اثر نیتروژن، شوری و ماده آلی بر رشد نهال پسته و مرفولوژی ریشه آن

اعظم رضوی نسب[۱*]، احمد تاج آبادی پور[۲]، حسین شیرانی[۲] و حسین دشتی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۵/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۲۹)

چکیده

با توجه به شور بودن مناطق پسته‌کاری و کمبود مواد آلی در این مناطق، به‌منظور بررسی تأثیر نیتروژن، شوری و ماده آلی بر میزان رشد و مرفولوژی ریشه پسته (رقم بادامی زرند)، آزمایش گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. تیمارها شامل چهار سطح نیتروژن (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع اوره)، چهار سطح شوری (۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) و سه سطح ماده آلی (۰، ۲ و ۴ درصد وزنی از منبع کود گاوی) بود. با افزایش شوری، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، چگالی ریشه و تعداد برگ سبز، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. هرچند کاربرد نیتروژن تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک، تأثیر معنی‌داری در میزان رشد نداشت، ولی بالاترین سطح نیتروژن (۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، احتمالاً به‌علت عدم تعادل یونی و آثار نامطلوب بر جذب سایر عناصر غذایی، باعث کاهش رشد برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب به میزان ۱۵، ۳۵ و ۳۲ درصد گردید. در سطوح پایین شوری، نیتروژن توانست تا حدی وضعیت رشد را بهبود بخشد، اما در بالاترین سطح شوری، بالاترین سطح نیتروژن هم نتواست صدمات ناشی از شوری را جبران کند. با کاربرد ۲ درصد ماده آلی و آثار مطلوب آن بر خصوصیات فیزیکی و تغذیه‌ای خاک، وزن خشک برگ و ریشه، ارتفاع ساقه و چگالی ریشه به‌ترتیب به میزان ۱۲، ۳۳، ۱۰ و ۴۵ درصد نسبت به شاهد، افزایش نشان داد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، شوری، ماده آلی، مرفولوژی ریشه، پسته

مقدمه

در خاک‌های شور، پتانسیل کم آب خاک همراه با تأثیر سوء بعضی از یون‌ها نظیرکلرید، بی‌کربنات، بر و به‌ویژه سدیم به‌علت افزایش نسبت Na/Ca، Na/K، Mg/Ca و Cl/NO_3 در گیاه و اختلال در تعادل عناصر غذایی، سبب کاهش عملکرد می‌گردد (۱۰ و۱۲). از روش‌های مقابله با شوری، می‌توان به اصلاح و بهسازی خاک و استفاده از گیاهان یا ارقام مقاوم به شوری مثل پسته (*Pistacia vera* L.) اشاره کرد. در حال حاضر بالغ بر ۴۲۰ هزار هکتار باغ پسته بارور و غیر بارور در ایران وجود دارد که حدود ۷۰ درصد از این باغ‌ها در استان کرمان قرار دارد و در اکثر مناطق به‌علت بالا بودن میزان تبخیر سالانه، مشکل شوری وجود دارد (۷). پارسا و کریمیان (۲۵) برای اولین بار طی یک آزمایش گلخانه‌ای تأثیر شوری آب آبیاری (قابلیت هدایت الکتریکی بین صفر تا ۲۲/۴ دسی‌زیمنس بر متر) را بر.

۱. مربی خاک‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور میبد

۲. استادیاران خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج)، رفسنجان

۳. استادیار زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

رشد نهال‌های پسته اهلی، ارقام فندقی و بادامی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که شوری آب آبیاری، آثار منفی بر رشد ریشه و اندام هوایی ارقام پسته داشت. ابطحی (۲) اظهار داشت که افزایش شوری موجب کاهش رشد گیاه پسته می‌گردد و با افزایش شوری رشد ساقه و برگ کاهش یافته که در این میان برگ دارای حساسیت بیشتری نسبت به شوری می‌باشد. آزمایش‌های انجام شده توسط پیکچیونی و همکاران (۲۶) برروی ارقام مختلف پسته نشان داد که افزایش شوری باعث افزایش نسبت ریشه به ساقه در همه ارقام به‌خصوص *P. terebinthus* گردید. آنها هم‌چنین نشان دادند که سرعت رشد پسته با افزایش شوری محلول خاک کاهش می‌یابد. در حالی‌که شابالا و همکاران (۳۱) نشان دادند که شوری عاملی است که باعث کاهش چگالی و ضخامت ریشه می‌شود و وجود یون کلسیم تا حدی باعث بهبود این شرایط می‌گردد.

نیتروژن از اجزای تشکیل‌دهنده اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و آنزیم‌هاست و نقش عمده‌ای در فیزیولوژی گیاه، رشد رویشی، تشکیل کلروفیل و تولید میوه و دانه دارا می‌باشد (۲۱ و ۲۸). علائم کمبود نیتروژن در باغ‌های پسته معمولاً با کاهش رشد اندام هوایی، باریک شدن و کوچک‌تر شدن شاخه‌ها و زرد شدن برگ‌های قدیمی‌تر در ابتدای کمبود و سرایت به همه برگ‌ها در موارد شدید، همراه می‌باشد (۹ و ۱۴). در پژوهشی که توسط اونلو و همکاران (۳۳) روی پسته در طی دو سال بارده و غیر بارده صورت گرفت، این نتیجه حاصل شد که در سال غیر بارده نیتروژن بیشتری نسبت به سال بارده برای نیل به عملکرد اقتصادی نیاز است. سپاسخواه و مفتون (۳۰) گزارش کردند که هنگامی که پسته در محیطی با غلظت بالای بر رشد می‌کند، برای مقابله با سمیت بر، نیاز به نیتروژن کافی دارد. کریمی و همکاران (۱۸) در آزمایشی که روی درختان ۱۵ ساله پسته انجام دادند، نتیجه گرفتند که کاربرد کود نیتروژنه باعث افزایش وزن دانه و عملکرد گردید. میرنیا و مدرسی (۲۲)، کاستا و همکاران(۱۵) و کریستنسن و توراپ کریستنسن (۲۰) در آزمایش‌های خود که جهت بررسی اثر نیتروژن بر رشد و توسعه ریشه ذرت انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که طول ریشه اصلی و چگالی آن در دوره گرده افشانی بیشتر از دوره‌های دیگر بود و هم‌زمان با افزایش کود مصرفی، طول و چگالی ریشه افزایش یافت.

