

## تأثیر بنسیل آدنین و نیتروژن بر خصوصیات رشدی دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند در شرایط تنفس شوری

مژده خلیل‌پور<sup>۱</sup> و وحید مظفری<sup>۱\*</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۲۴)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف بنسیل آدنین، نیتروژن و شوری بر خصوصیات رشدی دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند، یک آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور: بنسیل آدنین (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، نیتروژن (صفر و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیم) و شوری (صفر و ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به مدت ۲۴ هفته در گلخانه اجرا شد. نتایج نشان داد که علی‌رغم این که شوری باعث کاهش معنی دار وزن خشک اندام هوایی و ریشه دانهال‌ها گردید، اما محلول پاشی ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنسیل آدنین، وزن خشک اندام هوایی و ریشه را به ترتیب ۱۲۵ و ۸۶ درصد افزایش داد. لیکن، با مصرف توأم نیتروژن و بنسیل آدنین، وزن خشک اندام هوایی و ریشه به ترتیب بیش از ۳ و ۲ برابر افزایش یافت. نتایج همچنین نشان داد که تنفس شوری باعث کاهش معنی دار سطح برگ و طول سیستم ریشه‌ای گردید. اما مصرف توأم نیتروژن و بیشترین غلظت بنسیل آدنین، سطح برگ و طول سیستم ریشه‌ای را به ترتیب بیش از ۳ و ۲/۵ برابر افزایش داد. نتایج اثرهای سه‌گانه نیز نشان داد که گرچه در شرایط شور ارتفاع، تعداد برگ و قطر ساقه به طور معنی داری کاهش یافتند، لیکن مصرف توأم نیتروژن و بنسیل آدنین در افزایش این خصوصیات رشدی چشمگیرتر از مصرف جداگانه این تیمارها بود. در نهایت، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که مصرف توأم نیتروژن و بنسیل آدنین در کاهش اثرهای مخرب شوری بر خصوصیات رشدی دانهال‌های پسته مؤثرتر از مصرف این تیمارها به تنهایی بود.

**کلمات کلیدی:** طول سیستم ریشه‌ای، کلرید سدیم، نیترات آمونیم، وزن خشک اندام هوایی و ریشه

### مقدمه

فیزیولوژیک بخش‌هایی از گیاه که در جذب عناصر غذایی دخالت دارند، می‌تواند باعث بهم خوردن تعادل غذایی گیاه شود (۱۵). پسته به عنوان یک محصول استراتژیک، جایگاه خاصی در تولیدات کشاورزی ایران دارد و بخش عمده‌ای از صادرات غیرنفتی را تشکیل می‌دهد. سازگاری این محصول با شرایط نامساعد محیطی، از جمله شوری آب و خاک، مقاومت

شوری یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید محصولات زراعی در برخی از قسمت‌های جهان، به ویژه در اراضی تحت آبیاری مناطق خشک و نیمه خشک، می‌باشد. تحت شرایط شور، بروز تغییرات در میزان مهیا بودن عناصر غذایی در جذب، انتقال و توزیع در بخش‌های مختلف گیاه و یا غیرفعال شدن

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان  
مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: vmozafary@yahoo.com

سیتوکینین در ریشه‌های ذرت و انتقال آن از طریق آوندهای چوبی به اندام هوایی گزارش شده است (۳۰). پژوهشگران گزارش کردند که محلول پاشی اوره در ترکیب با بنزیل‌آدنین، که نوعی از سیتوکینین است، به طور موقتی‌آمیزی از ریزش جوانه‌های گل پسته رقم کرمان ممانعت به عمل آورد (۱۹). در این پژوهش، برای اولین بار، تأثیر هورمون بنزیل‌آدنین و نیتروژن بر خصوصیات رشدی دانه‌های پسته رقم بادامی ریز زرند تحت شرایط شور مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

نمونه خاک (Coarse-loamy, Mixed, superactive, mesic, Typic Haploxerepts) از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از یکی از مناطق پسته‌خیز شهرستان رفسنجان که از نظر شوری و نیتروژن کل در حد کمی بود، تهیه و پس از هواختشک کردن و عبور از الک دو میلی‌متری، بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن از جمله pH در خمیر اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای (۷/۶۳)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع با استفاده از دستگاه EC متر (۱ دسی‌زیمنس بر متر)، سیلت (۲۹/۴ درصد)، رس (۵/۲ درصد)، شن (۶۵/۴ درصد)، بافت خاک (لوم شنی)، ظرفیت زراعی (۱۸ درصد)، کربنات کلسیم معادل به روش ختنی‌سازی با اسید کلریدریک (۲۷ درصد)، نیتروژن کل به روش کلدال (۱۸٪ درصد)، فسفر قابل استفاده به روش اولسن (۵/۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، غلظت پتابسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیم (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، ماده آلی (۵٪ درصد) و غلظت مس، روی، آهن و منگنز قابل استفاده به روش DTPA به ترتیب ۰/۹، ۰/۵، ۰/۷ و ۴/۹ میکروگرم در گرم خاک تعیین گردید. بذرهای پسته رقم بادامی ریز زرند (رقم غالب منطقه) از مؤسسه تحقیقات پسته کشور تهیه و پس از جداسازی پوست سخت، بر علیه قارچ ضادعفونی گردیدند و جهت جوانه زدن برای کاشت به مدت چند روز میان پارچه‌های متقابل مرطوب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند.

به خشکی و کم‌آبی، سبب گردیده تا جایگاه ویژه‌ای در مناطقی که دارای شرایط نامناسب کشت برای سایر محصولات (زراعی و باغی) هستند پیدا نماید (۲۷).

