پاسخ پایه‌های درختان پسته بادامی زرند، سرخس و قزوینی به زیادی بْر و سدیم کلراید در آب آبیاری

حسین حکم‌آبادی[۱]، کاظم ارزانی[۱]، یحیی دهقانی شورکی[۲] و بهمن پناهی[۳]

چکیده

به‌منظور بررسی آثار شوری و زیادی بْر در آب آبیاری بر سرعت رشد نسبی، سرعت فتوسنتز خالص، نسبت وزن برگ و ویژگی‌های فیزیولوژیکی پایه‌های درختان پسته، سه پایه بادامی زرند، سرخس و قزوینی که از پایه‌های عمده بهره‌گیری شده در باغ‌های پسته‌اند، انتخاب و در گلدان‌های ۸ لیتری در خاک کاشته شدند. تیمارهای شوری در غلظت‌های ۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید و بْر به‌صورت اسید بوریک و در غلظت‌های ۰، ۲۰ و ٤۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه و به‌جای آبیاری روی نهال‌های یک‌ساله اعمال شد. قبل از شروع تیمارها و بعد از ۳۰ و ٦۰ روز از شروع تیمارها، از هر واحد آزمایش نهال‌ها برداشت شدند و صفات مختلف از جمله شمار کل برگ، سطح برگ، ارتفاع ساقه و ریشه، وزن تر و وزن خشک ساقه، ریشه و برگ، میزان تجمع پرولین در برگ، میزان کلروفیل کل و میزان نسبی آب برگ روی گیاهان برداشت شده اندازه‌گیری شد، هم‌چنین در طول آزمایش هر ١٤ روز یک‌بار پتانسیل آب برگ و میزان کلروفیل فلورسانس و ارتفاع بوته، شمار برگ و قطر ساقه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

نتایج نشان داد که میزان سرعت رشد نسبی با افزایش سطح شوری و زمان شروع تیمار کاهش یافت. هم‌چنین تیمار شوری مخصوصاً در غلظت‌های بالا میزان سرعت فتوسنتز خالص را نیز کاهش داد، ولی در ارتباط با نسبت وزن برگی اختلافات معنی‌دار نبود. در تمام پایه‌ها سرعت فتوسنتز خالص با سرعت رشد نسبی هم‌بستگی بالایی داشت ولی این هم‌بستگی با نسبت وزن برگی کمتر بود که نشان‌دهنده این است که سرعت فتوسنتز خالص عامل اولیه و مهم در تیمار شوری بوده و نسبت وزن برگی به‌عنوان عامل ثانویه، از اهمیت کمتری برخودار است. هم‌چنین مشخص شد که شوری اثری روی پتانسیل آب برگ، میزان کلروفیل و میزان کلروفیل فلورسانس نداشت، ولی با افزایش میزان غلظت سدیم کلراید و زمان تیمار، میزان انباشت پرولین در برگ‌ها افزایش یافت. از پایه‌های مورد بررسی، پایه قزوینی نسبت به پایه‌های دیگر، پرولین بیشتری در برگ‌ها انباشت کرد، به‌همین دلیل نسبت به پایه بادامی زرند و سرخس نسبت به شوری مقاومت بیشتری نشان داد. در ارتباط با بْر مشخص شد که تا غلظت ٤۰ میلی‌گرم در لیتر هیچ تأثیری در سرعت رشد نسبی، سرعت فتوسنتز خالص، میزان تجمع پرولین و میزان کلروفیل فلورسانس نداشت، چرا که اختلاف معنی‌داری بین صفات اندازه‌گیری شده در نهال‌های تیمار شده و شاهد دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: *پسته، سرعت رشد نسبی، سدیم کلراید، سرعت فتوسنتز خالص، پایه، بْر*

---

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
۳. عضو هیئت علمی مؤسسه پژوهش پسته رفسنجان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

مقدمه

بخش وسیعی از کشور ما را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهد. در این مناطق روز به روز به‌علت تبخیر فراوان و بارندگی کمتر، به شوری خاک‌ها افزوده و خاک‌ها روز به روز شورتر می‌شوند. بدین‌ترتیب هزاران هکتار از زمین‌های قابل کشت و کار، در اثر تجمع بیش از حد نمک‌ها غیر قابل کشت شده‌اند. بر اساس آمار موجود، سطح کلی خاک‌های شور در ایران حدود ۲۵ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود که حدود ۳۰ درصد مساحت دشت‌ها و متجاوز از ۵۰ درصد زمین‌های تحت کشت آبی کشور، تحت تأثیر شوری است (٤). به‌طورکلی می‌توان گفت به استثنای زمین‌های استان‌های گیلان و مازندران، تقریباً تمامی خاک‌های دشت و زمین‌های پست ایران، کم و بیش شور بوده و بیشترین شوری در زمین‌های فاریاب وجود دارد (٤). طبق آمار ارائه شده، ۷۰ درصد سطح زیر کشت پسته در استان کرمان با زمین‌های نسبتاً شور قرار دارد (۱). بنابراین شوری خاصی در این منطقه که حداکثر سطح زیر کشت و تولید پسته را به خود نسبت داده، حاکم است. اکثر خاک‌های این منطقه شور و قلیایی هستند. از طرفی مسئله سمیت بُر نیز در این مناطق بیشتر از کمبود آن مطرح است. بنابراین مسمومیت حاصل از زیادی بُر نیز یکی از مشکلات عمده مناطق پسته‌کاری است. برای مقابله با تنش شوری روش‌های مختلفی مانند حذف نمک از ناحیه ریشه‌ها به‌وسیله شستشو و اصلاح بیولوژیکی و کاشت گونه‌های مقاوم به شوری مطرح است. بهره‌گیری از ارقام مقاوم به شوری، روشی کارا در مقابله با شوری می‌باشد. در این راستا، یافتن مکانیزم‌های مقاومت به شوری در جهت برنامه‌های به‌گزینی ارقام، بسیار مفید است.

