19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

مطالعه مقایسه‌ای اثرات تنش شوری بر صفات مورفولوژیک در پایه‌های پسته و هیبریدهای بین‌گونه‌ای آن

حسین سجادیان

استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
hssajadian@yahoo.com

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش شوری ناشی از افزایش غلظت کلرید سدیم بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک پایه‌ها و هیبریدهای بین‌گونه‌ای جنس پسته انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل چهار پایه (پایه بادامی ریز زرند، پایه قزوینی، هیبریدهای بین‌گونه‌ای اینتگریما × بادامی ریز زرند و اینتگریما × قزوینی) و سه سطح شوری (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) بودند. تمامی گیاهان در بستر کوکوپیت و پرلیت کشت شدند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری، تمامی صفات مورفولوژیک بررسی‌شده شامل ارتفاع ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه، و وزن تر و خشک ریشه در پایه‌ها و هیبریدهای مختلف کاهش یافت. بیشترین ارتفاع ساقه در پایه هیبرید اینتگریما × قزوینی مشاهده شد. همچنین، بیشترین سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه، و وزن تر و خشک ریشه به ترتیب در پایه قزوینی و کمترین مقادیر این صفات در پایه هیبرید اینتگریما × بادامی ریز زرند ثبت گردید. بر اساس نتایج حاصل، پایه‌های قزوینی و هیبرید اینتگریما × قزوینی به عنوان مقاوم‌ترین پایه‌ها به شوری شناسایی شدند. در مقابل، پایه هیبرید اینتگریما × بادامی ریز زرند به‌عنوان حساس‌ترین پایه در برابر تنش شوری تشخیص داده شد.

واژگان کلیدی: تنش شوری، صفات مورفولوژیک، هیبرید بین‌گونه‌ای

مقدمه

شوری آب و خاک به‌طور روزافزون تهدیدی جدی برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر ایران محسوب می‌شود (رنجبر و پیرسته انوشه، ۱۳۹۴). شوری با تجمع یون‌های سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی، به‌ویژه در برگ‌ها و ساقه‌های پسته، موجب مسمومیت یون‌زیستی می‌شود. این ناهنجاری‌ها نشانه‌هایی نظیر سوختگی حاشیه‌ای برگ‌ها، نکروز بین رگبرگ‌ها و اختلالات شدید در روند فتوسنتز را در پی دارد که می‌تواند منجر به خشکیدگی کامل یا جزئی گیاه گردد (Ferguson and Haviland, 2016). پایه گیاه نقش کلیدی در تحمل تنش شوری ایفا می‌کند؛ بنابراین، شناسایی و انتخاب پایه‌های مقاوم، جزء اولویت‌های برنامه‌های اصلاح نباتی محسوب می‌شود. در بسیاری از کشورهای دارای کشاورزی مدرن، استفاده از هیبریدهای بین‌گونه‌ای به‌عنوان پایه‌های مقاوم به تنش‌های غیرزیستی رایج شده است. هدف از این پژوهش، تولید و بررسی مورفولوژیکی هیبریدهای حاصل از تلاقی پایه *Pistacia integerrima* با پایه‌های محلی بادامی‌ریز زرند و قزوینی بود، تا پایه‌هایی با رشد مناسب و تحمل بالا نسبت به تنش شوری شناسایی شوند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، به منظور تحلیل اثر تنش شوری بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک در پایه‌ها و هیبریدهای بین‌گونه‌ای جنس پسته، دو پایه اهلی (*Pistacia vera*) بادامی ریز زرند و قزوینی به عنوان والد ماده و پایه اینتگریما (*P. integerrima*) به عنوان والد نر مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول به منظور تهیه بذور هیبرید، تلاقی‌های مورد نظر در کلکسیون پژوهشکده پسته واقع در رفسنجان انجام گرفت و مرحله دوم این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. فاکتورها شامل چهار پایه (پایه بادامی ریز زرند، قزوینی، هیبریدهای بین گونه‌ای اینتگریما × بادامی ریز زرند و اینتگریما × قزوینی) و سه سطح شوری (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) در سه تکرار بود. درهر گلدان پلاستیکی حاوی کوکوپیت و پرلیت (با نسبت حجمی ۷۰ به ۳۰) سه بذر کشت شد. سطوح شوری در دانهال‌های ۴ ماهه از اوایل مردادماه از طریق انحلال مقادیر مناسب کلرید سدیم در محلول غذایی هوگلند به صورت تدریجی اعمال گردید. در پایان آزمایش برخی شاخص‌های مورفولوژیک شامل ارتفاع ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه مورد بررسی قرار گرفت. اندازه‌گیری ارتفاع ساقه با استفاده از خط‌کش و سطح برگ با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ مدل CI-202 انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن تر ابتدا گیاه را به سه قسمت برگ، ساقه و ریشه تقسیم و هر کدام جداگانه توزین شدند. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه قرار گرفته و سپس وزن گردیدند. در نهایت، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع ساقه

