مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۸ شماره ۴ صفحه‌های ۳۸۹ تا ۴۰۲ (۱۳۹۶)

ارزیابی بنه باغی به عنوان پایه پسته در شرایط شوری براساس برخی از شاخص‌های رشدی و ویژگی های بوم‌فیزیولوژیکی[1]

Evaluation of Banabaghi as Pistachio Rootstock under Salinity Condition According to Some Growth Indices and Echo-Physiological Parameters

حلیمه افرنگان، حمیدرضا کریمی*، محمود رقامی و الهام صادقی سرشت[2]

چکیده

به‌منظور ارزیابی تحمل پایه‌های بنه‌باغی و پسته بادامی ریز زرند به تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با سه تکرار، هر تکرار شامل دو نمونه و هر نمونه یک گلدان با سه دانهال اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح شوری (صفر، ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار) کلرید سدیم، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم با نسبت (۳:۲:۱) و سه پایه (بادامی ریز زرند، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه) بودند. نتیجه‌ها نشان داد که تنش شوری سبب کاهش ویژگی‌های رویشی و بوم‌فیزیولوژیکی شد. به‌طوری‌که کمترین کاهش وزن خشک برگ مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و بیشترین کاهش مربوط به پایه بادامی ریز زرند بود. هم‌چنین در بالاترین سطح شوری، پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته دارای بالاترین مقدار محتوای نسبی آب و پرولین برگ و پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه دارای کمترین مقدار آن‌ها بود. هم‌چنین نتیجه‌ها نشان داد که کمترین مقدار سدیم اندام هوایی مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته بود. بر اساس پژوهش بالا پایه بنه باغی تیپ رشدی پسته مقاومت بیشتری به تنش شوری نسبت به پایه بنه باغی تیپ رشدی بنه داشت.

واژه‌های کلیدی: پرولین، پسته، شوری، محتوای نسبی آب برگ، وزن خشک برگ.

مقدمه

تنش خشکی و شوری بیش از هر عامل دیگری موجب کاهش تولید باغی و زراعی در سراسر جهان می‌شود. ایران یکی از کشورهایی است که در حدود ۱۴/۷٪ مساحت آن را زمین‌های شور در برگرفته است که از این مقدار در حدود چهار میلیون هکتار آن زمین‌های شوری است که قابل بهره‌برداری می‌باشد (۱). یکی از مهم‌ترین اثرهای تنش شوری بر گیاهان تأثیر نامطلوب آن بـر شـاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی می‌باشد. شواهد بسیار نشان می‌دهد که تنش شوری از رشد و نمو گیاه جلوگیری می‌کند و سبب کاهش فتوسنتز، تنفس، پتانسیل اسمزی، ایجاد نابسامانی‌های تغذیه‌ای و ساخت پروتئین خاص به‌ویژه در گونه‌های حساس می‌گردد (۱۹). پسته به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصول‌های باغی و سومین کالای صادراتی ایران از اهمیت اقتصادی ویژه‌ای برخوردار است. بر اساس آمار سازمان خواروبار ملل متحده[3] (۵)، ایران با داشتن ۲۴۶۷۱۴ هکتار باغ بارده پسته، بیشترین سطح زیر کشت باغ‌های بارده پسته‌ی دنیا را در اختیار دارد و از نظر تولید پسته، ایران با تولید ۴۷۸۶۰۰ تن پسته در سال، ۵۲/۲٪ تولید کل جهانی پسته را در اختیار دارد. شوری خاک و کیفیت پایین آب آبیاری در منطقه‌های پسته‌کاری

۱- تاریخ ارسال: ۹۶/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۹

۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، استادیار و دانشجوی دکتری، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (hrkarimi2017@gmail.com).

۳- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

کشور سبب کاهش مقدار تولید پسته در سال‌های پیشین به‌ویژه در استان کرمان شده است (۳۰). پژوهش‌های انجام‌شده، پسته را یک گیاه مقاوم به شوری معرفی کرده‌اند (۲۴)، ولی مقدار عملکرد در این گیاه در شوری بالا به‌شدت زیر تأثیر قرار می‌گیرد. ازآن‌جایی‌که پایه نقشی مهم در ایجاد مقاومت به تنش شوری دارد، شناسایی و گزینش پایه‌های مقاوم به شوری اهمیت مهمی در برنامه‌های به‌نژادی دارد. در برخی از کشورها از دورگه‌های بین‌گونه‌ای به‌عنوان پایه‌های مقاوم به تنش‌های غیرزیستی استفاده می‌شود. بنه‌باغی به‌عنوان یک دورگه بین‌گونه‌ای طبیعی حاصل تلاقی گونه *Pistacia eurycarpa* و *P. atlantica* Desf subsp. *mutica* یا *P. atlantica* Desf subsp. *cabulica* مطرح است که به‌علت داشتن ویژگی‌هایی هم‌چون بالا بودن رشد رویشی نسبت به بنه و دارا بودن تنه مستقیم می‌تواند به‌عنوان پایه در درختان پسته استفاده شود (۵). گزارش‌شده است که تنوع وسیعی در دانهال‌های بنه‌باغی وجود دارد به‌طوری که دو تیپ رشدی شامل تیپ رشدی پسته و تیپ رشدی بنه را می‌توان جدا کرد که پاسخ آن‌ها به تنش شوری متفاوت می‌باشد. به‌طوری‌که تیپ رشدی پسته با گروه ارتفاعی بیش از میانه و تیپ رشدی بنه با گروه ارتفاعی کمتر از میانه مقاوم‌تر به‌نظر رسیدند (۳). اگرچه در گزارش‌های پیشین، پاسخ بنه‌باغی با توجه به تیپ رشدی و ارتفاع از میانه به تنش شوری بررسی شده است (۳)، ولی مقایسه‌ای بین تیپ‌های رشدی بنه‌باغی با پایه بادامی ریز زرند به‌عنوان پایه رایج پسته در استان کرمان صورت نگرفته است. بنابراین در این پژوهش ضمن بررسی پاسخ تیپ‌های مختلف بنه باغی به تنش شوری، آن‌ها با پایه بادامی ریز زرند نیز مورد مقایسه قرار می گیرند.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۱۶۲ عدد خشک‌میوه پسته از دو توده بذری رقم بادامی ریز زرند و بنه‌باغی به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. بذرهای بنه‌باغی قبل از کشت به مدت دو ماه چینه سرمایی شده و در پایان چینه سرمایی، بذرهای بنه‌باغی و بذرهای بادامی ریز زرند (گندزدایی شده) در داخل پارچه نخی استریل نم‌دار برای تندش قرار گرفتند. برای کشت بذر، خاک مزرعه با هدایت الکتریکی ۰/۹۷ دسی زیمنس بر متر و pH=8 و ماسه به‌ترتیب وزنی ۲:۱ با هم آمیخته شدند و بدون در نظر گرفتن زهکش، دو کیلوگرم آمیخته خاکی در گلدان‌های مشابه و هم‌اندازه ریخته شد. در هر گلدان مربوط به بنه‌باغی ۶ تا ۸ عدد بذر و در گلدان‌های بادامی ریز زرند ۳ عدد بذر کشت شد. پس از تندش بذرهای بنه‌باغی براساس تیپ رشدی (دانهال‌های با برگ‌های اولیه سه برگچه‌ای نشان دهنده تیپ رشدی بنه (B) و دانهال‌های با برگ‌های اولیه تک برگچه‌ای نشان‌دهنده تیپ رشدی پسته (P) در هر گلدان سه دانهال نگه داشته و بقیه حذف شدند (۳). این آزمایش به‌صورت فاکتوریل (۳×۳) در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی به اجرا در آمد. فاکتورها شامل شوری در سه سطح (صفر، ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار) به صورت آمیخته‌ای از نمک‌های کلرید سدیم، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم با نسبت ۳:۲:۱ و پایه در سه سطح (بادامی ریز زرند، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه) بود و سه تکرار و در هر تکرار دو نمونه (یک گلدان با سه دانهال) به کار رفت. تنش شوری از راه آب آبیاری بر دانهال‌های ۶ ماهه به مدت ۸۰ روز به فاصله ۶ روز یک بار به مقدار ۴۰۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان با توجه به ظرفیت مزرعه‌ای و ۳۰٪ زهکشی برای جلوگیری از انباشت نمک انجام شد. در طول دوره انجام تیمار شوری بیشینه دمای گلخانه ۳۵ درجه سیلسیوس و کمینه دمای گلخانه ۲۰ درجه سیلسیوس ثبت شد. در پایان آزمایش ویژگی‌های رویشی شامل وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه و شاخص‌های بوم‌فیزیولوژیکی شامل کلروفیل کل، محتوای نسبی آب برگ و هم‌چنین عنصرهای غذایی کلسیم، پتاسیم و سدیم اندام هوایی و ریشه مورد بررسی قرار گرفت. محتوای نسبی آب برگ با روش ویدرلی (۲۲) محاسبه شد و کلروفیل کل بعد از انجام تنش با استفاده از روش پورا (۲۵) با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های بالغ (گره سوم تا ششم) اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های زیست‌شیمیایی شامل مقدار پرولین و محتوای قند محلول بود که مقدار پرولین برگ توسط روش پاکوین و لیچاسور (۲۳) و مقدار قند محلول با روش ایرگون (۱۶)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