اگرچه در بررسی‌های انجام شده مشخص شده که پسته یک گیاه متحمل به شوری است و از نظر تحمل به شوری از بادام و پکان بسیار مقاوم‌تر است (۵، ۱۱، ۱۲، ۱٦، ۱۷، ۲۳) ولی میزان عملکرد در این گیاه در شوری‌های بالا شدیداً تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تحمل گیاهان در مقابل شوری بین گونه‌های مختلف و حتی بین ارقام و پایه‌های یک گونه متغیر است (۸، ۹، ۱۹ و ۲۲). اصلاح ارقام مقاوم به شوری، یکی از اهداف مهم بررسی‌های انجام شده تا این زمان بوده است. بررسی‌های پارسا و کریمیان (۱۱) روی ارقام فندقی و بادامی پسته نشان داد، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به میزان ۱/۹۲ و ۰/٤۸ میلی‌موس در قسمت‌های هوایی گیاه و ۸ و ۹/٦ میلی‌موس در ریشه گیاه، کاهش رشد معنی‌داری را به‌وجود می‌آورد هم‌چنین سپاسخواه و مفتون (۱٦) دریافتند، اثر سطوح مختلف شوری و رژیم آبیاری روی ارقام بادامی و فندقی پسته موجب شد که رقم بادامی به‌طور معنی‌داری میزان تعرق کمتری از رقم فندقی داشته باشد، بنابراین مشخص شد که رقم بادامی از رطوبت موجود در خاک بهتر می‌تواند بهره‌گیری کند و رشد بهتری نشان دهد. در پژوهشی دیگر سپاسخواه و همکاران در سال ۱۹۸۵ آثار سطوح مختلف شوری را بر رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته رقم فندقی در یک آزمایش گلخانه‌ای بررسی کردند و هم‌چنین تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک تحت تأثیر سدیم کلراید را با میزان کلر، مقادیر نسبت جذب سدیم و کاهش وزن خشک هوایی گیاه بررسی کرده و نتیجه گرفتند که چنانچه هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک و میزان کلر به‌ترتیب به ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۸/۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر و نسبت جذب سدیم به ۱٦/۳ برسد، رشد در حدود ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (۱۷). هم‌چنین بهبودیان و همکاران (٦، ۵) اثر شوری به میزان ۳۰۰ میلی‌مول سدیم کلراید را بر گونه *P. vera* و *P. atlantica* بررسی کرده و دریافتند با این‌که کلر بیشتر در برگ و سدیم بیشتر در ریشه تجمع یافته بود ولی این میزان شوری جذب و انتقال سدیم و کلر در گیاه را افزایش می‌دهد. پیچیونی و میاموتا (۱۲) با آزمایشی روی دو گونه *P. terebinthus* و *P. atlantica* و هیبرید GoldII (*P. terebinthus* × *P. atlantica*) دریافتند که غلظت سدیم موجود در برگ هنگامی افزایش می‌یابد که غلظت سدیم در خاک به ۱۲۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر برسد. هم‌چنین

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

آنها گزارش دادند که هم‌زمان با افزایش غلظت کلر در خاک، در برگ نیز میزان آن به‌صورت خطی افزایش می‌یابد. در این آزمایش هم‌چنین مشخص شد که میزان غلظت پتاسیم در برگ تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در پایه‌های مختلف قرار نگرفت. ولی نسبت K/Na با افزایش Na خاک و میزان کلسیم برگ نیز با افزایش سدیم خاک کاهش یافت، ولی افزایش سدیم خاک بر میزان جذب منیزیم تأثیری نداشت. غلظت سدیم در ریشه با افزایش غلظت Na خاک افزایش زیادی یافت. در ساقه هم غلظت سدیم با افزایش Na خاک بیشتر دیده شد ولی در پوست ساقه اختلافی دیده نشد (۱۲).

در زمینه بُر، پیچیونی و میاموتا (۱۳) طی یک آزمایش گلخانه‌ای سه پایه از پایه‌های پسته شامل پایه آتلانتیکا (*P. atlantica*)، پایه تربینتوس (*P. terebinthus*) و هیبرید GoldII (*P. atlantica×P. atlantica*) تحت تأثیر بُر تا غلظت ۱۵ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۱۰/۵ ماه قرار دادند و دیدند که با افزایش غلظت بُر به‌طور خطی از رشد پایه‌های مورد بررسی کاسته شده و در بین پایه‌های مورد بررسی مشخص شد که پایه تربینتوس نسبت به بقیه پایه‌ها کمتر تحت تأثیر غلظت بُر در آب آبیاری قرار گرفت، از طرفی طی یک آزمایش جداگانه، ایشان دریافتند که ۹ ماه تیمار نهال‌های پسته گونه اهلی (*P. vera*) تا غلظت ۱۰/۷ میلی‌گرم در لیتر بُر تأثیری در رشد آنها نگذاشت. از طرفی سپاسخواه و همکاران در سال ۱۹۸۸ طی یک آزمایش گلخانه‌ای ارقام پسته بادامی، فندقی و کله قوچی را بررسی کرده و دریافتند که مقدار ۰/۳۱ پی‌پی‌ام بُر در خاک برای رشد بهینه ارقام فندقی و بادامی مناسب بوده و هم‌چنین در این آزمایش مشخص شد که حد سمیت بُر برای ارقام بادامی، فندقی و کله‌قوچی به‌ترتیب ۸/۹، ۳۸ و ۱۵ پی‌پی‌ام است (۱۸). مشکل مسمومیت بُر، به‌خصوص در مناطق خشک و شور، امروزه به‌عنوان یکی از معضلات کشاورزی مطرح است و از آنجایی‌که بیشتر مناطق پسته‌کاری در کشور در مناطق خشک و شور واقع شده‌اند این عامل، محدودیت جدی را در تولید بالای محصول پسته کشور ایجاد کرده است.

در ارتباط با شوری و بُر تاکنون تلاش‌های زیادی انجام شده تا ارقام وپایه‌های مقاوم به شوری و بُر را برای پسته معرفی نمایند، پژوهش حاضر در راستای بررسی‌های انجام شده و به‌منظور یافتن مکانیسم اثرهای تنش شوری و زیادی بُر، روی پایه‌های عمده درختان پسته انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به‌منظور بررسی آثار زیادی سدیم کلراید و زیادی بُر در آب آبیاری ۳ پایه رقم بادامی زرند (*Pistacia vera* cv. Badami Zarand)، رقم سرخسی (*P. vera* cv. Sarakhsi) و رقم قزوینی (*P. vera* cv. Ghazvini) که از پایه‌های عمده مناطق پسته‌کاری ایران هستند، انتخاب شد.

بعد از تهیه بذرها (کلیه بذرها از موسسه تحقیقات پسته کشور تهیه شد)، نسبت به آماده‌سازی آنها جهت کاشت اقدام شد. این بذرها به‌مدت ۴۰ روز در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در پرلیت و به‌صورت مرطوب برای شکستن خواب قرار داده شدند. بعد از این مدت بذرهای مزبور در گلدان‌های پلی اتیلنی کاشته شدند. بعد از یک‌سال (۱۳۸۱)، دانهال‌ها به گلدان‌های با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری، حاوی ترکیب خاکی شامل ٤۰٪ خاک زراعی، ٤۰٪ ماسه شیرین و ۲۰٪ کود پوسیده دامی انتقال داده شدند و در هر گلدان یک بوته کاشته شد (برخی از ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک مورد بهره‌گیری در جدول ۱ آمده است). این پژوهش در دو آزمایش جداگانه (آثار تیمارهای شوری وآثار زیادی بُر در آب آبیاری) در سال ۱۳۸۱ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس با میانگین دمای روزانه ۳۰ و شبانه ۲۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۳۵ درصد اجرا شد.

در آزمایش اول، برای بررسی عکس‌العمل پایه‌های درختان پسته به زیادی سدیم کلراید، تیمارهای شوری در ٤ سطح با غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مول نمک

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

سدیم کلراید و ٤ تکرار به‌صورت آزمایش فاکتوریل (۳ پایه به‌عنوان فاکتور اول و ٤ تیمار شوری به‌عنوان فاکتور دوم) و طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، انتخاب شد.

در آزمایش دوم، به منظور بررسی عکس‌العمل پایه‌های درختان پسته به بُر، تیمارهای بُر در ۳ سطح با غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۲۰ و ٤۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک در ٤ تکرار به‌صورت آزمایش فاکتوریل (۳ پایه به‌عنوان فاکتور اول و ۳ تیمار اسید بوریک به‌عنوان فاکتور دوم) و طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انتخاب شد. محلول‌های (تیمارهای) مختلف شوری وبُر هر سه روز به جای آبیاری به میزان ۱ لیتر به گلدان‌ها اضافه می‌شد طوری‌که به‌طور متوسط حدود ۱۵۰ میلی‌لیتر از آن محلول از ته گلدان‌ها خارج می‌شد.

