (جدول ۶). میزان تجمع پرولین ساقه در گیاهچه‌های کندل تحت تنش ۵۰ میلی‌مول NaCl نسبت به شاهد پس از ۵ روز افزایش نشان داد و این افزایش تا روز دهم بعد از تنش ادامه داشت. اما پس از آن کاهش یافت، به‌طوری که میزان تجمع پرولین ساقه در این گیاهچه‌ها نسبت به شاهد کمتر بود. در گیاهچه‌های تحت تنش ۱۰۰ میلی‌مول NaCl پاسخ به تنش حاکی از افزایش پرولین در روزهای اولیه تنش داشت که در مقایسه با شاهد، مقدار تجمع پرولین بیشتر بود. پس از آن، با افزایش زمان تنش، مقدار پرولین در روزهای پایانی تنش نسبت به شاهد به شدت کاهش نشان داد. میزان تجمع پرولین در گیاهچه‌های تحت تنش ۱۵۰ میلی‌مول NaCl در ابتدا زیاد شده ولی در روز دهم پس از تنش کاهش شدیدی نشان داد. اما پس از آن افزایش چشمگیری نسبت به شاهد و سایر گیاهچه‌های تحت تنش داشت (جدول ۶).

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به میزان پرولین ریشه گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ نشان داد که میزان پرولین ریشه تحت تنش شوری و در مراحل مختلف زمانی برداشت (بعد از۱، ۵، ۱۰ و ۱۵روز) اختلاف معنی‌داری بین گیاهچه‌های تحت تنش با شاهد داشت (جدول ۶). علاوه بر این، میزان پرولین ریشه در گیاهچه‌های کندل در هر زمان نیز متفاوت بود. میزان تجمع پرولین ریشه در گیاهچه‌های کندل تحت تنش ۵۰ میلی‌مول NaCl نسبت به شاهد در روزهای اول بعد از تنش کاهش داشت، ولی در روز پانزدهم افزایش چشمگیری را نشان داد. در گیاهچه‌های کندل، تحت تنش ۱۰۰ میلی‌مول NaCl نیز در ابتدا کاهش میزان تجمع پرولین مشاهده شد، ولی بعد از روز پنجم نسبت به شاهد افزایش نشان داد. اما مجدداً نسبت به شاهد کاهش یافت. میزان تجمع پرولین در گیاهچه‌های کندل، تحت تنش ۱۵۰ میلی‌مول NaCl بلافاصله بعد از تنش، افزایش سریعی داشت که به تدریج با گذشت زمان، این مقدار نسبت به شاهد کاهش یافت. میزان انباشت پرولین در گیاهچه‌های کندل با افزایش تنش شوری در مقایسه با شاهد بعد از یک روز افزایش یافت. اما با ادامه تنش شوری، این میزان کاهش یافت (جدول ۶).

جدول ٦. مقایسه میانگین میزان تجمع پرولین گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری (کشت هیدروپونیک).

غلظت NaCl	پرولین ساقه (میکرومول بر گرم وزن تر بافت)				پرولین ریشه (میکرومول بر گرم وزن تر بافت)			
	بعد از ۱ روز	بعد از ۵ روز	بعد از ۱۰ روز	بعد از ۱۵ روز	بعد از ۱ روز	بعد از ۵ روز	بعد از ۱۰ روز	بعد از ۱۵ روز
(میلی‌مولار)								
۰	۰/۳۸ ab*	۰/۱۱۵ cd	۰/۳۵۳ b	۰/۶۳۵ b	۰/۵۷۶ b	۰/۲۷۵ b	۰/۳۹۵ a	۰/۰۹۸ b
۵۰	۰/۳۰۱ b	۰/۲۴ bc	۰/۴۸۲ a	۰/۳۴۹ c	۰/۴۱۹ b	۰/۳۱۵ b	۰/۲۴۲ b	۰/۸۷۱ a
۱۰۰	۰/۳۷۱ ab	۰/۴۹۱ a	۰/۳۸۱b	۰/۱ d	۰/۳۴۸ b	۰/۷۶۷a	۰/۳۲۴ b	۰/۰۵۵ b
۱۵۰	۰/۴۴۶ a	۰/۳۰۴b	۰/۰۱۷ c	۰/۸۹۹ a	۰/۹۳ a	۰/۲۷۵ b	۰/۰۱۲ b	۰/۰۷۳ b
۲۰۰	۰c	۰d	۰ c	۰ d	۰c	۰ b	۰ b	۰ b