محاسبه شد. برای اندازه گیری عنصرهای غذایی ابتدا ۰/۵ گرم از شاخساره و ریشه خشک شده و آسیاب شده را وزن کرده سپس در کوره با دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس به مدت نیم ساعت و سپس در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرار داده شد تا نمونه‌ها به خاکستر تبدیل شدند. سپس ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال به هر نمونه افزوده شد و در پایان توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. این عصاره به‌طور مستقیم جهت اندازه‌گیری عنصرهای سدیم، پتاسیم و کلسیم استفاده شد. از عصاره به‌دست‌آمده، پتاسیم و سدیم توسط دستگاه شعله سنج (JENWYAY ساخت کشور آلمان PEP7) اندازه‌گیری گردید. در پایان آزمایش، داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۸/۰۲ تجزیه شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ آماری صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

وزن تر برگ

براساس نتیجه‌های جدول تجزیه واریانس اثرهای ساده شوری، پایه و برهمکنش پایه و شوری بر وزن تر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شوری در هر سه پایه مورد مطالعه وزن تر برگ کاهش یافت. در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه وزن تر برگ در سطح ۷۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار، بیشترین میزان کاهش وزن تر برگ مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه و کمترین مقدار کاهش در پایه بادامی ریز زرند مشاهده شد (شکل ۱).

وزن خشک برگ

براساس نتیجه‌های تجزیه واریانس مشخص شد که برهمکنش پایه و شوری بر وزن خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در دو پایه بادامی ریز زرند و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه، شوری ۱۴۰ میلی‌مولار سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک برگ نسبت به شاهد شد، اگرچه در این زمینه بین شاهد و تیمار شوری ۷۰ میلی‌مولار در دو پایه بالا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار، کمترین وزن خشک برگ مربوط به بنه‌باغی تیپ رشدی بنه بود، اگرچه در این سطح شوری بین پایه بنه باغی تیپ رشدی پسته و بادامی ریز زرند تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).

وزن تر ریشه

بر اساس نتیجه‌های جدول تجزیه واریانس برهمکنش پایه و شوری بر وزن تر ریشه در سطح احتمال یک درصد در آزمون LSD معنی‌دار شد. با افزایش شوری از ۷۰ میلی‌مولار به ۱۴۰ میلی‌مولار، وزن تر ریشه در هر دو تیپ رشدی بنه‌باغی کاهش معنی‌داری داشت در صورتی که در پایه بادامی ریز زرند تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار پایه بادامی ریز زرند، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و بنه به‌ترتیب دارای ۹/۲۵، ۲۸/۱۷ و ۶۲/۵۶٪ کاهش در وزن تر ریشه نسبت به شوری ۷۰ میلی‌مولار داشتند که کمترین کاهش مربوط به پایه بادامی ریز زرند و بیشترین کاهش مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه بود (شکل ۱).

وزن خشک ریشه

بر اساس نتیجه‌های جدول تجزیه واریانس برهمکنش پایه و شوری بر وزن خشک‌ریشه در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD معنی‌دار شد. بر اساس نتیجه‌های به دست آمده سطح‌های مختلف شوری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته نداشت. در حالی که در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار بنه‌باغی تیپ رشدی بنه نسبت به تیمار شوری ۷۰ میلی‌مولار ۴۲/۳۹ درصد کاهش نشان داد. این در حالی است که در وزن خشک ریشه پایه بادامی ریز زرند در سطح‌های شوری ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

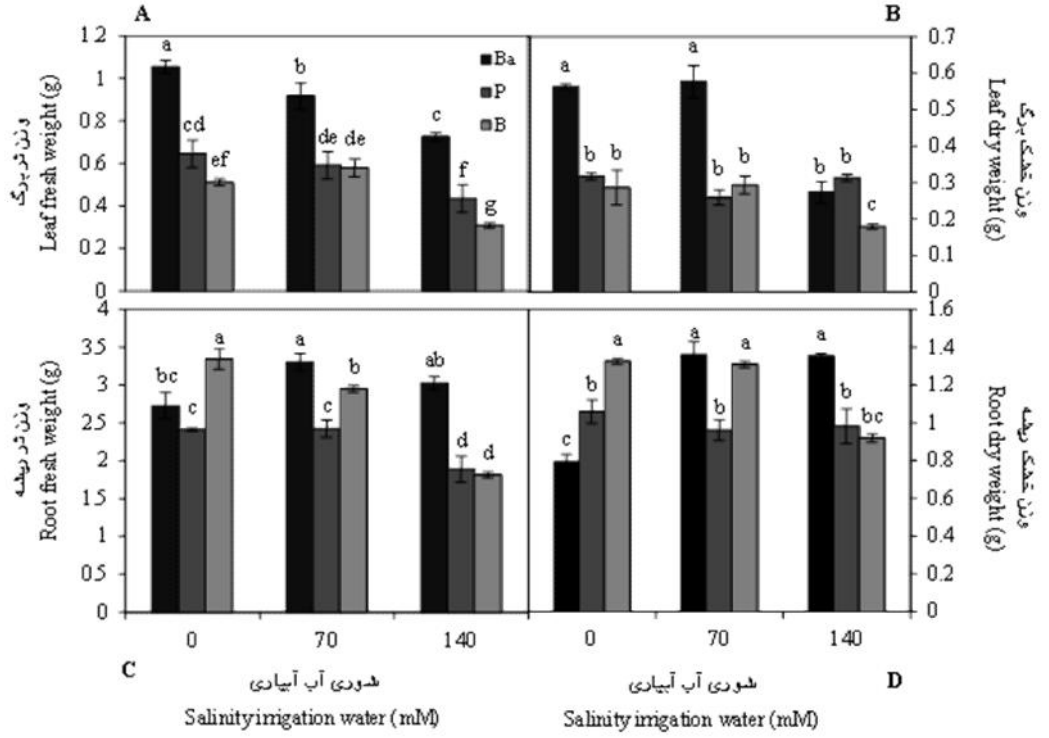

Fig. 1. Interaction of salinity and rootstock on leaf fresh weight (A), leaf dry weight (B), root fresh weight (C) and root dry weight (D) in Badami-Riz-e-Zarand (Ba), Banabaghi with pistachio growth type (P) and Banabaghi with mutica growth type (B). Means with common letter in each column are not significantly different (LSD test, $p = 0.05$).