امروزه با شناخت آثار سوء استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی بر محیط زیست و سلامتی انسان و دام و کاهش کیفیت محصولات کشاورزی، توجه به استفاده از کودهای آلی فزونی یافته است. در مصرف کودهای حیوانی بیشتر اثرات درازمدت آنها همچون بهبود ساختمان خاک و فعال نگه‌داشتن ریزجانداران خاک به‌مدت طولانی‌تر و در نتیجه آزادسازی عناصر غذایی از کود، مد نظر است (۱۱). تحقیقات نشان می‌دهند که کودهای حیوانی باعث بهبود شرایط خاک از جمله افزایش pH (در خاک‌های اسیدی)، افزایش ظرفیت نگه‌داری آب خاک، هدایت هیدرولیکی و میزان نفوذپذیری و کاهش وزن مخصوص ظاهری و تراکم خاک می‌شوند. هم‌چنین کودهای دامی باعث استحکام ساختمان خاک و تأمین حاصل‌خیزی درازمدت خاک می‌گردند (۲۳ و ۲۴).

با توجه به شور بودن اکثر مناطق پسته‌کاری و هم‌چنین کمبود مواد آلی در این مناطق، بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر شوری (کلرید سدیم)، نیتروژن و ماده آلی (کود گاوی) و برهم‌کنش این تیمارها بر رشد اندام‌های پسته و مرفولوژی ریشه انجام شد.

مواد و روش‌ها

خاک مورد مطالعه به مقدار کافی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از یکی از مناطق پسته‌خیز استان کرمان (۳۵ کیلومتری جنوب سیرجان) با مقادیر شوری، نیتروژن و ماده آلی کم، تهیه شد. پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک ۲ میلی‌متری بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله pH در گل اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، بافت به روش هیدرومتر، کربن آلی به

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

روش جکسون، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش جانشینی کاتیون‌ها با استات سدیم، فسفر قابل استفاده به روش اولسن، نیتروژن کل به روش کجلدال، غلظت پتاسیم در عصاره اشباع به روش نورسنجی شعله‌ای، با استفاده از دستگاه شعله‌سنجی تعیین گردید (جدول ۱). کود آلی مورد نیاز از نوع کود گاوی بود که از گاوداری‌های نزدیک رفسنجان تهیه شد. نمونه کود پس از خشک کردن در هوا و آسیاب شدن به آزمایشگاه منتقل و بعضی از خصوصیات شیمیایی آن نظیر pH، شوری در عصاره ۵ به۱ آب به کود، کربن آلی به روش جکسون و نیتروژن کل به روش کجلدال تعیین شد. پس از خشک سوزانی نمونه کود، غلظت کل فسفر به روش زرد وانادات تعیین شد. هم‌چنین جرم مخصوص کود مورد نظر نیز تعیین گردید (جدول ۲). آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. تیمارها شامل چهار سطح نیتروژن (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع اوره)، چهار سطح شوری (۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) و سه سطح کود گاوی (۰، ۲ و ۴ درصد وزنی) بود. مقدار۵ کیلوگرم خاک در کیسه‌های پلاستیکی هشت کیلوگرمی ریخته شد و سپس مقادیر کود دامی الک شده و نیتروژن از منبع اوره طبق طرح مورد نظر اضافه و به‌طور کامل مخلوط گردید. هم‌زمان به‌علت کمبود سایر عناصر غذایی موجود در خاک، فسفر و پتاسیم از منبع پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات با غلظت ۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک و سولفات آهن، روی و منگنز با غلظت ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، به‌صورت محلول به تمام پلاستیک‌ها اضافه و پس از رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت زارعی، خاک موجود در هر کیسه به خوبی مخلوط و به داخل ۱۴۴ گلدان پلاستیکی مورد آزمایش منتقل گردید (۳). بذرهای پسته (رقم بادامی زرندی) بعد از جداسازی پوست سخت به‌مدت ده دقیقه در محلول وایتکس ۱۰ درصد قرار داده شدند. پس از آن که با آب مقطر استریل شستشو شدند، به‌مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر استریل در یک ظرف در بسته خیسانده شدند. سپس با سم پنتا کلرو نیترو بنزن با غلظت ۶ میلی‌گرم در لیتر برای جلوگیری از آلودگی قارچی، ضد عفونی و به‌مدت چند روز میان پارچه‌های متقال مرطوب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. در هر گلدان ۱۰-۸ بذر جوانه‌زده در اواخر فروردین ماه، در عمق ۳ سانتی‌متر، کشت گردید و رطوبت خاک، با استفاده از آب مقطر، با توزین مرتب به حد ظرفیت زراعی رسانده شد. پس از استقرار کامل نهال‌ها (حدود ۲ ماه پس از کشت)، تیمارهای شوری، به‌منظور جلوگیری از وارد شدن تنش ناگهانی به نهال‌ها، در سه قسط و به‌فاصله زمانی ۱۰ روزه به‌صورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه و تعداد نهال‌ها به ۴ بوته در هر گلدان تقلیل داده شد. پس از اعمال تیمارهای شوری تا پایان دوره رشد، آبیاری گلدان‌ها به‌وسیله آب مقطر در حد ظرفیت زراعی با توزین مرتب و روزانه گلدآنها صورت گرفت.

قبل از برداشت (۲۲ هفته پس از کاشت)، ارتفاع گیاه و تعداد برگ در هر گلدان اندازه‌گیری شد و گیاهان از محل طوقه قطع و برگ و ساقه آنها جدا گردید. ریشه نیز از خاک خارج و همراه با برگ و ساقه پس از شستشو با آب معمولی و آب مقطر در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. طول ریشه پس از بیرون آوردن از خاک توسط دستگاه اسکنر ریشه تعیین شد. چگالی ریشه با تقسیم طول ریشه به حجم گلدان‌ها تعیین گردید (۶). داده‌های به‌دست آمده توسط نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و نمودارهای مربوطه نیز توسط نرم افزار Excel رسم و نتایج تفسیر گردید.