قبل و بعد از ۳۰ و ٦۰ روز از شروع تیمار، از هر واحد آزمایشی (تیمار) ٤ گلدان انتخاب و دانهال پایه پسته برداشت می‌شد. اندام‌های برگ، ساقه و ریشه از هم جدا شد و در مورد تمام تیمارها برای هر تکرار شمار کل برگ، سطح برگ (توسط دستگاه سطح‌سنج)، ارتفاع ساقه و طول ریشه، وزن تر ساقه، ریشه و برگ به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین وزن خشک هر یک از اندام‌ها، ابتدا ریشه‌ها با آب شسته شدند و بعد هر یک از اندام‌ها به‌طور جداگانه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤۸ ساعت قرار داده و سپس وزن شدند.

سرعت رشد نسبی (Relative Growth Rate) (RGR) که نشان‌دهنده افزایش وزن گیاه در واحد زمان نسبت به واحد وزن گیاه (W) است، در هر برداشت از طریق معادلهٔ زیر محاسبه شد (۲ و ۱۵):

$$RGR = 1/W \times \Delta W/\Delta t \qquad [۱]$$

که $\Delta W = W_2 - W_1$ و $\Delta t = t_2 - t_1$ است. (RGR در ۳۰ و ٦۰ روز پس از شروع تیمارها محاسبه شده است، بنابراین Δt در هر دو زمان اندازه‌گیری ۳۰ روز بوده است).

سرعت فتوسنتزخالص(NARw) (Net Assimilation Rate) که نشان‌دهنده افزایش وزن گیاه در واحد زمان نسبت به واحد وزن برگ (LW) (Leaf Weight) است، در هر برداشت از طریق معادله زیر محاسبه شد (۲ و ۱۵).

$$NAR_w = 1/LW \times \Delta W/\Delta t \qquad [۲]$$

نسبت وزن برگ (LWR)(Leaf Weight Ratio) که مشخص کننده نسبت وزن خشک کل برگ‌ها به وزن کل گیاه است، در هر برداشت از طریق فرمول زیر محاسبه شد: (۲ و ۱۵).

$$LWR = RGR / NAR_w \qquad [۳]$$

پس از شروع تیمارها در طی آزمایش، هر ۱٤ روز یک‌بار پتانسیل آب برگ با بهره‌گیری از دستگاه اتاقک فشار مدل ۱٤۰۰ ساخت شرکت اسکای انداستریال Skye Industrial (Plant Moisture System) انگلستان اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل فلورسانس هر ۱٤ روز با بهره‌گیری از دستگاه PSM (Plant Stress Meter) ساخت شرکت بیومانیتور سوئد (BioMonitor, Sweden) اندازه‌گیری شد. هم‌چنین میزان نسبی آب برگ (RWC) (Relative Water Content) در هر برداشت با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های بالغ محاسبه شد (۲۱).

میزان اسید آمینه پرولین در هر برداشت و در تمام تیمارها با نمونه‌گیری‌های تصادفی از برگ‌های بالغ، اندازه‌گیری شد. بدین منظور ۰/۵ گرم از بافت تازه برگی به‌همراه ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ در داخل هاون چینی کوبیده و محلول به‌دست آمده در سانتریفوژ به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ rpm قرار داده و پس از جدا شدن فاز مایع و جامد، قسمت مایع در داخل یخچال در ٤ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. برای تعیین غلظت پرولین، یک میلی‌لیتر از عصاره الکلی فوق الذکر را با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق کرده و ۵ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین (Ninhydrin) به آن اضافه شد. پس از افزودن معرف نین‌هیدرین، ۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال به آن افزوده شده و مخلوط به‌دست آمده پس از به‌هم زدن، به مدت ٤۵ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. پس از خنک شدن نمونه‌ها، ۱۰ میلی‌لیتر بنزن به هر کدام از آنها افزوده شده و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های فیزیکی- شمیایی خاک استفاده شده در گلدان قبل از شروع آزمایش

بافت خاک	واکنش گل اشباع(pH)	هدایت الکتریکی (dS/m)	میزان بر (ppm)	ازت کل(٪)	فسفر قابل جذب(ppm)	پتاسیم قابل جذب(ppm)	آهن قابل جذب(ppm)	روی قابل جذب(ppm)
شنی- لومی	۷/۳	۵/۵	۲/۷	۰/۰۸	۱۰۶	۱۶۰۰	۸/۵	۴/۲

به‌شدت تکان داده شد تا پرولین وارد بخش بنزن شود. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه به حال سکون رها شدند و در نهایت میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (۱۰ و ۷).

در هر مرحله از برداشت و در کلیه تیمارها میزان کلروفیل کل و کلروفیل a و b با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های بالغ اندازه‌گیری شد، بدین منظور ۰/۲۵ گرم برگ تازه را خرد کرده و آن را در یک هاون چینی با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر ساییده، تا به‌صورت توده یک‌نواختی در آید. مخلوط حاصل را در یک بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری ریخته و به حجم رسانیده شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از مخلوط به‌دست آمده با ٤/۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ مخلوط شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه) شد. سپس میزان جذب نور محلول رویی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، در طول موج‌های ٦٤٥ و ٦٦٣ نانومتر قرائت و نهایتاً غلظت کلروفیل با بهره‌گیری از معادله‌های زیر محاسبه شد (۲۰و ٦).

(۰/۰۲۰۲×OD ٦٤٥) = کلروفیل کل (گرم در لیتر)
+(۰/۰۰۸۰۲×OD ۶۶۳)

(۰/۰۱۲۷×OD ۶۶۳)=کلروفیل a (گرم در لیتر)
-(۰/۰۰۲٦۹×OD۶۴۵)

(۰/۰۲۲۹×OD۶۴۵)=کلروفیل b (گرم در لیتر)
-(۰/۰۰۴۶۸×OD ۶۶۳ [۴]

که در روابط فوق OD٦٦٣ و OD۶۴۵ به‌ترتیب میزان جذب در طول موج‌های ٦٦٣ و ٦٤٥ نانومتر هستند.

نتایج به‌دست آمده توسط نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقادیر مختلف شوری آب آبیاری ٦۰ روز پس از شروع تیمارها، در تمام پایه‌ها و در سطح ۵٪ بیوماس کل گیاه را کاهش داد (جدول ۲). تفاوت در رشد تیمارهای مختلف بعد از ۳۰ روز از تیمارهای شوری بین گیاهان تیمار شده و شاهد در ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید کاملاً مشهود بود، ۶۰ روز پس از شروع تیمارها همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است این تفاوت‌ها بیشتر مشخص بود ولی در سطوح پایین‌تر شوری، اختلاف کمتر قابل مشاهده بود.