شکل ۱- برهمکنش پایه و شوری آب آبیاری بر وزن تر برگ (A)، وزن خشک برگ (B)، وزن خشک ریشه (C) و وزن خشک ریشه (D) بر دانهال‌های بادامی ریز زرند (Ba)، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته (P) و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه (B). میانگین‌ها با دستکم یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD نمی‌باشند.

سطح برگ

جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش پایه و شوری در سطح احتمال یک درصد بر سطح برگ معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر سه پایه با افزایش شوری، سطح برگ کاهش یافت. اگرچه که در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته بین سطح‌های شوری ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار، مقدار کاهش سطح برگ نسبت به شاهد در پایه‌های بادامی ریز زرند، بنه‌باغی با تیپ رشدی پسته و تیپ رشدی بنه به‌ترتیب ۶۶، ۲۰/۰۸ و ۹۱ درصد بود که بیشترین کاهش مربوط به پایه بنه‌باغی با تیپ رشدی بنه و کمترین آن مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته بود (شکل ۲).

نتیجه‌های پژوهشگران زیادی نشان داده است که با افزایش شوری، وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه پسته با کاهش معنی‌داری روبه‌رو می‌شود (۳، ۱۹،۴) به احتمال، این کاهش می‌تواند مربوط به تجمع و سمیت (۲) یون‌های کلر و سدیم، کاهش پتانسیل آب و یا کاهش تعداد برگ و کوچک‌تر شدن برگ‌ها و کاهش سطح برگ‌ها باشد (۲۹). کریمی و همکاران (۱۹) نیز کاهش وزن خشک بخش هوایی و ریشه را زیر تأثیر شوری در دو پایه پسته (بادامی ریز زرند و قزوینی) گزارش کردند. این پژوهشگران هم‌چنین کاهش تعداد و سطح برگ، انباشت و در نهایت سمیت یون‌های سدیم و کلر را از دلیل‌های کاهش رشد پایه‌های پسته دانستند. کاهش وزن خشک اندام هوایی به تعداد کم‌تر برگ‌ها و تولید برگ‌های کوچک ناشی از افزایش شوری در محلول رشد نیز نسبت داده شد

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

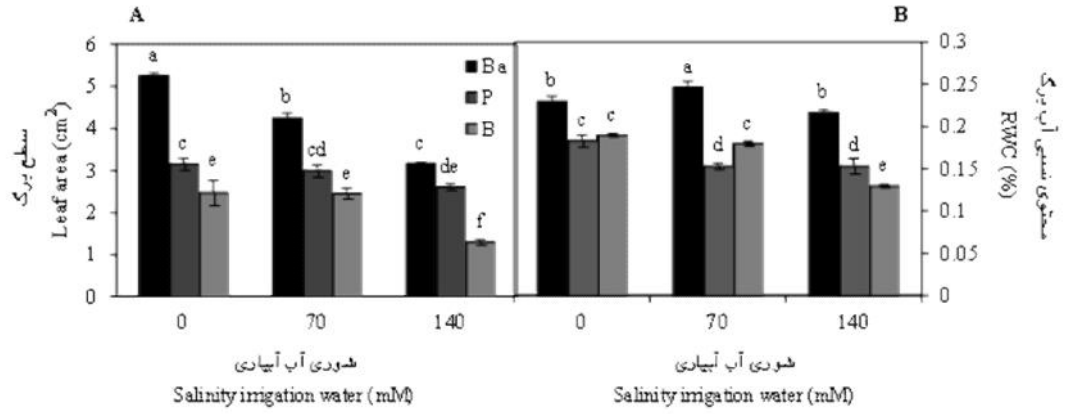

Fig. 2. Interaction of salinity and rootstock on leaf area(A) and RWC (B) in Badami-Riz-e-Zarand (Ba), Banabaghi with pistachio growth type (P) and Banabaghi with mutica growth type (B). Means with common letter in each column are not significantly different (LSD test, p = 0.05).

شکل ۲- برهمکنش پایه و شوری آب آبیاری بر سطح برگ (A) و محتوی نسبی آب برگ (B) بر دانهال‌های بادامی ریز زرند (Ba)، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته (P) و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه (B). میانگین‌ها با دستکم یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD نمی‌باشند.

(۲۲). نتیجه‌های پژوهش حاضر با نتیجه‌های صادقی سرشت (۳) روی پایه بنه باغی، کریمی و همکاران (۱۹، ۱۷) و توللی و همکاران (۲۹) روی پایه پسته مبنی بر تأثیر شوری بر کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی همسو می‌باشد. نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که کمترین کاهش وزن خشک برگ مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و پایه بادامی ریز زرند بود. در رابطه با وزن خشک ریشه، شوری ۱۴۰ میلی‌مولار سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه پایه بادامی ریز زرند و کاهش وزن خشک پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه شد، درحالی‌که بر پایه بنه‌باغی با تیپ رشدی پسته تأثیر معنی‌داری نداشت. افزایش وزن خشک ریشه می‌تواند به احتمال کاهش غلظت فسفر ریشه باشد، زیرا کاهش در فسفر ریشه می‌تواند سبب تحریک تولید ریشه‌های جانبی و موئین شده و در نهایت بر تولید ریشه تأثیر داشته باشد (۲۶). تولید ریشه‌های جوان به‌عنوان یک سازوکار اجتناب از حذف یون‌های اضافی و به تأخیر انداختن شروع تجمع یون در این بافت محسوب شود که از نظر سازوکار تحمل به تنش شوری دارای اهمیت است (۲۷). براساس نتیجه‌های پژوهش حاضر، با افزایش شوری، سطح برگ در هر سه پایه مورد مطالعه کاهش یافت که بیشترین کاهش مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه و کمترین کاهش مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته بود که نشان‌دهنده تأثیرپذیری کمتر پایه های بادامی ریز زرند و بنه‌باغی تیپ رشدی پسته نسبت به پایه بنه باغی تیپ رشدی بنه از تنش شوری باشد. نتیجه‌های ما با نتیجه‌های صادقی سرشت (۳) روی دانهال‌های بنه‌باغی، تاج‌آبادی‌پور (۲) و کریمی و همکاران (۲۴) روی پسته همسو بود. ولکمار و همکاران (۴۱)، اثرهای شوری بر رشد یاخته‌های گیاهان نمک‌دوست را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که رشد یاخته برگ‌ها با افزایش مقدار شوری کاهش می‌یابد و علت این کاهش را هزینه یاخته‌ها در تولید و تجمع ماده‌های تنظیم‌کننده اسمزی دانستند. این مصرف انرژی باعث می‌شود که یاخته‌ها برای تقسیم شدن انرژی کمتری دریافت کنند و رشدشان کاهش یابد. کاهش سطح برگ می‌تواند با کاهش بزرگ شدن یاخته و تقسیم یاخته‌ای در برگ به‌دلیل حضور شوری در ارتباط باشد و در نهایت موجب کوچک‌تر شدن برگ‌ها شود (۲۴،۲۷).