در این پژوهش، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف شوری و پایه بر ارتفاع ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار است، اما برهمکنش بین پایه و شوری از نظر آماری معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که با افزایش شوری در آب آبیاری، ارتفاع ساقه کاهش یافت و کمترین ارتفاع ساقه در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین ارتفاع ساقه در سطوح مختلف شوری مربوط به پایه هیبرید اینتگریما × قزوینی بود (جدول ۲). با افزایش شوری خاک، واکنش اصلی گیاهان کاهش اندازه و کاهش سرعت رشد است. نمک‌های محلول در خاک موجب افزایش فشار اسمزی و کاهش پتانسیل کل آب خاک می‌شوند که در نتیجه دسترسی گیاه به آب محدود و جذب آب از ریشه کاهش می‌یابد. این تغییرات در نهایت منجر به کاهش رشد گیاهان می‌شود (Ahmed et al., 2015).

سطح برگ

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که تأثیر سطوح مختلف شوری و نوع پایه بر سطح برگ در سطح اهمیت یک درصد معنی‌دار بود، ولی برهم‌کنش پایه و شوری از نظر آماری معنی‌دار گزارش نشد. تحلیل میانگین‌ها نیز نشان داد که با افزایش شوری، سطح برگ کاهش چشمگیری داشته است؛ به‌طوری‌که کمترین سطح برگ در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار

کلرید سدیم مشاهده شد (جدول ۱). همچنین، بیشترین سطح برگ در شرایط مختلف شوری مربوط به پایه قزوینی بود (جدول ۲). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که یکی از اولین واکنش‌های مورفولوژیک گیاه به تنش شوری، کاهش سطح برگ است؛ این مکانیسم به گیاه کمک می‌کند تا با کاهش سطح تبخیر، آب خود را در بافت‌ها حفظ نماید (مردانی و همکاران، ۱۳۸۹). Karimi . و همکاران (2014) نیز بیان کرده‌اند که کاهش تعداد و سطح برگ در پایه‌های پسته تحت تنش شوری، همراه با تجمع سمی یون‌های Na^+ و Cl^-، یکی از دلایل اصلی کاهش رشد گیاه است.

جدول ۱- میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک

صفات / شوری	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
۰	۲۰/۲۷^{a}	۵/۴۷^{a}	۲/۳۳^{a}	۱/۲۰^{a}	۲/۶۳^{a}	۱/۱۲^{a}
۱۰۰	۱۷/۴۵^{b}	۴/۰۹^{b}	۲/۱۲^{b}	۱/۰۹^{b}	۲/۳۴^{b}	۰/۹۶^{b}
۲۰۰	۱۵/۴۷^{c}	۲/۷۴^{c}	۱/۸۷^{c}	۰/۹۷^{c}	۲/۰۳^{c}	۰/۸۰^{c}

حروف مشابه نشان دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

جدول ۲- میانگین تأثیر برخی شاخص‌های مورفولوژیک بر پایه‌ها و هیبریدهای بین گونه‌ای پسته

صفات / پایه	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
BZ	۱۶/۱۸^{d}	۳/۹۴^{c}	۱/۸۷^{c}	۰/۹۷^{c}	۲/۱۷^{c}	۰/۸۹^{c}
BZI	۱۸/۳۶^{b}	۳/۳۴^{d}	۱/۷۰^{d}	۰/۸۸^{d}	۱/۸۵^{d}	۰/۷۱^{d}
GH	۱۷/۱۲^{c}	۴/۷۸^{a}	۲/۵۲^{a}	۱/۲۹^{a}	۲/۸۴^{a}	۱/۲۱^{a}
GHI	۱۹/۲۵^{a}	۴/۳۴^{b}	۲/۳۵^{b}	۱/۲۱^{b}	۲/۴۸^{b}	۱/۰۵^{b}

حروف مشابه نشان دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

بادامی ریز زرند (BZ)، اینتگریما × بادامی ریز زرند (BZI)، قزوینی (GH)، اینتگریما × قزوینی (GHI)

وزن تر ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف شوری و نوع پایه بر وزن تر ساقه در سطح معناداری یک درصد قابل‌توجه است، اما تعامل بین پایه و شوری از نظر آماری معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها نیز