نتایج و بحث

۱- وزن خشک برگ، ساقه و ریشه

نتایج مربوط به تأثیر نیتروژن و شوری بر وزن خشک برگ، ساقه و ریشه در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج موجود نشان می‌دهد که کاربرد نیتروژن تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، هرچند باعث افزایش وزن خشک برگ، ساقه و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

جدول۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

خصوصیت	مقدار
رس (درصد)	۵/۵
سیلت (درصد)	۲۳/۱
بافت	لوم شنی
ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	۱۸ /۰
نقطه پژمردگی دائم (درصد وزنی)	۴/۰
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۲۷/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول در کیلوگرم)	۱۲/۵
pH	۷/۵
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۰
ماده آلی (درصد)	۰/۵۰
نیتروژن کل به روش کجلدال (درصد)	۰/۰۲
فسفر به روش اولسن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۵/۳۵
پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۰۰/۰

جدول۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کود مورد آزمایش

خصوصیت	مقدار
pH	۷/۹۰
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۸/۹۸
وزن مخصوص (گرم در سانتی‌متر مکعب)	۰/۴۸
کربن آلی (درصد)	۲۳/۴۰
سدیم (درصد)	۰/۷۵
پتاسیم (درصد)	۰/۶۸
فسفر به روش زرد وانادات (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۲/۸۵
نیتروژن کل به‌روش کجلدال (درصد)	۱/۴۶

ریشه گردید، ولی این افزایش معنی‌دار نبود. درحالی‌که کاربرد بیشتر نیتروژن (۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، به‌طور معنی‌داری وزن خشک اندام‌ها را کاهش داد. که مقدار این کاهش به ترتیب برای برگ، ساقه و ریشه ۱۵، ۳۵ و ۳۲ درصد نسبت به شاهد بود. این امر می‌تواند به این دلیل باشد که مصرف زیاد نیتروژن (بیشتر از نیاز گیاه) نه تنها کمکی به افزایش رشد و عملکرد گیاه نمی‌کند، بلکه به‌دلیل عدم تعادل یونی و تأثیر سوء بر جذب سایر عناصر غذایی و همچنین تشدید شوری، باعث کاهش رشد گیاه می‌گردد.

هم‌چنین نتایج موجود در جدول ۳ نشان می‌دهد که با افزایش سطوح شوری و رسیدن به سطح ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است، به‌طوری‌که کاهش وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، به‌ترتیب ۳۲، ۳۷ و ۳۳ درصد نسبت به

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

جدول۳. تأثیر نیتروژن و شوری بر وزن خشک برگ، ساقه و ریشه (گرم در گلدان)

سطوح نیتروژن	سطوح شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم)				میانگین
(میلی‌گرم درکیلوگرم)	۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۲۴۰۰	
		برگ			
۰	۲/۷۳*	۲/۵۶	۲/۲۵	۲/۱۸	۲/۴۵
۶۰	۲/۹۵	۳/۲۱	۲/۱۹	۱/۷۴	۲/۵۲
۱۲۰	۳/۲۴	۲/۵۱	۲/۸۸	۲/۲۴	۲/۷۲
۱۸۰	۲/۰۷	۲/۴۲	۲/۴۵	۱/۳۵	۲/۰۷
میانگین	۲/۷۵	۲/۶۷	۲/۴۴	۱/۸۸	
		ساقه			
۰	۲/۵۹	۲/۳۱	۲/۰۴	۲/۱۰	۲/۲۶
۶۰	۲/۵۶	۲/۶۴	۱/۵۸	۱/۲۳	۲/۰۰
۱۲۰	۲/۷۸	۲/۲۰	۲/۵۸	۱/۶۰	۲/۲۹
۱۸۰	۱/۴۵	۱/۶۹	۱/۷۵	۱/۰۰	۱/۴۷
میانگین	۲/۳۴	۲/۲۱	۱/۹۸	۱/۴۸	
		ریشه			
۰	۴/۹۹	۵/۸۴	۳/۹۱	۳/۷۲	۴/۶۱
۶۰	۴/۵۸	۴/۷۷	۳/۶۳	۳/۱۰	۴/۰۲
۱۲۰	۶/۶۲	۵/۸۶	۴/۳۵	۳/۷۹	۵/۱۵
۱۸۰	۲/۳۹	۳/۵۶	۴/۸۴	۱/۷۸	۳/۱۴
میانگین	۴/۶۴	۵/۰۰	۴/۱۸	۳/۱۰	
LSD(۰/۰۵)	برگ	ساقه	ریشه		
نیتروژن	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۶۲		
شوری	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۶۲		
نیتروژن × شوری	۰/۶۱	ns	۱/۲۵		

* : هر عدد میانگین ۹ گلدان می‌باشد.

شاهد بود. شوری خاک با کاهش پتانسیل آب خاک، همراه با تأثیر سوء بعضی یون‌های مضر و در نتیجه سمیت آنها و هم‌چنین ایجاد عدم تعادل عناصر غذایی، باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌گردد (۹). کاهش رشد پسته با افزایش شوری آب و خاک توسط محققان مختلف گزارش شده است (۳، ۸، ۱۶، ۲۵، ۲۷ و ۲۹). پارسا و کریمیان (۲۵) و رنجبر و همکاران (۲۷) اظهار داشتند که کاربرد کلرید سدیم موجب کاهش رشد رقم‌های پسته می‌گردد و عکس‌العمل رقم‌های مختلف مورد آزمایش به شوری، متفاوت است. نتایج موجود در جدول ۳ بیان‌گر معنی‌دار بودن برهم‌کنش شوری و نیتروژن بر وزن خشک برگ و ریشه می‌باشد. در شرایط غیر شور (سطح شوری صفر)، افزایش نیتروژن تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

خاک، باعث افزایش وزن خشک برگ گردید، ولی این افزایش معنی‌دار نبود و مصرف بالاترین سطح نیتروژن (۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، باعث کاهش وزن خشک به میزان ۲۴ درصد نسبت به شاهد گردید. در بالاترین سطح شوری (۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، نه تنها کاربرد بیشتر نیتروژن سبب افزایش وزن خشک برگ نگردید، بلکه باعث کاهش معنی‌دار آن گردید. می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد بیشتر نیتروژن در شرایط شور نمی‌تواند باعث بهبود صدمات ناشی از شوری بالا گردد و به همین دلیل بیشترین کاهش وزن خشک برگ در بالاترین سطح شوری و بالاترین سطح نیتروژن دیده شد.