محتوای نسبی آب برگ (RWC)

نتیجه‌های جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش پایه و شوری بر محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شوری ۷۰ میلی‌مولار سبب

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

کاهش محتوای نسبی آب برگ در پایه‌های بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه شد، اگرچه در تیپ رشدی پسته بین سطح‌های شاهد و ۷۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و در پایه بادامی ریز زرند در شوری ۷۰ میلی‌مولار محتوای نسبی آب برگ نسبت به شاهد افزایش یافت. در تیمار شوری ۱۴۰ میلی‌مولار بیشترین محتوای نسبی آب برگ در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و کمترین آن در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه مشاهده شد (شکل ۲).

محتوای نسبی آب برگ شاخص مناسبی برای بیان وضعیت آب در گیاهان بوده (۲۰، ۲۸) و رابطه نزدیکی با تجمع پرولین در برگ داشته که کاهش پتانسیل اسمزی با تجمع اسمولیت در پاسخ به شوری سبب بهبود ظرفیت یاخته در حفظ فشار آماس خود در پتانسیل کم آب می‌شود (۸). نتیجه‌های پژوهش بالا نشان داد که با افزایش شوری در هر دو تیپ رشدی بنه‌باغی محتوای نسبی آب برگ کاهش یافته به‌طوری‌که بیشترین کاهش مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه بود که با نتیجه‌های صادقی سرشت (۳) همسو می‌باشد. در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار بالاترین محتوای نسبی آب برگ در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته مشاهده شد که دلیل بر وضعیت مطلوب آبی برگ این پایه است. نتیجه‌های بالا با نتیجه‌های کریمی و همکاران (۱۸)، بن‌حسنی (۱۱) و پورمقدم (۶) روی پسته همسو می‌باشد.

کلروفیل کل

براساس نتیجه‌های تجزیه واریانس برهمکنش پایه و شوری بر مقدار کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شوری ۷۰ میلی‌مولار سبب کاهش مقدار کلروفیل کل در هر سه پایه شد اگرچه در پایه بادامی ریز زرند بین سطح‌های شوری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار بیشترین مقدار کلروفیل کل در پایه بنه‌باغی با تیپ رشدی بنه مشاهده شد، هر چند نسبت به شاهد تفاوت معنی‌دار نبود و کمترین مقدار کلروفیل کل در پایه‌های بادامی ریز زرند و بنه‌باغی با تیپ رشدی پسته مشاهده شد (داده ها ارائه نشده است).

پژوهش‌ها نشان داده است که شوری در برخی از گیاهانی که حساس به تنش شوری هستند، میزان کلروفیل کل را کاهش داده است (۱۳). یکی از دلیل‌های کاهش کلروفیل در اثر تنش شوری، افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز می‌باشد که کلروفیل را تجزیه می‌کند (۱۴). هم‌چنین کاهش مقدار کلروفیل می‌تواند به‌دلیل تغییر سوخت و ساز نیتروژن در رابطه با ساخت ترکیب‌هایی نظیر پرولین باشد که در تنظیم اسمزی به‌کار می‌رود (۴۱). برخی پژوهشگران علت کاهش کلروفیل در اثر شوری را ناشی از اثرهای هم‌کاهی سدیم با منیزیوم می‌دانند (۱۵) و برخی دیگر کاهش جذب عنصرهای غذایی (آهن) را مسئول کاهش کلروفیل در تنش شوری می‌دانند (۲۰). کریمی و همکاران (۲۰) در پژوهشی روی دو پایه پسته (بادامی زرند و قزوینی) نشان دادند که در سطح شوری ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک کلروفیل a، b و کلروفیل کل در رقم بادامی ریز زرند به‌ترتیب ۵، ۶، ۵۵ و ۵۶٪ و در رقم قزوینی هر سه ویژگی ۵۱ درصد کاهش نشان داد. در پژوهش حاضر، افزایش مقدار کلروفیل در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه با افزایش شوری می‌تواند به‌دلیل کاهش سطح برگ به‌ویژه در بالاترین سطح شوری باشد که موجب افزایش تراکم کلروپلاست در واحد سطح شده و باعث افزایش کلروفیل می‌گردد. در پژوهشی عنوان شد که تغییر اندازه یاخته در اثر تنش شوری، با کاهش بیشتری در سطح نسبت به عمق همراه بوده و باعث کوچک‌تر و ضخیم‌تر شدن برگ‌ها شده و این تغییرهای آناتومیکی، موجب افزایش تراکم کلروپلاست در واحد سطح برگ و افزایش کلروفیل می‌شوند (۲۲) .

عنوان‌شده است که عدم کاهش محتوای کلروفیل در شرایط تنش بیان‌کننده مقاومت گیاه در برابر خسارت نوری کلروپلاست است (۳۱). در صورتی‌که پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه از راه کاهش سطح برگ، کلروفیل کل را

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

افزایش داد که دلیل بر زیر تأثیر قرار گرفتن بیشتر پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه از شوری نسبت به دو پایه دیگر بوده و نمی‌تواند بیان کننده مقاومت گیاه باشد.

پرولین

براساس نتیجه‌های تجزیه واریانس، برهمکنش پایه و شوری بر مقدار پرولین اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط عدم تنش بیشترین مقدار پرولین مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه بود. با این حال بین هر سه پایه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین با افزایش شوری در پایه‌های بادامی ریز زرند و بنه‌باغی تیپ رشدی پسته مقدار پرولین برگ افزایش یافت که در این زمینه تفاوت معنی‌داری بین سطح‌های ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار پایه بادامی ریز زرند دیده نشد. در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه مقدار پرولین برگ ابتدا در شوری ۷۰ میلی‌مولار کاهش و سپس در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار افزایش یافت (شکل ۳).

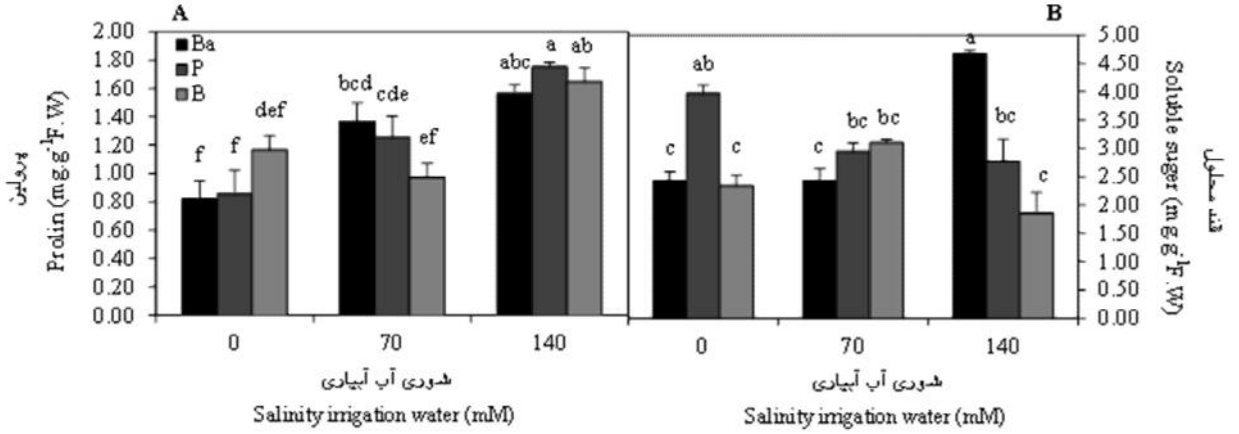

Fig. 3. Interaction of salinity and rootstock on prolin (A) and soluble suger (B) in Badami-Riz-e-Zarand (Ba), Banabaghi with pistachio growth type (P) and Banabaghi with mutica growth type (B). Means with common letter in each column are not significantly different (LSD test, p = 0.05).