نشان داد که با افزایش غلظت شوری، وزن تر ساقه کاهش می‌یابد؛ به‌طوری که کمترین مقدار آن در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار ثبت شد (جدول ۱). همچنین، بیشترین وزن تر ساقه در میان پایه‌ها مربوط به پایه قزوینی و کمترین آن به هیبرید اینتگریما × بادامی‌ریز زرند اختصاص داشت (جدول ۲). مطالعات پیشین نیز کاهش وزن تر ساقه را تحت تأثیر تنش شوری گزارش کرده‌اند. بررسی Momenpour و Imani (2018) نشان داد که افزایش غلظت نمک منجر به کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشد شامل ارتفاع شاخه، قطر ساقه و وزن تازه بخش هوایی گیاهان پسته شده است. به‌طور کلی، کاهش وزن تر ساقه در شرایط شوری ناشی از افزایش فشار اسمزی در خاک و اختلال در جذب آب توسط ریشه است که منجر به کاهش رشد و تورم سلولی می‌شود.

وزن خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده‌ی تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف شوری و پایه‌های گیاهی بر وزن خشک ساقه بودند که با سطح یک درصد، اهمیت آماری آن تایید گردید. در این تحقیق، افزایش غلظت شوری در آب آبیاری منجر به کاهش قابل توجه وزن خشک ساقه گردید. این کاهش وزن خشک ساقه در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار به وضوح قابل مشاهده بود (جدول ۱). به طور کلی، افزایش شوری به دلیل اثرات سمی یون‌های سدیم (Na^+) و کلرید (Cl^-) بر روی فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان، نظیر جذب آب و مواد مغذی و همچنین اثرات منفی آن بر ساختار سلولی و تنفس گیاه، سبب کاهش رشد و تولید گیاه می‌شود (Munns, 2002). در بررسی تأثیر پایه‌های مختلف بر وزن خشک ساقه، مشاهده شد که میانگین وزن خشک ساقه در پایه قزوینی و پایه هیبرید اینتگریما × قزوینی بیشتر از سایر پایه‌ها بود (جدول ۲). این تفاوت‌ها می‌توانند به سازگاری بیشتر این پایه‌ها با شرایط محیطی خاص و یا ویژگی‌های ژنتیکی آن‌ها مرتبط باشند.

وزن تر ریشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سطوح مختلف شوری و پایه بر وزن تر ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما برهمکنش پایه و شوری از نظر آماری معنی‌دار نشد. با افزایش شوری از سطح صفر تا ۲۰۰ میلی‌مولار، وزن تر ریشه کاهش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). این کاهش در وزن ریشه به دلیل اثرات منفی شوری بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان است. شوری بالاتر می‌تواند باعث کاهش جذب آب و مواد مغذی توسط ریشه‌ها شود و در نهایت منجر به کاهش وزن ریشه گردد. در این مطالعه، بیشترین وزن تر ریشه در پایه قزوینی مشاهده شد. در مقابل، پایه‌های بادامی ریز زرند و هیبرید اینتگریما × بادامی ریز زرند کمترین وزن تر ریشه را نشان دادند (جدول ۲). در تحقیقی بر روی پایه‌های مختلف درختان میوه، مشخص شد که پایه‌های مقاوم به شوری می‌توانند تأثیرات منفی شوری را کاهش دهند و عملکرد گیاهان را در شرایط شوری بهبود بخشند (Sharaf et al., 2006). بنابراین، انتخاب پایه مناسب برای گیاهان می‌تواند نقش بسزایی در افزایش تاب‌آوری گیاهان در شرایط شوری و بهبود عملکرد آن‌ها ایفا کند.

وزن خشک ریشه

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سطوح مختلف شوری و پایه بر وزن خشک ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش پایه و شوری از نظر آماری معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که سطوح مختلف شوری تأثیر معنی‌داری