تأثیر برهم‌کنش نیتروژن و شوری بر وزن خشک ریشه بدین‌گونه بود که مصرف ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک توانست در شوری‌های پایین باعث افزایش رشد گردد، ولی در بالاترین سطح شوری، نتوانست به افزایش رشد کمکی بکند و حتی مصرف بیشتر نیتروژن (۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک) رشد را به شدت کاهش داد. می‌توان چنین نتیجه گرفت که سطوح بالای شوری مانع از ایجاد آثار مثبت نیتروژن گردیده است. کافکافی و همکاران (۱۷) در پژوهش خود روی گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت یون‌های مضر از جمله سدیم و کلر در خاک و رقابت به وجود آمده بین کلسیم و سدیم و به دنبال آن کاهش جذب کلسیم، انتخاب‌پذیری غشای مختل شده و یون کلر به‌راحتی و به‌صورت غیر فعال جذب می‌شود و این مسأله علاوه بر سمیت، به‌علت رقابت ایجاد شده، باعث کاهش جذب نیترات نیز می‌گردد. لازم به ذکر است که برهم‌کنش نیتروژن و شوری بر وزن ساقه معنی‌دار نبود (جدول۳). روند تغییرات وزن خشک برگ، ساقه و ریشه تحت تأثیر ماده آلی در جدول ۴ آمده است. با افزایش کاربرد ماده آلی، وزن خشک برگ و ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. البته بیشترین وزن خشک برگ در سطح ۴ درصد ماده آلی و بیشترین وزن خشک ریشه در سطح ۲ درصد ماده آلی حاصل شد. وزن خشک برگ و ریشه در سطوح ماده آلی ذکر شده به ترتیب ۱۸ و ۳۳ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. هرچند که با افزایش کاربرد ماده آلی، وزن خشک ساقه روندی افزایشی نشان داد، ولی این افزایش معنی‌دار نبود. محققان (۱۲،۱و ۱۳) نشان داده‌اند که ماده آلی خاک با اثرات مفیدی که بر شرایط فیزیکی خاک، همچون بهبود ساختمان خاک، افزایش تهویه و نفوذ آب به خاک و کاهش تراکم‌پذیری خاک و آثار مفید تغذیه‌ای از جمله افزایش CEC، تأمین غذای ریزجانداران خاک و تشکیل کلات عناصر دارد، موجبات رشد بیشتر برای گیاه، مخصوصاً ریشه را فراهم کرده و افزایش رشد را به دنبال دارد. روند تغییرات وزن خشک برگ، ساقه و ریشه تحت تأثیر برهم‌کنش ماده‌آلی و نیتروژن دارای روندی تقریباً مشابه است (جدول ۴). نتایج موجود بیانگر این است که افزایش نیتروژن مصرفی در سطح صفر ماده آلی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ، ساقه و ریشه نداشت. درحالی‌که در سطح ۴ درصد ماده آلی، با افزایش مصرف نیتروژن، وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه با افزایش همراه بود، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک برگ، ساقه و ریشه با مصرف توأم ۴ درصد ماده آلی و ۱۲۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به‌دست آمد. احتمالاً به‌دلیل مصرف ماده آلی خصوصیات فیزیکی خاک بهبود یافته و ریشه گسترش پیدا کرده است و این امر به جذب نیتروژن توسط نهال‌های پسته و افزایش رشد در اثر کاربرد نیتروژن کمک نموده است. نتایج شکل ۱ گویای معنی‌دار بودن بر هم‌کنش شوری و ماده آلی بر وزن خشک برگ می‌باشد. به‌طوری‌که در شرایط غیر شور و شوری پایین (۸۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، با افزایش ماده آلی و رسیدن آن به سطح ۴ درصد، وزن خشک برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی در سطح بالای شوری، مصرف ماده آلی احتمالاً به‌دلیل تشدید شوری (جدول۲)، نه تنها باعث افزایش وزن خشک برگ نگردید، بلکه در سطح ۴ درصد ماده آلی باعث کاهش وزن خشک برگ گردید.

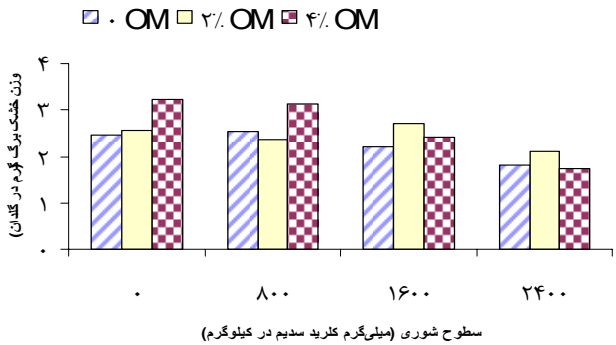
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

جدول۴. تأثیر نیتروژن و ماده آلی بر وزن خشک برگ، ساقه و ریشه (گرم در گلدان)

سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	سطوح ماده آلی(درصد) ۰	۲	۴	میانگین
		برگ		
۰	۲/۳۱*	۲/۵۶	۲/۴۳	۲/۴۳
۶۰	۲/۱۶	۲/۸۸	۲/۵۴	۲/۵۳
۱۲۰	۲/۱۱	۲/۶۸	۳/۳۷	۲/۷۲
۱۸۰	۲/۳۲	۱/۷۵	۲/۱۸	۲/۰۸
میانگین	۲/۲۲	۲/۴۹	۲/۶۳	
		ساقه		
۰	۲/۰۰	۲/۵۰	۲/۲۷	۲/۲۶
۶۰	۱/۵۹	۲/۲۵	۲/۱۷	۲/۰۰
۱۲۰	۱/۸۴	۲/۱۲	۲/۹۰	۲/۲۹
۱۸۰	۱/۷۳	۱/۳۵	۱/۴۰	۱/۴۹
میانگین	۱/۸۰	۲/۰۵	۲/۱۸	
		ریشه		
۰	۴/۶۷	۵/۳۱	۳/۸۵	۴/۶۱
۶۰	۲/۸۹	۵/۳۵	۳/۸۳	۴/۰۲
۱۲۰	۳/۳۹	۵/۰۵	۷/۰۲	۵/۱۵
۱۸۰	۳/۵۶	۳/۵۸	۲/۲۹	۳/۱۴
میانگین	۳/۶۳	۴/۸۲	۴/۲۵	
LSD(0.05)	برگ	ساقه	ریشه	
نیتروژن	۰/۳۳	۰/۴۰	۰/۶۳	
ماده آلی	۰/۲۹	ns	۰/۵۴	
نیتروژن × ماده آلی	۰/۵۸	۰/۶۹	۱/۰۹	

* : هر عدد میانگین ۱۲ گلدان می‌باشد.



شکل۱. تأثیر برهمکنش شوری و ماده آلی بر وزن خشک برگ

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

۲- ارتفاع ساقه و نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه

نتایج مربوط به تأثیر نیتروژن و شوری بر ارتفاع ساقه و نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه در جدول ۵ آمده است. طبق نتایج به‌دست آمده تأثیر نیتروژن بر ارتفاع ساقه معنی‌دار نبود. تأثیر نیتروژن بر نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه تا سطح سوم آن (۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) کاهنده بود و افزایش بیشتر نیتروژن بر این نسبت تأثیر معنی‌داری نداشت. رشدی (۵) در پژوهشی که سطوح مختلف نیتروژن را بر پارامترهای رشدی گیاه آفتابگردان بررسی کرد، به این نتیجه دست یافت که با کاربرد نیتروژن و به دنبال آن افزایش گسترش ریشه، نسبت اندام هوایی به ریشه کاهش یافت. بر طبق نتایج موجود در جدول ۵، شوری بر ارتفاع ساقه و نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه تأثیر معنی‌داری نداشت. نتایج موجود در جدول ۵ هم‌چنین بیان‌گر معنی‌دار بودن برهم‌کنش نیتروژن و شوری بر این دو پارامتر می‌باشد. به‌طوری‌که برهم‌کنش نیتروژن و شوری بر ارتفاع ساقه اثری کاهنده داشت. هرچند بالاترین سطح نیتروژن (۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) توانست در شوری ۸۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک، از آثار سوء شوری بکاهد و باعث افزایش ارتفاع گردد، اما در شوری‌های بالا نه تنها با افزایش نیتروژن ارتفاع ساقه افزایش پیدا نکرد، بلکه کمترین ارتفاع در بالاترین سطح نیتروژن و بالاترین سطح شوری به‌دست آمد. برهم‌کنش نیتروژن و شوری بر نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه روندی کاهشی داشت، ولی میزان این کاهش در بالاترین سطح نیتروژن (۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) کمتر بود. این احتمال وجود دارد که بالاترین سطح نیتروژن توانسته تا حدی از آثار سوء شوری بکاهد. این بهبود در رشد می‌تواند در نتیجه جذب بیشتر آنیون نیترات باشد که جایگزین کلر شده و در نتیجه غلظت آنیون‌های آلی در گیاه (که نیتروژن در ساخت آنها سهم عمده‌ای دارد)، دوباره افزایش می‌یابد (۴). نتایج جدول ۶ تأثیر نیتروژن و ماده آلی را بر ارتفاع و نسبت اندام هوایی به ریشه نشان می‌دهد. افزایش ماده آلی مصرفی موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه و نسبت اندام هوایی به ریشه گردید که میزان این افزایش برای ارتفاع در سطح ۲ درصد ماده آلی ۱۰ درصد نسبت به شاهد بود و افزودن بیشتر ماده آلی باعث افزایش بیشتر ارتفاع نگردید. مصرف ۴ درصد ماده آلی باعث افزایش ۱۱ درصدی نسبت اندام هوایی به ریشه در مقایسه با شاهد، گردید.

ماخابلا (۲۳) ضمن مطالعه تأثیر مواد آلی (کودهای حیوانی) بر خصوصیات خاک نیز به این نتیجه دست یافت که ماده آلی با اثر مطلوب بر ساختمان و تغذیه خاک، موجبات افزایش رشد گیاه را فراهم می‌کند. نتایج موجود در جدول ۶ بیانگر معنی‌دار بودن برهم‌کنش نیتروژن و ماده آلی بر ارتفاع ساقه و نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در سطح نیتروژن صفر، افزایش ماده آلی باعث کاهش ارتفاع گردید، ولی در سطوح بالاتر نیتروژن، با افزودن ماده آلی میزان ارتفاع افزایش معنی‌داری پیدا کرد. هم‌چنین برهم‌کنش نیتروژن و ماده آلی بر نسبت اندام هوایی به ریشه، معنی‌دار است. بدین معنی که با افزایش نیتروژن در هر سطح ماده آلی، نسبت اندام هوایی به ریشه به‌علت اثرات مطلوب ماده آلی بر رشد و توسعه ریشه، کاهش یافت. البته افزایش نیتروژن در سطح صفر ماده آلی باعث افزایش نسبت اندام هوایی به ریشه گردید، ولی در حضور ماده آلی این روند کاهشی بود. این احتمال وجود دارد که در حضور ماده آلی، رشد ریشه بیشتر از اندام هوایی بوده است و باعث کاهش این نسبت گردیده است.