شکل ۳- برهمکنش پایه و شوری آب آبیاری بر پرولین (A) و قند محلول (B) بر دانهال‌های بادامی ریز زرند (Ba)، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته (P) و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه (B). میانگین‌ها با دستکم یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD نمی‌باشند.

یکی از سازوکارهای دفاعی مشترک در بین گیاهان در پاسخ به شرایط تنش، تولید و انباشت ترکیب‌های سازگار از جمله اسیدآمینه‌ها (پرولین، سرین و آسپارژین) می‌باشد. تجمع پرولین در شرایط تنش شوری، بیش از سایر اسیدهای آمینه صورت می‌گیرد که می‌تواند در تنظیم اسمزی و به احتمال حفظ فعالیت آنزیمی گیاه نقش داشته باشد (۱۰) که می‌تواند باعث افزایش تحمل یاخته‌ها در برابر از دست دادن آب یا تجمع زیاد نمک‌های محلول گردد. از طرفی هر چه غلظت این ماده‌ها در گیاهان بالاتر باشد می‌تواند بیانگر تحمل بیشتر این گیاهان به تنش‌های شوری و خشکی باشد (۳۰) و مقدار آن به‌طور عمومی در گیاهان مقاوم به تنش نسبت به گیاهان حساس بیشتر است (۱۱، ۱۲). براساس نتیجه‌های به‌دست‌آمده، با افزایش شوری مقدار پرولین در هر سه پایه افزایش یافت. به‌طوری که در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار بالاترین مقدار پرولین اندام هوایی در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و کمترین آن در پایه بادامی ریز زرند مشاهده شد. افزایش مقدار پرولین برگ در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته نسبت به دیگر پایه‌ها نشان‌دهنده مقاومت این پایه به تنش شوری می‌باشد. نتیجه‌های ما با نتیجه‌های

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

پژوهش صادقی سرشت (۳) روی تیپ‌های رشدی بنه‌باغی و پژوهش کریمی و همکاران (۲۴) و عباس‌پور و همکاران (۷) روی پسته هسو بود.

قند محلول

براساس نتیجه‌های تجزیه واریانس، برهمکنش پایه و شوری بر مقدار قند محلول در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شوری مقدار قند محلول در پایه بادامی ریز زرند افزایش یافت، اگرچه در این پایه بین تیمار شاهد و ۷۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در دو تیپ رشدی بنه‌باغی بین سطح‌های مختلف شوری از نظر مقدار قند محلول تفاوت معنی‌داری دیده نشد. در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار بیشترین مقدار قند محلول مربوط به پایه بادامی ریز زرند و کمترین آن مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه بود، اگرچه بین دو تیپ رشدی بنه‌باغی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳)

برخی از پژوهشگران علت افزایش قندهای محلول با افزایش شوری را کاهش مقدار فتوسنتز، تبدیل نشاسته به قند و یا مصرف کمتر کربوهیدارت توسط گیاه در شرایط شور می‌دانند (۲۰). در واقع گیاهان زمانی که در معرض تنش شوری قرار می‌گیرند اسمولیت‌های سازگاری مثل پرولین و قندهای محلول را برای حفاظت گیاهان از تنش انباشته می‌کنند (۳۲). با این حال نقش قندهای محلول در سازوکار سازگاری بحث برانگیز است و حتی ممکن است تجمع آن‌ها از چند نقطه نظر مضر باشد (۱۲). پژوهشگران بسیاری عنوان کردند که طی تنش شوری مقدار قند محلول در پسته افزایش می‌یابد (۲۰،۷). به‌طورکلی بیشترین مقدار قند محلول در بالاترین سطح شوری در پایه بادامی ریز زرند و کمتر آن مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه بود که نتیجه‌های این پژوهش با نتیجه‌های صادقی سرشت و همکاران (۳) همسو بود. با توجه به بالا بودن قند در پایه بادامی ریز زرند و نبود تأثیر شوری بر مقدار پرولین پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار می‌توان عنوان کرد در پایه بالا سطح‌های شوری اعمال شده نتوانسته است سبب فعال شدن سازوکار تجمع قندهای محلول شود که می‌تواند دلیل بر مقاومت بیشتر این پایه باشد. تاج‌آبادی‌پور و همکاران (۲) بیان کردند که با افزایش شوری، غلظت قندهای احیاکننده در برگ پسته کاهش یافت و در واقع قندها با تأمین کربن مورد نیاز برای تشکیل پرولین به‌طور غیرمستقیم در سازگاری اسمزی گیاه با شرایط تنش، نقش مهمی را بازی می‌کنند که نتیجه‌های پژوهش بالا با این یافته‌ها همسو نبود.

عنصرهای غذایی

سدیم

براساس مقایسه میانگین‌ها مقدار سدیم شاخساره با افزایش شوری افزایش نشان داد. نتیجه‌ها نشان داد که در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار در پایه‌های بادامی ریز زرند و بنه‌باغی تیپ رشدی پسته به ترتیب ۷۱/۱ و ۵۴/۳ درصد افزایش غلظت سدیم اندام هوایی نسبت به شاهد مشاهده شد، به طوری که بیشترین افزایش در پایه بادامی ریز زرند و کمترین آن در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه مشاهده شد (شکل4A). هم‌چنین با افزایش سطح‌های شوری، غلظت سدیم ریشه در پایه‌های بنه‌باغی تیپ‌های رشدی پسته و بنه نسبت به شاهد افزایش نشان داد ولی در پایه بادامی ریز زرند تغییرهای معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴).

سدیم غالب‌ترین کاتیون موجود در محلول خاک و آب منطقه‌های شور است. در پژوهشی سپاسخواه و مفتون (۳۶) گزارش کردند که مقدار سدیم ریشه پسته نسبت به شاخساره بیشتر بوده است، زیرا پسته دارای سازوکار دفع سدیم می‌باشد و یک رابطه منفی بین مقاومت به شوری و سدیم موجود در شاخساره برخی گونه‌های گیاهی وجود دارد(۱۹). گیاهان متحمل به شوری، سدیم شاخه را حذف می‌کنند تا از تجمع سدیم در برگ‌ها جلوگیری کنند. در واقع برگ‌ها در مقایسه با ریشه به سدیم آسیب‌پذیرتر هستند زیرا یون‌های سدیم و کلر بیشتر در شاخساره تجمع می‌یابند (۲۶). با افزایش سدیم خارجی، در داخل یاخته و بافت، جذب و غلظت سدیم

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

افزایش و جذب و غلظت کلسیم کاهش می‌یابد. تجمع بالاتر سدیم زیر شرایط شور در گیاه می‌تواند دلیل احتمالی عملکرد پایین‌تر زیست‌توده در پسته باشد. کلرید سدیم نفوذپذیری غشا پلاسمایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث افزایش ورود یون‌های خارجی و جریان نمک‌های سیتوزولی در یاخته‌های گیاهی می‌شود. در مرحله بعد کلرید سدیم باعث سخت شدن دیواره یاخته و کاهش در انتقال آب از غشا پلاسمایی می‌شود (۱۵).

