



بررسی اثر شوری و دما بر جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)

علی‌اکبر قاسمی^۱، حسن حمیدی^{۲*}، جابر آروس^۳، علی معصومی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه پیام نور، مشهد - ایران
۲. کارشناس ارشد، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد - ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، اصلاح نباتات، دانشگاه پیام نور، مشهد - ایران
۴. استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، مشهد - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۹/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۹۲/۲/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیرات توأم تنش شوری حاصل از کلرید سدیم و کلرید کلسیم و دما بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با پتانسیل‌های مختلف اسمزی (صفر، ۳-، ۶- و ۹- بار) در دماهای متفاوت، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد، با سه تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، در سال ۱۳۸۹، انجام شد. در این تحقیق صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیه بذر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد اثر سطوح مختلف نمک، پتانسیل اسمزی و دما بر همه صفات مورد مطالعه بسیار معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها برای صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی نشان داد که نمک کلرید کلسیم به ترتیب با ۶۳ درصد و ۷/۱۱ نسبت به کلرید سدیم با ۵۰ درصد و ۱/۷۰ اختلاف معنی‌داری داشت. بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار کلرید کلسیم و پتانسیل اسمزی ۳- بار با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بیشترین طول ریشه‌چه و بنیه بذر نیز در تیمار کلرید کلسیم و پتانسیل اسمزی ۳- بار با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بیشترین طول ساقه‌چه در تیمارهای کلرید سدیم و کلرید کلسیم با پتانسیل اسمزی شاهد (آب مقطر) و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد وجود داشت. به‌طور کلی با افزایش پتانسیل اسمزی و نیز دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد همه صفات در هر دو محلول نمک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با وجود این اثرات سوء، افزایش دماهای بالا در نمک کلرید سدیم به مراتب بیشتر از کلرید کلسیم بود. بررسی پاسخ گیاه زوفا به سطوح مختلف تنش شوری و دما در مرحله جوانه‌زنی، کشاورزان را در استقرار و تولید مطلوب آن یاری خواهد کرد.

کلیدواژه‌ها: تنش شوری، درجه حرارت، کلرید سدیم، کلرید کلسیم، مرحله جوانه‌زنی.

۱. مقدمه

تولید محصولات کشاورزی است. مساحت اراضی شور کشور بین ۱۸ تا ۳۵ میلیون هکتار برآورد شده است [۱۸]. در بسیاری از گیاهان زراعی مرحله جوانه‌زنی و رشد ابتدایی گیاهچه از مراحل حساس نسبت به تنش‌های محیطی است [۲۸]. افزایش غلظت اسمزی، میزان آب قابل دسترس را کاهش می‌دهد، اما یون‌های خاصی مانند سدیم و منیزیم بیش از قابلیت دسترسی به آب، جوانه‌زدن را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۳۸]. هر یک از مراحل رشد گیاه به دمای بهینه متفاوتی نیاز دارد. یکی از مراحل که به دمای خاک بسیار حساس است، مرحله جوانه‌زنی بذر است. بسیاری از گیاهان علفی یکساله به دمای معینی از خاک نیاز دارند تا جوانه‌زنی آنها آغاز شود که همین امر دلیل تفاوت بین گونه‌های علفی است که در اوایل و اواخر فصل در اراضی کشاورزی می‌رویند [۳۲]. دما و نور موجب تشدید آسیب‌های شوری بر گیاهان می‌شود و حرارت، سمیت نمک را افزایش می‌دهد [۴۰]. همچنین، دما می‌تواند درصد و سرعت جوانه‌زنی را از طریق تأثیر بر زوال بذر، کاهش خواب بذر و همه فرآیندهای جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار دهد [۳۶]. از آنجا که دما تأثیرات شایان توجهی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی از جمله شروع، درصد و سرعت جوانه‌زنی دارد، مهم‌ترین عاملی است که موفقیت یا عدم موفقیت در استقرار گیاه را تعیین می‌کند [۳۴].

تحقیقات نشان داده است که درصد ریشه‌زایی، حداکثر و متوسط طول ریشه‌چه با افزایش غلظت کلرید سدیم در نعنای کاهش می‌یابد [۱۷]. مطالعه اثر کربنات کلسیم بر تحمل به شوری ارقام یونجه نشان داد که بارزترین اثر شوری بر گیاهان به اثرات کمتر نمک کلرید کلسیم به علت خنثی کردن تأثیرات اسمزی مرتبط با تنش شوری بر اثر اضافه کردن کلسیم به محیط و تخفیف اثرات سمی یون‌های سدیم نسبت داده شده است [۲۷]. نمک کلرید سدیم تأثیرات منفی بیشتری در مقایسه با کلرید کلسیم بر صفات

زوفا با نام علمی *Hyssopus officinalis*، به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) تعلق دارد، گیاهی خشبی، چندساله، به صورت درختچه با ساقه‌های چهار گوش کوتاه به ارتفاع ۵۰ تا ۷۰ سانتی‌متر است. این گیاه بیشتر به شکل بوته‌ای، قسمت پایه ساقه‌ها چوبی، ریشه‌ها مستقیم با انشعابات فراوان است. علاوه بر این برگ‌های آن صاف، کوچک، باریک، نوک تیز، معطر و زود افت است که از نقاط مختلف ساقه بدون دم‌برگ به طور متقابل خارج می‌شوند [۲]. زوفا مانند دیگر گیاهان خانواده نعناع دارای اسانس است [۲۵]. برگ‌ها و سرشاخه‌های گل‌دار آن دارای طعمی تند، بوی مطبوع و دارای اسانس و روغن فرار بی‌رنگ است [۲۵]. از قدیم‌الایام، مردم این گیاه را برای درمان بیماری‌ها استفاده می‌کردند. از سرشاخه‌های گل‌دار گیاه به‌عنوان محرک، بادشکن، نرم‌کننده سینه و برای ناراحتی‌های ریوی و سرماخوردگی استفاده می‌شود [۲۵]. اسانس زوفا خاصیت ضد باکتریایی و ضد قارچی دارد و در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوانی دارد [۲۵]. زوفا گیاهی است متحمل به خشکی و در مناطق خشک و نیمه‌خشک و گرم و نواحی جنوبی تپه‌ها به‌خوبی رشد می‌کند و مکان‌های آفتابی را برای رشد ترجیح می‌دهد. این گیاه به خشکی مقاوم است و در مراحل مختلف رشد شوری را تحمل می‌کند [۱۱]. از هر هکتار زوفای کشت‌شده حدود ۸ تا ۱۵ کیلوگرم اسانس به دست می‌آید. عملکرد بذر بسته به شرایط اقلیمی ۳۰۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار است [۱۶].

تنش شوری یکی از مشکلات مهم مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا است. برخی از گیاهان دارویی با داشتن پتانسیل بالا برای کشت در اقلیم‌های تنش‌خیز می‌توانند برای بهره‌وری بیشتر از زمین‌های کم‌بهره استفاده شوند [۲]. تنش شوری از عوامل کاهش قابلیت اراضی برای

بررسی اثر شوری و دما بر جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)

اندازه‌گیری نبودند. بنابراین، بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه به ترتیب ۱۴ و ۷ میلی‌متر مربوط به تیمار شاهد و شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بود.