به‌طورکلی در مورد اثر سه تیمار نیتروژن، شوری و ماده آلی بر پارامترهای رشد، می‌توان گفت در شوری‌های پایین مصرف بیشتر عناصر غذایی نظیر نیتروژن، می‌تواند به افزایش رشد و عملکرد گیاه کمک کند. ولی در شرایط شوری زیاد، مصرف بیش از حد نیتروژن، تحمل گیاه به شوری را کاهش می‌دهد. در واقع شوری با اثر نامطلوبی که بر کارایی ریشه می‌گذارد، مانع از جذب نیتروژن می‌گردد. محققان (۴ و ۳۵) نشان داده‌اند که با افزایش غلظت املاح و در نتیجه کاهش جذب کلسیم در غشاء به‌علت رقابت بوجود آمده با سدیم

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

جدول۵. تأثیر نیتروژن و شوری بر ارتفاع، تعداد برگ سبز و نسبت اندام هوایی به ریشه

سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	سطوح شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم)			
	۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۲۴۰۰	میانگین
	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)				
۰	۱۳/۶*	۱۱/۳	۱۲/۴	۱۲/۹	۱۲/۶
۶۰	۱۱/۹	۱۳/۱	۱۲/۹	۱۲/۴	۱۲/۶
۱۲۰	۱۱/۱	۱۱/۶	۱۲/۹	۱۲/۸	۱۲/۱
۱۸۰	۱۰/۴	۱۴/۱	۱۳/۲	۱۱/۱	۱۲/۲
میانگین	۱۱/۸	۱۲/۵	۱۲/۹	۱۲/۳	
	نسبت اندام هوایی به ریشه				
۰	۱/۴۰	۰/۸۵	۱/۲۰	۱/۲۵	۱/۱۷
۶۰	۱/۲۰	۱/۴۵	۱/۱۹	۰/۸۰	۱/۱۶
۱۲۰	۰/۹۸	۱/۰۵	۱/۱۴	۱/۱۶	۱/۰۸
۱۸۰	۱/۱۴	۱/۲۵	۰/۸۵	۱/۳۰	۱/۱۳
میانگین	۱/۱۸	۱/۱۵	۱/۰۹	۱/۱۳	
LSD(0.05)	ارتفاع ساقه		نسبت اندام هوایی به ریشه		
نیتروژن	ns		۰/۰۸		
شوری	ns		ns		
نیتروژن× شوری	۱/۷		۰/۱۶		

*: هر عدد میانگین ۱۲ گلدان می‌باشد.

و جایگزین شدن سدیم در غشا، این سلول‌ها، انتخاب‌پذیری خود را از دست داده و یون کلر به‌صورت غیر فعال جذب می‌شود که از یک سو باعث ایجاد سمیت شده و از سوی دیگر به‌علت رقابت به‌وجود آمده بین کلر و نیترات، مانع از جذب نیترات می‌گردد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که در این حالت هرچه سطح ماده آلی خاک بالاتر می‌رود، نیتروژن برای مبارزه با اثر سوء شوری موفق‌تر است. در توجیه این امر می‌توان گفت که ماده آلی با اثر مثبت بر شرایط تهویه‌ای و تغذیه‌ای خاک به کارایی و رشد بیشتر ریشه کمک کرده و از این طریق باعث افزایش عملکرد می‌شود. می‌توان گفت که در شرایط غیر شور و شوری‌های پایین برهم‌کنش بین نیتروژن و ماده آلی می‌تواند کمک قابل توجه‌ای به رشد گیاه بکند. زیرا از یک سو نیتروژن، یک ماده غذایی برای گیاه محسوب می‌شود و از دیگر سو ماده آلی با اثرات مفید خود بر شرایط فیزیکی و تغذیه‌ای خاک موجبات رشد بیشتر را فراهم می‌آورد. ولی شوری به‌ویژه سطوح بالای آن، مانع از جذب نیتروژن مورد نیاز گیاه گشته و به‌طورکلی ریشه را از فعالیت مفید باز می‌دارد، به‌طوری‌که بالاترین سطح ماده آلی هم نمی‌تواند به توسعه ریشه و در نتیجه رشد گیاه کمک نماید. ضمن این‌که مقدار زیاد ماده آلی می‌تواند موجب تشدید شوری خاک شده و حتی باعث کاهش بیشتر رشد ریشه شود.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

جدول۶. تأثیر نیتروژن و ماده آلی بر ارتفاع، تعداد برگ سبز و نسبت اندام هوایی به ریشه

سطوح نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	سطوح ماده آلی(درصد) ۰	۲	۴	میانگین
		ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)		
۰	۱۲/۹*	۱۲/۹	۱۱/۹	۱۲/۶
۶۰	۱۱/۳	۱۲/۶	۱۳/۸	۱۲/۶
۱۲۰	۱۱/۸	۱۲/۲	۱۲/۲	۱۲/۱
۱۸۰	۱۰/۷	۱۳/۷	۱۲/۲	۱۲/۲
میانگین	۱۱/۷	۱۲/۸	۱۲/۵	
		نسبت اندام هوایی به ریشه		
۰	۱/۱۱	۱/۱۰	۱/۳۳	۱/۱۸
۶۰	۱/۱۸	۱/۰۹	۱/۲۶	۱/۱۸
۱۲۰	۰/۹۱	۱/۲۳	۱/۱۶	۱/۱۰
۱۸۰	۱/۲۶	۰/۹۵	۱/۲۰	۱/۱۳
میانگین	۱/۱۱	۱/۰۷	۱/۲۴	
LSD(0.05)	ارتفاع ساقه		نسبت اندام هوایی به ریشه	
نیتروژن	ns		۰/۰۷	
ماده آلی	۰/۶		۰/۰۶	
نیتروژن× ماده آلی	۱/۲		۰/۱۳	

*: هر عدد میانگین ۱۲ گلدان می‌باشد.