بر اساس نتیجه‌ها، بیشترین مقدار جذب سدیم اندام هوایی مربوط به پایه بادامی ریز زرند و کمترین آن مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه بود که می‌توان بیشتر بودن غلظت سدیم در این پایه را به کمتر بودن وزن اندام هوایی آن نسبت داد. افزون بر این، کمترین سدیم ریشه در پایه بادامی ریز زرند مشاهده شد که نشان می‌دهد، پایه بادامی ریز زرند سدیم‌های جذب کرده را به اندام هوایی انتقال داده است، درصورتی‌که پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته در ریشه خود ذخیره و از انتقال آن جلوگیری کرده است. در واقع یکی از سازوکارهای اصلی تحمل به شوری در گیاهان توانایی تجمع نمک در ریشه‌ها و جلوگیری از انتقال یون‌های سمی به قسمت‌های هوایی گیاه و پایین بودن غلظت سدیم سیتوزولی است (۴۰). نتیجه‌های این پژوهش با نتیجه‌های نصراله پورمقدم (۶) و کریمی و همکاران (۲۳) روی پسته همسو بود.

پتاسیم

براساس مقایسه میانگین‌ها تیمار شوری سبب کاهش غلظت پتاسیم اندام هوایی در دو پایه بادامی ریز زرند و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه شد، درصورتی‌که در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته با افزایش همراه بود. در تیمار شوری ۱۴۰ میلی‌مولار بالاترین غلظت پتاسیم در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و کمترین آن در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه مشاهده شد (شکل 4C). هم‌چنین تیمار شوری سبب افزایش پتاسیم ریشه در هر سه پایه شد به‌طوری‌که در تیمار شوری ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار بالاترین غلظت پتاسیم ریشه در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه و کمترین آن در پایه بادامی ریز زرند مشاهده شد (شکل ۴).

تحمل به شوری با انتقال کم‌تر یون سدیم به شاخساره و گزینش‌پذیری بالاتر یون پتاسیم نسبت به یون سدیم مرتبط است (۱۲). بسیاری از پژوهشگران عنوان کردند که غلظت پتاسیم در شاخه و ریشه با افزایش شوری افزایش می‌یابد (۲۳، ۲۴، ۲۹) . وقتی گیاهان در معرض تنش شوری قرار می‌گیرند سدیم زیادی جذب کرده و در ضمن از جذب پتاسیم جلوگیری به‌عمل می‌آید که منجر به کاهش غلظت پتاسیم در اندام هوایی می گردد (۲۷) که با نتیجه‌های پژوهش حاضر همسو بود. علت کاهش پتاسیم اندام هوایی، افزایش تجمع سدیم در بافت‌های گیاه یا افزایش نشت پتاسیم از یاخته در شرایط تنش شوری است (۳۷). نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش شوری، پتاسیم شاخساره در پایه‌های بادامی ریز زرند و بنه باغی تیپ رشدی بنه کاهش و در پایه بنه باغی تیپ رشدی پسته افزایش نشان داد. هم‌چنین با افزایش شوری، مقدار پتاسیم ریشه افزایش یافت که بیشترین مقدار آن در پایه بنه باغی تیپ رشدی بنه در تیمار ۱۴۰ میلی‌مولار دیده شد که بیانگر قدرت انتخابی پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته در انتقال پتاسیم به اندام هوایی در مقایسه با سدیم می‌باشد که به‌عنوان یکی از سازوکارهای تحمل به شوری ازریابی می‌گردد.

نتیجه‌های ما با نتیجه‌های صادقی سرشت (۳) مطابقت دارد. وی گزارش کرد که شوری ۶۰ میلی‌مولار سبب افزایش مقدار انتقال پتاسیم به اندام هوایی در بنه‌باغی تیپ رشدی پسته می‌شود. هم‌چنین گزارش شد که در سطح شوری ۱۲۰ میلی‌مولار در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته با گروه ارتفاعی بیش از میانه مقاومت بیشتری به شوری نسبت به گروه ارتفاعی کمتر از میانه وجود دارد.

کلسیم

تنش شوری سبب افزایش غلظت کلسیم اندام هوایی در هر سه پایه شد. در شوری ۱۴۰ میلی‌مولار در مقدار کلسیم اندام هوایی نسبت به شاهد در پایه‌های بادامی ریز زرند، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته و تیپ رشدی بنه

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

به‌ترتیب ۲۷/۶۰، ۲۱/۳۴ و ۲۳/۶۵ درصد افزایش مشاهده شد که بیشترین افزایش مربوط به پایه بادامی ریز زرند و کمترین افزایش مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته بود. (شکل ۴ E). با توجه به نتیجه‌های تجزیه واریانس، تنها اثر ساده پایه بر کلسیم ریشه معنی‌دار شد، به طوری که بیشترین و کمترین مقدار کلسیم ریشه به‌ترتیب مربوط به پایه‌های بادامی ریز زرند و بنه‌باغی با تیپ رشدی بنه بود (شکل ۵).