بر وزن خشک ریشه پسته داشت (جدول ۱). در این مطالعه، مشاهده شد که پایه‌های قزوینی و هیبرید اینتگریما × قزوینی نسبت به سایر پایه‌ها وزن خشک ریشه بیشتری داشتند (جدول ۲). مطالعات پیشین نیز نشان داده‌اند که شوری تأثیرات منفی زیادی بر رشد گیاهان، به ویژه بر وزن خشک ریشه دارد. به عنوان مثال، اسکندری و همکاران (۱۳۹۱) به این نکته اشاره کرده‌اند که افزایش شوری در پسته باعث کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی به دلیل کوچک‌تر شدن سطح برگ‌ها و کاهش تعداد آن‌ها می‌شود. این موضوع می‌تواند به کاهش سطح فتوسنتز و در نتیجه کاهش تولید مواد خشک در گیاهان منجر شود. علاوه بر این، شوری می‌تواند موجب آسیب به ساختارهای سلولی و غشای سلولی شود، که به نوبه خود رشد ریشه و سایر بخش‌های گیاه را محدود می‌کند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که شوری تأثیرات قابل توجهی بر شاخص‌های مورفولوژیک دانهال‌های پسته داشت. به‌طور خاص، با افزایش غلظت کلرید سدیم، کاهش‌هایی در ارتفاع ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه، و وزن تر و خشک ریشه مشاهده شد. این تغییرات نشان‌دهنده اثرات منفی شوری بر رشد و توسعه گیاهان است. همچنین، ارزیابی شاخص‌های مورفولوژیک در این تحقیق نشان داد که پایه‌های قزوینی و هیبرید اینتگریما × قزوینی بیشترین تحمل را نسبت به شوری از خود نشان دادند و دارای بیشترین سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه و وزن تر و خشک ریشه بودند. این نتایج حاکی از آن است که انتخاب پایه‌های مقاوم به شوری، مانند قزوینی و هیبرید اینتگریما × قزوینی، می‌تواند به بهبود رشد و عملکرد درختان پسته در شرایط تنش شوری کمک کند. در نهایت، این یافته‌ها اهمیت انتخاب پایه‌های مقاوم به شوری را در کشاورزی تأکید می‌کند و می‌تواند راهکاری برای بهبود عملکرد درختان پسته در مناطق با شرایط شوری باشد.

منابع

اسکندری، س.، مظفری، و.، تاج‌آبادی‌پور، ا. (۱۳۹۱). اثر شوری و مس بر برخی خصوصیات رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم پسته. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۶ (۶۰): ۱۹۹-۲۱۴.

رنجبر، غ ح.، پیرسته انوشه، ه. (۱۳۹۴). نگاهی به تحقیقات شوری در ایران با تاکید بر بهبود تولید گیاهان زراعی. مجله علوم زراعی ایران، ۱۷ (۲): ۱۷۸-۱۶۵.

مردانی، ح.، بیات، ح.، عزیزی، م. (۱۳۸۹). تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانهال‌های خیار تحت شرایط خشکی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۳): ۳۲۶-۳۲۰.

Ahmed, F.F., Abdel Aal, A.M.K., Aly, M.A., Ahmed, S.E.A. (2015). Tolerance of some grapevine cultivars to salinity and calcium carbonate in the soil. Stem Cell, 6(3), 45-64.

Ferguson, L., Haviland, DR. (2016). Pistachio Production Manual. University of California Agriculture and Natural Resource Publication., 334 p.

Karimi, H.R., Maleki-Kuhbanani A., Roosta, H.R. (2014). Evaluation of inter-specific hybrid of P. atlantica and P. vera L. cv. ‘Badami-Riz-e-Zarand’ as pistachio rootstock to salinity stress according to

some growth indices and echo-physiological and biochemical parameters. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 10 (3), 5-17.

Momenpour, M., Imani, M. (2018). Evaluation of salinity tolerance in fourteen selected pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. Adv. Hort. Sci, 32(2), 249-264.

Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell & Environment, 25(2), 239-250.

Sharaf, M.M.; Bakry, Kh. A., Darwish, D.R. (2006). Studies on salinity tolerance in some pomes rootstocks. 1-Vegetative growth, photosynthetic pigments and total carbohydrates. J. Biol. Chem. Environ. Sci., 1(4), 913-981

A Comparative Study of the Effects of Salt Stress on Morphological Traits in Pistachio Rootstocks and Their Interspecific Hybrids

Hossein sajadian

Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences, Payam Noor University, Tehran, Iran

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of salt stress caused by increased sodium chloride concentration on certain morphological traits of pistachio rootstocks and their interspecific hybrids. The experiment was arranged as a factorial based on a completely randomized design with three replications. The factors included four rootstocks (Badami Riz-e-Zarand, Ghazvini, and two interspecific hybrids: Integerrima × Badami Riz-e-Zarand and Integerrima × Ghazvini) and three salinity levels (0, 100, and 200 mM NaCl). All plants were grown in a cocopeat and perlite substrate. The results showed that with increasing salinity levels, all evaluated morphological traits including stem height, leaf area, fresh and dry weight of stem, and fresh and dry weight of root decreased across the different rootstocks and hybrids. The highest stem height was observed in the Integerrima × Ghazvini hybrid. Moreover, the highest values for leaf area, fresh and dry stem weight, and fresh and dry root weight were recorded in the Ghazvini rootstock, while the lowest values for these traits were observed in the Integerrima × Badami Riz-e-Zarand hybrid. Based on the results, Ghazvini and the Integerrima × Ghazvini hybrid were identified as the most salt-tolerant rootstocks. In contrast, the Integerrima × Badami Riz-e-Zarand hybrid was recognized as the most salt-sensitive rootstock under salt stress conditions.

Key words: salt stress, morphological traits, interspecific hybrid