امروزه، استفاده از کودهای نیتروژن به عنوان روشی در کاهش اثرهای مضر شوری مطرح شده است (۲۳). اثر کاربرد نیتروژن بر کاهش اثرهای مخرب شوری بسته به گونه گیاه، سطح شوری و یا شرایط محیطی متفاوت است (۱۵). سیتوکینین‌ها که یک گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌باشند، مقاومت گیاهان را به تنش‌های مختلف مانند شوری، دمای زیاد و خشکی افزایش داده و رشد گیاهان را در شرایط تنش تنظیم می‌کنند (۱۰). تحقیقات نشان داده که ریشه‌ها محل اصلی تولید سیتوکینین‌ها هستند و میان رشد ریشه و تولید سیتوکینین ارتباط نزدیکی وجود دارد (۳۲). از مهم‌ترین سیتوکینین‌ها می‌توان به کیتین، زآتن و بنزیل‌آدنین اشاره کرد (۸). هورمون بنزیل‌آدنین از طریق افزایش تقسیم سلولی و یا حرکت مواد غذایی به محل تیمار شده باعث رشد گیاه می‌گردد (۲۶). پژوهش‌ها نشان داده که تنش‌های شوری و خشکی ایجاد شده در محیط ریشه، توازن تنظیم‌کننده‌ها را بر هم زده و باعث کاهش ساخت و انتقال سیتوکینین‌ها از ریشه به اندام‌های هوایی گیاه می‌گردد (۹). لیکن مشاهده شده که کاربرد خارجی سیتوکینین‌ها، اثرهای مضر تنش شوری را کاهش داده و جوانه‌زنی، تشکیل میوه و عملکرد دانه را افزایش دادند (۱۶). در میان عناصر غذایی، نیتروژن مهم‌ترین اثر را بر تولید و انتقال سیتوکینین‌ها به اندام‌های هوایی دارد. هنگامی که نیتروژن بی در پی در اختیار گیاه باشد، انتقال سیتوکینین با سن گیاه افزایش و با قطع مصرف نیتروژن، صدور سیتوکینین کاهش می‌یابد. کاربرد مجدد نیتروژن، انتقال سیتوکینین از سوی ریشه‌ها را به سرعت افزایش می‌دهد (۲۰). تحقیقات نشان داده که غلظت کم نیترات در ریشه تأثیر منفی بر ساخت سیتوکینین‌ها دارد (۱۲). همچنین شواهد محکمی در رابطه بین فراهمی نیترات و افزایش تولید سیتوکینین وجود داشته است. در تحقیقی، همبستگی بالایی بین کود نیتراته و افزایش تولید

ریشه‌ها نیز با دقت از خاک خارج گردیدند. همچنین، سطح برگ با استفاده از دستگاه Leaf Area Meter، مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور جلوگیری از هدر رفت ریشه‌های موئین، شستشوی ریشه‌ها روی الک انجام شد. برگ‌ها و ساقه‌ها نیز با آب مقطر شستشو و همراه ریشه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و توزین گردیدند. در این پژوهش، طول سیستم ریشه‌ای با استفاده از روش نیومن (۲۱) اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش، از خاک گلدان‌های تحت تیمار شوری، عصاره اشبع تهیه و شوری آن‌ها تعیین گردید، که به طور متوسط  $12/4$  دسی‌زیمنس بر متر بود. داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نمودارها و جداول مربوطه با استفاده از برنامه Excel و Word رسم گردیدند.

## نتایج و بحث

### وزن خشک اندام هوایی و ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی و دوگانه شوری، بتنیل آدنین و نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه معنی دار گردید. اما اثر متقابل سه‌گانه این تیمارها معنی‌دار نشد (جدول ۱). نتایج مربوط به تأثیر شوری بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه (جدول ۲) نشان داد که با شور شدن محیط کشت، وزن خشک اندام هوایی و ریشه به ترتیب ۱۸ و ۲۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. لیکن با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بتنیل آدنین، وزن خشک اندام هوایی و ریشه به ترتیب ۸۳ و ۵۵ درصد افزایش یافت. همچنین، نتایج مربوط به اثر متقابل شوری و بتنیل آدنین بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه (جدول ۲) نشان داد که علی‌رغم این که شوری باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی و ریشه نسبت به شاهد شده است، لیکن مصرف ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بتنیل آدنین، وزن خشک اندام هوایی را به ترتیب ۹۳ و ۱۲۵ درصد و وزن خشک ریشه را به ترتیب ۷۵ و ۸۶ درصد نسبت

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفستجان با متوسط دمای  $32^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس انجام شد. تیمارها شامل نیتروژن (صفر و  $100$  میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منع نیترات آمونیم)، بتنیل آدنین (صفر و  $250$  و  $500$  میلی‌گرم بر لیتر) و شوری (صفر و  $2000$  میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) بودند. مقدار پنج کیلوگرم خاک مورد نظر داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته و بر اساس نتایج آزمون خاک، عناصر غذایی فسفر و پتاسیم از منبع پتابسیم دی‌هیدروژن فسفات ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) به میزان  $50$  میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و عناصر روی، مس و آهن به ترتیب از منابع سولفات روی، سولفات مس و کلات آهن (سکوسترین  $138$ ) با غلاظت  $5$  میلی‌گرم در کیلوگرم به صورت محلول تهیه و به خاک تمام کیسه‌های پلاستیکی اضافه گردید. همچنین، طبق نقشه طرح، سطوح مختلف نیتروژن به صورت محلول تهیه و به خاک داخل کیسه‌ها اضافه شد. پس از رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی، خاک موجود در هر کیسه به خوبی مخلوط و به گلدان‌های پلاستیکی پنج لیتری منتقل گردید. در هر گلدان، تعداد  $8$  بذر در عمق  $3$  سانتی‌متری کشت گردید. آبیاری گلدان‌ها به وسیله آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت زراعی، همراه با توزین روزانه آن‌ها، صورت گرفت. طبق نقشه طرح، کلرید سدیم مورد نظر به صورت محلول در آمده و پس از استقرار کامل دانه‌الهای (هفته پنجم پس از کشت) همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه گردید. سپس در هفته هفتم، تعداد دانه‌الهای بوته در هر گلدان تقلیل داده شد. همچنین، تیمارهای بتنیل آدنین تهیه و به صورت محلول پاشی در سه نوبت (هفته‌های دهم، دوازدهم و چهاردهم) روی دانه‌الهای اعمال شد. به منظور بررسی اثر شوری، بتنیل آدنین و نیتروژن بر خصوصیات رشدی دانه‌الهای پسته، در انتهای دوره آزمایش (هفته بیست و چهارم پس از کشت) تعداد برگ، ارتفاع و قطر ساقه با استفاده از کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. سپس دانه‌الهای از محل طوقه قطع و برگ و ساقه از هم جدا شدند.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن، شوری و بنزیل‌آدنین بر پارامترهای رویشی دانهال‌های پسته (رقم بادامی ریز زرند)

میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	ارتفاع ساقه	سطح برگ	میانگین مربعات
شوری (S)	۱	۲/۷۰۱**	۴/۶۱۸**	۷۲/۸۹۱**	۵۰۰۶۴/۰۶۲**	۵۰۰۶۴/۰۶۲**
بنزیل‌آدنین (BA)	۲	۱۲/۲۴۳**	۷/۹۸۴**	۲۲۵/۶۰۵**	۷۴۷۸۲/۷۱۸**	۷۴۷۸۲/۷۱۸**
نیتروژن (N)	۱	۱۲/۶۴۲**	۱۱/۳۵۴**	۲۰۳/۴۲۳**	۱۲۸۷۳۹/۸۳۲**	۱۲۸۷۳۹/۸۳۲**
BAxS	۲	۰/۲۲۲*	۰/۳۹۴*	۴/۹۰۸*	۴۴۸۷/۴۴*	۴۴۸۷/۴۴*
BAxN	۲	۰/۶۹۱**	۰/۳۹۲*	۵/۲۶۲*	۱۳۰۷۵/۴۳۱**	۱۳۰۷۵/۴۳۱**
SxN	۱	۰/۹۶۰**	۰/۸۷۷**	۷/۸۶۲*	۱۲۱۰۹/۵۳۵**	۱۲۱۰۹/۵۳۵**
BAxSxN	۲	۰/۱۸۷ ns	۰/۰۶۷ ns	۸/۷۶۴*	۷۴۶/۴۸۱ ns	۷۴۶/۴۸۱ ns
خطا	۲۴	۰/۰۶۵	۰/۱۰۶	۱/۴۴۱	۹۴۱/۶۶۳	۹۴۱/۶۶۳
ضریب تغییرات (%)		۵/۶۷	۸/۰۴	۶/۶۶	۱۴/۰۰	

\*\*، \* و ns به ترتیب معنی دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی دار

جدول ۲. تأثیر کاربرد شوری و بنزیل‌آدنین بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته (رقم بادامی ریز زرند)

میانگین	سطح بنزیل‌آدنین (میلی گرم بر لیتر)			میانگین	سطح شوری (میلی گرم کلرید سدیم در کیلو گرم خاک)		
	۵۰۰	۲۵۰	۰		۵۰۰	۲۵۰	۰
وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)							
۴/۷۸A	۵/۵۴a	۵/۲۴b	۳/۵۵d				۰
۳/۹۲B	۵/۱۰b	۴/۳۸c	۲/۲۷e				۲۰۰۰
	۵/۳۲A	۴/۸۱B	۲/۹۱C	میانگین			
وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)							
۴/۵۷A	۵/۲۴a	۴/۶۲b	۳/۸۵d				۰
۳/۵۱B	۴/۲۵c	۳/۹۹d	۲/۲۸e				۲۰۰۰
	۴/۷۴A	۴/۳۱B	۳/۰۶C	میانگین			

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

۱۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلو گرم خاک، وزن خشک اندام هوایی را از ۳/۷۶ به ۴/۹۳ و وزن خشک ریشه را از ۳/۴۸ به ۴/۶۰ گرم در گلدان به طور معنی داری افزایش داد. نتایج اثر متقابل نیتروژن و بنزیل‌آدنین نشان داد که گرچه مصرف نیتروژن و یا بنزیل‌آدنین به تنها یک وزن خشک اندام هوایی و ریشه را نسبت به شاهد افزایش داد، لیکن مصرف توأم نیتروژن و بنزیل‌آدنین (۵۰۰ میلی گرم بر لیتر) وزن خشک اندام هوایی و

به عدم مصرف بنزیل‌آدنین افزایش معنی دار داده است. به عبارت دیگر، مصرف بنزیل‌آدنین هم در شرایط غیر شور و هم شور، وزن خشک اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پسته را افزایش داد؛ اما تأثیر بنزیل‌آدنین در شرایط شور نزدیک به دو برابر شرایط غیر شور بود.

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه (جدول ۳) نشان داد که مصرف

جدول ۳. تأثیر کاربرد نیتروژن و بنزیل آدنین بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه دانهالهای پسته (رقم بادامی ریز زرند)

میانگین	سطح بنزیل آدنین (میلی گرم بر لیتر)			سطح نیتروژن (میلی گرم در کیلو گرم خاک)
	۵۰۰	۲۵۰	۰	
وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)				
۲/۷۶B	۴/۸۵C	۴/۳۷d	۲/۰۶f	۰
۴/۹۳A	۵/۸۰a	۵/۲۵b	۳/۷۶e	۱۰۰
	۵/۳۲A	۴/۸۱B	۲/۹۱C	میانگین
وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)				
۳/۴۸B	۴/۰۹C	۳/۷۱d	۲/۶۳e	۰
۴/۶۰A	۵/۴۰a	۴/۹۱b	۳/۴۹d	۱۰۰
	۴/۷۴A	۴/۳۱B	۲/۰۶C	میانگین

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی داری در سطح ۰/۵ آزمون دانکن ندارند.

جدول ۴. تأثیر کاربرد شوری و نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه دانهالهای پسته (رقم بادامی ریز زرند)

میانگین	سطح نیتروژن (میلی گرم در کیلو گرم خاک)			سطح شوری (میلی گرم کلرید سدیم در کیلو گرم خاک)
	۱۰۰	۰	۱۰۰	
وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)				
۴/۷۸A	۵/۲۱a	۴/۳۵C	۰	
۳/۹۲B	۴/۶۶b	۳/۱۷d	۲۰۰۰	
	۴/۹۳A	۳/۷۶B	میانگین	
وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)				
۴/۵۷A	۴/۹۵a	۴/۱۹b	۰	
۳/۵۱B	۴/۲۵b	۲/۷۶C	۲۰۰۰	
	۴/۶۰A	۲/۴۸B	میانگین	

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی داری در سطح ۰/۵ آزمون دانکن ندارند.

ریز زرند انجام داد به این نتیجه رسید که کاهش وزن خشک اندام هوایی در نتیجه افزایش شوری می تواند به تعداد کمتر برگ و سطح کوچکتر برگ ها نسبت داده شود. همچنین، این محقق عنوان نمود که افزایش قابل توجه در غلظت سدیم و کلر و تأثیر آنها بر توازن عناصر غذایی از مهم ترین عوامل بازدارنده رشد دانهالهای پسته در شرایط شور می باشد. بر اثر شوری، میزان و فعالیت هورمون های رشد مانند اکسین ها، جیبرلین ها و سیتوکینین ها کاهش یافته، در حالی که مواد کاهنده رشد مانند آبسیزیک اسید افزایش می یابد و به طور کلی این تغییرات

ریشه را به ترتیب بیش از ۳ و ۲ برابر نسبت به شاهد با افزایش روپرو ساخت (جدول ۳).

در رابطه با اثر متقابل شوری و نیتروژن می توان گفت که مصرف ۱۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلو گرم خاک، هم در شرایط غیر شور و هم در شرایط شور، وزن خشک اندام هوایی و ریشه را به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد. این در حالی است که مصرف ۱۰۰ میلی گرم نیتروژن در شرایط شور، وزن خشک ریشه را بیش از اندام هوایی تحت تأثیر خود قرار داد (جدول ۴). شریفی (۶) در تحقیقی که روی دانهالهای پسته رقم بادامی

جدول ۵. تأثیر کاربرد شوری، بنزیل‌آدنین و نیتروژن بر ارتفاع ساقه (سانتی‌متر) دانه‌الهای پسته (رقم بادامی ریز زرند)

بنزیل‌آدنین (میلی‌گرم بر لیتر)			نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)
۵۰۰	۲۵۰	۰		
۲۱/۹۶۰	۱۸/۱۷۶	۱۶/۰۰f	۰	۰
۲۵/۷۲a	۲۲/۷۷b	۱۹/۱۰d	۱۰۰	۰
۱۴/۹۹h	۱۲/۳۵i	۱۱/۱۴j	۰	۲۰۰۰
۱۹/۰۴d	۱۶/۷۰f	۱۵/۷۶g	۱۰۰	۲۰۰۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن نداشتند.

کاهش اثرهای مضر تنش شوری باعث افزایش رشد دانه‌الهای پسته در شرایط شور شده است. پوررجی نژاد (۲) با انجام پژوهشی روی پسته رقم کله‌قچی گزارش کرد که بنزیل‌آدنین، وزن خشک خوش پسته را ۴۳٪ نسبت به شاهد افزایش داد. نیتروژن، به‌دلیل نقشی که در افزایش بیوستز سیتوکینین‌ها دارد (۲۰)، احتمالاً باعث افزایش سترن بنزیل‌آدنین شده است و بنزیل‌آدنین نیز هم از طریق تشکیل و گسترش ریشه‌ها (۲۲) و هم از طریق ایجاد یک قدرت مقصد قوی که سبب انتقال یون‌ها و کربوهیدرات‌ها به سمت خود می‌شود (۱۴) توانسته وزن و گسترش ریشه‌ها را افزایش دهد. در این پژوهش، احتمالاً مصرف نیتروژن به‌دلیل نقشی که در افزایش وزن ریشه‌ها و طول سیستم ریشه‌ای داشته، توانسته است در شرایط شور، با افزایش گسترش ریشه‌ها و متعاقب آن افزایش جذب عناصر غذایی، تا حدودی اثر سمیت نمک که تعادل و جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد جبران کند و در نتیجه وزن خشک اندام هوایی و ریشه را افزایش دهد. همچنین، این بهبود رشد می‌تواند در نتیجه جذب بیشتر آئینون نیترات در مقابل کلر باشد (۴).

### ارتفاع ساقه و سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی و متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارهای شوری، بنزیل‌آدنین و نیتروژن برای ارتفاع ساقه معنی‌دار شد (جدول ۱). همان‌طور که در جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) ملاحظه می‌شود، در شرایط شور

موجب کاهش رشد در گیاهان می‌شوند (۲۹). رضوی‌نسب و همکاران (۲۵) با انجام پژوهشی روی پسته رقم بادامی زرند بیان کردند که با افزایش سطح شوری و رسیدن به سطح ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج مشابهی توسط اسکندری و مظفری (۱۳)، حجت‌نوقی و همکاران (۱۷) و زادصالحی ماسوله و همکاران (۳۱) روی گیاه پسته رقم بادامی زرند به‌دست آمد.

از آنجایی که سیتوکینین‌ها قدرت مقصد (Sink) را با کشش یون‌ها و متابولیت‌ها به سمت خود افزایش می‌دهند (۱۴)، احتمالاً در این پژوهش، مصرف برگی بنزیل‌آدنین هم در شرایط غیر شور و هم شور باعث شده که متابولیت‌های اولیه، مثل قندها، به سمت آن کشیده شده و وزن خشک اندام هوایی افزایش یابد. همچنین، در این پژوهش، افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه پسته در شرایط شور نسبت به شاهد با مصرف بنزیل‌آدنین، احتمالاً گویای این است که کاربرد هورمون‌های گیاهی کارآیی جذب، نگهداری و مصرف آب را در گیاهان افزایش می‌دهد و موجب تسريع تقسیم سلولی، طویل شدن سلول‌ها و تجمع واحدهای ساختمانی می‌شود. از آنجایی که در شرایط شور، رادیکال‌های آزاد می‌توانند سبب آسیب‌های اکسیداتیو به ساختار غشاء سلولی شوند (۲۸) و بنزیل‌آدنین نیز می‌تواند باعث افزایش فعالیت برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مثل سوپراکسید دسموتاز و کاتالاز شود (۱۸)، احتمالاً در این پژوهش، مصرف بنزیل‌آدنین با افزایش کارایی جذب، نگهداری و مصرف آب و تقسیم و طویل شدن سلولی و

جدول ۶. تأثیر کاربرد شوری و بنزیل آدنین بر سطح برگ دانهالهای پسته (رقم بادامی ریز زرند)

میانگین	سطح بنزیل آدنین (میلی گرم بر لیتر)			سطح شوری (میلی گرم کلرید سدیم در کیلو گرم خاک)
	۵۰۰	۲۵۰	۰	
سطح برگ (سانتی متر مربع)				
۲۵۶A	۲۵۰a	۲۶۴b	۱۵۴d	۰
۱۸۱B	۲۳۶b	۱۹۱c	۱۱۷e	۲۰۰۰
۲۹۳A	۲۲۷B	۱۳۶C	۰	میانگین

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

جدول ۷. تأثیر کاربرد نیتروژن و بنزیل آدنین بر سطح برگ دانهالهای پسته (رقم بادامی ریز زرند)

میانگین	سطح بنزیل آدنین (میلی گرم بر لیتر)			سطح نیتروژن (میلی گرم در کیلو گرم خاک)
	۵۰۰	۲۵۰	۰	
سطح برگ (سانتی متر مربع)				
۱۵۹B	۲۱۲c	۱۵۱d	۱۱۴e	۰
۲۷۸A	۳۷۴a	۳۰۴b	۱۵۸d	۱۰۰
۲۹۳A	۲۲۷B	۱۳۶C	۰	میانگین

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

نتایج مربوط به برهمکنش نیتروژن و بنزیل آدنین (جدول ۷) نشان می‌دهد که کاربرد جداگانه نیتروژن سبب افزایش ۳۹ درصدی سطح برگ شد؛ در حالی که مصرف ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بنزیل آدنین به‌تهابی سطح برگ را ۸۶٪ افزایش داد. به عبارت دیگر، تأثیر بنزیل آدنین بر این خصوصیت بیشتر از نیتروژن بود. با این وجود، مصرف توأم نیتروژن و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بنزیل آدنین باعث افزایش بیش از ۳ برابری سطح برگ گردید.

کاهش ارتفاع ساقه و سطح برگ در شرایط شور احتمالاً به علت کاهش هورمون‌های رشد و افزایش مواد بازدارنده رشد تحت تنفس شوری است (۲۹). پژوهشگران با انجام مطالعه روی پسته رقم بادامی گزارش کردند که در بیشترین سطح شوری به کار رفته، که ۹۰ میلی مولار کلرید سدیم بود، سطح برگ نسبت به شاهد ۲۳٪ کاهش یافت (۱۷). نتایج مشابهی توسط اسکندری و مظفری (۱۳) و زادصالحی‌ماسوله و همکاران (۳۱) روی گیاه پسته رقم بادامی زرند به‌دست آمد. از آنجایی که

و عدم مصرف نیتروژن و بنزیل آدنین، ارتفاع ساقه ۳٪ نسبت به شاهد (شرایط غیر شور) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. لیکن در همین شرایط، مصرف ۱۰۰ میلی گرم نیتروژن افزایش ۴۱ درصدی ارتفاع ساقه را به‌دبی داشت. همچنین، مصرف ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بنزیل آدنین نیز به‌تهابی، ارتفاع ساقه را در محیط شور نسبت به شاهد ۳۵٪ افزایش داد. با این حال، بیشترین ارتفاع دانهالهای پسته در شرایط شور، با مصرف توأم نیتروژن و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بنزیل آدنین به‌دست آمد که نسبت به عدم مصرف این دو تیمار ۷۱٪ افزایش نشان داد. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری و بنزیل آدنین در مورد سطح برگ (جدول ۶) نشان داد که گرچه با شور شدن محیط و عدم محلول‌پاشی بنزیل آدنین، سطح برگ دانهالهای پسته با کاهش ۲۴ درصدی مواجه شد، ولی با محلول‌پاشی ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بنزیل آدنین، سطح برگ در شرایط شور از حدود ۱۱۷ به ۲۳۶ سانتی متر مربع رسید و افزایش دو برابری را تجربه کرد.

جدول ۸. نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن، شوری و بنزیل آدنین بر پارامترهای رویشی دانهال‌های پسته (رقم بادامی ریز زرند)

میانگین مربعات						منبع تغییرات
	طول سیستم ریشه‌ای	قطر ساقه	تعداد برگ	درجه آزادی		ضریب تغییرات (%)
۴۱۱۹۰۷/۲۴**	۱/۵۳۷۶**	۲۰/۲۷۸**	۱	شوری (S)		
۶۱۲۵۰۰/۹۳۴**	۶/۱۴۳۶**	۵۸/۳۵۸**	۲	بنزیل آدنین (BA)		
۷۴۲۲۳۹/۶۸۴**	۶/۱۰۰۹**	۱۴۸/۸۴۴**	۱	نیتروژن (N)		
۳۱۷۵۴/۵۹۰*	۰/۰۹۱۵*	۱/۲۹۷ns	۲	BA×S		
۴۲۳۹۵/۰۰۱**	۰/۲۷۷۷**	۵/۱۰۵**	۲	BA×N		
۴۰۵/۳۵۱ ns	۰/۵۲۳۲**	۳/۴۸۳*	۱	S×N		
۴۹۲۵/۷۶۸ ns	۰/۱۲۳۴*	۵/۱۸۷**	۲	BA×S×N		
۷۲۲۱/۸۹۶	۰/۰۲۴	۰/۸۱۵	۲۴	خطا		
۱۱/۱۸	۴/۸۵	۶/۹۷				

\*\*, \* و ns به ترتیب معنی دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی دار

و متابولیت‌ها شده و از این طریق رشد رویشی دانهال‌های پسته را هم در شرایط شور و هم در شرایط غیرشور افزایش داده است.

### تعداد برگ و قطر ساقه

نتایج تجزیه واریانس بیانگر معنی دار شدن اثرهای اصلی و متقابل تیمارهای شوری، بنزیل آدنین و نیتروژن بر تعداد برگ و قطر ساقه گردید و فقط اثر متقابل بنزیل آدنین و شوری بر تعداد برگ معنی دار نگردید (جدول ۸). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۹)، در شرایط غیرشور، تأثیر نیتروژن و یا بنزیل آدنین (۵۰۰ میلی گرم بر لیتر) به تنهایی باعث افزایش تعداد برگ دانهال‌های پسته گردید، که در این شرایط تأثیر بنزیل آدنین نسبت به نیتروژن بیشتر بود. لیکن در شرایط شور، تأثیر نیتروژن بر افزایش تعداد برگ بیشتر از تأثیر بنزیل آدنین بود. در هر صورت، هم در شرایط شور و هم غیرشور، مصرف توأم‌ان این تیمارها افزایش چشمگیر تعداد برگ را به دنبال داشت که در شرایط غیرشور این افزایش بسیار چشمگیرتر از شرایط شور بود.

نتایج مقایسه میانگین‌ها مربوط به قطر ساقه (جدول ۱۰) نشان داد که در شرایط شور، گرچه مصرف ۱۰۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به تنهایی قطر ساقه را حدود ۲ برابر

افزایش رشد با کاربرد سیتوکینین‌ها می‌تواند به دلیل تنظیم فرایندهای بیوشیمیایی، طویل شدن سلول‌ها، فعالیت آنزیم‌ها و جذب مواد غذایی باشد (۱۱). به نظر می‌رسد که در این پژوهش مصرف بنزیل آدنین با تحریک تقسیم سلولی موجب اتساع و کشیدگی سلول‌ها شده و ارتفاع و سطح برگ دانهال‌های پسته را افزایش داده است. در پژوهشی که روی پسته رقم کله‌قوچی انجام گرفت، مشخص گردید که با مصرف ۴۰ میلی گرم بر لیتر بنزیل آدنین، علاوه بر افزایش سطح برگ، رشد شاخه‌های بارده و غیربارده به ترتیب ۳۶ و ۳۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (۲). در پژوهشی، با کاربرد توأم نیتروژن و بنزیل آدنین، ارتفاع گیاه صبر زرد (آلونه ورا) افزایش یافت، به گونه‌ای که بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم نیتروژن، همراه با ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بنزیل آدنین در گلدان، به دست آمد (۳). در پژوهشی روی پسته رقم بادامی زرند مشخص گردید که در شرایط شور، با کاربرد ۱۸۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، نه تنها آثار سوء شوری بر ارتفاع گیاه کاهش یافت، بلکه باعث افزایش آن نیز گردید (۵). همچنین، نیتروژن، به دلیل این که مهم‌ترین نقش را در رشد ریشه و تولید و صدور سیتوکینین دارد (۲۰)، احتمالاً از طریق افزایش سنتز بنزیل آدنین در ریشه‌ها، باعث گسترش ریشه‌ها و افزایش جذب عناصر غذایی

جدول ۹. تأثیر کاربرد شوری، بنزیل آدنین و نیتروژن بر تعداد برگ دانهالهای پسته در هر بوته (رقم بادامی ریز زرنده)

بنزیل آدنین (میلی گرم بر لیتر)	نیتروژن (میلی گرم در کیلو گرم خاک)	شوری (میلی گرم کلرید سدیم در کیلو گرم خاک)
۵۰۰	۲۵۰	۰
۱۴/۶۲d	۱۲/۰۸f	۹/۲۰h
۱۷/۱۶a	۱۶/۲۰b	۱۲/۸۷f
۱۱/۶۶g	۱۱/۶۶g	۶/۲۰i
۱۵/۶۰c	۱۴/۳۳d	۱۳/۶۷e
		۱۰۰
		۲۰۰۰
		۲۰۰۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

جدول ۱۰. تأثیر کاربرد شوری، بنزیل آدنین و نیتروژن بر قطر ساقه (میلی‌متر) دانهالهای پسته در هر بوته (رقم بادامی ریز زرنده)

بنزیل آدنین (میلی گرم بر لیتر)	نیتروژن (میلی گرم در کیلو گرم خاک)	شوری (میلی گرم کلرید سدیم در کیلو گرم خاک)
۵۰۰	۲۵۰	۰
۳/۶۲c	۳/۶۰c	۲/۱۸g
۴/۲۹a	۲/۸۸b	۲/۹۷e
۳/۳۰d	۲/۶۵f	۱/۴۸h
۳/۹۸b	۳/۶۰c	۳/۰۴e
		۱۰۰
		۲۰۰۰
		۲۰۰۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

شوری، تعداد برگ و قطر ساقه در هر سه پایه پسته کاهش معنی‌داری یافت (۷). با انجام پژوهشی دیگر روی پسته رقم کله‌قوچی، مشخص گردید که با مصرف ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آدنین، تعداد برگ شاخه‌های بارده و غیر بارده به ترتیب ۲۴ و ۲۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (۲). در پژوهشی که روی گیاه صبر زرد انجام شد مشخص گردید که با مصرف ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آدنین در هر گلدان، قطر ساقه حدود ۱۰٪ نسبت به شاهد افزایش یافت (۳). از آنجایی که نیتروژن از اجزای تشکیل دهنده اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای توکلیک و آنزیم‌ها می‌باشد و نقش عملهای در فیزیولوژی گیاه و رشد رویشی دارد، احتمالاً توانسته در شرایط شور، تعداد برگ و قطر ساقه دانهالهای پسته را نسبت به شاهد

نسبت به شاهد افزایش داد، اما بیشترین قطر ساقه در شرایط شور مربوط به مصرف توأم نیتروژن و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آدنین بود. به عبارت دیگر، گرچه مصرف جداگانه نیتروژن و بنزیل آدنین در شرایط شور توانسته از کاهش قطر ساقه جلوگیری کند و اثر سوء ناشی از شوری را بهبود ببخشد، لیکن مصرف توأم نیتروژن و بنزیل آدنین از مصرف جداگانه آن‌ها بر بهبود اثر سوء ناشی از سمیت نمک مؤثرتر بود.

پژوهشگران با انجام پژوهشی روی پسته رقم بادامی زرنده گزارش کردند که سطوح ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولاً کلرید سدیم، تعداد برگ را به ترتیب ۲۳ و ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش دادند (۱). در مطالعه‌ای که روی سه پایه پسته سرخس، ابارقی و بنه‌باغی انجام گرفت، نشان داده شد که با افزایش تنفس

جدول ۱۰. تأثیر کاربرد شوری، بنزیل‌آدنین و نیتروژن بر قطر ساقه (میلی‌متر) دانهال‌های پسته در هر بوته (رقم بادامی ریز زرنده)

بنزیل‌آدنین (میلی‌گرم بر لیتر)	شوری (میلی‌گرم کلرید نیتروژن (میلی‌گرم در کیلو‌گرم خاک))	سدیم در کیلو‌گرم خاک)
۵۰۰	۲۵۰	۰
۳/۶۲c	۳/۶۰c	۲/۱۸g
۴/۲۹a	۳/۸۸b	۲/۹۷e
۳/۳۰d	۲/۶۵f	۱/۴۸h
۳/۹۸b	۳/۶۰c	۳/۰۴e

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تقاضوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

به ترتیب ۴۹ و ۸۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۱۱). نتایج مربوط به اثر متقابل شوری و بنزیل‌آدنین بیان‌کننده این است که با مصرف ۲۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلو‌گرم خاک و در نتیجه شور شدن محیط کشت، طول سیستم ریشه‌ای ۲۳٪ کاهش یافت. اما مصرف هم‌زمان ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل‌آدنین، نه تنها جلوی کاهش طول سیستم ریشه‌ای را گرفت، بلکه نسبت به شاهد ۳۷٪ طول آن را افزایش داد. به عبارت دیگر، بنزیل‌آدنین در شرایط شور توانست اثر سمیت نمک را تا حدودی خنثی و حتی کاهش دهد (جدول ۱۱).

نتایج مربوط به اثر متقابل نیتروژن و بنزیل‌آدنین (جدول ۱۲) نشان داد که کمترین طول سیستم ریشه‌ای در شرایط عدم مصرف نیتروژن و بنزیل‌آدنین مشاهده شد. علی‌رغم این که با افزایش نیتروژن به محیط کشت ۳۴٪ طول سیستم ریشه‌ای افزایش یافت، ولی با افزایش بنزیل‌آدنین به‌نهایی و بدون مصرف نیتروژن، این افزایش به ۸۶٪ رسید. با این حال، مصرف توأم‌ان هر دو تیمار باعث افزایش ۲/۵ برابری طول سیستم ریشه‌ای شد.

با انجام پژوهشی روی پسته رقم بادامی زرنده مشخص گردید که با افزایش شوری، طول ریشه و به‌دبال آن چگالی ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین، در این مطالعه عنوان شده که شوری با تأثیر سوء بر شرایط خاک و رشد ریشه، باعث کاهش طول ریشه و در نتیجه چگالی آن گردیده است (۵). از آنجا که ریشه‌ها به عنوان محل اصلی تولید سیتوکینین‌ها می‌باشند و در میان عناصر غذایی، نیتروژن

افزایش دهد. شریفی (۶) با انجام پژوهشی روی پسته رقم بادامی ریز زرنده بیان کرد که در شرایط شور، افزایش کاربرد نیتروژن باعث افزایش تعداد برگ گردید. به‌گونه‌ای که در سطح شوری ۳۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلو‌گرم خاک، بیشترین افزایش تعداد برگ مربوط به سطح ۹۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلو‌گرم خاک بود. با توجه به این که در شرایط شور، عکس‌العمل گیاهان تحت تنش به دلیل محدودیت رشدی و محدودیتی که در جذب عناصر غذایی دارند، به مصرف کود نیتروژن بیشتر است، احتمالاً در این پژوهش تعداد برگ و قطر ساقه دانهال‌های پسته در شرایط شور به مصرف نیتروژن عکس‌العمل بیشتری نشان داده و در نتیجه مقدار این پارامترها در شرایط شور همراه با مصرف نیتروژن نسبت به شرایط غیر شور همراه با مصرف نیتروژن بیشتر است. بر اساس نتایج برخی مطالعات، افزایش سطح نیتروژن مصرفی در شرایط شور در مقایسه با شرایط غیر شور می‌تواند تحمل به شوری در گیاه را افزایش دهد (۲۴).

### طول سیستم ریشه‌ای

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی و دوگانه شوری، بنزیل‌آدنین و نیتروژن بر طول سیستم ریشه‌ای معنی‌دار گردید؛ اما اثر متقابل سه‌گانه این تیمارها معنی‌دار نشد (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با شور شدن محیط کشت، طول سیستم ریشه‌ای ۲۵٪ کاهش یافت. ولی با مصرف ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل‌آدنین، طول سیستم ریشه‌ای

جدول ۱۱. تأثیر کاربرد شوری و بنزیل آدنین بر طول سیستم ریشه‌ای دانهال‌های پسته (رقم بادامی ریز زرنده)

میانگین	سطح بنزیل آدنین (میلی گرم بر لیتر)			سطح شوری (میلی گرم کلرید سدیم در کیلو گرم خاک)
	۵۰۰	۲۵۰	۰	
طول سیستم ریشه‌ای (سانتی متر)				
۸۶۶A	۱۱۳۹a	۸۶۸b	۵۹۱d	۰
۶۵۲B	۸۰۹b	۶۹۳c	۴۵۶e	۲۰۰۰
۹۷۴A	۷۸۰B	۵۲۳C		میانگین

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

جدول ۱۲. تأثیر کاربرد نیتروژن و بنزیل آدنین بر طول سیستم ریشه‌ای دانهال‌های پسته (رقم بادامی ریز زرنده)

میانگین	سطح بنزیل آدنین (میلی گرم بر لیتر)			سطح نیتروژن (میلی گرم در کیلو گرم خاک)
	۵۰۰	۲۵۰	۰	
طول سیستم ریشه‌ای (سانتی متر)				
۶۱۶B	۸۱۱c	۵۸۹d	۴۴۶e	۰
۹۰۳A	۱۱۳۷a	۹۷۲b	۶۰۰d	۱۰۰
۹۷۴A	۷۸۰B	۵۲۳C		میانگین

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف یا ستون تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

هم‌زمان آنها، میزان پارامترهای رویشی در هر دو شرایط شور و غیر شور افزایش یافت. همچنین، نتایج نشان داد که مصرف توان نیتروژن و بنزیل آدنین در افزایش طول سیستم ریشه‌ای ناشی از تنش شوری مؤثرتر از مصرف هر یک از نیتروژن یا بنزیل آدنین به‌نهایی بود. در نتیجه، مصرف نیتروژن و بنزیل آدنین، به‌ویژه در شرایط شور، برای پسته رقم بادامی ریز زرنده توصیه می‌شود. در نهایت پیشنهاد می‌شود که این تحقیق روی رقم‌های دیگر پسته در گلخانه و نیز در شرایط مزرعه انجام گیرد.

مهم‌ترین اثر را بر رشد ریشه، تولید و صدور سیتوکینین به اندام‌های هوایی دارد (۲۰)، احتمالاً در این پژوهش، نیتروژن باعث افزایش سنتز بنزیل آدنین شده و این هورمون نیز از طریق تشکیل و گسترش ریشه‌ها (۲۲) توانسته طول سیستم ریشه‌ای را افزایش دهد.

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق، اثر سوء شوری بر پارامترهای رویشی دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرنده مجدداً مورد تأیید قرار گرفت. لیکن، با مصرف نیتروژن و بنزیل آدنین و مصرف

## منابع مورد استفاده

- اسداللهی، ز. و. مظفری. ۱۳۹۱. تأثیر شوری و منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته (*Pistacia vera L.*) در محیط کشت پرلیت. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای (۳): ۱۲-۲۷.
- پوررجی نژاد، م. ر. ۱۳۹۱. اثر بنزیل آدنین و تنش آبی در زمستان بر ویژگی‌های کمی و کیفی خشک میوه و مقاومت به سرمایی بهاره پسته رقم کله قوچی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش علوم باگبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.

۳. حضرتی یادکوری، س. و ز. ا. طهماسبی سروستانی. ۱۳۹۱. بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و محلول‌پاشی هورمون بنزیل‌آدنین (BA) بر رشد و تولید پاچوش گیاه صبر زرد (*Aloe vera* L.). *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران* ۲۸(۲): ۲۱۰-۲۲۳.
۴. خوش‌گفتارمنش، ا. ح. و ح. سیادت. ۱۳۸۱. تغذیه معدنی سبزیجات و محصولات باگی در شرایط شور. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور باگبانی، ۶۵ صفحه.
۵. رضوی نسب، ا. ا. تاج‌آبادی‌پور، ح. شیرانی و ح. دشتی. ۱۳۸۸. اثر نیتروژن، شوری و ماده آلی بر رشد نهال پسته و مرغولوژی ریشه آن. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی* ۱۳(۴۷): ۳۲۱-۳۳۳.
۶. شریفی، ز. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد نیتروژن بر مقاومت نسبی نهال‌های پسته به تنش شوری. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)* رفسنجان.
۷. فتاحی، م. ۱۳۹۲. اثر میکوریز آربوسکولار (*Glomus mosseae*) بر مقاومت به شوری سه پایه پسته سرخس، ابارقی و بنه‌باگی (P. *eurycarpa* × P. *mutica*). *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش علوم باگبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)* رفسنجان.
۸. مجتهדי، م. و ح. لسانی. ۱۳۸۴. زندگی گیاه سبز (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران، ۵۸۷ صفحه.
9. Amzallag, G.N., K.R. Lerner and A. Poljakoff-Mayber. 1992. Interaction between mineral nutrient, cytokinin and gibberellic acid during growth of sorghum at high NaCl salinity. *J. Exp. Bot.* 43: 81-87.
10. Barciszewski, J., G. Siboska, S.I.S. Rattan and B.F.C. Clark. 2000. Occurrence, biosynthesis and properties of kinetin (N6-furfuryladenine). *Plant Growth Regul.* 32: 257-265.
11. Carey, D.J., B.E. Whipker, I. McCall and W. Buhler. 2008. Benzyladenine foliar sprays increase offsets in *Sempervivum* and *Echeveria*. *J. Hort. Sci.* 53: 19-21.
12. De Groot, C.C., L.F.M. Marcelis, H. Lambers and V.R. Boorgaard. 2004. Response of growth of Reynolds to phosphorus and nitrogen nutrition. *Acta Hort.* 633: 357-364.
13. Eskandari, S. and V. Mozaffari. 2014. Interactive effect of soil salinity and copper application on growth and chemical composition of pistachio seedlings (cv. Badami). *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 45: 688-702.
14. Ghorbani Javid, M., A. Sorooshzadeh, F. Moradi and S.A.M. Modarres Sanavy. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. *Aust. J. Crop Sci.* 5(6): 726-734.
15. Grattan, S.R. and C.M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hort.* 78: 127-157.
16. Gul, B., M.A. Khan and D.J. Weber. 2000. Alleviation of salinity and dark-enforced dormancy in *Allenrolfea occidentalis* seeds under various thermoperiods. *Aust. J. Bot.* 48: 745-752.
17. Hojjat Nooghi, F., V. Mozafari, A. Tajabadipour and H. Hokmabadi. 2014. Effects of salinity and calcium on the growth and chemical composition of pistachio seedlings. *J. Plant Nutr.* 37: 928-941.
18. Liu, X., Z. Wang and Z. Wang. 1996. Application of cytokinin to improve the waterlogging resistance of summer corn (*Zea mays* L.). *Acta Agron. Sinica* 36: 43-49.
19. Lovatt, C.J. and L. Ferguson. 1994. Using foliar application of urea combined with 6-benzyladenine to decrease pistachio floral bud abscission in an "on" year to increase yield the next year. *California Pistachio Production Industry, Annual Report*, pp. 155-158.
20. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2<sup>nd</sup> ed., Academic Press Ltd., San Diego, CA.
21. Newman, E.I. 1966. A method of estimating the total length of root in a sample. *J. Appl. Ecol.* 3: 139-145.
22. Okay, Y., N.T. Gunes and A. Ilhami. 2011. Free endogenous growth regulators in Pistachio (*Pistacia vera* L.). *Afr. J. Agric. Res.* 6: 1161-1169.
23. Rahman, M.J., A.T. Mondol, A.I. Rahman, M.N. Bgume and M.K. Alam. 2007. Effect of irrigation and nitrogen on tomato yield in the grey terrace soil of Bangladesh. *J. Soil Nat.* 1(3): 1-4.
24. Ravikovitch, S. and D. Yoles. 1971. The influence of phosphorus and nitrogen on millet and clover growing in soils affected by salinity: I. Plant development. *Plant Soil* 35: 555-567.
25. Razavi Nasab, A., A. Tajabadi Pour and H. Shirani. 2014. Effect of salinity and nitrogen application on growth, chemical composition and some biochemical indices of pistachio seedlings (*Pistacia vera* L.). *J. Plant Nutr.* 37: 1612-1626.

26. Schmulling, T. 2002. New insights into the functions of cytokinins in plant development. *J. Plant Growth Regul.* 21: 40-49.
27. Soliemanzadeh, A., V. Mozafari, A. Tajabadipour and A. Akhgar. 2013. Effect of Zn, Cu and Fe foliar application on fruit set and some quality and quantity characteristics of pistachio trees. *South-west J. Hort. Biol. Environ.* 4(1): 19-34.
28. Souza, R.P., E.C. Machado, J.A.B. Silva, A.M.M.A. Lagoa and J.A.G. Silveira. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in Cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. *Environ. Exp. Bot.* 51: 45-56.
29. Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. 3<sup>rd</sup> ed., Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.
30. Takei, K., H. Sakakibara, M. Taniguchi and T. Sugiyama. 2001. Nitrogen-dependent accumulation of cytokinins in root and the translocation to leaf: Implication of cytokinin species that induces gene expression of maize response regulator. *Plant Cell Physiol.* 42: 85-93.
31. Zadsalehimasouleh, F., V. Mozafari, A. Tajabadipour and H. Hokmabadi. 2014. Pistachio responses to salt stress at varied levels of magnesium. *J. Plant Nutr.* 37: 889-906.
32. Zahir, Z.A., H.N. Asghar and M. Arshad. 2001. Cytokinin and its precursors for improving growth and yield of rice. *Soil Biol. Biochem.* 33: 405-408.