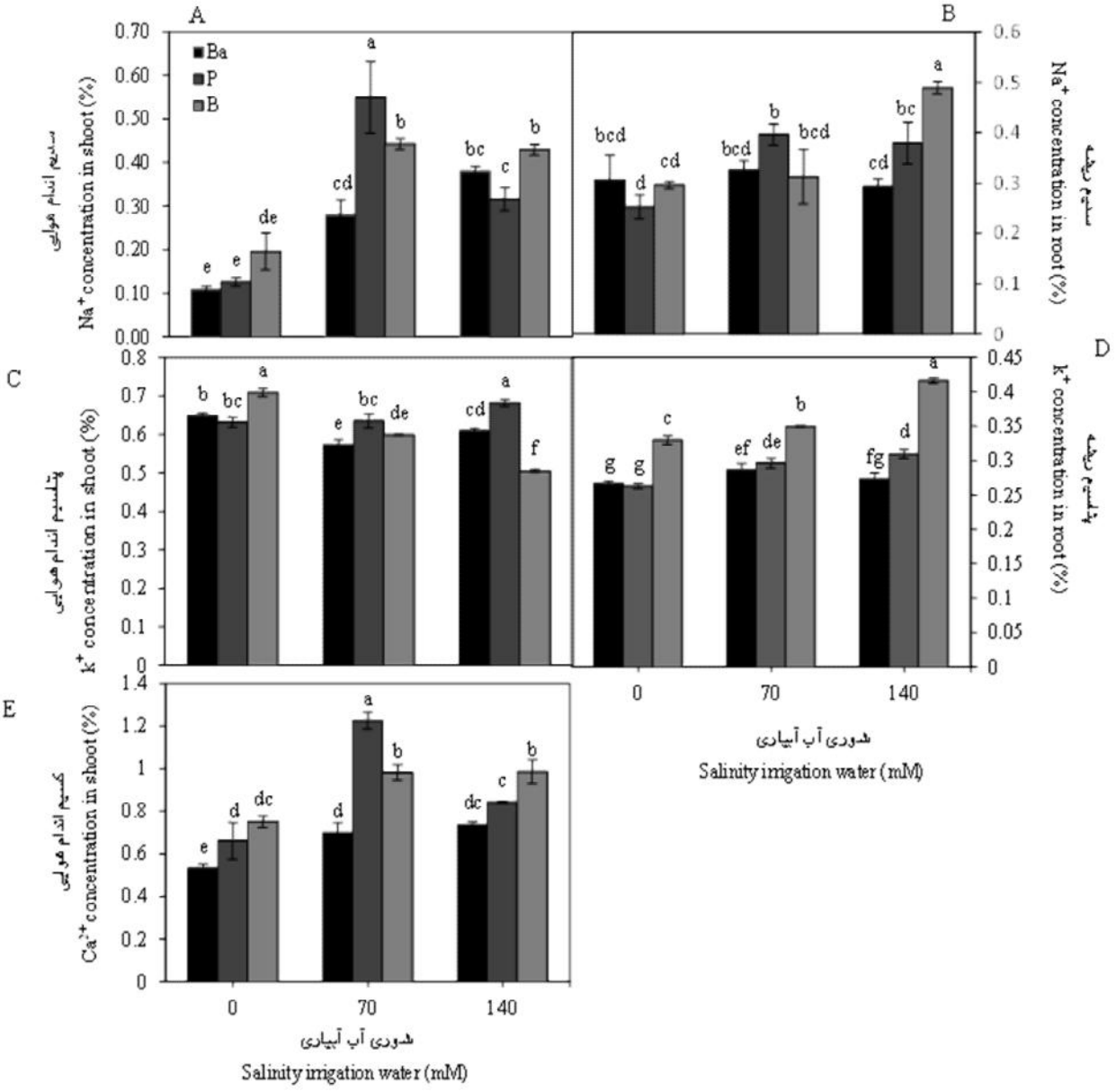

Fig. 4. Interaction salinity and rootstock on elements concentration of shoot and root in Badami-Riz-e-Zarand (Ba), Banabaghi with pistachio growth type (P) and Banabaghi with mutica growth type (B). Means with common letter in each column are not significantly different (LSD test, p=0.05).

شکل ۴- برهمکنش پایه و شوری آب آبیاری بر غلظت عنصرها در اندام هوایی و ریشه دانهال‌های بادامی ریز زرند (Ba)، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته (P) و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه (B). میانگین‌ها با دستکم یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD نمی‌باشند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

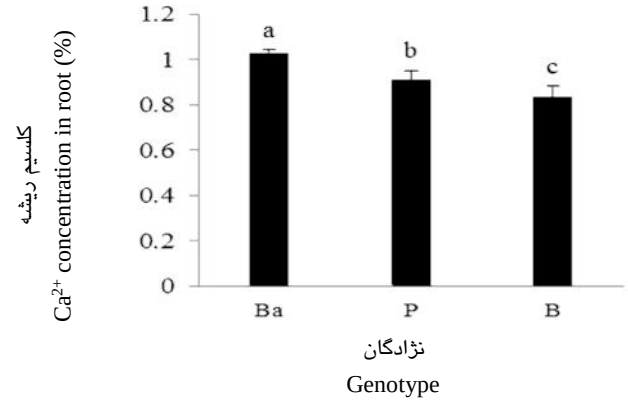

Fig. 5. The effect of rootstock on Ca^{2+} concentration in root seedlings of Badami-Riz-e-Zarand (Ba), Banabaghi with growth type pistachio (P) and Banabaghi with growth type mutica (B). Means with common letter in each column are not significantly different (LSD test, p = 0.05).

شکل۵- اثر پایه بر مقدار کلسیم ریشه دانهال‌های بادامی ریز زرند (Ba)، بنه‌باغی تیپ رشدی پسته (P) و بنه‌باغی تیپ رشدی بنه (B). میانگین‌ها با دستکم یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون LSD نمی‌باشند.

کلسیم به‌عنوان تنظیم‌کننده بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و زیست‌شیمیایی در پاسخ به تنش غیر زنده در گیاهان عمل می‌کند (۱۴). در پژوهش حاضر تنش شوری سبب افزایش غلظت کلسیم اندام هوایی در هر سه پایه شد که به احتمال بخاطر کاربرد کلرید کلسیم در تیمار شوری می‌باشد. کلسیم تا حدودی باعث کاهش اثر منفی کلرید سدیم می‌شود که به احتمال از راه تسهیل نسبت پتاسیم به سدیم اثر نامطلوب شوری در گیاهان را بهبود می‌بخشد (۱۴). هم‌چنین بیشترین مقدار کلسیم ریشه مربوط به پایه بادامی ریز زرند و کمترین آن مربوط به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه بود که آن بخاطر تاثیر ژنتیک گیاه در جذب کلسیم باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس پژوهش حاضر، شوری سبب افزایش سدیم اندام هوایی در هر سه پایه مورد بررسی شد به‌طوری‌که بالاترین غلظت سدیم اندام هوایی در پایه بادامی ریز زرند و کمترین آن در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته مشاهده شد. با توجه به این‌که بالاترین غلظت کلسیم و پتاسیم اندام هوایی در پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته مشاهده شد می‌توان نتیجه گرفت که پایه بنه‌باغی تیپ رشدی پسته به‌دلیل کاهش کمتر در وزن خشک برگ و داشتن محتوای نسبی آب برگ بهتر در شرایط تنش شوری و پرولین بالاتر و هم‌چنین سازوکار نگهداری سدیم در ریشه و کارایی بالاتر در انتقال پتاسیم به اندام هوایی دارای مقاومت بالاتری به تنش شوری نسبت به پایه بنه‌باغی تیپ رشدی بنه می‌باشد. با توجه به اینکه پایه بادامی ریز زرند به‌عنوان پایه متحمل به شوری در حال حاضر در باغ‌های پسته استان کرمان استفاده می‌شود، پایه بنه باغی تیپ رشدی پسته به همراه پایه بادامی ریز زرند می‌تواند بعد از ارزیابی‌های دیگر مانند مقاومت به عامل بیماری گموز (قارچ فایتوفترا)، به‌عنوان پایه متحمل به شوری مطرح باشد که البته باید در این زمینه پژوهش‌های بیشتری صورت گیرد.

منابع References

۱. آراسته، م. ۱۳۷۴. بخش شوری خاک. مجموعه اطلاعات کشاورزی. جلد اول. انتشارات معاونت ترویج سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

۲. تاج‌آبادی‌پور، ا. ۱۳۸۳. تأثیر کاربرد خاکی پتاسیم بر مقاومت نسبی سه رقم پسته به تنش آبی و شوری. رساله دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران. ۱۱۰ ص.

۳. صادقی سرشت، ا. ۱۳۹۲. بررسی تنوع مورفولوژیکی و مولکولی یک جمعیت از دانهال‌های بنه‌باغی و ارزیابی مقاومت آن‌ها به تنش شوری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان. ۱۲۵ ص.

۴. طالبی، م.، و. مظفری، و ا. تاج‌آبادی‌پور. ۱۳۸۸. پاسخ دانهال‌های پسته رقم قزوینی (*Pistacia vera* cv. Ghazvini) به سطح‌های مختلف روی و کلرید سدیم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۳(۲): ۱۶۱-۱۴۹.