رشد اندامی که بیشتر تحت تأثیر شوری قرار می‌گرفت، در پایه‌های مختلف، متفاوت بود. در انتهای آزمایش (٦۰ روز بعد از تیمار) میانگین وزن خشک برگ، ساقه و ریشه در پایه قزوینی در تیمار ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید در مقایسه با دیگر پایه‌ها کمتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت که برای برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب ١٦، ۵۲ و ۵۸ درصد این مقدار در درختان شاهد بود (جدول ۲). هم‌چنین نتایج نشان داد که کاهش رشد گیاه همراه با کاهش شدید در طول ریشه (شکل ۲) و ارتفاع دانهال‌ها (شکل ۳) است. در بین پایه‌های مورد بررسی همان‌طور که در شکل ۲ و ۳ مشخص است، ارتفاع و طول ریشه پایه قزوینی کمتر تحت تأثیر تیمار شوری قرار گرفته است.

با گذشت ٦۰ روز از تیمار شوری، در تیمار ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید، اغلب برگ‌های پایه‌های بادامی زرند و سرخس ریزش نمودند درحالی‌که در پایه قزوینی ریزش برگ‌ها کمتر دیده شد (شکل ٤).

نتایج اثر تیمارهای مختلف شوری روی سرعت رشد نسبی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

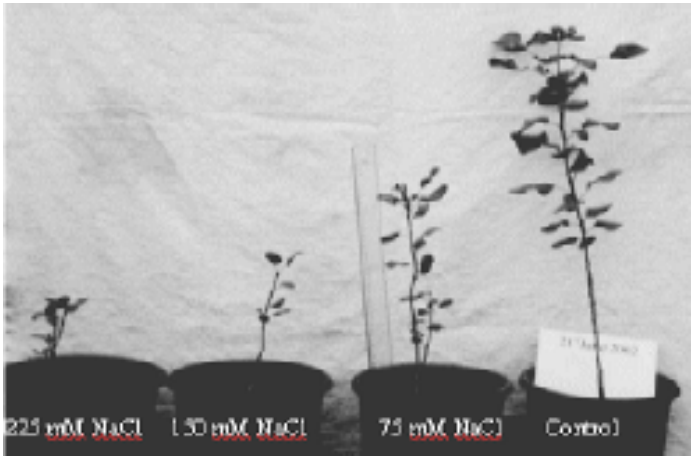
[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2] [Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

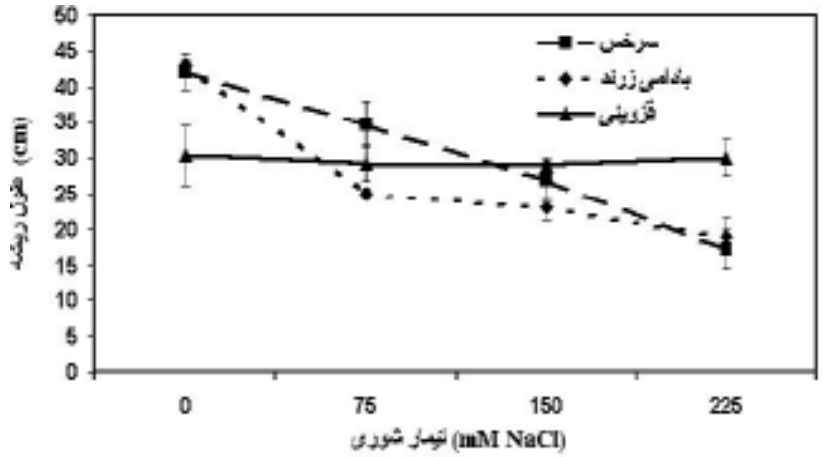
جدول۲. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های اثرهای تیمار شوری روی صفات مورد بررسی در دانهال‌های پسته ۶۰ روز پس از شروع تیمار (ب= بادامی زرند، س= سرخس و ق= قزوینی)

سدیم کلراید (میلی مول)	پایه	وزن خشک برگ در هر بوته (گرم)	وزن خشک ساقه در هر بوته (گرم)	وزن خشک ریشه در هر بوته (گرم)	RWC	پتانسیل آب برگ (بار)	میزان کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ)	Fv: Fm
شاهد	ب	٦ ab	٧٠٦ a	٤/٥ bcd	٨٠/٥٠ a	٤/٨٤ a	٠/٦٧٧ a	٠/٧٠٧ a
	س	٦/٣ a	٦/٧ a	٨/٠٦ a	٩٢/٦٠ a	٦/١٦ a	٠/٨٠٩ a	٠/٧٥٢ a
	ق	٦/٣ a	٦/٧ a	٨/٠٦ a	٧٣/٨٦ a	٤/٢٨ a	٠/٦٢٧ a	٠/٧٩٠ a
٧٥	ب	٥/٤ ab	٧/٩ a	٦/٣ abcd	٧٤/٤١ a	٤/٧٤ a	٠/٨٢٤ a	٠/٧٦٥ a
	س	٤/٣ b	٤/٩ bc	٤/٩ bcd	٩٣/٢٣ a	٤/٧٠ a	٠/٦٤٥ a	٠/٧٩٧ a
	ق	٤/٧ b	٦/٣ ab	٦/٥ abc	٧٩/٩٤ a	٣/٤٠ a	٠/٦٣٠ a	٠/٧٧٢ a
١٥٠	ب	١/٠٦ cd	٣/٦ bc	٣/٦ cd	٧٤/٤٨ a	٤/٩١ a	٠/٦٨٧ a	٠/٧٥١ a
	س	٢/٤ c	٤/١ bc	٤/ ٣ bcd	٨٥/٨٠ a	٥/٢٩ a	٠/٧٧٥ a	٠/٧٨٣ a
	ق	١/٩ cd	٤/٠٧ bc	٦/٤ abcd	٧٦/١٢ a	٤/٣٦ a	٠/٤٨٧ a	٠/٧٧٧ a
٢٢٥	ب	٠/٧٣ cd	٣/٤ bc	٢/٦d	٨١/٤٧ a	٣/٢٠ a	٠/٦٢١ a	٠/٧٦٩ a
	س	٠/٦ d	٣/٦ bc	٣/٦d	٧٦/٩٧ a	٤/٦٢ a	٠/٦٣١ a	٠/٧٩٣ a
	ق	١/٠٢ cd	٣/٥٤ bc	٤/٧bcd	٧٦/٧٠ a	٤/٢٨ a	٠/٥٦٥ a	٠/٧٧٤ a
مقدار عددی F	تیمار شوری	٨٩/٨٢**	٨/٦٤ **	٦/١٩ **	٠/٦١ ns	٢/٤٣ ns	١/١٨ ns	١/٥٧٣ ns
	پایه	٢/٠٧٣*	٠/١٧ ns	٣/٦٦ ns	٥/٥ ns	٤/٣٥ ns	٢/٩٦ ns	٣/٨٧ ns
	پایه × تیمار شوری	٤/٧٣**	٢/٨٣ *	١/٤١ ns	١/٣ ns	١/٠٩ ns	١/١١ ns	٠/٩٩ ns
CV%	-	٢٤/٥٤	٢٨/٦٩	٢٦/٤	١٠/٥٩	٢٠/٧	٢٠/٩٢	٤/٢٧