*در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

صفرنژاد و همکاران (۲۲) گزارش کردند که تنش شوری موجب افزایش پرولین در ژنوتیپ‌های یونجه می‌شود. آنها گزارش کردند که میزان تجمع پرولین در ژنوتیپ مقاوم به صورت معنی‌داری سریع‌تر و بیشتر از ژنوتیپ‌های حساس اتفاق می‌افتد. در گیاه یونجه، تحت تنش شوری، محتوی پرولین در ریشه به سرعت دو برابر می‌شود، در حالی که در گیاهان حساس به شوری به آهستگی افزایش می‌یابد. کنگ و همکاران (۱۵) گزارش کردند که محتوی پرولین در شرایط شوری در گیاه گندم بهاره افزایش نشان داده است. لین و کائو (۱۶) نیز گزارش کردند که در گیاه برنج تحت تنش شوری، میزان پرولین ریشه‌ها افزایش می‌یابد. موتلو و بزکوک (۱۸) نشان دادند که در گیاه حساس به شوری نسبت به گیاه مقاوم به شوری، در غلظت‌های مختلف شوری، انباشت پرولین بیشتری مشاهده می‌شود و انباشت پرولین را به عنوان یک محافظ بر علیه تنش شوری در گیاه اعلام نموده‌اند. ورسلوس و شارپ (۲۶) علت تجمع پرولین در ریشه‌های ذرت را انتقال پرولین از برگ‌ها به رأس ریشه گزارش کرده‌اند که ABA نقش مهمی در تنظیم انتقال پرولین به رأس ریشه دارد.

نتیجه‌گیری

تحمل به شوری گیاهچه‌های کندل تا غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود و تعدادی گیاهچه در آن سطح باقی ماندند. علاوه بر این، کلیه شاخص‌های رشد (شامل طول ریشه، طول ساقه، نسبت طول ریشه به ساقه، وزن تر و خشک، نسبت وزن تر ریشه به ساقه و نسبت وزن خشک ریشه به ساقه) گیاهچه‌های گیاه کندل تحت تنش شوری نسبت به شاهد کاهش نشان دادند.

هم‌چنین در مرحله گیاهچه‌ای، میزان عناصر (سدیم، پتاسیم و کلسیم) ساقه و ریشه تحت تنش شوری تغییرات آشکاری را در گیاه کندل نشان داد. با افزایش شوری، میزان سدیم افزایش ولی سایر عناصر کاهش یافت. علاوه بر این، نسبت‌های سدیم ساقه به ریشه و پتاسیم ساقه به ریشه با افزایش تنش شوری افزایش نشان داد، در صورتی که نسبت کلسیم ساقه به ریشه با افزایش تنش ابتدا افزایش ولی در غلظت ۱۵۰ میلی‌مول NaCl کاهش نشان داد. نتایج به‌دست آمده از سنجش میزان تجمع پرولین ریشه و ساقه نشان داد که در گیاهچه‌های تحت تنش کندل نسبت به شاهد این پاسخ در غلظت‌های زیاد شوری ابتدا سریع و بیشتر بود و سپس به تدریج کاهش یافت، که این میزان در مقایسه با شاهد کمتر بود.

نتایج حاصل از سنجش میزان تجمع پرولین ساقه در گیاهچه‌های کندل تحت تنش شوری نسبت به شاهد نشان داد که میزان تجمع پرولین در شروع تنش به تدریج افزایش و سپس کاهش یافت. البته بجز گیاهچه‌های تحت تنش ۱۵۰ میلی‌مول NaCl که در روز پانزدهم افزایش چشم‌گیری در میزان تجمع پرولین ساقه نشان دادند.

منابع مورد استفاده

۱. آخوندی، م.، ع. صفرنژاد و م. لاهوتی. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر تجمع پرولین و تغییرات عناصر در یونجه‌های یزدی، نیکشهری و رنجر (*Medicago sativa* L.). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱: ۱۶۵-۱۷۴.

۲. زرگری، ع. ۱۳۷۱. گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ششم، ۹۴۲ ص.

۳. سلامی،م. ر.، ع. صفرنژاد و ح. حمیدی. ۱۳۸٤. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز و سنبل الطیب. پژوهش و سازندگی (منابع طبیعی) ۷۲(۳): ۷۷-۸٤.

۴. صفایی، ل.، ح. زینلی و ب. مجد نصیری. ۱۳۸٤. تأثیر تنش شوری بر جوانه زنی بذر رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). مجله پژوهش در کشاورزی ۱(۲): ۶۳-۶۹.

۵. صفرنژاد، ع.، ع. صدر و ح. حمیدی. ۱۳۸٦a. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی سیاهدانه (*Nigella sativa*) . فصل‌نامه علمی- پژوهشی ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران ۱۵(۱): ۷۵-۸٤.

۶. صفرنژاد، ع.، م. ر. سلامی و ح. حمیدی. ۱۳۸٦b. بررسی خصوصیات مورفولوژی گیاهان دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* و *Plantago psyllium*) در برابر تنش شوری. مجله پژوهش و سازندگی (منابع طبیعی) ۷۵: ۱۵۲-۱٦۰.