بررسی اثر تنش شوری بر تحریک جوانه‌زنی در گیاه زوفا از محلول کلرید سدیم با پتانسیل‌های اسمزی صفر (شاهد)، ۳-، ۶- و ۹- بار نشان داده است که سطح شوری ۶- بار دارای بالاترین درصد جوانه‌زنی بود [۴]. در این آزمایش، سرعت جوانه‌زنی تا سطح ۳- بار افزایش و سپس، کاهش یافت به طوری که در سطح شوری ۹- بار به کمترین مقدار خود رسید. علاوه بر این با افزایش درجه شوری طول ریشه‌چه از صفر تا ۹- بار کاهش یافت. به‌طور کلی نتایج نشان داد که اجرای تنش شوری تا حد بین ۳- تا ۶- بار می‌تواند با تحریک جوانه‌زنی و پدیداری مکانیسم‌های سازگاری زوفا با شرایط نامساعد، سبب بهینه‌کردن خصوصیات جوانه‌زنی و در نتیجه استقرار گیاه و افزایش عملکرد آینده گیاه شود [۴].

از جمله عوامل مهم در کشت و کار گیاهان دارویی، تعیین بهترین دما برای جوانه‌زنی بذرها و میزان مقاومت گیاهان نسبت به شوری است. علاوه بر این گزارش‌های متعددی [۶، ۲۱، ۲۶] درباره تقویت تأثیرات مخرب شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهان زراعی بر اثر افزایش دما وجود دارد. هرچند تحقیقات اندکی در مورد اثر تنش شوری و دما به‌طور جداگانه بر جوانه‌زنی گیاه دارویی زوفا انجام شده است، هنوز اطلاعات دقیقی درباره تحمل به شوری (حاصل از دو نوع نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم) این گیاه در دماهای مختلف در مرحله جوانه‌زنی منتشر نشده است. از آنجا که ارزیابی‌های معمول در شرایط مزرعه‌ای از یک سو زمان‌بر و از سوی دیگر تحت تأثیر عوامل کنترل‌ناپذیر متعددی از جمله عوامل خاکی، اقلیم و عملیات زراعی هستند، بنابراین، ضرورت دارد با استفاده از روشی آزمایشگاهی تحت شرایط کنترل‌شده، امکان ارزیابی

و شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی بذر در گیاه دارویی زوفا دارد [۸].

بررسی توأم اثر پتانسیل ناشی از کلرید سدیم و دما روی بذر ارقام سورگوم نشان داد که با افزایش تنش شوری در دماهای مختلف، درصد و سرعت جوانه‌زنی ارقام کاهش یافت و با افزایش دما تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد این کاهش شدت یافت [۲۱].

مطالعه تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان دارویی از قبیل گل گاوزبان [۱۳]، زیره سبز [۱]، بابونه [۱۹، ۲۲] و رازیانه [۱۴] نشان داده است که با افزایش تنش شوری، شاخص‌های جوانه‌زنی نظیر میزان و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد. مطالعه اثرات توأم شوری و دما بر جوانه‌زنی زیره نشان داده است که با افزایش تنش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. در همه سطوح شوری با افزایش دما درصد جوانه‌زنی افزایش یافت و در دمای بین ۴ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد به حداکثر خود رسید. بر اساس این گزارش سرعت جوانه‌زنی در محدوده دمایی فوق، آستانه بالاتری از شوری (بیش از ۵ دسی‌زیمنس بر متر) را تحمل خواهد کرد [۲۶].

تحقیقات نشان داده است که دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مطلوب‌ترین دما برای جوانه‌زنی گیاه دارویی زوفا است [۱۰]. بررسی سطح شوری صفر تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر ناشی از کلرید سدیم بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه زوفا نشان داده است که کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر و بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد [۷]. در این تحقیق، زمان ۵۰ درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، نسبت ریشه‌چه به طول ساقه‌چه، در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر قابل

روی کاغذ صافی واتمن قرار داده شد. سپس، به هر پتری ۱۰ میلی لیتر از محلول‌های آماده شده با پتانسیل اسمزی مورد نظر اضافه شد. برای به حداقل رساندن خطای تبخیر، در ظروف پتری با کاغذ پارافیلیم بسته شد. پتری‌های هر تیمار در سه تکرار در داخل اتاقک‌های رشد با دماهای مورد نظر با دقت ± 1 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. معیار جوانه‌زنی بذرها، خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر در نظر گرفته شد. ظروف پتری در ساعت مشخص بازدید و شمارش بذور جوانه‌زده به منظور تعیین سرعت جوانه‌زنی به صورت روزانه تا ۱۴ روز پس از کاشت، انجام شد. در روز چهاردهم، تعداد ۵ گیاهچه از هر پتری‌دیش انتخاب و نسبت به اندازه‌گیری صفاتی از قبیل درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیه بذر اقدام شد. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از فرمول $GP = 100 \left(\frac{Ni}{N} \right)$ استفاده شد که در آن GP درصد جوانه‌زنی، Ni تعداد بذر سبزشده تا روز i و N تعداد کل بذر است. سرعت جوانه‌زنی نیز از طریق رابطه $RS = \sum_{i=1}^n \frac{Si}{Di}$ محاسبه شد. در این فرمول RS سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، Si تعداد بذر جوانه‌زده در شمارش i ام و Di تعداد روز تا شمارش i ام است [۳۰]. علاوه بر این بنیه بذر با استفاده از رابطه $V = \frac{Lr + Ls}{2} \times GP$ محاسبه شد [۲۹]. در این رابطه، V شاخص بنیه بذر، Lr طول ریشه‌چه، Ls طول ساقه‌چه و GP درصد جوانه‌زنی است. برای تبدیل داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی به توزیع نرمال، از تبدیل زاویه-ای استفاده شد. برای محاسبات آماری و رسم نمودارها به ترتیب از نرم‌افزارهای SAS و EXCEL استفاده شد. مقایسه میانگین‌های معنی‌دار شده نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

سریع و نسبتاً دقیق عکس‌العمل گیاهان دارویی به تنش شوری و دما فراهم شود. بنابراین، با توجه به وسعت اراضی تحت تنش شوری در ایران و اهمیت گیاه دارویی زوفا، در این تحقیق تأثیرات تنش شوری حاصل از کلرید سدیم و کلرید کلسیم در دماهای متفاوت بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه زوفا مطالعه شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر تنش شوری حاصل از دو نوع نمک کلرید سدیم (NaCl) و کلرید کلسیم ($CaCl_2$) بر جوانه‌زنی گیاه دارویی زوفا و تعیین دمای مطلوب، در سال ۱۳۸۹ در آزمایشگاه بخش تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی با موقعیت جغرافیایی 36° و 59° طول شرقی و 36° و 16° عرض شمالی، انجام شد. این طرح به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در ژرمیناتور انجام شد که در آن سه فاکتور شامل نوع نمک (در دو سطح کلرید سدیم و کلرید کلسیم)، دما (در چهار سطح ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و پتانسیل اسمزی (در چهار سطح صفر، ۳، ۶، ۹- بار) مطالعه شد. پتانسیل‌های اسمزی براساس قانون وانت هوف [۲۰] و با استفاده از محلول‌های کلرید سدیم و کلرید کلسیم از طریق فرمول $\Psi = -m \cdot i \cdot r$ تهیه شد که در این معادله Ψ پتانسیل اسمزی برحسب بار، m تعداد مول نمک در ۱۰۰۰ سی‌سی آب مقطر (مولاریته)، i ضریب یونیزاسیون، r ثابت گازها و t دمای مطلق بر حسب کلوین است. برای پتانسیل اسمزی صفر (شاهد) از آب مقطر استفاده شد. برای انجام آزمایش، در هر تیمار تعداد ۲۵ بذر زوفا شمارش و با استفاده از محلول هیپوکلرید کلسیم ۱۵ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و سپس، با آب مقطر شست‌وشو داده شد. بذور ضدعفونی‌شده در پتری‌های استریل ۱۲ سانتی‌متری و

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تأثیرات ساده نوع نمک، پتانسیل اسمزی و دما و تأثیرات متقابل دوگانه و سه‌گانه آن‌ها برای صفات مورد بررسی در اکثر موارد معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود.