۵. کریمی، ح. ر. ۱۳۸۹. فیلوژنی گونه‌های جنس پسته. نشرپلک، ۹۰ ص.

۶. نصراله پورمقدم، ش.، ح.ر. کریمی، ع.ا. محمدی میریک و م.ح شمشیری. ۱۳۹۵. بررسی تنوع ساختار ظاهری درون توده‌های پسته و همبستگی بین بذرها با دانهال‌های حاصل از آن‌ها در رقم پسته بادامی ریز زرند. مجله علوم باغبانی ایران، ۱۲۷-۱۱۹: ۴۷.

7. Abbaspour, H., H. Afshari and M. Abdel-Wahhab. 2012. Influence of salt stress on growth, pigments, soluble sugars and ion accumulation in three pistachio cultivars. J. Medi. Plants Res. 6(12):2468-2473.
8. Albouchi, F., M. Fetoui, F. Mzali, F. Rigollet, M. Sassi and S. Ben Nasrallah. 2003. Thermal characterization of poorly conducting solids by the flash method. High Temp. High Press. 35(6):633-647.
9. Al-Nabulsi, Y. 2001. Saline drainage water, irrigation frequency and crop species effects on some physical properties of soils. J. Agr. Crop. Sci. 186(1):15-20.
10. Ashraf, M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora-Morphology, Dist. Fun Eco Plants. 199(5):361-376.
11. Ashraf, M. and M. Foolad. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ. Exp. Bot. 59(2):206-216.
12. Banakar, M. and Ranjbar, G. 2010. Evaluation of salt tolerance of pistachio cultivars at seedling stage. Amer-Eur. J. Agr. Environ. Sci. 9(2):115-120.
13. Benhassaini, H., A. Fetati, A.K. Hocine and M. Belkhodja, 2012. Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and soluble sugars on plantlets of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* used as rootstocks. Biotechnol. Agro. Soc. Environ. J. 16(2):159-165.
14. Bowler, C. and Fluhr, R. 2000. The role of calcium and activated oxygens as signals for controlling cross-tolerance. Trends Plant Sci. 5(6):241-246.
15. Cramer, G. R. 1992. Kinetics of maize leaf elongation II. Responses of a Na-excluding cultivar and a Na-including cultivar to varying Na/Ca salinities. J. Exp. Bot. 43(6):857-864.
16. Chartzoulakis, K., A. Patakas, G. Kofidis, A. Bosabalidis, and A. Nastou. 2002. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. Sci. Hort. 95(1):39-50.
17. Dubey, R. S. 1997. Photosynthesis in plants under stressful conditions. In: M. Pessarakli (Ed.), Handbook of Photosynthesis, Marcel Dekker publication, NewYork, pp. 859-875.
18. Giri, B., R. Kapoor and K. Mukerji. 2002. VA Mycorrhizal techniques/VAM technology in establishment of plants under salinity stress conditions. In: (Ed.), Techniques in Mycorrhizal Studies. Springer, 313-327.
19. Hampson, C. R. and G. Simpson.1990. Effects of temperature, salt, and osmotic potential on early growth of wheat (*Triticum aestivum*). I. Germination. Can. J. Bot. 68(3):524-528.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

20. Hokmabadi, H., K. Arzani and P. Grierson. 2005. Growth, chemical composition, and carbon isotope discrimination of pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstock seedlings in response to salinity. Crop Pasture Sci. 56(2):135-144.
21. Irigoyen, J., D. Einerich and M. Sánchez-Díaz. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiol. Planta. 84(1):55-60.
22. Karimi, H. R., A. Maleki-Kuhbanani and H. R. Roosta. 2014. Evaluation of inter-specific hybrid of *P. atlantica* and *P. vera* L. cv. 'Badami - Riz-e-Zarand' as pistachio rootstock to salinity stress according to some growth indices and echo-physiological and biochemical parameters. J. Stress Physiol. Bioch. 10 (30).
23. Karimi, H., Z. Zamani, A. Ebadi and R. Fatahi. 2012. Effects of water salinity on growth indices and physiological parameters in some wild pistachio. Inter. J. Nuts Related Sci. 3(1):41-48.
24. Karimi, S., M. Rahemi, M. Maftoun, and V. Tavallali. 2009. Effects of long-term salinity on growth and performance of two pistachios (*Pistacia* L.) rootstocks. Australian J. Basic Appl. Sci. 3(3):1630-1639.
25. Kumar, A. and J. Elston. 1992. Genotypic differences in leaf water relations between *Brassica juncea* and *B. napus*. Ann. Bot. 70(1):3-9.
26. Mane, A., T. Deshpande, V. Wagh, B. Karadge and J. Samant. 2011. A critical review on physiological changes associated with reference to salinity. Inter. J. Environ. Sci. 1(6):1192-1216.
27. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant. Cell. Environ. 25(2):239-250.
28. Musyimi, D., G. Netondo and G. Ouma. 2007. Effects of salinity on growth and photosynthesis of avocado seedlings. Inter. J. Bot. 3(1):78-84.
29. Naeini, M. R., Khoshgoftarmanesh, A. H., Lessani, H. and Fallahi, E. 2005. Effects of sodium chloride-induced salinity on mineral nutrients and soluble sugars in three commercial cultivars of pomegranate. J. Plant Nut. 27(8):1319-1326.
30. Paquin, R. and P. Lechasseur. 1979. Observations sur une méthode de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. Canadian J. Bot. 57(18):1851-1854.
31. Picchioni, G., Miyamoto, S. and Storey, J. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings. J. Amer. Soci. Hort. Sci. 115(4):647-653.
32. Porra. R.J. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equation for the accurate determination of chlorophylls a and b. Photosynth. Res. 73:149-156.
33. Racette, S., I. Louis and J. G. Torrey. 1990. Cluster root formation by *Gymnostoma papuanum* (Casuarinaceae) in relation to aeration and mineral nutrient availability in water culture. Can. J. Bot. 68(12):2564-2570.
34. Ramoliya, P. and A. Pandey. 2003. Effect of salinization of soil on emergence, growth and survival of seedlings of *Cordia rothii*. Forest Eco. Man. 176(1):185-194.
35. Ritchie, S. W., H. T Nguyen and A. S. Holaday. 1990. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. 30(1):105-111.
36. Sepaskhah, A. and Maftoun, M. 1982. Growth and chemical composition of pistachio seedlings as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. II. Chemical composition. J. Hort. Sci. 57(4):469-476.
37. Shabala, S., Demidchik, V., Shabala, L., Cuin, T. A., Smith, S. J., Miller, A. J., Davies, J. M. and Newman, I. A. 2006. Extracellular Ca2+ ameliorates NaCl-induced K+ loss from Arabidopsis root and leaf cells by controlling plasma membrane K^+ permeable channels. Plant Physiol. 141(4):1653-1665.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

38. Tavallali, V., M. Rahemi, and B. Panahi. 2008. Calcium induces salinity tolerance in pistachio rootstocks. Fruits, 63(05):285-296.
39. Tavallali, V., M. Rahemi, M. Maftoun, B. Panahi, S. Karimi, A. Ramezanian and M.Vaezpour. 2009. Zinc influence and salt stress on photosynthesis, water relations, and carbonic anhydrase activity in pistachio. Sci. Hort. 123(2):272-279.
40. Turan, M. A., Elkarim, A. H. A., Taban, N. and Taban, S. 2009. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. Afr. J. