اثر سطوح مختلف تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه شنبلیله (*Trigonella foenum* L.)

اعظم رومانی[۱]، سیّد محمّدرضا احتشامی[*۲]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه گیلان،
[۲]عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
*پست الکترونیک نویسنده مسئول: smrehteshami@yahoo.com
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱/۱۹)

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری بر صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه بذر شنبلیله، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. تیمارهای مورد استفاده شامل: سطوح مختلف تنش شوری (۰، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱-، ۱/۲-، ۱/۴-، ۱/۶- و ۱/۸- مگاپاسکال) ناشی از کلرید سدیم بودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که با افزایش سطوح شوری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، شاخص میزان جوانه‌زنی، درصد آب بافت گیاهچه، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اگر چه سطوح شوری (۰/۲- و ۰/۴- مگاپاسکال) از طریق تحریک رشد اولیه، میزان وزن خشک و تر گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دادند. به‌علاوه کاهش میزان جوانه‌زنی، روندی افزایشی را نسبت به تیمار شاهد داشت. بررسی نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که بین درصد جوانه‌زنی با دیگر مؤلفه‌های جوانه‌زنی به‌جز کاهش میزان جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌داری برقرار بود. به طورکلی نتایج آزمایش نشان داد که بذر شنبلیله در زمان جوانه‌زنی، میزان شوری تا ۱/۲- مگاپاسکال (۳۸/۹ دسی‌زیمنس بر متر) را می‌تواند تحمل کند.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، تنش شوری، درصد جوانه‌زنی، شنبلیله

مقدمه

تقاضای روز افزون به استفاده از گیاهان دارویی در سیستم طب سنتی و صنعت داروسازی در سطح جهان، اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن می‌سازد. گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) علفی یکساله و خودبارور از تیره بقولات (Leguminosae)، بومی ایران و شمال هند است که به‌طور گسترده‌ای در کشورهای مدیترانه، چین، هند، مصر، اتیوپی، مراکش، اوکراین، یونان، ترکیه و غیره کشت می‌شود (رویدا[۱]، ۲۰۱۱). دانه‌ها و برگ‌های شنبلیله در کشورهای مختلف جهان جهت اهداف مختلف از جمله: مصارف دارویی (ضد دیابت، کاهش قند و سطح کلسترول خون، ضد سرطان، ضد میکروبی و غیره)، خوراکی، تهیه آفت‌کش‌ها، صنایع عطرسازی و غیره مصرف می‌شوند (رویدا، ۲۰۱۱). با توجه به این‌که وسعت خاک‌های شور در ایران حدود ۲۴ میلیون هکتار است که معادل ۱۵ درصد از اراضی کشاورزی کشور می‌باشد (آل‌نخلوی و آل‌فاول[۲]، ۱۹۸۹). بنابراین تولید این محصول در مناطق ایران به استثناء بخش شمالی تحت تأثیر تنش‌های محیطی از قبیل: خشکی، شوری، سرما و گرما می‌باشد (المنصوری[۳] و همکاران، ۲۰۰۱).

[1] Ruveyda

[2] El-Nakhlawy and EL-Fawal
[3] Almansouri

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

شوری می‌تواند به طور جدی فعالیت‌های متابولیکی گیاه از جمله: جذب مواد معدنی (گراتان و گریو[1]، ۱۹۹۹)، هدایت روزنه‌ای (ویلسون[2] و همکاران، ۲۰۰۶)، متابولیسم کربن یا بهره‌وری از آنزیم‌های فتوسنتزی (پاریدا و داس[3]، ۲۰۰۵) را تغییر دهد. هم‌چنین کاهش جوانه‌زنی، نرخ بالای مرگ و میرگیاهچه، توقف رشد و کاهش عملکرد از رایج‌ترین اثرات خاک‌های شور هستند (زهیراحمد و اجمل‌خان[4]، ۲۰۱۰). کاربرد محلول NaCl در آزمایش‌های جوانه‌زنی بذرها بسیار شایع است و پاسخ بذرها به تنش یونی ناشی از کلرید سدیم در آزمایش‌های جوانه‌زنی می‌تواند شبیه‌سازی گردد. تنش یونی با تجمع سمی یون‌های حاصل از NaCl در بافت‌های گیاهی ایجاد می‌شود و میزان جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد (موریلو آمادور[5] و همکاران، ۲۰۰۲).

پژوهش‌های انجام شده روی جوانه‌زنی گیاهان مختلف بیان‌گر این واقعیت است که با افزایش شوری؛ درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و هم‌چنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری در کتان (آل‌نخلوی و آل‌فاول، ۱۹۸۹)، شنبلیله (اسدی[6]، ۲۰۰۹)، کتان، تره‌تیزک، اسفرزه و شنبلیله (زهیراحمد و اجمل‌خان، ۲۰۱۰)، کینوا (آدولف[7] و همکاران، ۲۰۱۳) و Spartina (لی[8] و همکاران، ۲۰۱۰) کاهش یافته است. به علاوه مشاهده گردیده است که افزایش غلظت کلرید سدیم به طور معنی‌داری ظرفیت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، عملکرد ماده تر و خشک بذرهای شنبلیله را به خصوص در سطوح بالای شوری کاهش داده است (حیدری[9]، ۲۰۰۹). ایبرار[10] و همکاران (۲۰۰۳)، جبین[11] و همکاران (۲۰۰۳) اثرات مضر افزایش شوری کلرید سدیم بر جوانه‌زنی خردل هندی و ماش و هم‌چنین انوار[12] و همکاران (۲۰۰۱)، ضیاء و خان[13] (۲۰۰۲)، صادق‌زاده[14] و همکاران (۲۰۰۹) و قربان‌پور[15] و همکاران (۲۰۱۱) کاهش جوانه‌زنی تحت شرایط شوری در بسیاری از دیگر گیاهان دارویی را منتشر کرده‌اند.

بنابراین با توجه به این که مرحله جوانه‌زنی بذر در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح بسیار مهم است و این تراکم مناسب زمانی به‌دست می‌آید که بذرهای کاشته شده دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی مناسبی باشند (هونگ و ریدمان[16]، ۱۹۹۵) و هم‌چنین اهمیت ویژه شنبلیله از نظر دارویی، علوفه‌ای و اقتصادی و نظر به تحمل متوسط این گیاه به شوری و مسئله شوری خاک و کمبود آب در ایران این پژوهش به‌منظور ارزیابی توان و پتانسیل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شنبلیله نسبت به سطوح مختلف شوری و شناخت ارقام مقاوم به شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر تنش شوری بر فاکتورهای جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی شنبلیله، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان اجرا گردید. تیمارها عبارتند از: نه سطح شوری صفر، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱-، ۱/۲-، ۱/۴-، ۱/۶- و ۱/۸- مگاپاسکال (با هم تراز EC معادل صفر، ۵/۶، ۱۱/۱، ۱۶/۷، ۲۲/۲، ۲۷/۸، ۳۳/۳، ۳۸/۹، ۴۴/۴، ۵۰ و ۵۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر)، که شوری صفر (آب مقطر) به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. برای ایجاد سطوح شوری از نمک کلرید سدیم خالص (خلوص ۹۹/۵ درصد) استفاده گردید. تهیه محلول‌ها با استفاده از قانون وانت هوف:

$$\Psi_S = - C I R T$$ رابطه (۱)

C: غلظت برحسب مولال، I: ضریب یونیزاسیون، R: ثابت گازها (۰/۰۰۸۳۱۴)، T: دما برحسب درجه سانتی‌گراد

و به حجم رساندن محلول از رابطه زیر انجام شد:

$$\Psi_{S1} V_1 = \Psi_{S2} V_2$$ رابطه (۲)

[1] Grattan and Grieve
[2] Wilson
[3] Parida and Das
[4] Zaheer Ahmed and Ajmal Khan
[5] Murillo-Amador
[6] Asaadi
[7] Adolf
[8] Li
[9] Haidari
[10] Ibrar
[11] Jabeen
[12] Anwar
[13] Zia and Khan
[14] Sadeghzade
[15] Ghorbanpour
[16] Haung and Redmann

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

V_1: حجم اولیه محلول برحسب سی سی، V_2: حجم نهایی (محلول + آب مقطر) برحسب سی سی

بذرها در محلول دو درصد هیپوکلریت سدیم تجاری به‌مدت ۲۰ ثانیه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. به هر ظرف پتری دیش (واحد آزمایشی) پنج میلی‌لیتر از محلول آب نمک (یا آب مقطر برای تیمار شاهد) با غلظت موردنظر اضافه گردید. تعداد ۵۰ عدد بذر در هر ظرف پتری دیش در محلول مورد نظر بر روی کاغذ صافی کشت و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (ایستا[1]، ۲۰۰۸) در داخل ژرمیناتور قرار داده شدند. تعداد بذرهای جوانه‌زده (خروج ریشه‌چه به طول دو میلی‌متر به عنوان معیار بذر جوانه‌زده در نظر گرفته شد (میلر و چاپمن[2]، ۱۹۷۸)) از روز پنجم (شمارش اولیه) تا چهاردهم (شمارش نهایی) به صورت روزانه در یک ساعت معین شمارش گردیدند (ایستا، ۲۰۰۸). در پایان، از هر پتری ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شدند، سپس با استفاده از روابط زیر، صفت‌های درصد جوانه‌زنی (رابطه ۳)؛ (باجی[3] و همکاران، ۲۰۰۲)، سرعت جوانه‌زنی (رابطه ۴)؛ (ماگوئر[4]، ۱۹۶۲)، شاخص بنیه بذر (رابطه ۵)؛ (استوت[5]، ۱۹۹۸)، کاهش میزان جوانه‌زنی؛ (شانون[6]، ۱۹۹۸)، انرژی جوانه‌زنی (رابطه ۷)؛ (اگراول[7]، ۱۹۸۰)، شاخص میزان جوانه‌زنی (رابطه ۸)؛ (اسکوت[8] و همکاران، ۱۹۸۴)، درصد آب بافت گیاهچه (رابطه ۹)؛ (تسونیو[9]، ۱۹۹۸) محاسبه گردیدند:

رابطه (۳) $PG = Ni / N \times ۱۰۰$

PG= درصد جوانه‌زنی، Ni= تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i ام (آخرین روز شمارش جوانه‌زنی)، N= تعداد کل بذرها

رابطه (۴) $GR = \sum N_i / T_i$

GR= سرعت جوانه‌زنی بر حسب تعداد بذر در روز شمارش، N_i= تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز، T_i= شمارش روز پس از شروع آزمایش

رابطه (۵)

درصد جوانه‌زنی نهایی)= شاخص بنیه بذر

۱۰۰ / (میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر) ×

رابطه (۶)

تعداد بذرهای جوانه‌زده)-۱= میزان کاهش جوانه‌زنی

تعداد بذرهای جوانه‌زده در شرایط / در شرایط تنش شاهد) ×۱۰۰

رابطه (۷) درصد بذرهای جوانه‌زده = انرژی جوانه‌زنی

تعداد کل بذرهای کاشته شده / در یک روز خاص

رابطه (۸) $\sum T_i N_i / S$ = شاخص میزان جوانه‌زنی

N_i= تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز، T_i= شمارش روز پس از شروع آزمایش جوانه‌زنی، S= کل بذرهای کاشته شده

رابطه (۹) وزن تر گیاهچه) = درصد آب بافت گیاهچه

۱۰۰ × (وزن تر گیاهچه / وزن خشک گیاهچه -

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و برای مقایسه میانگین از آزمون LSD و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر وزن تر گیاهچه معنی‌دار ($p<0.01$) بود (جدول ۱). بیش‌ترین وزن تر گیاهچه به تیمار ۰/۲- مگاپاسکال (۰/۴۱ گرم) مربوط بود که با افزایش غلظت محلول وزن تر گیاهچه روندی کاهشی داشت و کم‌ترین وزن تر گیاهچه متعلق به تیمار ۱/۸- مگاپاسکال با ۰/۰۰۹ گرم بود (جدول ۲). شوری بر فیزیولوژی گیاهی از طریق تغییر در وضعیت آب و یونی سلول‌ها تأثیر می‌گذارد (هاسگاوا[10] و

[1] ISTA
[2] Miller and Chapman
[3] Bajji
[4] Maguire
[5] Stout
[6] Shannon
[7] Agrawal
[8] Scott
[9] Tsonev
[10] Hasegawa

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف شوری بر صفات گیاهچه شنبلیله

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	طول گیاهچه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	انرژی جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	شاخص جوانه‌زنی	کاهش میزان جوانه‌زنی	درصد آب بافت گیاهچه
تیمار	۹	۰/۰۱۰۳**	۰/۰۰۲۳**	۱۰۲/۴**	۳۹۲۳/۷۳**	۲۰۲۲/۱**	۱/۵۷**	۱۰۴/۶۶**	۴۵۷۴/۴۸**	۳۹۲۸/۸۵**	۵۵۷/۷۲ **
خطای آزمایشی	۳۰	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۲۵	۰/۳۱	۳۸/۴۷	۲/۰۷	۰/۰۹	۰/۲۱	۳/۴۱	۲/۴۹	۷۱/۹۲
ضریب تغییرات (٪)		۸/۷۵	۱۱/۰۸	۹/۷۱	۷/۶۲	۳/۲۴	۳/۲۹	۸/۲۲	۲/۴۸	۸/۴۸	۹/۷۶

ns، *، **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های تأثیر سطوح مختلف شوری بر صفات گیاهچه شنبلیله

تیمارهای سطوح شوری (MPa)	وزن تر گیاهچه (gr)	وزن خشک گیاهچه (gr)	طول گیاهچه (cm)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	انرژی جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	شاخص میزان جوانه‌زنی	کاهش میزان جوانه‌زنی	درصد آب بافت گیاهچه
شاهد (صفر)	۰/۱۲ b	۰/۰۰۶۱ bc	۱۲/۴۱ a	۱۰۰ a	۵۸/۴۱ a	۲ a	۱۲/۳۹ a	۹۵ a	۰ d	۹۴/۸۷ a
-۰/۲	۰/۱۴ a	۰/۰۰۶۳abc	۱۳ a	۱۰۰ a	۵۸/۴۱ a	۲ a	۱۳/۰۲ a	۹۵ a	۰ d	۹۵/۵۸ a
-۰/۴	۰/۱۳ b	۰/۰۰۶۶ ab	۱۰/۷۹b	۱۰۰ a	۵۸/۴۱ a	۲ a	۱۰/۷۹ b	۹۵ a	۰ d	۹۴/۹ a
-۰/۶	۰/۱ c	۰/۰۰۶۹ a	۷/۳ c	۱۰۰ a	۵۸/۱۶ ab	۲ a	۷/۳ c	۹۴/۸۸a	۰ d	۹۳/۵۱ a
-۰/۸	۰/۰۹ d	۰/۰۰۵۷ c	۶/۲۸ d	۱۰۰ a	۵۸/۴۱ a	۲ a	۶/۲۹ d	۹۵ a	۰ d	۹۳/۵۸ a
-۱	۰/۰۹۳ d	۰/۰۰۶۲ abc	۴/۵۷ e	۹۹ a	۵۷/۸۲ ab	۱/۹۸ a	۴/۵۲ e	۹۴/۰۵ a	۱ d	۹۳/۳ a
-۱/۲	۰/۰۴۵ e	۰/۰۰۳۳ d	۱/۳۸ f	۹۸/۵ a	۵۶/۲۲ ab	۱/۹۷ a	۱/۳۶ f	۹۲/۵۲ a	۱/۵ d	۹۳/۹ a
-۱/۴	۰/۰۲۱ f	۰/۰۰۱۸ e	۰/۶۶fg	۵۸/۵ b	۲۶/۵۵ c	۱/۱۷ b	۰/۵ g	۴۹/۳۲ b	۴۱/۷۵c	۷۰/۹ b
-۱/۶	۰/۰۱۳ gf	۰/۰۰۱۴ ef	۰/۵ g	۴۴/۵ c	۹/۸۱ d	۰/۸۹ c	۰/۳۱ g	۲۵/۹۵ c	۵۵/۵ b	۶۹/۷۷ b
-۱/۸	۰/۰۰۹ g	۰/۰۰۰۹ f	۰/۱۴ g	۱۳/۵ d	۲/۶۸ e	۰/۲۷ d	۰/۰۳۷ g	۷/۴۴ d	۸۶/۵ a	۶۸/۹ b

وجود حداقل یک حرف مشترک برای هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین سطوح تیماری در سطح احتمال ۱ درصد بر طبق آزمون LSD است.

همکاران، ۲۰۰۰). احتمالاً افزایش وزن تر تحت غلظت کم نمک به توسعه حالت آبکی برای مقابله با تنش شوری و کاهش وزن تر در غلظت‌های بالاتر به کاهش جذب آب در متوسط رشد با توجه به خشکی فیزیولوژیکی مربوط می‌باشد (حسین و الهی[1]، ۱۹۹۲). زهیراحمد و اجمل‌خان (۲۰۱۰) افزایش وزن تر کتان، ترەتیزک، اسفرزه و شنبلیله در غلظت‌های کم نمک را گزارش کردند، که با نتایج حاصل مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح تیماری تأثیر معنی‌داری بر روی وزن خشک گیاهچه داشته‌اند (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نمایان‌گر کاهش معنی‌دار وزن خشک گیاهچه در سطوح بالای شوری بود. بالاترین میزان وزن خشک در تیمار ۰/۶- مگاپاسکال و پایین‌ترین میزان آن در تیمار ۱/۸- مگاپاسکال مشاهده گردید (جدول ۲).

با افزایش غلظت شوری ساخت ترکیبات با وزن مولکولی کم مانند پرولین افزایش می‌یابد و سنتز ترکیبات با وزن مولکولی بالاتر مانند پروتئین‌ها کاهش یافته که در نتیجه وزن خشک گیاهچه نقصان می‌یابد (یاماماتو[2] و همکاران، ۱۹۹۷). نتایج مطالعاتی در سایر گیاهان نظیر نخود (اوکسو[3] و همکاران، ۲۰۰۵) و آفتابگردان (جعفرزاده و علی‌اصغرزاده، ۲۰۰۷) نیز نشان دادند که وزن خشک گیاهچه با افزایش شوری کاهش یافت. هم‌چنین در بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سه رقم گلرنگ، کاهش طول و وزن خشک گیاهچه با افزایش غلظت شوری

[1] Hussain and Ilahi

[2] Yamamato

[3] Oksu

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

مشاهده گردید (دیمر و عارف[1]، ۲۰۰۳). نتایج آزمایش آل‌ساید[2] و آل‌ساید (۲۰۱۱) نشان داد که افزایش شوری آب به طور معنی‌داری وزن خشک باقلا را کاهش داد. بنابراین می‌توان کاهش وزن خشک گیاهچه شنبلیله در اثر شوری را به محدودیت جذب آب و کاهش تجمع ماده‌ی خشک مربوط دانست.

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار تیمارها بر طول گیاهچه شنبلیله بود (جدول ۱). بدین ترتیب که تیمار شاهد و سطح شوری ۰/۲- مگاپاسکال بیش‌ترین طول گیاهچه و تیمار ۱/۸- مگاپاسکال کم‌ترین طول گیاهچه را داشتند (جدول ۲). با منفی‌تر شدن پتانسیل آب، فشار تورژسانس درون سلول کاهش یافته و مانع افزایش حجم سلول می‌شود. بنابراین از رشد سلول‌ها و اندام‌های هوایی کاسته می‌شود. برخی محققین (هایسو و اسویدو[3]، ۱۹۷۴) بیان نمودند پتانسیل منفی آب طویل شدن سلول‌ها را بیش از تقسیم سلولی کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد در غلظت‌های کم نمک، به‌دلیل وجود یون‌های خاص و هم‌چنین تأثیر آن‌ها بر روی نفوذپذیری غشاء و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با جوانه‌زنی، روند ابتدایی جوانه‌زنی که همان خروج ریشه از بذر و رشد بعدی آن است با سرعت بیش‌تری انجام می‌شود. علاوه بر این با افزایش شوری محلول، جذب آب توسط بذر دچار اختلال شده، ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کم‌تر شده و در نتیجه رشد گیاهچه دچار نقصان می‌شود (کیگل و بیسون[4]، ۱۹۹۶). بنابراین می‌توان کاهش طول گیاهچه در غلظت‌های بالای نمک را به جلوگیری از انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین ذکر نمود (باقری‌کاظم‌آباد، و همکاران، ۱۹۸۸). در تأیید یافته‌های پژوهش حاضر کاهش طول گیاهچه در فلفل (یلدریم و گووینس، ۲۰۰۶)، نخود فرنگی (پاریدا و داس، ۲۰۰۵) و پنبه (نور[5] و همکاران، ۲۰۰۱) تحت شرایط تنش شوری گزارش شده است. هم‌چنین گزارش شده است که شوری (۱۰ ds/m^{-1}) به‌میزان ۸۲ و ۸۷ درصد به ترتیب طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نخود را به طور معنی‌داری کاهش داد (تسگازیبی و تیفری[6]، ۲۰۱۲). آن‌ها اظهار داشتند که شوری به سرعت می‌تواند مانع از رشد ریشه در نتیجه کاهش ظرفیت جذب آب و عناصر معدنی ضروری از خاک گردد.

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس افزایش غلظت کلرید سدیم در محیط کشت گیاه شنبلیله تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی داشت (جدول ۱). با افزایش سطوح شوری کاهش معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی بذرها مشاهده گردید، بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد و سطوح شوری (۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱-، ۱/۲- مگاپاسکال) به‌ترتیب با جوانه‌زنی (۱۰۰، ۱۰۰، ۱۰۰، ۱۰۰، ۱۰۰، ۹۹، ۹۸/۵ درصد) مشاهده گردید که از این نظر با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند و کم‌ترین میزان (۱۳/۵ درصد) در سطح شوری ۱/۸- مگاپاسکال بود (جدول ۲). کاهش پتانسیل آب، مانع تورژسانس کافی لپه‌ها و فعال شدن آنزیم‌های آلفا آمیلاز، پروتئاز و هیدرولیز مواد اندوخته‌ای بذر شده و در نتیجه باعث کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود (آل‌شارکوی و اسپرینگول[7]، ۱۹۹۷). هم‌چنین شوری جوانه‌زنی را ممکن است از دو طریق وجود نمک در محیط کشت و کاهش پتانسیل اسمزی که موجب تأخیر یا جلوگیری از جذب آب لازم برای تحرک عناصر مورد نیاز برای جوانه‌زنی می‌شود و ترکیب نمک و یون‌ها که ممکن است برای جنین سمی باشند و منجر به مرگ جنین یا کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در اوایل رشد گردند، کاهش دهد (تسگازیبی و تیفری، ۲۰۱۲). کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی با افزایش شوری در کتان (یونس[8] و همکاران، ۱۹۸۷)، شنبلیله (اسدی، ۲۰۰۹)، کتان، تره‌تیزک، اسفرزه و شنبلیله (زهیراحمد و اجمل‌خان، ۲۰۱۰)، کینوا (رویزکاراسکو[9] و همکاران، ۲۰۱۱) Spartina (لی و همکاران، ۲۰۱۰) گزارش شده است. هم‌چنین پناهی و همکاران (۲۰۱۳) کاهش درصد جوانه‌زنی سه ژنوتیپ کلزا را در سطوح بالای شوری (۱/۵- مگاپاسکال) مشاهده کردند، که با یافته‌های این مطالعه مطابقت دارد.

[1] Demir and Arif
[2] El Sayed and El Sayed
[3] Hiaso and Acevedo
[4] Kiegle and Bisson
[5] Noor
[6] Tsegazeabe and Teferii
[7] El-Sharkawiand EL-Fawal
[8] Younis
[9] Ruiz-Carrasco

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

آنالیز واریانس به‌دست آمده (جدول ۱) نشان داد که سطوح مختلف شوری تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی داشته است. مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که با افزایش شوری، تیمار شاهد و سطوح شوری (۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۶-، ۰/۸-، ۱-، ۱/۲- مگاپاسکال) بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند، که فاقد اختلاف معنی‌دار با هم بودند و تیمار (۱/۸- مگاپاسکال) کم‌ترین میزان (۲/۶۸) را به‌خود اختصاص داد (جدول ۲). کاهش فرآیند جوانه‌زنی در اثر تنش می‌تواند به کاهش جذب آب توسط بذرها ارتباط داشته باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب آب به کندی انجام شود، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت، در نتیجه آن مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد (هونگ و ریدمان، ۱۹۹۵). به نظر می‌رسد که با کاهش پتانسیل اسمزی و جذب آب در شرایط شور، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافته است که این یافته با نتایج سایر محققان مطابقت داشت. پژوهش‌های انجام شده روی جوانه‌زنی گیاهان مختلف بیان‌گر این واقعیت است که با افزایش شوری؛ درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و هم‌چنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (آلشماری[1] و همکاران، ۲۰۰۴؛ پاریدا و داس، ۲۰۰۵؛ کایا[2] و همکاران، ۲۰۰۶).

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از اختلاف معنی‌دار غلظت نمک بر شاخص بنیه بذر بود (جدول ۱). با افزایش میزان شوری شاخص بنیه بذر به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین شاخص بنیه بذر در تیمارهای شاهد و ۱/۲- مگاپاسکال به‌ترتیب با ۱۲/۳۹ و ۱۳/۰۲ و کم‌ترین میزان آن در تیمارهای (۱/۴-، ۱/۶- و ۱/۸- مگاپاسکال) به ترتیب با (۰/۵، ۰/۳۱ و ۰/۰۳۷) مشاهده شد (جدول ۲). شاخص بنیه بذر با درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه رابطه مستقیم دارد با افزایش غلظت شوری، شاخص بنیه بذر در تبعیت از هاریدی[3] و همکاران (۲۰۱۱) که زنده ماندن بذر را به توانایی حذف سمیت سدیم در جنین در حال توسعه به منظور اجتناب از سمیت یون‌ها وابسته دانسته‌اند، به طوری‌که تحمل غلظت بالای شوری ممکن است به ویژگی‌های ساختاری و فیزیولوژیکی لایه‌های محافظ دانه بستگی داشته باشد، دو پارامتر مذکور کاهش یافت. تحقیقات نسبتاً زیادی که بر روی جوانه‌زنی گیاهان زراعی مختلف انجام شده، بیان‌گر این واقعیت است که با افزایش شوری شاخص بنیه بذر به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش می‌یابد (قاسمی فیروزآبادی، ۱۳۸۰؛ ضیاء و خان، ۲۰۰۴). به علاوه پناهی و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیش‌ترین بنیه بذر سه رقم گلرنگ را در تیمار شاهد (۴/۷۲) و کم‌ترین میزان آن را با افزایش غلظت نمک در تیمار ۱/۵- مگاپاسکال (۰/۳۵) گزارش کردند، که با یافته‌های این آزمایش مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح تیماری تأثیر معنی‌داری بر کاهش میزان جوانه‌زنی داشته‌اند (جدول ۱). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین کاهش میزان جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که با افزایش سطوح شوری میزان جوانه‌زنی به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری برای این صفت مشاهده گردید. بیش‌ترین میزان کاهش جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۱/۸- مگاپاسکال با ۸۶/۵ بود (جدول ۲). غلظت بالای نمک موجب عدم تعادل یونی و تنش شدید اسمزی (مولینا[4] و همکاران، ۲۰۰۲) یا به طور کلی مهار جوانه‌زنی بذر در گیاهان می‌شود. اثر منفی شوری بر میزان جوانه‌زنی گیاه می‌تواند نتیجه کاهش پتانسیل اسمزی محیط ریشه، سمیت یونی و کمبود یون‌های غذایی باشد. این نتایج در توافق با یافته‌های دیگر محققان بود. به طوری که آل‌موتاوا[5] (۲۰۰۳) در بررسی تأثیر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ۳۰ ژنوتیپ نخود بیان کردند که با افزایش سطوح شوری میزان جوانه‌زنی به طور چشم‌گیری کاهش یافت، و لیکن با توجه به مقاومت بعضی از ژنوتیپ‌ها میزان این کاهش متفاوت بود. کافی و گلدانی[6] (۲۰۰۱) نیز نتایج مشابهی را در گندم،

[1] Alshammary
[2] Kaya
[3] Hariadi
[4] Molina
[5] AL-Mutawa
[6] Kafi and Goldani

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

چغندرقند و نخود گزارش کردند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که شوری در وهله‌ی اول شروع جوانه‌زنی را قبل از درصد جوانه‌زنی به تأخیر می‌اندازد.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که سطوح مختلف تنش شوری در سطح احتمال یک درصد بر روی انرژی جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). در مقایسه میانگین‌ها برای انرژی جوانه‌زنی مشخص شد که بین تیمار شاهد تا سطح شوری ۱/۴- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری از نظر میزان انرژی جوانه‌زنی مشاهده نشد و این تیمارها بیش‌ترین انرژی جوانه‌زنی را دارا بودند و تیمار ۱/۸- مگاپاسکال کم‌ترین میزان انرژی جهت جوانه‌زنی را داشت (جدول ۲). گیاهان برای تحمل شوری نیاز به تنظیم اسمزی دارند و یکی از راه‌های تنظیم اسمزی ساخت مواد آلی مانند سوربیتول، مانیتول، پرولین و گلایسین در بافت‌ها می‌باشد. ساخت این مواد برای گیاهان با صرف انرژی همراه است، بنابراین انرژی مصرفی برای تنظیم اسمزی باعث کاهش رشد اندام هوایی در گیاه می‌گردد (پنولاس[1] و همکاران، ۱۹۹۷). ریگویگ یساد[2] و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تأثیر تنش شوری بر روی جوانه‌زنی دو واریته باقلا مشاهده کردند که با افزایش شوری ناشی از کلرید سدیم، سولفات منیزیم و کلرید منیزیم میزان پرولین جهت تنظیم اسمزی افزایش یافت. بنابراین با توجه به ساخت مواد آلی تنظیم کننده اسمزی در بافت‌های گیاهچه می‌توان کاهش انرژی جوانه‌زنی و به دنبال آن کاهش شاخص‌های مربوط به رشد در گیاهچه را در آزمایش حاضر توجیه نمود.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارهای شوری بر شاخص میزان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج به‌دست آمده از مقایسات میانگین تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد تا سطح شوری ۱/۴- مگاپاسکال نشان نداد. کم‌ترین میزان شاخص جوانه‌زنی در غلظت شوری ۱/۸- مگاپاسکال با میزان ۷/۴۴ مشاهده گردید (جدول ۲). کاهش میزان جوانه‌زنی را می‌توان به کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت یون سدیم در محیط کشت گیاهچه و در نتیجه کاهش جذب آب مربوط دانست. به علاوه تنش اعمال شده احتمالاً از طریق کاهش سطح تماس آب با بذرها و پایین آوردن هدایت هیدرولیکی آب اطراف بذرها، کاهش جذب اکسیژن به وسیله محدود کردن مقدار اکسیژن محلول در محیط کشت و یا انتشارپذیری کم‌تر پوسته بذر نسبت به آب در پتانسیل‌های اسمزی پایین‌تر باعث کاهش جوانه‌زنی شده است (دی و کر[3]، ۱۹۹۵). سدیم می‌تواند منجر به اختلال در فعالیت و عمل غشای سلولی شود و پتانسیل انتقال یون‌های غذایی را تحت تأثیر قرار دهد، اثرات آنتاگونیستی و کاهش جذب سایر عناصر به ویژه پتاسیم و نیترات توسط یون سدیم در اسفناج (چوو[4] و همکاران، ۱۹۹۰) و لوبیا (زوکارینی[5]، ۲۰۰۸) تحت شرایط شوری نشان داده شده است. هم‌چنین شوری در مرحله‌ی جوانه‌زنی به‌دلیل آسیب رساندن به غشاهای سلولی، به‌ویژه غشای سیتوپلاسمی و در نتیجه‌ی آن افزایش تراوایی غشاها به دلیل جایگزینی کلسیم به‌وسیله سدیم تلفات پتاسیم را افزایش می‌دهد (حسینی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۵).

طبق تجزیه و تحلیل داده‌ها، درصد آب بافت گیاهچه به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفته است (جدول ۱). با افزایش غلظت محلول، آب بافت گیاهچه کاهش معنی‌داری داشت. به طوری‌که سطح شوری ۱/۸- مگاپاسکال کم‌ترین میزان آب در بافت گیاهچه (۶۸/۹ درصد) را داشت (جدول ۲). افزایش غلظت شوری جذب آب را از طریق پتانسیل اسمزی و ایجاد پتانسیل اسمزی خارجی، به‌واسطه اثر منفی یون‌های سدیم و کلر کاهش می‌دهد (گلباشی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج پژوهشی در بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی نخود نشان داد که درصد جذب آب در سطوح بالای شوری ($15\ ds/m^{-1}$) به طور قابل توجهی کاهش یافت (تسگازیبی و تیفری، ۲۰۱۲). هم‌چنین کاهش وزن تر گیاه شلغم روغنی (بویم[6] و همکاران، ۱۹۹۴) و ارقامی از نیشکر (حسین و همکاران، ۲۰۰۴) در اثر افزایش غلظت شوری پیش از این گزارش شده است.

[1] Penuelas
[2] Reguieg Yssaad
[3] De and Kar
[4] Chow
[5] Zuccarini
[6] Boem

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

بررسی نتایج ضرایب همبستگی (جدول ۳) نشان داد که بین درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، انرژی جوانه‌زنی، شاخص میزان جوانه‌زنی و درصد آب بافت گیاهچه با طول گیاهچه و وزن تر و خشک گیاهچه تحت تیمارهای شوری همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. بدین معنی که تنش شوری با تأثیر بر این مؤلفه‌ها، جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شنبلیله را کاهش می‌دهد. در حالی که کاهش میزان جوانه‌زنی با سایر صفات مورد مطالعه همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. بالاترین همبستگی در این شرایط مربوط به همبستگی بین شاخص بنیه بذر و طول گیاهچه، انرژی جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی بود، هم‌چنین کم‌ترین همبستگی بین کاهش میزان جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی و انرژی جوانه‌زنی مشاهده گردید. که حاکی آن است که رشد گیاهچه تحت یک‌سری عوامل یکسان قرار می‌گیرد یا به عبارتی تنش شوری تأثیر یکسانی را از طریق این پارامترها بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اعمال می‌نماید.

نتیجه گیری

از نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاهش پتانسیل آب به طور معنی‌داری بر مؤلفه‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، شاخص میزان جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر، شاخص میزان جوانه‌زنی، درصد آب بافت گیاهچه و کاهش میزان جوانه-زنی گیاه شنبلیله تأثیر می‌گذارد. که این نتایج با تحقیقات سایر محققان روی سایر گیاهان مطابقت دارد. بنابراین مطالعه آزمایشگاهی گیاه شنبلیله حاکی از آن است که این گیاه در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نسبت به سطوح بالای شوری (EC>۱/۲MPa) حساس است که با یافته‌های بابو و کومار[1] (۱۹۷۹) که اظهار داشتند گیاهان خانواده پروانه‌آسا به ویژه در مرحله جوانه‌زنی به شوری حساس هستند، مطابقت دارد. بدیهی است که رشد قابل قبول گیاهان در اراضی خشک و نیمه-خشک در معرض شوری به توانایی جوانه‌زنی بهتر تحت شرایط نامساعد بستگی دارد، بنابراین ضرورت ارزیابی تحمل گونه‌های گیاهی در مرحله اولیه رشد به شوری مهم است. و با توجه به اظهارات بیان شده (پناهی و همکاران، ۲۰۱۳) تحمل به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه از مراحل بعدی رشد مستقل است. لذا با توجه به نتایج حاصل از آزمایش بذرهای شنبلیله در زمان جوانه‌زنی می‌توانند میزان شوری تا ۱/۲- مگاپاسکال (۳۸/۹ دسی‌زیمنس بر متر) را تحمل نمایند، و لیکن ارزیابی تحمل به تنش شوری در مراحل رشد بعدی نیز نیاز به آزمایش‌های بیش‌تری دارد.

[1] Babu and Kumar

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

جدول ۳- ضرایب همبستگی تأثیر سطوح مختلف شوری بر صفات گیاهچه شنبلیله

صفات	طول گیاهچه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	انرژی جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	کاهش میزان جوانه‌زنی	شاخص میزان جوانه‌زنی
وزن تر گیاهچه	۰,۹۵۸**	۱							
وزن خشک گیاهچه	۰,۸۴۵**	۰,۹۴۷**	۱						
درصد جوانه‌زنی	۰,۶۹۲*	۰,۸۲۱**	۰,۸۸۸ **	۱					
سرعت جوانه‌زنی	۰,۷۱۶*	۰,۸۴۸**	۰,۹۱۰**	۰,۹۸۷**	۱				
انرژی جوانه‌زنی	۰,۶۹۲*	۰,۸۲۱**	۰,۸۸۸**	۱**	۰,۹۸۷**	۱			
شاخص بنیه بذر	۱**	۰,۹۶۰**	۰,۸۴۸**	۰,۶۹۶*	۰,۷۲۱*	۰,۶۹۶ *	۱		
کاهش میزان جوانه‌زنی	-۰,۶۹۲*	-۰,۸۲۱**	-۰,۸۸۸**	-۱**	-۰,۹۸۷ **	-۱**	-۰,۶۹۶ *	۱	
شاخص میزان جوانه‌زنی	۰,۷۰۷*	۰,۸۳۸**	۰,۹۰۳**	۰,۹۹۴**	۰,۹۹۸**	۰,۹۹۴**	۰,۷۱۱*	-۰,۹۹۴**	۱
درصد آب بافت گیاهچه	۰,۷۵۲*	۰,۸۷۲**	۰,۹۱۴**	۰,۹۴۹**	۰,۹۷۴**	۰,۹۴۹**	۰,۷۵۷ *	-۰,۹۴۹ **	۰,۹۶۶**

*، **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

منابع

حسینی، ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه زنی اسفرزه (*Plantago ovata*). پژوهشهای زراعی ایران، ۴(۱): ۲۲-۱۵.