۳- اثر تیمارهای شوری و ماده آلی بر مرفولوژی ریشه

چگالی ریشه به‌عنوان شاخصی از مرفولوژی ریشه مورد بررسی قرار گرفت. تأثیر شوری بر طول و چگالی ریشه در جدول ۷ نشان داده شده است. با افزایش شوری طول ریشه و به دنبال آن چگالی ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که در سطوح ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) به ترتیب ۳۳ و ۷۷ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد شوری با تأثیر سوء بر پتانسیل آب خاک، باعث کاهش رشد طول ریشه و در نتیجه چگالی آن گردید. خلیل و همکاران (۱۹) در پژوهش خود بر روی ذرت و کتان مشاهده کردند که با افزایش شوری، طول و وزن ریشه کاهش یافت. واوگان و همکاران (۳۴) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با افزایش شوری، طول و در نتیجه چگالی ریشه یونجه کاهش یافت. استفان و همکاران (۳۲) نیز ملاحظه کردند که با افزایش شوری، طول ریشه گندم بهاره کاهش یافت. بر خلاف شوری، کاربرد ماده‌آلی، تأثیر مثبت بر چگالی ریشه داشت. همان‌طور که نتایج موجود در جدول ۸ نشان می‌دهد، با افزایش ماده آلی خاک، طول ریشه و در نتیجه چگالی آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و میزان این افزایش در سطوح ۲ و ۴ درصد ماده آلی به ترتیب ۴۵ و ۹۰ درصد نسبت به شاهد بود که این افزایش قابل توجه است. ماده آلی اثر مطلوبی بر بهبود ساختمان خاک، کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش تخلخل دارد و در نتیجه موجب سهولت رشد و نمو و افزایش طول و چگالی ریشه می‌گردد. شیرانی (۶) نشان داد که افزودن

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

جدول۷. تأثیر شوری بر طول و چگالی ریشه

سطوح شوری (میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم)	طول ریشه (سانتی متر)	چگالی ریشه (سانتی‌متر بر سانتی‌متر مکعب)
۰	۴۲۶۵/۴[a*]	۱/۱۷۵[a]
۸۰۰	۳۹۲۹/۸[a]	۱/۰۸۳[a]
۱۶۰۰	۲۸۷۰/۵[b]	۰/۷۹۱[b]
۲۴۰۰	۹۷۲/۹[c]	۰/۲۶۸[c]

*: اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، از نظر آماری با توجه به آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

جدول۸ . تأثیر ماده آلی بر طول و چگالی ریشه

سطوح ماده آلی (درصد)	طول ریشه (سانتی متر)	چگالی ریشه (سانتی‌متر بر سانتی‌متر مکعب)
۰	۲۰۷۰/۵[c*]	۰/۵۷۱[c]
۲	۳۰۱۰/۸[b]	۰/۸۳۰[b]
۴	۳۹۴۷/۲[a]	۱/۰۷۸[a]

* : اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون، از نظر آماری با توجه به آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

کود گاوی به‌عنوان ماده آلی، باعث افزایش خاکدانه در خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروسنجی خاک گردید. هم‌چنین باربابریک (۱۳) نتیجه گرفت که افزودن ماده آلی در خاک موجب رشد و توسعه ریشه می‌شود.

نتیجه‌گیری

با افزایش شوری، وزن خشک برگ، ساقه، ریشه، چگالی ریشه و تعداد برگ سبز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. علت کاهش رشد نهال‌های پسته در اثر شوری، می‌تواند به‌علت کاهش پتانسیل آب خاک همراه با تأثیر سوء بعضی یون‌های مضر مانند سدیم و کلر و در نتیجه به هم خوردن نسبت و عدم تعادل عناصر غذایی، تأثیر سوء املاح بر فتوسنتز، ساختن اسید نوکلئیک، پروتئین و فعالیت آنزیمی باشد که باعث کاهش رشد گیاه می‌گردد. کاربرد نیتروژن تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ، ساقه و ریشه نداشت و در بالاترین سطح نیتروژن (۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)، احتمالاً به‌علت ایجاد عدم تعادل یونی و اثر نامطلوب بر جذب سایر عناصر غذایی و احتمالاً تشدید شوری، رشد کاهش یافت. این‌گونه به‌نظر می‌آید که گیاه پسته در مرحله نهالی نیاز چندانی به نیتروژن به‌عنوان عنصر غذایی ندارد. کاربرد نیتروژن، نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد که نشان‌دهنده افزایش بیشتر رشد ریشه در اثر کاربرد نیتروژن می‌باشد. در بالاترین سطح شوری نه تنها کاربرد بالاترین سطح نیتروژن، سبب افزایش پارامترهای رشد نگردید، بلکه باعث کاهش معنی‌دار آنها نیز شد. می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد نیتروژن در شرایط شور نمی‌تواند گیاه را از صدمه شوری حفظ نماید. افزایش ماده آلی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ و ریشه، ارتفاع ساقه، نسبت اندام

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

هوایی به ریشه و چگالی ریشه گردید. ماده آلی خاک با آثار مفیدی که بر شرایط فیزیکی خاک همچون بهبود خاکدانه‌سازی، افزایش تهویه و نفوذ آب به خاک و کاهش تراکم‌پذیری خاک و آثار مفید تغذیه‌ای از جمله افزایش CEC، تأمین غذای ریزجانداران خاک و تشکیل کلات عناصر دارد، موجبات رشد بیشتر برای گیاه را فراهم می‌نماید. کاربرد نیتروژن به‌ویژه تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، به همراه بالاترین سطح ماده آلی باعث بیشترین رشد گردید. در شوری‌های پایین بالاترین سطح ماده آلی، باعث بهبود رشد شد، اما در شوری‌های بالا، کاربرد ماده آلی به تشدید بیشتر شوری کمک کرده و از میزان رشد کاسته شد.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی. س.، ح. س. بهرامی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۴. نقش ماده آلی خاک در کاهش تراکم پذیری خاکهای زراعی. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی ۴۴۹.

۲. ابطحی. ع. ۱۳۸۰. واکنش نهال‌های دو واریته پسته در رابطه با مقادیر و انواع مختلف شوری خاک در شرایط گلخانه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۵(۱): ۹۳-۱۰۱.

۳. تاج آبادی پور. ا. ۱۳۸۳. تاثیر کاربرد خاکی پتاسیم بر مقاومت نسبی سه رقم پسته به تنش شوری و آبی. پایان‌نامه دکتری خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۴. خوش گفتارمنش، ا. ح. و ح. سیادت. ۱۳۸۱. تغذیه معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور باغبانی. ۶۵ صفحه.