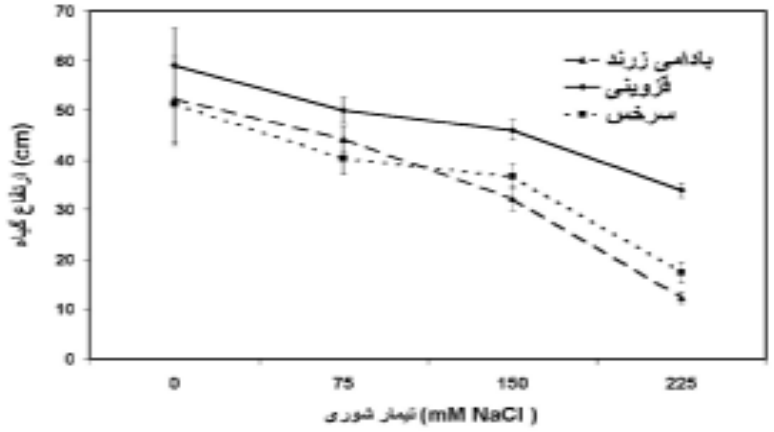
در هر ستون میانگین‌هایی که دریک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.
ns تغییرات معنی دار نیست. * معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ** ، معنی‌دار در سطح ۱ درصد



شکل۱. اثر تیمارهای مختلف شوری ۶۰ روز بعد از تیمار بر روی رشد پایه بادامی زرند



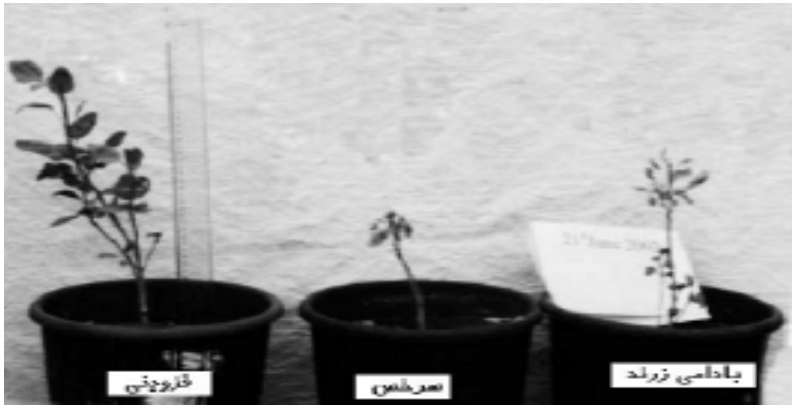
شکل۲. اثر تیمارهای مختلف شوری روی طول ریشه دانهال‌های سه پایه پسته بعد از ۶۰ روز تیمار



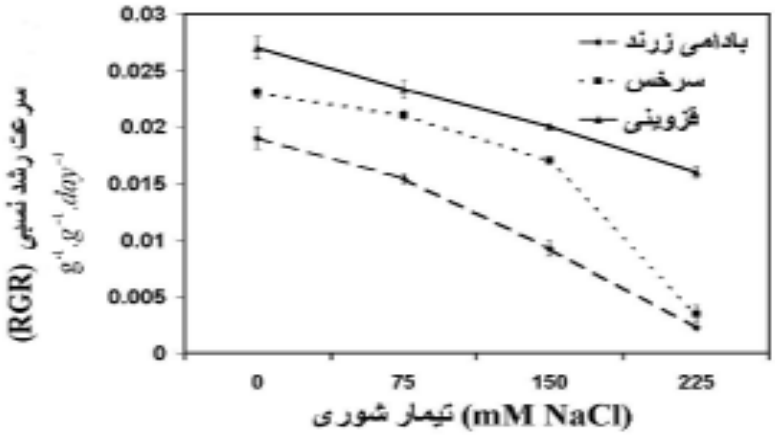
شکل۳. اثر تیمارهای مختلف شوری روی ارتفاع دانهال‌های سه پایه پسته بعد از ۶۰ روز از تیمار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

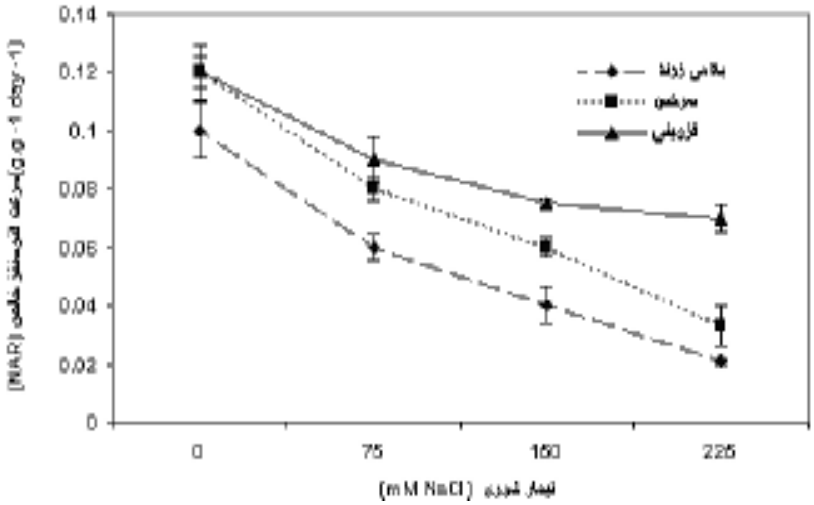
[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]



شکل۴. تفاوت دانهال‌های مورد بررسی با تیمار ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید ۶۰ روز بعد از تیمار شوری (در حالی‌که اغلب برگ‌های دو پایه بادامی زرند و سرخس در اثر تنش شوری ریزش نموده‌اند، در این شرایط در پایه قزوینی ریزش برگ‌ها کمتر بود).



شکل۵. اثر تیمارهای مختلف شوری روی سرعت رشد نسبی دانهال‌های پسته



شکل۶. اثر تیمارهای مختلف شوری روی سرعت فتوسنتز خالص دانهال‌های پسته

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

(RGR) نشـان داد که سرعت رشد نسبی، تحت تأثیر تیمارهای مخـتلف شـوری، کـاهش یافـت کـه ایـن کـاهش در پایه‌های مخـتلف متفاوت بود (شکل ۵). این اختلاف‌ها، ۶۰ روز بعد از تیمار شوری و مخصوصاً در تیمار ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید، کاملاً بین پایه‌ها و نهال‌های تیمار شده و شاهد مشهود بود. ٦٠ روز بعـد از تـیمار در حالـی‌کـه سرعت رشد نسبی در درختان شـاهد بـین ۰/۰۱۹ تـا ۰/۰۱۹٤ در روز بـود، ایـن مقـدار در نهـال‌های تیمار شده بین ۰/۰۱٦ و ۰/۰۰۲٤ در روز متغیر بود. در کلـیه پایـه‌هـای مـورد بررسـی هر چه میزان شوری و زمان تـیمار افـزایش پـیدا مـی‌کـرد، میـزان سرعت نسبی رشد بیشتر کـاهش مـی‌یافـت، بـه‌طور مثال بعد از ۳۰ روز از شروع تیمار ۱۵۰ میلـی‌مـول سـدیم کلـراید، میزان سرعت رشد نسبی برای پایـه‌هـای بادامـی زرنـد، سرخس و قزوینی به‌ترتیب ۰/۰۱۰۱، ۰/۰۱۱ و ۰/۰۱٦ در روز بـود در حالـی‌که ٦٠ روز بعد از تیمار میـزان سـرعت رشـد نسـبی بـرای پایـه‌های نام‌برده به‌ترتیب ۰/۰۰۹۲۵، ۰/۰۱۷ و ۰/۰۲ در روز بود. به‌همین ترتیب در دیگر تـیمارهای اعمـال شـده نیـز ایـن تغییرات دیده شد، از طرفی، مشخص گردید که حتی در تیمار ۷۵ میلی‌مول سدیم کلراید و ٦٠ روز پـس از شـروع تـیمارها، کـاهش در رشد نسبی پایه‌ها دیـده شد که نشان‌دهنده این مسئله است که اگر چه پسته، یک گـیاه مقاوم به شوری است، ولی کمترین میزان شوری می‌تواند در سرعت رشد نسبی تأثیرگذار باشد (شکل ۵).