مقایسه میانگین صفات مورد آزمایش نشان داد که در همه صفات مورد بررسی، نمک کلرید کلسیم نسبت به کلرید سدیم افزایش معنی‌داری داشت و این برتری برای درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیه بذر به ترتیب برابر ۲۰/۹، ۳۸/۹، ۲۶/۳، ۶/۲، ۲۷/۴ و ۲۰ درصد بود (جدول ۲). این نتایج با نتایج تحقیقات انجام‌شده روی گیاه دارویی

زوفا [۸] که نشان‌دهنده تأثیر منفی بیشتر کلرید سدیم در مقایسه با کلرید کلسیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه زوفا است، تطابق کامل دارد. نتایج تحقیق بر یونجه نشان داده است که نمک کلرید کلسیم باعث خنثی کردن تأثیرات اسموتیک مرتبط با تنش شوری بر اثر اضافه‌کردن کلسیم به محیط و تخفیف تأثیرات سمی یون‌های سدیم می‌شود [۲۷]. در مرحله جوانه‌زنی یونجه، آنیون‌ها نقش مهم‌تری از کاتیون‌ها دارند [۳۱]. بنابراین، زمانی که از کلرید کلسیم برای ایجاد پتانسیل منفی استفاده شود، میزان آنیون کلر از حد بحرانی فراتر می‌رود در نتیجه تأثیر منفی آنیون کلر بر جوانه‌زنی افزایش می‌یابد [۳۷].

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تأثیرات نوع نمک، پتانسیل اسمزی و دما بر صفات بررسی‌شده در گیاه دارویی زوفا

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	میانگین مربعات		
				طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
نوع نمک (A)	۱	۴۱۷۳/۸۴ **	۵۰۰/۶۹ **	۱۰۱/۸۹ **	۲۲/۳۳ **	۰/۴۹ **
پتانسیل اسمزی (B)	۳	۶۲۹۷/۵۷ **	۴۸۲/۲۸ **	۳۹۷/۵۶ **	۲۵۷۴/۲۳ **	۰/۰۶ **
دما (C)	۳	۱۸۴۹۲/۳۲ **	۵۴۷/۳۷ **	۳۳۷/۱۳۶ **	۱۳۵۸/۷۹ **	۰/۲۸ **
A×B	۳	۶۴۹/۴۳ **	۲۲/۸۷ **	۲۸/۱۳ **	۱۸/۲۵ **	۰/۱۵ **
A×C	۳	۱۵۹/۷۹ **	۲۹/۴۴ **	۶/۳۵۷ **	۲/۰۹ *	۰/۰۰۵ *
B×C	۹	۵۷۰/۴۲ **	۳۴/۷۸ **	۳۰/۱۹ **	۱۶۷/۲۸ **	۰/۱۵ **
A×B×C	۹	۱۵۶/۵۶ **	۸/۷۷ **	۵/۰۴ **	۲/۲۳ *	۰/۰۵ **
خطای آزمایش	۶۴	۸/۲۲	۱/۸۹	۰/۵	۲/۸۵	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۰۷	۱۴/۵۱	۱۰/۴۱	۱۱/۲۲	۱۰/۸۰

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین تأثیرات ساده نوع نمک و دما بر صفات بررسی شده در گیاه دارویی زوفا

تیمار	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (میلی متر)	طول ساقه چه (میلی متر)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه	بنیه بذر
نوع نمک	کلرید سدیم	۶۳/۱۳ a	۱۱/۷۴ a	۷/۸۲ a	۱۵/۵۲ a	۰/۵۱ a
	کلرید کلسیم	۴۹/۹۴ b	۷/۱۷ b	۵/۷۶ b	۱۴/۵۶ b	۰/۳۷ b
دما	۲۰	۷۶/۵۸ a	۱۱/۹۴ a	۱۰/۲۹ a	۱۹/۹۷ a	۰/۵۴ a
(درجه)	۲۵	۷۸/۹۲ b	۱۲/۱۷ a	۷/۴۳ c	۱۶/۸۲ b	۰/۴۷ b
سانتی گراد)	۳۰	۶۶/۱۷ c	۱۱/۴ a	۷/۹۷ b	۱۹/۴۲ a	۰/۴۷ b
	۳۵	۱۵/۴۶ d	۲/۳۱ b	۱/۴۹ d	۳/۹۴ c	۰/۲۹ c

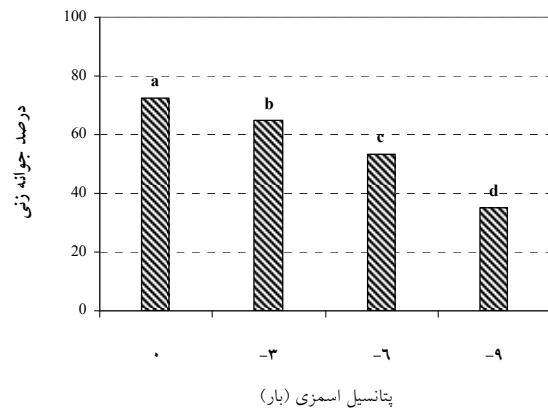
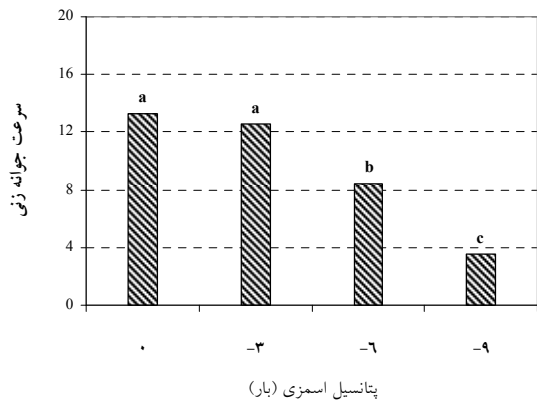
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون در هر تیمار با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

آرتیشو و سرخارگل [۳] نیز نشان داده است که با افزایش پتانسیل اسمزی، صفات شاخص جوانه زنی کاهش یافته است. بررسی اثر شوری بر سرعت و درصد جوانه زنی و همچنین، رشد ریشه چه و ساقه چه در بسیاری از گیاهان زراعی نشان داده است که اعمال تنش شوری در مرحله جوانه زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌ها است، زیرا شوری باعث کاهش درصد سرعت جوانه زنی و همچنین، کاهش رشد ریشه چه و ساقه چه می‌شود [۲۳]. نتایج تحقیقات انجام شده روی گیاهان شورپسند نشان داده است که افزایش شوری سبب افزایش جذب یون‌های سدیم و کلر شده است که این یونها خود علاوه بر مضر بودن باعث اختلال در متابولیسم عناصر غذایی دیگر می‌شوند، مثلاً رقابت یون سدیم با پتاسیم و یون کلر با نیترات سبب اختلال در جذب عناصر غذایی پتاسیم و نیترات می‌شود و این امر روی فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه تأثیر منفی می‌گذارد و می‌تواند دلیل کاهش درصد جوانه زنی باشد [۳۳]. اثر تنش شوری بر سبزیجات نشان داده است که کاهش شاخص‌های جوانه زنی بستگی به غلظت نمک دارد. هرچه غلظت نمک بیشتر باشد، کاهش این فاکتورها محسوس‌تر است [۳۹].