قاسمی فیروزآبادی، ا. ۱۳۸۰. بررسی تحمل به شوری و خشکی دو گونه مرتعی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

گلباشی، م.، خاوری خراسانی، س.، ابراهیمی، م. و چوگان، ر. ۱۳۸۹. مطالعه عکس العمل هیبریدهای ذرت دانه‌ای نسبت به آبیاری محدود. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه شهید بهشتی تهران، ص ۲۱۸.

Adolf, V.I., Jacobsen, S.E., and Shabala, S. 2013. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Environmental and Experimental Botany, 92: 43-54.

Agrawal, R. 1980. Seed technology. Pub. Co. PVT. LTD. New Dehli. India.

Almansouri, M., Kinet, J.M., and Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* L.). Plant and Soil, 231(2): 243-254.

AL-Mutawa, M.M. 2003. Effect of Salinity on germination and seedling Growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes. International Journal of Agriculture and Biology, 5(3): 226-229.

Alshammary, S.F., Qian, Y.L., and Wallner, S.J. 2004. Growth response of four turfgrass species to salinity. Journal Agriculture and Water Managemant, 66(2): 97-111.

Anwar, M., Hussain, I., Alam, S.S., and Baig, F. 2001. Effect of NaCl salinity on seed germination, growth and yield of two varieties of Chick Pea (*Cicer arietinum* L.). Pak. Journal of Biology Science, 4(2): 124-127.

Asaadi, A. 2009. Investigation of Salinity Stress on Seed Germination of Trigonella foenum-graecum. Journal Biochemistry Science, 4(11): 1152-1155.

Babu, V.R., and Kumar, S. 1979. Seed germination and early seedling growth of *Cicer arietinum* Linn. CV. C-235, *Cajanus cajan* Spreng. CV. Pusa Agati, *Phaseolus aureus* Ham. CV. S-8 and *Phaseolus mungo* Linn. CV. P-1 under growth regulator and salinity stressed conditions, Journal of Indian Botany Society, 58: 140-148.

Bagheri Kazemabad, A., Sarmadnia, G., and Haj Rasouliha, S. 1988. Study of sainfoin masses reaction to salinity and drought stresses in germination stage. Journal Agriculture Science Technology, 2: 41-55.

Bajji, M., Kient, J.M., and Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). Canadian Journal of Botany, 80(3): 297-304.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

Boem, F.H.G., Scheiner, J.D., and Lavadi, R.S. 1994. Some effect of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Agronomy Crop Science, 172(3): 182-187.

Chow, W.S., Ball, M.C., and Anderson, J.M. 1990. Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity implications of K^+ nutrition for salt tolerance, Australian Journal of Plant Physiology, 17(5): 563-578.

De, R., and Kar, R.K. 1995. Seed germination and seedling growth of mungbean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Science and Technology, 23(2): 301-308.

Demir, M., and Arif, I. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of saffl ower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27(4): 221-227.

El Sayed, H., and El Sayed, A. 2011. Influence of Salinity (NaCl and Na_2So_4) Treatments on Growth Development of Broad Bean (*Vicia faba* L.) Plant. American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science, 10(4): 600-610.

El-Nakhlawy, F.S., and EL-Fawal, M.A. 1989. Tolerance of five oil crop to salinity and temperature stresses, during germination. Acta Agronomica Hungarica, 38(1-2): 59-65.

El-Sharkawi, H.M., and Springuel, I.V. 1997. Germination of some crop plant seed under reduced water potential. Seed Science and Technology, 5: 662-667.

Ghorbanpour, A., Mami, Y., Ashournezhad, M., Abri, F., and Amani, M. 2011. Effect of salinity and drought stress on germination of fenugreek. African Journal Agriculture, 6(24):5529-5532.

Grattan, S.R., and Grieve, C.M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticulture crops. Science Horticulture, 78(1): 127-157.

Haidari, M. 2009 Variation in seed germination, seedling growth, nucleic acids and biochemical component in canola (*Brassica nupus* L.) under salinity stress. As. Journal of Plants Science, 8(8): 557-561.

Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S.E., and Shabala, S. 2011. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plant grown at various salinity levels. Journal of Experimental Botany, 62(1): 185-193.

Hasegawa, P., Bressan, R.A., Zhu, J.K., Bohnert, H.J. 2000. Plants cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Biology, 51(1): 463-499.

Haung, J., and Redmann, R.E. 1995. Salt and drought tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling. Canadian Journal of Plant Science, 75(4): 815-819.

Hiaso, T.C., and Acevedo, E. 1974. Plant responses to water deficits, water use efficiency and drought resistance. Agriculture Metrology, 14(1): 56-84.

Hussain, A., Khan, Z.I., Ashraf, M., Rashid, M.H., and Akhtar, M.S. 2004. Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and COJ-84. International Journal Agriculture Biological, 6(1): 188-191.

Hussain, F., and Ilahi, I. 1992. Effect of Magnessium sulphate, Sodium sulphate and mixture of both salts on germination and seedling growth of three cultivars of *Brassica campestris* L. Sarhad. Journal Agriculture, 3(2): 175-183.

Ibrar, M., Jabeen, M., Tabassum, J., Hussain, F., and Ilahi, I. 2003. Salt tolerance potential of *Brassica juncea* Linn. Journal of Science and Technology, 27: 79-84.

International Seed Testing Association (ISTA). 2008. Handbook of Vigor test methods.2nd ed. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]

[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

Jabeen, M., Ibrar, M., Azim, F., Hussain, F., and Ilahi, I. 2003. The effect of sodium chloride salinity on germination and productivity of Mung bean (*Vigna mungo* Linn.). Journal Science and Technology University, Peshawar, 27: 1-5.

Jafarzadeh, A.A., and Aliasgharzad, N. 2007. Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugarbeet cultivars, Proceeding of "Bioclimatology and Natural Hazards" International Scientific Conference, Polana nad Detvou, Slovakia, 17-20.

Kafi, M., and Goldani, M. 2001. Effect of water potential and type of osmoticum on seed germination of three crop species of wheat, sugarbeet and chickpea. Agriculture Science and Technology, 15: 121-133.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Gikili, Y., and Kolsarici, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy, 24(4): 291-295.

Kiegle, E.A., and Bisson, M.A. 1996. Plasma memberane Na^+ transport in salt-tolerant charophyte. Plant Physiolgy, 111: 1191-1197.

Li, R., Shi, F., and Fukuda, K. 2010. Interactive effects of salt and alkali stresses on seed germination, germination recovery and seedling growth of a halophyte *Spartina alterniflora* (Poaceae). African Journal of Botany, 76(2): 380-387.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination in selection and evolution for seeding vigor. Crop Science, 2(2): 176-177.

Miller, T.R., and Chapman, S.R. 1978. Germination responses of three forage grasses to different concentration of six salts. Journal of Range Management, 31(2): 123-124.

Molina, A., Bueno, P., Marin, M.C., Rosales, M.P.R., Belver, A., Venema, K., and Donaire, J.P. 2002. Involvement of endogenous salicylic acid content, lipoxygenase and antioxidant enzyme activities in the response of tomato cell suspension cultures to NaCl, New Phytologist, 156(3): 409-415.

Murillo-Amador, B., Lopez-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J., Flores-Hernandez, A. 2002. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. Journal Agronomy Crop Science, 188(4): 235-247.

Noor, E., Azhar, F.M., and Khan, A.L. 2001. Differences in responses of *gossypium hirsutum* L. varieties to NaCl salinity at seedling stage. International Journal Agriculture Biological, 3(4): 345-347.

Oksu, G., Kaya, M.D., and Atak, M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29(4): 237-242.

Panahi, M., Akbari, G.A., and Golbashy, M. 2013. Astudy effects of salt stress on Sanfflower Genotypes (*Carthamus tinctorius* L.) germination and seedling characters. Advanced Crop Science, 3(3): 262-267.

Parida, A.K., and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60(3): 324-349.

Penuelas, J., Isla, R., Filella, I., and Araus, J.L. 1997. Visible and near-infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. Crop Science, 37: 198-202.

Reguieg Yssaad, H.A., Latigui, A., Nouri, T., and Bessafi, L. 2012. Effect of Salt Stress and Bentonite on the Germination and Proline Content of *Vicia faba* L. Plant var. 'Semilla violeta' and 'Reine mora'. American Journal of Plant Physiology, 7(5): 212-219.

Ruiz-Carrasco, K., Antognoni, F., Coulibaly, A.K., Lizardi, S., Covarrubias, A., Martinez, E.A., Molina-Montenegro, M.A., Biondi, S., and Zurita-Silva, A. 2011. Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

assessed by growth, physiological traits and sodium transporter gene expression. Plant Physiology and Biochemistry, 49(11): 1333-1341.
Ruveyda, T. 2011. Salinity exposure modifies nutrient concentration in fenugreek (*Trigonella founum greacum* L.). African Journal of Agriculture, 6(16): 3685-3690.
Sadeghzade, A.D., Kashi, A.K., Hassandokht, M.R., Amir, A., and Alizade, K. 2009. Assessment of drought tolerance in Iranian fenugreek landraces. Food Agriculture and Environment, 7(3-4): 414-419.
Scott, S.J., Jones, R.A., and Williams, W.A. 1984. Review of data analyisis methods for seed germination. Crop Science, 24: 1192-1199.
Shannon, M.C. 1998. Adaptation of plant to salinity. Advanced of Agronomy, 60: 75-119.
Stout, D. 1998 Rapid and synchoronus germination of Cicer milkvetch seed following diurnal temperature priming. . Journal of Agronomy and Crop Science, 181(4): 263-266.
Tsegazeabe, H.H., and Teferii, G. 2012. The Effect of Salinity Stress on Germination of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Land Race of Tigray. Current Research Journal of Biological Sciences, 4(5): 578-583.
Tsonev, T.D., Lazova, G.N., Stoinova, Z.G., and Popova, L.P. 1998. A possible role for jasmonic acid in adaptation of barley seedling to salinity stress. Journal of Plant Growth Regulation, 17(3): 153-159.
Wilson, C., Liu, X., Lesch, S.M, and Suarez, D.L. 2006. Growth response of major USA cowpea cultivars II. Effect of salinity on leaf gas exchange. Plant Science, 170(6): 1095-1101.
Yamamato, A., Turgeon, J., and Duich, J.M. 1997. Seedling emergence and growth of solid matrix primed Kentucky bluegrass seed. Crop Science, 37(1): 225-229.
Yildirim, E., and Guvenc, I. 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30(5): 347-353.
Younis, M.E., Hasaneen, M.N.A., and Nemet-Alla, M.M. 1987. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress conditions. IV. Effects of salinity on certain factors associated with the germination of three different seeds high in fats. Annals of Botany, 60(3): 337-344.
Zaheer Ahmed, M., and Ajmal Khan, M. 2010. Tolerance and recovery responses of playa halophytes to light, salinity and temperature stresses during seed germination. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 205(11): 764-771.
Zia, S., and Khan, M.A. 2002. Comparative effect of NaCl and sea water on seed germination of Limonium stocksii. Pakistan Journal of Botany, 34: 345-350.
Zia, S., Khan, M.A. 2004. Effect of light, salinity and temperature on seed germination of Limonium stocksii. Canadian Journal of Botany, 82(2): 151-157.
Zuccarini, P. 2008. Effect of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress, Biologia Plantarum, 52(1): 157-160.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]

Effect of different levels of salinity stress on seed germination and early growth of fenugreek (*Trigonella foenum* L.) seedling

Azam Roumani, Seyed Mohammadreza Ehteshami*
Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Faculty, University of Guilan, Iran.
*Corresponding Author E-mail: smrehteshami@yahoo.com

(Received: 2013/12/13 - Accepted: 2014/04/7)

Abstract

In order to study the effect of different levels of salinity stress on germination indices and early growth of *Trigonella foenum* L., an experiment was conducted in agronomy laboratory of Faculty of Agricultural at University of Guilan in 2012. The experiment was arranged base on randomized completely design with four replications. The used treatments were different levels of salinity stress due to NaCl (0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1, -1.2, -1.4, -1.6 and -1.8 MPa). Results showed, by increasing of salinity levels, decreased germination percentage, germination speed, germination energy, germination rate index, water percentage of seedling tissue, seedling length, dry and fresh weight of seedling and vigour index significantly. However, the levels of salinity (-0.2 and -0.4 MPa) increased dry and fresh weight of seedling in comparing with control by growth stimulation. Moreover, germination rate reduction had increased trend in comparing with control. Results indicated that there was positive significant correlation between percent of germination and other germination indices except germination rate. Generally, the results showed fenugreek seed can tolerate salinity amount until -1.2 MPa (38.9 ds/m) in germination time.

Key words: Fenugreek, Germination, Salinity stress, Vigor

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.4.9]
[DOI: 10.29252/yujs.1.1.33]