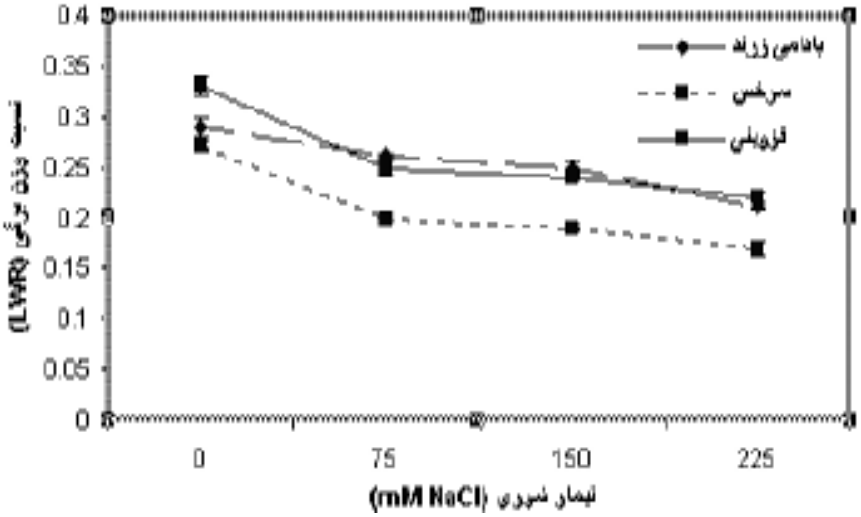
در طـی ایـن پـژوهش، میـزان سـرعت فتوسـنتز خـالص (NARw) در کلـیه پایه‌ها و ۶۰ روز پس از شروع تیمار، مشابه سـرعت رشـد نسـبی در دانهال‌های تیمار شده بود، ولی میزان کـاهش در مقایسه با سرعت رشد نسبی مشهودتر بود (شکل ٦). در ارتباط با نسبت وزن برگ (LWR) نتایج نشان داد که اگرچه در تـیمارهای اعمال شده، نسبت وزن برگ کاهش داشت، ولی ایـن میـزان بـین پایـه‌هـای مـورد بررسـی معنـی‌دار نـبود (شکل ۷).

در بررسـی‌هـای انجام شده تا کنون مشخص شده است که کـاهش رشـد در اثـر تیمارهای شوری با کاهش میزان فتوسنتز رابطـه دارد (١٤). در پایـه‌هـای مـورد بررسـی در این پژوهش تغییرات در میزان سرعت فتوسنتز خالص (NARw) با تغییرات در میـزان سـرعت رشـد نسـبی هـم‌بسـتگی بالایـی داشـت (R^2=0.85) در حـالـی‌کـه بـا میـزان نـسـبت وزن بـرگ (LWR) هـم‌بسـتگی کمتـر بـود (R^2=0.55) که این مورد، این قضـیه را بـرای مـا روشن می‌کند که بازدارندگی رشد پایه‌های پسـته کـه در معـرض تـیمارهای شـوری هسـتند، بیشتر در اثر کـاهش در میزان واکنش‌های سوخت و ساز است تا کاهش در میـزان رشـد رویشـی. پژوهش‌های انجام شده تاکنون مشخص کـرده کـه کاهش در میزان NARw با کاهش در میزان فتوسنتز، افـزایش در میـزان تعـرق گـیاه و یـا افـزایش در کـاهش رشد بافـت‌هایـی کـه در تعـرق نقـش دارنـد و اندام غیر فتوسنتزی هسـتند، هـم‌بسـتگی بالایـی دارد (١٤). در ارتـباط بـا پسـته، بهـبودیان و همکاران بیان داشتند که میزان فتوسنتز در برگ‌های بالغ پسته گونه اهلی تا میزان شوری حدود ۲۲۵-۱۵۰ میلی‌مول سـدیم کلـراید کـاهش نمی‌یابد (۵) در حالی‌که در محصولات دیگـر نظیر انگور و مرکبات، کاهش میزان فتوسنتز در برگ‌های بالـغ، در شـوری‌هـای حـدود ۵۰ تا ۹۰ میلی‌مول سدیم کلراید کاهش دیده شده است (۱۴). بنابراین نمی‌توان کاهش در میزان NARw را بـا کاهش مستقیم در میزان فتوسنتز مـربوط دانست. یکـی از نظـریه‌هـای بـارزی که توقف و کاهش رشد را در پاسـخ به شوری در این مورد توجیه می‌کند، انحراف انرژی در دسـترس، بـا جـذب بـیش از حـد عناصـر اسـت. بهـبودیان و همکـاران (٦) و (۵) در پـژوهش خـود نیز به این نتیجه دست یافتند. بنابراین آنچه مسلم است این است که در رشد نهال‌های پسـته در شـرایط شور، NARw، عامل مهم در توضیح تغییرات در میـزان RGR اسـت و LWR نقـش کمتری را ایفا می‌نماید. نتایج به‌دست آمده در این ارتباط با نتایج رویز و همکاران(۱۵) کـه آثـار تـیمارهای شـوری را روی پایـه‌های مختلف مرکبات بررسـی کـردند، مشـابه است. آنها در بررسی خود دریافتند که میزان کاهش در RGR با NARw بیشتر از LWR ارتباط دارد.

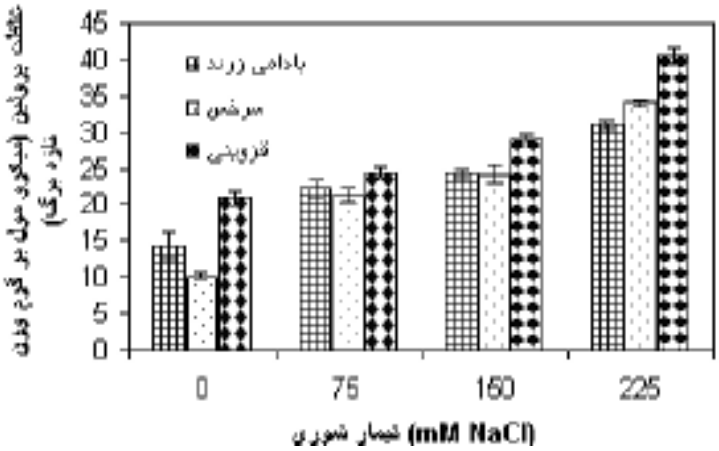
در ارتبـاط با تجمع پرولین در برگ‌های گیاهان تحت تنش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]



شکل۷. اثر تیمارهای مختلف شوری روی نسبت وزن برگ دانهال‌های پسته



شکل۸. اثر تیمارهای مختلف شوری روی میزان انباشت پرولین در برگ‌های دانهال‌های پسته بعد از ۶۰ روز تیمار

شوری، نتایج آزمایش نشان داد پس از ٦٠ روز از شروع تیمارها و با افزایش تنش شوری، مقدار پرولین برگ‌ها افزایش می‌یابد (شکل ۸). بالاترین میزان تجمع پرولین در تیمار ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید (۲٦/۳٦ میکرومول در گرم وزن تر) و کمترین انباشت آن، در تیمار شاهد (۱۱/۳۳ میکرومول در گرم وزن تر) بود. انباشت پرولین در بین پایه‌های مورد بررسی در پایه قزوینی بیشتر از پایه‌های دیگر بود. به‌عنوان مثال در تیمار ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید، میزان تجمع پرولین در پایه قزوینی،۱/۱ برابر پایه سرخس و ۱/۳ برابر پایه بادامی زرند بود (شکل ۸). پرولین علاوه بر تنظیم اسمزی در گیاهان تحت تنش شوری و خشکی، باعث خنثی شدن سمیت آمونیاک آزاد تولید شده در برگ‌های گیاهان تحت تنش آبی و شوری می‌شود. هم‌چنین به‌عنوان عاملی برای تنفس و یک منبع انرژی برای بهبودی گیاه در شرایط تنش استفاده می‌شود (۱۰). انباشت پرولین بیشتر در پایه قزوینی نشان می‌دهد که این پایه در مقایسه با پایه‌های دیگر در این بررسی، از پدیده تنظیم اسمزی بهتر استفاده می‌کند و احتمالاً به همین علت در مقایسه با پایه‌های دیگر بیشتر از تنش شوری اجتناب می‌کند و در مقابل تنش شوری مقاوم‌تر است. در ارتباط با تجمع پرولین در پایه‌های پسته که در معرض شوری قرار دارند، هیچ‌گونه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

گزارشی انتشار نیافته ولی آنچه مسلم است با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای شوری اعمال شده و پایه از نظر میزان پتانسیل آب برگ و میزان نسبی آب برگ دیده نشد می‌توان به اهمیت پرولین و انباشت آن در برگ و نقش آن در تنظیم اسمزی پی برد. بهبودیان و همکاران (۵) نیز این چنین نتایجی را یافتند که مشابه با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش بود. آنها دریافتند که شوری تا میزان ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید، هیچ اثری روی میزان پتانسیل آب برگ، پتانسیل اسمزی و پتانسیل تورژسانس نداشت.

نتایج تجزیه واریانس در ارتباط با میزان کلروفیل (a و b و کلروفیل کل) برگ، نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین دانهال‌های تحت تیمار شوری و شاهد وجود ندارد. به عبارت دیگر، تنش شوری در میزان کلروفیل برگ تاثیری نگذاشته است، که این نتایج با نتایج پژوهش بهبودیان و همکاران (۵) که آثار تنش شوری و آب را برروی میزان فتوسنتز بررسی کردند، مشابه بود. آنها در آزمایش خود تأثیر سطوح مختلف شوری تا میزان ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید را بر روی مقدار کلروفیل برگ پسته بررسی کردند و نتیجه گرفتند که علی‌رغم بالا بودن غلظت یون‌های کلر وسدیم در برگ‌ها، مقدار کلروفیل تحت تأثیر این حد شوری قرار نگرفت.

نتایج آزمایش در ارتباط با میزان کلروفیل فلورسانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان Fv: Fm بین تیمارها و شاهد وجود نداشت (جدول ۲). این شاخص طبق بررسی‌های انجام شده، میزان انرژی ارتعاش یافته از ورود انرژی و تبدیل فتوسیستم I به فتوسیستم II را بیان می‌کند که مشخص شده است که میزان انرژی ارتعاش یافته از این واکنش هم‌بستگی بالایی با کارایی فتوسنتز در گیاه دارد. از طرفی پژوهش‌های انجام شده تاکنون مشخص کرده که هم‌بستگی بسیار بالایی بین توقف فتوسنتز و کاهش میزان Fv: Fm وجود دارد (۸). از این‌رو این نسبت شاخص بسیار مفیدی از بازدارندگی نوری است. اگر تمامی فرآیند فتوسنتز از طریق برخی عوامل تنش‌زا محدود شود، در آن صورت بازدارندگی نوری می‌تواند به‌عنوان یک تنش ثانویه عمل نماید. این مورد، نتایج بهبودیان و همکاران را در ارتباط با تأثیرنگذاشتن شوری تا میزان ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید روی فتوسنتز تقویت می‌کند. چرا که این شاخص کوچک‌ترین تأثیر در میزان بازدارندگی نوری در مسیر فتوسنتز را نشان می‌دهد (۸). تنش شوری در برخی گیاهان مشخص شده است که میزان Fv: Fm را کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال بونگی و لورتو در سال ۱۹۸۹ دریافتند که تنش شوری در درختان زیتون میزان Fv: Fm را کاهش می‌دهد، که این مورد نشان می‌دهد که کوچک‌ترین آثار تنش شوری در زیتون با تأثیر روی فتوسنتز، باعث کاهش رشد در این گیاه می‌شود (۸).

نتایج این پژوهش نشان داد که شوری در پایه‌های آزمایش شده در این تحقیق، تا میزان ۲۲۵ میلی‌مول سدیم کلراید باعث می‌شود که این پایه‌ها عمل تطابق اسمزی را به‌خوبی برای اجتناب از تنش شوری انجام دهند ولی مسمومیت برخی یون‌ها از طریق برهم زدن بعضی از واکنش‌های سوخت‌ساز و انحراف انرژی در دسترس با جذب بیش از حد عناصر، کاهش رشد و اثرهای نام‌برده را باعث می‌شود. از طرفی در ارتباط با بُر، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بُر تا میزان ۴۰ میلی‌گرم در لیتر در مدت دو ماه هیچ تأثیری در شاخص‌های رشدی گیاه پسته نداشت. در وزن خشک و تر ریشه، ساقه و برگ بعد از ۶۰ روز از شروع تیمار، در دانهال‌های تحت تیمار ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بُر و شاهد، اختلاف معنی‌دار دیده نشد. به‌عنوان مثال در ارتباط با وزن خشک برگ، میانگین وزن خشک هر بوته در شاهد ۶/۷۷ گرم بود که در این حالت در تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بُر، این میزان به‌طور میانگین ۷/۱۳ بود (CV=٪۱۷/۹۳). هم‌چنین تغییرات بین وزن خشک ساقه و ریشه در تیمار شاهد و تیمار ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم بُر نیز همانند وزن خشک برگ کم، و از نظر آماری معنی‌دار نبود.میانگین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد ۶/۶۲ گرم و در تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بُر این میزان ۷/۰۶ گرم بود (CV=٪۲۵/۸۲).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

در ارتباط با وزن خشک ساقه در هر بوته میانگین در شاهد و در تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بْر به‌ترتیب ۷/۶۹ و ۶/۷ بود که اختلاف آنها معنی‌دار نبود (CV=٪۱۷/۲٦). طول ریشه و ارتفاع گیاه نیز تحت تأثیر تیمار ۲۰ و حتی ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بْر، قرار نگرفت، میانگین ارتفاع گیاه در دانهال‌های شاهد و تحت تیمار ٤۰ میلی‌گرم در لیتر بْر، به‌ترتیب ۴۷/۵۶ و ۵۱/۲۷ سانتی‌متر بود (CV=٪۱۴/۱۲) و میانگین طول ریشه به‌ترتیب ۲۴/۱۱ و ۲۲/۷۸ سانتی‌متر بود (CV=٪۲۲/۱۸). از نظر میزان انباشت پرولین در برگ، در بین تیمارهای بر و پایه‌های مورد آزمایش، اختلاف آماری دیده نشد، میانگین انباشت پرولین، هم در تیمار شاهد و هم در تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بْر به میزان ۱۷/۱۱ میکرومول در گرم وزن تر برگ بود (۱۴/۶۹ ٪=CV). هم‌چنین میزان کلروفیل در تیمار شاهد و تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بْر به‌ترتیب ۰/٦۹ و ۰/٦٦ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ بود که اختلاف معنی‌دار نبود (CV=٪۲٦/۶۸). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار بْر تا ٤۰ میلی‌گرم در لیتر اثری برروی میزان پتانسیل آب برگ و میزان نسبی آب برگ نداشت. میزان پتانسیل آب برگ، ۶۰ روز پس از شروع تیمار، در تیمار شاهد و تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بْر به‌ترتیب ۴/۶- و ۴/۵- بار بود (CV=٪۲۶/۱۵). از آن‌جا که پیچیونی و میاموتا آثار بْر روی پارامترهای رشد پایه‌های تربینتوس، PGII، آتلانتیکا و پسته اهلی (*P. vera*) را مانند وزن خشک ریشه، برگ و ساقه، شمار برگ و سطح برگ گزارش کردند که با افزایش غلظت بْر به‌طور خطی رشد کاهش می‌یابد، بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر و نتایج گزارش شده توسط پیچیونی و میاموتا می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که احتمالاً به‌دلیل حرکت کند بْر در گیاه غلظت‌های کم در ۲ ماه اول مسمومیتی در پایه‌های پسته ایجاد نکرده است و با پیشرفت زمان و تجمع بر این مسمومیت با تأثیر منفی بر رشد آثار آن ظاهر می‌شود. اگر چه آنها دریافتند در پسته اهلی تا میزان ۱۰/۷ میلی‌گرم بْر تغییری در رشد دانهال‌های پسته ایجاد نمی‌کند. به هر حال بررسی‌های بیشتری در این زمینه لازم است.

بنابراین می‌توان این چنین نتیجه‌گیری کرد که ۱) اگر چه پسته یک گیاه مقاوم به شوری است، سرعت رشد نسبی با کوچک‌ترین مقدار شوری کاهش می‌یابد. ۲) در پایه‌های مورد بررسی در این پژوهش که در معرض تنش شوری بودند، پارامتر NARw مهم‌تر از LWR بود و تغییرات در میزان سرعت رشد نسبی بیشتر به این پارامتر برمی‌گردد. ۳) بین پایه‌های مورد بررسی، پایه قزوینی کمتر تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت و سرعت رشد نسبی بیشتری نسبت به پایه‌های دیگر داشت، از طرفی این پایه با تجمع بیشتر پرولین در برگ‌ها از پدیده تطابق اسمزی نسبت به دو پایه دیگر از تنش شوری بیشتر اجتناب کرد و به شوری مقاومت بیشتری نشان داد. ٤) بْر تا میزان ٤۰ میلی‌گرم در لیتر در آب آبیاری تأثیری بر ویژگی‌های رشدی پایه‌های پسته نمی‌گذارد.

منابع مورد استفاده

۱. شیبانی، ا.، ح. فریورمهین و ع. وطن‌پور ازقندی. ۱۳۷۳. *پسته و تولید آن در ایران*. انتشارات سازمان تحقیقات آموزش ترویج کشاورزی تهران.

۲. طلایی، ع. ۱۳۷۷. *فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله*. (تألیف فاست میکلوس) چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران.

۳. محمدخانی، ع. ۱۳۷٦. پسته. انتشارات سازمان تحقیقات آموزش ترویج کشاورزی.

٤. مهاجر میلانی، پ. ۱۳۷۵. *چگونگی بهره‌برداری از زمین‌های شور مقدمه‌ای بر شوری خاک*. نشر آموزش کشاورزی کرج.

5. Behboudian, M. H., R. R. Walker and E. Torokfaivy. 1986. Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. Scientia Hort. 29: 251-261.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]

6. Behboudian, M. H., E. Torokfaivy and R. R. Walker. 1986 . Effects of salinity ionic content, water relation and gas exchange parameter in some citrus scion - rootstock combinations. Scientia Hort. 28:105-116.
7. Behtes, L. S., R. D. Walderen and I. D. Taere. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.
8. Bongi, G. and F. Loreto. 1989. Gas exchange properties of salt-stressed olive (*Olea europea* L.) leaves. Plant Physiol. 90: 1408-1416.
9. Grattan, S. R. and C. M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrition relation in horticultural crops. Scientia Hort. 78: 127-157.
10. Irigoyen, J. J., D. W. Emerich and M. Sanchez - Dias. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Plant Physiol. 84:55-60.
11. Parsa, A. A. and N. Karimian. 1975. Effects of Sodium Chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian Pistachio (*Pistacia vera* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 50: 41-46.
12. Picchioni, G. A. and S. Miyamota. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 647-653.
13. Picchioni, G. A. and S. Miyamota. 1991. Boron uptake and effects on growth and carbohydrate partitioning of pistachio seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 706-711.
14. Poorter, H. 1989. Interspecific variation in relative growth rate: on ecological causes and physiological consequences. pp. 45-68. *In:* H. Lambers (Ed.) Causes and Consequences of Variation in Growth Rate. Productivity of Higher Plants. Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
15. Ruiz, D., V. Martinez and C. Antonio. 1997. Citrus response to salinity: growth and nutrient uptake. Tree Physiol. 17: 141-150.
16. Sepaskhah, A. R. and M. Maftoun. 1981. Growth and chemical composition of pistachio seedling as influenced by irrigation regims and salinity levels of irrigation water. I. Growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 57: 469-476
17. Sepaskhah, A. R., M. Maftoun and N. Karimian. 1985. Growth and chemical composition of pistachio as affected by salinity and applied Iron. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 60: 115-121.
18. Sepaskhah, A. R., M. Maftoun and J. Yasrebi. 1988. Seedling growth and chemical composition of three pistachio cultivars as affected by soil applied boron. J. Hort. Sci. 63: 743-749.
19. Storey, R. and R. R. Walker. 1999. Citrus and salinity. Scientia Hortic. 78: 39-81.
20. Strain, H. H. and W. A. Svec. 1966. Extraction, Separation, Estimation and Isolation of Chlorophylls. pp. 21-66. *In:* Vernon, L. P., Seely G. R. (Eds.), The Chlorophylls. Academic Press, New York.
21. Yamasaki, S. and L. C. Dillenburg. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. R. Bras. Fisiol. Veg. 11(2): 69–75.
22. Yeo, A. 1999. Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. Scientia Hort. 78: 159-174.
23. Zartine, P. and R. Aragues. 1995. Salt resistance of seeds and pollen of five pistachio species. Acta Hort. 419: 49-54.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1382.7.4.2.2]