در این تحقیق، با افزایش پتانسیل اسمزی از سطح صفر به ۹- بار، کاهش معنی داری در درصد جوانه زنی به میزان ۵۲/۰ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۱). این کاهش برای سرعت جوانه زنی بسیار بیشتر و به میزان ۷۳/۱ درصد بود. همچنین، سرعت جوانه زنی تا پتانسیل ۳- بار به‌طور معنی داری تحت تأثیر قرار نگرفت (شکل ۲). طول ریشه چه (شکل ۳)، طول ساقه چه (شکل ۴) و بنیه بذر (شکل ۶) نیز با افزایش پتانسیل اسمزی از سطح صفر به ۹- بار به ترتیب ۸۲/۲، ۸۷/۷ و ۹۱/۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. نسبت طول ریشه چه به ساقه چه با افزایش تنش شوری تا پتانسیل ۶- بار افزایش و سپس، کاهش یافت (شکل ۵). افزایش شدت تنش شوری به دلیل افزایش املاح و تنش ثانویه خشکی و سمیت یونها باعث کاهش جوانه زنی در زوفا می‌شود [۴]. نتایج مطالعه اثر تنش شوری بر تحریک جوانه زنی در گیاه زوفا [۴] نیز مشابه نتایج این آزمایش است.

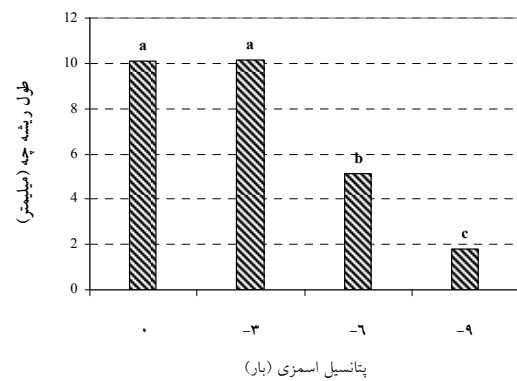
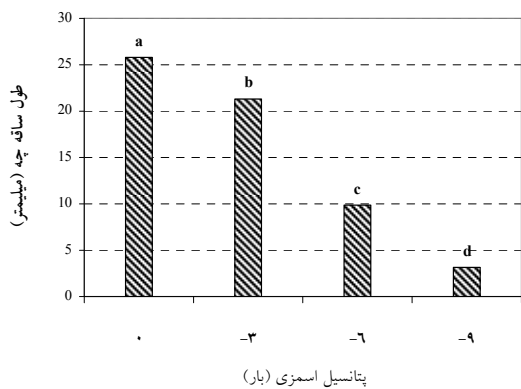
نتایج مطالعات انجام شده بر سایر گیاهان دارویی نظیر گل گاوزبان [۱۳]، زیره سبز [۱]، رازیانه [۱۴]، آنگوزه [۲۴]، کندل [۱۵]، زنیان [۹] و شوید [۵]، بابونه [۱۹]، [۲۲]،

بررسی اثر شوری و دما بر جوانه‌زنی بزرگیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)



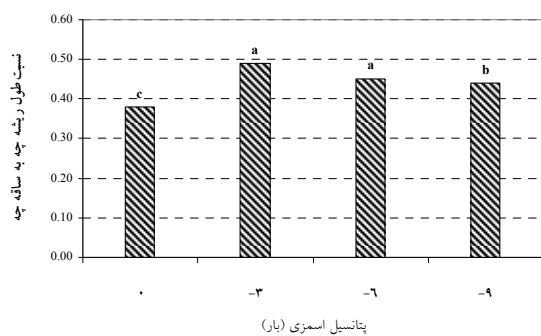
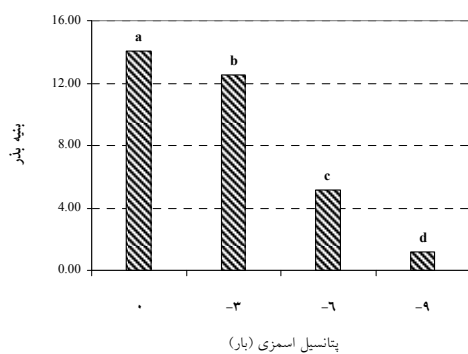
شکل ۲. نمودار اثر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بر سرعت جوانه‌زنی

شکل ۱. نمودار اثر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بر درصد جوانی زنی



شکل ۴. نمودار اثر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بر طول ساقه چه

شکل ۳. نمودار اثر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بر طول ریشه چه



شکل ۶. نمودار اثر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بر توان رویشی بذر

شکل ۵. نمودار اثر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بر نسبت طول ریشه چه به ساقه چه

نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری با افزایش پتانسیل اسمزی نسبت به شاهد کاهش یافت. این میزان کاهش نسبت به شاهد به‌ترتیب در کلرید کلسیم و کلرید سدیم برابر $34/2$ و $68/5$ درصد برای درصد جوانه‌زنی و برای سرعت جوانه‌زنی برابر $54/7$ و 94 درصد بود (جدول ۳). هر چند طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در تیمار آب مقطر در هر دو نمک تفاوت نشان ندادند، اما در سایر پتانسیل‌های اسمزی این تفاوت‌ها معنی‌دار بود (جدول ۳). این تغییرات در نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیۀ بذر در هر دو نمک نیز دیده شد (جدول ۳). به‌طور کلی با افزایش پتانسیل اسمزی در همه صفات یادشده تغییرات در نمک کلرید سدیم بیشتر از کلرید کلسیم بود.

مقایسه میانگین اثر متقابل نوع نمک \times دما نشان داد که با افزایش دما تأثیرات بازدارندۀ هر دو نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم به‌طور معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی بذور افزایش یافت (جدول ۴). بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای 20 درجه سانتی‌گراد به میزان $83/67$ درصد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. در صورتی که سرعت جوانه‌زنی با افزایش حرارت تا 30 درجه سانتی‌گراد تحت تأثیر قرار نگرفت و پس از آن، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. مشابه چنین تغییرات نیز در سایر صفات مشاهده شد و بیشترین طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طولی ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیۀ بذر به‌ترتیب برابر $11/73$ میلی‌متر، $20/09$ میلی‌متر، $0/61$ و $13/53$ در تیمار کلرید کلسیم و دما 20 درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد (جدول ۴).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از شاخص‌های مهم و مؤثر در مرحله جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری است، زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را از خاک جذب و ساقه نیز آب و مواد محلول را از ریشه به سایر نقاط منتقل می‌کند