۷. نامجو، س.، ع. مراد شاهی و ب. خلدبرین. ۱۳۸۲. مقایسه پاسخ‌های فیزیولوژیک ارقام مقاوم و حساس گندم (*Triticum sativum*) به تنش شوری. مجموعه چکیده مقالات یازدهمین کنفرانس زیست شناسی ایران، دانشگاه ارومیه، صفحه ۲۳۷.

8. Ashraf, M. and A. Orooj. 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* [L.] Sprague). J. Arid Environ. 64(2): 209-220.
9. Bohnert, H. J., D. E. Nelson and R. G. Jensen. 1995. Adaptations to environmental stresses. The Plant Cell 7(7): 1099-1111.
10. Chrispeels, M. J., N. M. Crawford and J. I. Schoroeder. 1999. Proteins for transport of water and mineral nutrients across the membranes of plant cells. The Plant Cell 11: 661-675.
11. Cramer, G. R., E. Epstein and A. Lauchli. 1990. Effects of sodium, potassium and calcium on salt- stressed barley. I. Growth analysis.Physiol. Plantarum 80(1): 83-88.
12. Erdei, L. and E. Taleisnik. 1993. Changes in water relation parameters under osmotic and salt stresses in maize and sorghum. Physiol. Plantarum 89(2): 381-387.
13. Epstein, E. and D. W. Rains. 1987. Advances in salt tolerance. Plant and Soil 99: 17-29.
14. Gadallah, M. A. A. 1996. Abscisic acid, temperature and salinity interactions on growth and some mineral elements in *Carthamus* plants. Plant Growth Regulation 20: 225-236.
15. Kong, Y., G. Zhou and Y. Wang. 2001. Physiological characteristics and alternative respiratory pathway under salt stress in two wheat cultivars differing in salt tolerance. Russian J. Plant Physiol. 48(5): 595-600.
16. Lin, C. C. and C. H. Kao. 1996. Proline accumulation is associated with inhibition of rice seedling root growth caused by NaCl. Plant Sci. 114: 121-128.
17. Meloni, D. A., M. A. Oliva, H. A. Ruize and C. A. Martinez. 2001. Contribiotion of proline and inorganic solutes to osmotic adjutsment in cotton under salt stress. Plant Nutr. 21(3): 599-612.
18. Mutlu, F. and S. Bozcuk. 2005. Effects of salinity on the contents of polyamines and some other compounds in sunflower plants differing in salt tolerance. Russian J. Plant Physiol. 52(1): 29-34.
19. Niu, X., J. K. Zhu, M. L. Narasimhan, R. A. Bressan and P. M. Hasegawa. 1993. Plasma-membrane H^+-ATP_{ase} gene expression is regulated by NaCl in cells of the halophyte, *Atriplex nummularia* L. Planta 190(4): 433-438.
20. Niu, X., R. A. Bressan, P. M. Hasegawa and J. M. Pardo. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. Plant Physiol. 109: 735-742.
21. Parida, A. K. and A. B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicol. and Environ. Safety 60: 324-349.
22. Safarnejad, A., H. A. Colin, K. D. Bruce and T. McNeily. 1996. Characterization of alfalfa following *in vitro* selection for salt tolerance. Euphitica 92: 55-61.
23. Shalhevet, J. 1993. Plant under salt and water stress. PP. 133-155. *In:* Fowden, L., T. Mansfield and J. Sttodard (Eds.), Plant Adaption to Environmental Stress, Chapman and Hall.
24. Sharp, R. E. and M. E. LeNoble. 2002. ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. J. Experim. Bot. 53(366): 33-37.
25. Shannon, M. C. 1986. Breading selection in plants for salt tolerance. PP. 231-252. *In:* Staples, R. C. and G. H. Toenniessen (Eds.), Salinity Tolerance in Plants, John Wiley and Sons, N. Y.
26. Verslues, P. E. and R. E. Sharp. 1999. Proline accumulation in maize (*Zea mays* L.) primary roots at low water potentials. II. Metabolic source of increased proline desposition in the elongation zone. Plant Physiol. 119(4): 1349-1360.

Filename: 1-k-safarnejad-M.doc
Directory: C:\Documents and Settings\soilless.SOILLESS-AA55F9\My Documents
Template: C:\Documents and Settings\soilless.SOILLESS-AA55F9\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title: بررسی آزمایشگاهی بیماری‌زایی قارچ Viegas Verticillium lecanii (Zimm
Subject:
Author: arad
Keywords:
Comments:
Creation Date: 5/11/2011 11:41:00 AM
Change Number: 23
Last Saved On: 8/3/2003 10:14:00 AM
Last Saved By: soilless
Total Editing Time: 362 Minutes
Last Printed On: 8/3/2003 10:16:00 AM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 10
Number of Words: 3,421 (approx.)
Number of Characters: 19,504 (approx.)