۵. رشدی. م. و س. رضادوست. ۱۳۷۸. بررسی شاخص‌های رشد ریشه و اندام‌های هوایی آفتابگردان در سطوح مختلف آبیاری و کود ازته. ششمین کنگره علوم خاک ایران، مشهد.

۶. شیرانی. ح. ۱۳۸۲. اثر خاکورزی و کود آلی بر خصوصیات فیزیکی، حرکت املاح و مرفولوژی ریشه ذرت در خاک لورک. پایان‌نامه دکتری خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. علی پور. ح. و س. ج. حسینی فرد. ۱۳۸۲. تشخیص و رفع کمبود عناصر غذایی در پسته. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی، تهران.

۸. مظفری. و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. پایان‌نامه دکتری خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۹. ملکوتی. م. ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک "مشکلات و راه حل‌ها". انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۱۰. همایی. م. ۱۳۸۱. *واکنش گیاهان به شوری*. چاپ اول، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۵۸، تهران.

11. Ashiono, G. B., W. Wasike, J. P. Ouma, S. W. Gatwiku and P. N. Gachuki. 2005. Residual effects of farmyard manure on stover and grain yield of cold tolerant dual purpose sorghum in the dry high land of Kenya. J. Agron. 4: 300-303.

12. Azam, F. 2002. Studies on organic matter dynamics and nitrogen availability using ^{14}C and ^{15}N. Pakistan Agron. J. 1: 20-24.

13. Barbarick, K. A. 1996. Using organic materials as nitrogen fertilizer. Service In Action. No. 546. Colorado State Univ. Cooperative Extension Service.

14. Brown, P., Q. Zhang and L. Ferguson. 1991. Nutrient uptake efficiencies of various pistachio rootstocks. PP. 158-162. *In*: Calif. Pistachio Ind. Ann. Rpt.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]

15. Costa, C., L. M. Dwyer, X. Zhou, P. Dutilleul, C. Hamel, L. M. Reid and D. L. Smith. 2002. Root morphology of contrasting maize genotypes. Agron. J. 94: 96-101.
16. Ferguson, L. and J. A. Poss, S. R. Grattan, G. M. Grieve, D. Wang, C. Wilson, T. J. Donvan and C. T. Chao. 2002. Pistachio rootstocks influence scion growth and ion relations under salinity and boron stress. J. Am. Soc. Hort. Sci. 127: 194-199.
17. Kafkafi, U. 1984. Plant nutrient under saline condition. PP. 319-338. *In*: Shainberg, I. and J. Shalhevet. (Eds.), Soil Salinity Under Irrigation: Processes and Management. Springer, Berlin.
18. Karimi, M., S. A. M. Cheraghi and F. Dehghani. 2005. Effect of ammonium nitrate and triple super phosphate on yield component of pistachio trees. 5th International symposium on pistachio and almond. ISHS. Tehran, Iran.
19. Khalil, M. A., F. Amer and M. M. Elgabaly. 1967. A salinity fertility interaction study on corn and cotton. Soil. Sci. Soc. Am. Porc. 31: 683-686.
20. Kristensen, H. L. and K. Thorup- Kristensen. 2004. Root growth and nitrate uptake of three different catch crops in deep soil layers. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 529-537.
21. Massey, J. H. 1971. Effect of nitrogen rate and plant spacing on sunflower seed yield and other characteristics. Agron. J. 63: 137-138.
22. Mirnia, S. G., S. M. A. Modaressi and T. Piri. 2001. Effect of different level of nitrogen on growth and development of corn root. J. Soil Water Sci. 15: 1.
23. Mkhabela, T. S. 2006. A review of the use of manure in small-scale crop production system in South Africa. J. Plant Nutr. 29: 1159-1185.
24. Mugwira, L. M. and L. M. Mukurumbira. 1986. Nutrient supplying power of different groups of manure from communal areas and commercial feedlots. Zimbabwe Agric. J. 83: 25-29.
25. Parsa, A. A. and N. Karimian. 1975. Effect of sodium choloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio. J. Hort. Sci. 50: 41-46.
26. Picchioni, G. A., S. Miyamoto and J. B. Storey. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings. J. Am. Soc. Hort. Sci. 115: 647-653.
27. Ranjbar, A., R. Lemeur and P. Van Damme. 2001. Ecophysiological characteristics of two pistachio species *(pistacia khinjuk and pistacia mutica*) in response to salinity. Department of plant production, Laboratory of tropical and subtropical agronomy and ethnobotany, University of Ghent, Coupure Link 653, B-9000. Ghent, Belgium.
28. Roy, S. K., S. M. L. Rahaman and A. B. M. Salahudding. 1995. Effect of nitrogen and potassium on growth and seed yield of sesame (*Sesamum Indicum* L.). Indian J. Agric. Sci. 65: 509-511.
29. Sepaskhah, A. R. and M. Maftoun. 1981. Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. I. Growth. J. Hort. Sci. 56: 277-284.
30. Sepaskhah, A. R. and M. Maftoun. 1994. Seedling growth and chemical composition of two pistachio cultivars as affected by boron and nitrogen application. J. Plant Nutr. 17: 155-171.
31. Shabala, S., L. Shabala and E. Van Volkenburgh. 2003. Effect of calcium on root ion flux in barley seedlings. Plant Biol. 30: 507-514.
32. Steppuhn, H., M. T. Van Genuchten and C. M. Grieve. 2005. Root-zoon salinity. I. Selecting a product- yield Index and response function for crop tolerance. Crop Sci. 45: 209-220.
33. Unlu, M., R. Kanber, P. Steduto, Y. Aydin and K. Diker. 2005. Effect of different water and nitrogen levels on the yield and periodicity of pistachio (*pistacia vera* L.). Turk. J. Agric. 29: 39-49.
34. Vavghan, L. V., J. W. MacAdam, S. E. Smith and L. M. Dudley. 2002. Root growth and yield of differing alfalfa rooting populations under increasing salinity and zero leaching. Crop Sci. 42: 2064-2071.
35. Wagenet, R. J., R. R. Rodriguez, W. F. Campbell and D. L. Turner. 1983. Fertilizer and salinity effects on *Phaseolus vulgaris*. Agron. J. 75: 161-166.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.27.5]