در این تحقیق، با افزایش دما درصد جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری یافت. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار 20 درجه سانتی‌گراد برابر $76/58$ درصد و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار 35 درجه سانتی‌گراد به میزان $15/46$ درصد بود (جدول ۲). تغییرات سرعت جوانه‌زنی تا دمای 30 درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری نداشت. اما با افزایش حرارت به 35 درجه سانتی‌گراد سرعت جوانه‌زنی به میزان $80/7$ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲). طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز در دماهای مختلف تغییر نشان دادند به‌طوری که کمترین و بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌ترتیب در دمای 35 و 20 درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۲). با افزایش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیۀ بذر نیز کاهش معنی‌داری یافت و کمترین آن‌ها به‌ترتیب به میزان $0/29$ و $0/84$ در تیمار 35 درجه سانتی‌گراد حاصل شد که به‌ترتیب $46/3$ و $93/1$ درصد نسبت به تیمار 20 درجه سانتی‌گراد کاهش نشان داد (جدول ۲). دمای 20 درجه سانتی‌گراد، مطلوب‌ترین دما برای جوانه‌زنی گیاه دارویی زوفا است [۱۰]. دما می‌تواند درصد و سرعت جوانه‌زنی را از طریق تأثیر بر زوال بذر، کاهش خواب بذر و همه فرآیندهای جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار دهد [۳۶]. مطالعه تأثیرات توأم تنش شوری و دما بر جوانه‌زنی ارقام یونجه نشان داده است که دمای مطلوب و تنش شوری مناسب برای انتخاب ارقام یونجه برای تحمل به تنش شوری به‌ترتیب 20 درجه سانتی‌گراد و محلولی با شوری $0/2$ مولار نمک طعام است [۶]. همچنین، بررسی توأم اثر پتانسیل ناشی از کلرید سدیم و دما بر ارقام سورگوم نشان داده است که با افزایش تنش شوری در دماهای مختلف، درصد و سرعت جوانه‌زنی ارقام سورگوم کاهش یافت و با افزایش دما تا 25 درجه سانتی‌گراد این کاهش شدت یافت [۲۱].

مقایسه میانگین اثر متقابل نوع نمک \times پتانسیل اسمزی

بررسی اثر شوری و دما بر جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)

کاهش می‌یابد [۴۱]. در تحقیقی اثر متقابل دما و تنش شوری بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و همچنین، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه یونجه بسیار معنی‌دار و بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در ۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است [۶]. با افزایش دما و شوری از طول و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه ماری تیغال کاسته شده است [۱۲].

و شوری زیاد به علت کاهش جذب آب از طویل دن ریشه و ساقه جلوگیری می‌کند [۳۵]. با افزایش پتانسیل اسمزی، پتانسیل آب کاهش می‌یابد و آب کمتری در اختیار بذر قرار می‌گیرد. جذب کمتر آب نیز کاهش آماس سلول‌های جنینی بذر را به دنبال دارد و با توجه به اینکه یکی از فاکتورهای تقسیم سلولی آماس سلول است در نتیجه با کاهش آب در دسترس بذر و در نتیجه آماس، در نهایت، رشد ریشه‌چه

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل نوع نمک × پتانسیل اسمزی بر صفات بررسی شده در گیاه دارویی زوفا

نوع نمک	پتانسیل اسمزی (بار)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	بنیه بذر
	شاهد	۷۲/۵۰ a	۱۲/۴۵ b	۱۰/۰۹ b	۲۵/۸۸ a	۰/۳۷ d	۱۴/۰۹ a
کلرید	-۳	۵۸/۹۲ b	۹/۹۹ d	۸/۲۳ c	۲۰/۶۸ b	۰/۴۶ c	۱۰/۸۲ b
سدیم	-۶	۴۵/۶۷ c	۵/۵۰ e	۳/۱۰ e	۸/۲۴ d	۰/۲۷ e	۳/۵۰ d
	-۹	۲۲/۶۷ d	۰/۷۵ f	۱/۶۳ f	۳/۲۴ e	۰/۳۷ d	۰/۷۷ f
	شاهد	۷۲/۵۸ a	۱۴/۱۲ a	۱۰/۱۲ b	۲۵/۶۳ a	۰/۳۷ d	۱۳/۹۴ a
کلرید	-۳	۷۱/۰۰ a	۱۵/۱۹ a	۱۲/۲ a	۲۱/۹۹ b	۰/۵۲ b	۱۴/۱۶ a
کلسیم	-۶	۶۰/۹۲ b	۱۱/۲۷ c	۷/۱۸ d	۱۱/۵۳ c	۰/۶۳ a	۶/۸۶ c
	-۹	۴۸/۰۰ c	۶/۳۹ e	۱/۹۸ f	۲/۹۳ e	۰/۵۱ b	۱/۵۸ e

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل نوع نمک × دما بر صفات بررسی شده در گیاه دارویی زوفا

نوع نمک	دما (درجه سانتی‌گراد)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	بنیه بذر
	۲۰	۶۹/۵۰ c	۹/۱۸ bc	۸/۸۵ bc	۱۹/۵۸ a	۰/۴۶ c	۱۰/۹۷ bc
کلرید سدیم	۲۵	۵۷/۹۲ e	۹/۷۴ b	۶/۵۳ d	۱۶/۲۵ b	۰/۳۹ d	۸/۱۳ d
	۳۰	۶۱/۰۰ d	۸/۱۷ c	۶/۵۴ d	۱۹/۰۱ a	۰/۳۹ d	۹/۴۲ c
	۳۵	۱۱/۳۳ g	۱/۱۷ e	۱/۱۳ f	۳/۱۲ d	۰/۲۳ f	۰/۶۷ e
	۲۰	۸۳/۶۷ a	۱۴/۷۱ a	۱۱/۷۳ a	۲۰/۰۹ a	۰/۶۱ a	۱۳/۵۳ a
کلرید کلسیم	۲۵	۷۷/۹۲ b	۱۴/۶۰ a	۸/۳۳ c	۱۷/۳۹ b	۰/۵۴ b	۱۰/۸۶ b
	۳۰	۷۱/۳۳ c	۱۴/۶۴ a	۹/۳۹ b	۱۹/۸۳ a	۰/۵۵ b	۱۱/۱۱ b
	۳۵	۱۹/۵۸ f	۳/۰۱ d	۱/۸۴ e	۴/۷۷ c	۰/۳۴ e	۱/۰۹ e

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

طول ریشه چه به ساقه چه تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. به طوری که با کاهش پتانسیل اسمزی نسبت طول ریشه چه به ساقه چه افزایش می یابد، اما این نسبت در تیمارهای مختلف دما متفاوت است. در سطوح بالای شوری (۹- بار) با افزایش دما این نسبت به طور معنی داری افزایش یافت، اما در سطوح پایین شوری این رابطه تقریباً معکوس است. بنابراین، اثر توأم شوری و دما باعث کاهش بیشتر طول ساقه چه و در نتیجه افزایش این نسبت می شود. بیشترین بنیه بذر نیز در تیمار دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و شاهد به دست آمد که تنها با دو تیمار دمای (۲۰ درجه سانتی گراد و شاهد) و (۲۰ درجه سانتی گراد و ۹- بار) تفاوت معنی داری نداشت. علاوه بر این با کاهش پتانسیل اسمزی، بنیه بذر به طور معنی داری کاهش یافت و اثر این شاخص در دماهای بالا به مراتب بیشتر بود (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثر متقابل پتانسیل اسمزی × دما نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی در تیمار دمایی ۲۵ درجه سانتی گراد و شاهد (آب مقطر) به دست آمد که تفاوت معنی داری با تیمار دمایی ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی گراد در پتانسیل اسمزی ۳- بار نداشت. جوانه زنی بذور در تیمار دمایی ۳۵ درجه سانتی گراد و پتانسیل اسمزی ۹- بار متوقف شد. بیشترین سرعت جوانه زنی نیز در تیمار دمایی ۲۵ درجه سانتی گراد و پتانسیل اسمزی ۳- بار به دست آمد که تنها با تیمار دمایی ۲۵ درجه سانتی گراد و شاهد تفاوت معنی داری نداشت. بیشترین طول ریشه چه در تیمار ۲۰ درجه سانتی گراد و پتانسیل ۳- بار حاصل شد که تفاوت معنی داری با همه تیمارها داشت. بیشترین طول ساقه چه نیز در تیمار ۳۰ درجه سانتی گراد و شاهد به دست آمد که با سایر تیمارها تفاوت معنی داری داشت. علاوه بر این نسبت

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل پتانسیل اسمزی × دما بر صفات بررسی شده در گیاه دارویی زوفا

پتانسیل اسمزی (بار)	دما (درجه سانتی گراد)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (میلی متر)	طول ساقه چه (میلی متر)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه	بنیه بذر
شاهد	۲۰	۸۲/۳۴ b	۱۵/۴۳ b	۱۴/۲۲ b	۳۲/۰۰ b	۰/۴۵ de	۱۹/۰۱ a
	۲۵	۸۶/۵۰ a	۱۶/۶۵ ab	۱۰/۳۷ e	۲۴/۳۸ e	۰/۴۳ de	۱۵/۰۳ b
	۳۰	۷۶/۶۷ c	۱۳/۷۶ c	۱۳/۲۲ b	۳۷/۱۳ a	۰/۳۶ fg	۱۹/۳۱ a
	۳۵	۴۴/۶۷ f	۷/۳۱ e	۲/۶۲ h	۹/۵۰ g	۰/۲۸ h	۲/۷۱ f
۳-	۲۰	۸۴/۰۰ ab	۱۵/۸۹ b	۱۵/۶۵ c	۲۹/۴۸ c	۰/۵۳ c	۱۹/۰۸ a
	۲۵	۸۳/۸۴ ab	۱۷/۵۶ a	۱۱/۱۷ de	۲۴/۷۵ de	۰/۴۵ d	۱۵/۱۱ b
	۳۰	۸۰/۶۷ b	۱۵/۶۲ b	۱۱/۴ f	۲۶/۴۷ d	۰/۴۴ de	۱۵/۲۸ b
	۳۵	۱۱/۳۳ h	۱/۲۸ h	۲/۲۸ h	۴/۶۵ h	۰/۵۴ c	۰/۴۹ hi
۶-	۲۰	۷۶/۰۰ c	۱۰/۸۲ d	۹/۰۰ g	۱۳/۷۷ f	۰/۶۶ a	۸/۷۱ c
	۲۵	۶۴/۰۰ e	۱۱/۴ d	۵/۶۸ h	۱۳/۸۲ f	۰/۳۹ ef	۶/۶۰ d
	۳۰	۶۷/۳۴ d	۱۰/۶۶ d	۴/۸۲ h	۱۰/۳۵ g	۰/۴۴ de	۵/۲۱ e
	۳۵	۵/۸۴ i	۰/۶۵ h	۱/۰۵ i	۱/۶۲ i	۰/۳۳ g	۰/۱۶ hi
۹-	۲۰	۶۴/۰۰ e	۵/۶۴ f	۲/۲۸ h	۴/۶۳ h	۰/۵۱ c	۲/۲ fg
	۲۵	۳۷/۳۴ g	۳/۰۷ g	۲/۵ h	۶/۳۳ h	۰/۶ b	۱/۲۴ gh
	۳۰	۴۰/۰۰ g	۵/۵۶ f	۲/۴۳ h	۳/۷۳ h	۰/۶۶ a	۱/۲۶ gh
	۳۵	۰/۰۰ j	۰/۱۰ h	۰/۰۰ i	۰/۰۰ i	۰/۰۰ i	۰/۰۰ i

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

بررسی اثر شوری و دما بر جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل نوع نمک، پتانسیل اسمزی، دما بر صفات بررسی شده در گیاه دارویی زوفا

نوع نمک	پتانسیل اسمزی (بار)	دما (درجه سانتی‌گراد)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	بنیه بذر
شاهد		۲۰	۸۲/۰۰ cde	۱۴/۸۸ cde	۱۴/۲۷ b	۳۲/۳۷ b	۰/۴۴ fg	۱۹/۱۲ b
		۲۵	۸۶/۶۷ bc	۱۶/۸۳ bc	۱۰/۳۳ e	۲۴/۳۷ e	۰/۴۲ gh	۱۵/۰۴ de
		۳۰	۷۷/۳۳ efg	۱۲ fg	۱۳/۲۳ b	۳۷/۳۳ a	۰/۳۶ hi	۱۹/۵۵ b
		۳۵	۴۴/۰۰ m	۶/۱۱ jk	۲/۵۳ h	۹/۴۷ hi	۰/۲۷ j	۲/۶۵ ijk
-۳		۲۰	۷۸/۶۷ efg	۱۲/۴۱ efg	۱۱/۹ c	۲۸/۷۷ cd	۰/۴۱ gh	۱۶ cd
		۲۵	۷۵/۶۷ gh	۱۴/۵ cdef	۱۰/۶ de	۲۴/۲۳ e	۰/۴۴ gh	۱۳/۱۷ f
		۳۰	۸۰/۰۰ efg	۱۲/۶۹ efg	۸/۴۳ f	۲۶/۷۳ de	۰/۳۲ ij	۱۴/۰۷ ef
		۳۵	۱/۳۳ q	۰/۳۳ l	۲/۰۰ h	۳/۰۰ l	۰/۶۷ a	۰/۰۳ mn
کلرید سدیم		۲۰	۶۹/۳۳ i	۷/۷۲ ijk	۷/۱۳ g	۱۳/۲۷ g	۰/۵۵ e	۷/۰۳ h
		۲۵	۵۰/۶۷ l	۶/۸۹ jk	۲/۹ h	۱۱/۴ gh	۰/۲۵ j	۳/۶۲ i
		۳۰	۶۲/۶۷ j	۷/۳۹ ijk	۲/۳۶ h	۸/۳ ij	۰/۲۹ ij	۳/۳۴ ij
		۳۵	۰/۰۰ q	۰/۰۰ l	۰/۰۰ i	۰/۰۰ m	۰/۰۰ k	۰/۰۰ n
-۹		۲۰	۴۸/۰۰ lm	۱/۷ l	۲/۱ h	۵ kl	۰/۴۳ gh	۱/۷۱ jklmn
		۲۵	۱۸/۶۷ o	۰/۷۲ l	۲/۲۷ h	۵ kl	۰/۴۶ fg	۰/۶۸ lmn
		۳۰	۲۴/۰۰ n	۰/۵۸ l	۲/۱۳ h	۳/۶۷ kl	۰/۵۹ de	۰/۷ lmn
		۳۵	۰/۰۰ q	۰/۰۰ l	۰/۰۰ i	۰/۰۰ m	۰/۰۰ k	۰/۰۰ n
شاهد		۲۰	۸۲/۶۷ cde	۱۵/۹۷ cd	۱۴/۱۷ b	۳۱/۶۳ bc	۰/۴۴ fg	۱۸/۹۱ b
		۲۵	۸۶/۳۳ bcd	۱۶/۴۷ bcd	۱۰/۴۰ e	۲۴/۴ e	۰/۴۳ gh	۱۵/۰۲ de
		۳۰	۷۶/۰۰ fgh	۱۵/۵۳ cd	۱۳/۲۰ b	۳۶/۹۳ a	۰/۳۶ hi	۱۹/۰۶ b
		۳۵	۴۵/۳۳ m	۸/۵ hij	۲/۷۰ h	۹/۵۳ hi	۰/۲۸ ij	۲/۷۸ ij
-۳		۲۰	۸۹/۳۳ ab	۱۹/۳۶ a	۱۹/۴۰ a	۳۰/۲ bc	۰/۶۵ cd	۲۲/۱۶ a
		۲۵	۹۲/۰۰ a	۲۰/۶۱ a	۱۱/۷۳ cd	۲۵/۲۷ e	۰/۴۶ fg	۱۷/۰۵ c
		۳۰	۸۱/۳۳ def	۱۸/۵۵ ab	۱۴/۳۷ b	۲۶/۲ de	۰/۵۵ e	۱۶/۴۹ cd
		۳۵	۲۱/۳۳ no	۲/۲۲ l	۲/۵۷ h	۶/۳ jk	۰/۴۱ gh	۰/۹۵ klmn
کلرید کلسیم		۲۰	۸۲/۶۷ cde	۱۲/۹۲ def	۱۰/۸۷ cde	۱۴/۲۷ fg	۰/۷۷ a	۱۰/۳۸ g
		۲۵	۷۷/۳۳ efg	۱۵/۹۲ cd	۸/۴۷ f	۱۶/۲۳ f	۰/۵۲ ef	۹/۵۸ g
		۳۰	۷۲/۰۰ hi	۱۳/۹۴ def	۷/۲۷ fg	۱۲/۴ gh	۰/۵۸ de	۷/۰۷ h
		۳۵	۱۱/۶۷ p	۱/۳۰ l	۲/۱۰ h	۳/۲۳ kl	۰/۶۵ cd	۰/۳۱ lmn
-۹		۲۰	۸۰/۰۰ efg	۹/۵۹ hi	۲/۴۷ h	۴/۲۷ kl	۰/۵۸ de	۲/۷۰ ij
		۲۵	۵۶/۰۰ k	۵/۴۲ k	۲/۷۳ h	۳/۶۷ kl	۰/۷۵ ab	۱/۷۹ jklm
		۳۰	۵۶/۰۰ k	۱۰/۵۴ gh	۲/۷۳ h	۳/۸ kl	۰/۷۲ abc	۱/۸۳ jkl
		۳۵	۰/۰۰ q	۰/۰۰ l	۰/۰۰ i	۰/۰۰ m	۰/۰۰ k	۰/۰۰ n

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

سدیم و کلرید کلسیم به ترتیب ۳- و ۶- بار است. بررسی پاسخ گیاه دارویی زوفا به سطوح مختلف تنش شوری حاصل از دو نوع نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم و دما در مرحله جوانه زنی، کشاورزان را در تعیین زمان کاشت و همچنین، استقرار و تولید مطلوب آن یاری خواهد کرد.

منابع

۱. اختیاری، ر؛ فربودی، م؛ مراقبی، ف؛ خدابنده، ن؛ (۱۳۸۹). «مطالعه تأثیر شوری بر جوانه زنی گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)». فصلنامه علمی و پژوهشی گیاه و زیست بوم. ۲۲، ص. ۶۵-۷۶.
۲. امیدبیگی، ر؛ (۱۳۷۹). رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. ج. ۳، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.
۳. امیری، م؛ ب؛ رضوانی مقدم، پ؛ احیایی، ح؛ ر؛ فلاحی، ج؛ اقحوانی شجری، م؛ (۱۳۸۹). «اثر تنش های اسمزی و شوری بر شاخص های جوانه زنی و رشد گیاهچه دو گیاه دارویی آرتیشو (*Cynara scolymus*) و سرخارگل (*Echinacea purpurea*)». مجله تنش های محیطی در علوم زراعی. ۳، ۲، ص. ۱۶۵-۱۷۶.
۴. برزگر، ا؛ ب؛ (۱۳۸۷). «بررسی تأثیر تنش های شوری و خشکی بر تحریک جوانه زنی در گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)». فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴، ۴، ص. ۴۹۹-۵۰۵.
۵. برومند رضازاده، ز؛ کوچکی، ع؛ ر؛ (۱۳۸۴). «بررسی واکنش جوانه زنی بذر زنیان، رازیانه و شوید به پتانسیل های اسمزی و ماتریک ناشی از کلرید سدیم و پلی اتیلن گلاکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف». پژوهش های زراعی ایران. ۳، ۲، ص. ۲۱۷-۲۰۷.

بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل نوع نمک پتانسیل اسمزی × دما، بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی به ترتیب به میزان ۹۲/۰۰ درصد و ۲۰/۶۱ در تیمار کلرید کلسیم و پتانسیل اسمزی ۳- بار با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین طول ریشه چه و بنیه بذر نیز به ترتیب به میزان ۱۹/۴ میلی متر و ۲۲/۱۶ در تیمار کلرید کلسیم و پتانسیل اسمزی ۳- بار با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد دیده شد. بیشترین طول ساقه چه در تیمارهای کلرید سدیم و کلرید کلسیم با پتانسیل اسمزی شاهد (آب مقطر) و دمای ۳۰ درجه سانتی گراد وجود داشت، به طوری که بین دو تیمار مزبور اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین، در تیمارهای کلرید سدیم و کلرید کلسیم با پتانسیل اسمزی ۹- بار و دمای ۳۵ درجه سانتی گراد هیچ بذری جوانه نزد. در تیمار کلرید سدیم و پتانسیل اسمزی ۶- بار با دمای ۳۵ درجه سانتی گراد نیز بذور زوفا جوانه نزد (جدول ۶).

به طور کلی نتایج نشان داد که با افزایش پتانسیل اسمزی شاخص های جوانه زنی بذر از جمله درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه و بنیه بذر به طور معنی داری کاهش می یابد. در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد نیز همه صفات مورد مطالعه به طور معنی داری کاهش یافت. بر اساس این یافته ها بهترین دما برای جوانه زنی بذر زوفا ۲۰ درجه سانتی گراد است. در دمای مذکور، تأثیرات منفی شوری بر شاخص های جوانه زنی بذر نسبت به دماهای بسیار بالاتر کمتر است. علاوه بر این در صورت قرارگرفتن بذور زوفا در مجاورت کلرید سدیم و کلرید کلسیم، اثر منفی نمک کلرید سدیم در مقایسه با کلرید کلسیم بر کاهش استقرار این گیاه بیشتر است. با افزایش دما تأثیرات نامطلوب نمک های مورد استفاده به دلیل کاهش بیشتر پتانسیل اسمزی تشدید می شود. آستانه تحمل به تنش شوری در زوفا در شرایط استفاده از کلرید

۶. بهشتی، ع؛ ر؛ توکلی، ح؛ ر؛ کوچکی، ع؛ (۱۳۷۹). «تأثیر توأم تنش شوری و دما بر جوانه‌زنی ارقام یونجه». مجله علوم و صنایع کشاورزی. دانشگاه فردوسی. مشهد. ۱۴، ۱، ص. ۷۹ - ۷۱.
۷. پیرزاد، ع؛ ر؛ درویش‌زاده، ر؛ سیدشریفی، ر؛ حسنی، ع؛ شکرانی، ف؛ (۱۳۸۸). «بررسی واکنش زوفا به سطوح مختلف تنش شوری ناشی از کلریدسدیم در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه». چکیده مقالات، اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. بیرجند، ص. ۱۶۶.
۸. خادمی‌پور، ر؛ قهرمان‌لو، ا؛ دهقان، ف؛ (۱۳۸۸). «تأثیر سطوح مختلف کلریدسدیم و کلریدکلسیم بر مراحل جوانه‌زنی گیاه دارویی زوفا». چکیده مقالات، اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. بیرجند، ص. ۱۸۹.
۹. دادخواه، ع؛ ر؛ (۱۳۸۹). «مطالعه اثر تنش شوری و نوع نمک بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار گیاه دارویی سنبله، کنجد، شاهدانه و زینان». فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۶، ۳، ص. ۳۵۸-۳۶۹.
۱۰. دشتی، م؛ فیض، غ؛ ر؛ (۱۳۸۳). «اثر درجه حرارت، غلظت شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر *Hyssopus officinalis* از تیره *labiatae*». دومین کنگره بیولوژی کاربردی. ص. ۱۲۲.
۱۱. دوازده امامی، س؛ مجنون‌حسینی، ن؛ (۱۳۸۷). زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۱۲. راعی، ی؛ قاسمی، ک؛ شیری، م؛ علیپور، س؛ (۱۳۸۵). «اثرات شوری و دمای بالا بر جوانه‌زنی دو رقم
- ماری تیغال (*Silybum marianum*)». خلاصه مقالات، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه ابوریحان، تهران، ص. ۵۹۰.
۱۳. رضائی، ا؛ قاجار سپانلو، م؛ نقدی بادی، ح؛ ع؛ (۱۳۹۰). «ارزیابی پتانسیل جوانه‌زنی بذرها گل گاوزبان (*Echium amoenum* Fisch. & Mey) در شرایط شور». مجله پژوهش و سازندگی. پژوهش‌های آبخیزداری، ۹۱، ص. ۸۰-۸۷.
۱۴. صفرنژاد، ع؛ حمیدی، ح؛ (۱۳۸۷). «بررسی ویژگی‌های مورفولوژی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) تحت تنش شوری». فصلنامه تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۱۶، ۱، ص. ۱۴۰-۱۲۵.
۱۵. صفرنژاد، ع؛ محمد دوست‌شیری، ع؛ ر؛ حمیدی، ح؛ (۱۳۹۰). «بررسی تحمل به شوری در مرحله رشد گیاهچه‌ای گیاه دارویی کندل (*Dorema ammoniacum*)». مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۵، ص. ۱۰-۱.
۱۶. صمصام شریعت، س؛ ه؛ (۱۳۸۲). پرورش و تکثیر گیاهان دارویی. انتشارات مانی، تهران.
۱۷. طبائی، س؛ ر؛ رضایی، م؛ آشتیانی، ا؛ (۱۳۸۴). «بررسی تنوع در ژنوتیپ‌های سه گونه نعنای در واکنش به شوری». فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، تهران، ۱۹، ص. ۳۴۹.
۱۸. عابدی، م؛ ج؛ نی‌ریزی، س؛ ابراهیمی بیرنگ، ن؛ ماهرانی، م؛ مهرداد، ن؛ خالدی، ه؛ چراغی، ع؛ م؛ (۱۳۸۱). «استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار، گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه». کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۲۴ ص.

۱۹. عبادی، م، ت؛ عزیزی، م؛ فرزانه، ا؛ (۱۳۸۷). «اثر تنش شوری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی چهار رقم گیاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita* L.)». *مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی*. ۲، ۱، ص. ۹۸-۹۳.
۲۰. علیزاده، ا؛ (۱۳۸۴). *رابطه آب و خاک و گیاه*. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ هفتم، ۴۷۲ ص.
۲۱. فومن اجیرلو، ع؛ مجیدی هروان، ا؛ (۱۳۷۱). «ارزیابی مقاومت به شوری ارقام سورگوم». *مجله نهال و بذر*. کرج، ۸، ص. ۳۱-۲۷.
۲۲. قنوتی، م؛ هوشمند، س؛ زینلی، ح؛ (۱۳۸۵). «بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی دو گونه بابونه». *خلاصه مقالات، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران*، ص. ۵۹۷.
۲۳. کرنازادی، ع؛ گالشی، س؛ زینلی، ا؛ زنگی، م، ر؛ (۱۳۸۳). «بررسی تحمل شوری سی ژنوتیپ پنبه در مرحله جوانه‌زنی». *مجله علوم و صنایع کشاورزی*. ۱۸، ۱، ص. ۱۲۶-۱۰۹.
۲۴. محمد دوست‌شیری، ع، ر؛ صفرنژاد، ع؛ حمیدی، ح؛ (۱۳۸۸). «بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه آنغوزه (*Ferula assafoetida*) در برابر تنش شوری». *فصلنامه تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران*. ۱۷، ۱، ص. ۴۹-۳۸.
۲۵. میرحیدر، ح؛ (۱۳۷۵). *معارف گیاهی*. ج. ۲ و ۶. انتشارات دفتر نشر فرهنگ اسلامی، تهران.
۲۶. هاشمی‌نیا، س، م؛ نصیری محلاتی، م؛ کشاورزی، ع؛ (۱۳۸۸). «تعیین آستانه شوری و دمای مناسب و بررسی اثرات توأم آن‌ها بر جوانه‌زنی زیره سبز (*Cuminum cyminum*)». *مجله پژوهش‌های زراعی ایران*. ۷، ۱، ص. ۳۱۰-۳۰۳.
۲۷. یارنیا، م؛ حیدری، ح؛ خویی، ح؛ (۱۳۸۱). «بررسی اثر کربنات کلسیم بر تحمل به شوری برخی از ارقام یونجه». *فصلنامه تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران*. ۱۰، ۱، ص. ۵۵-۳۷.
۲۸. یآوری، ن؛ صادقیان، ی؛ مصباح، م؛ (۱۳۸۰). «استفاده از مانیتول به‌عنوان عامل تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه چغندر قند در کشت درون شیشه». *مجله چغندر قند*. ۱۷، ۱، ص. ۴۳-۳۷.
29. Abdul-Baki AA and Anderson ID (1973) Vigor determination in soybean seed by multiplication. *Crop Science*. 13: 630 - 633.
30. Agrawal RL (1991) *Seed Technology*. Oxford and IBH Publishing. pp. 305-374.
31. Al-Niemi TS, Campbell WF and Rumbangh MD (1992) Response of alfalfa cultivar to salinity during germination and post germination growth. *Crop Science*, 32: 976-980.
32. Brady NC and Weil RR (2002) *The Nature and Properties of Soils*. 13 th Edition. Prentice Hall, USA. pp. 935.
33. Gorham J (1996) Mechanisms of salt tolerance of halophytes. 30-53, In: Allah, R.C., Nalcolm, C.V. and Aamdy, A. (Eds.), *Halophytes Ecologic Agriculture*, Marcel Dekker Inc., New York, USA, 400p.
34. Jami Al-hmadi M and Kafi M (2007) Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* L. *Journal of Arid Environments*. 68: 308 - 314.

35. Jamil M, Lee DB, Jung KY, Ashraf M, Lee SC and Rha ES (2006) Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables. *Journal of Central European Agriculture*. 7 (2):273-282.
36. Kebreab E and Murdoch AJ (1999) A model of the effects of a wide range of constant and alternating temperatures on seed germination of four Orobanche species. *Annals of Botany*. 84: 459 – 557.
37. Maas EV and Grieve CM (1987) Sodium induced calcium deficiency in salt stressed corn. *Plant, Cell and Environment*, 10: 559-564.
38. Ryan CJ (1973) *Annu. Rev. Plant Physiol.* 24: 17-96.
39. Shannon MC and Grieve CM (1999) Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, 78: 5-38.
40. Strpgonov BP (1964) *Physiological basic of salt tolerance of plants*. Acad. Sci. USSR. Davery and Co. New York.
41. Xirong O, Voorthuysen TV, Toorop PE and Henkw MH (2002) Seed vigor, aging and osmopriming affect anion and sugar leakage during imbibitions of maize (*Zea mays* L.) caryopses. *Int. J. Plant Sci.* 163(1): 107-112.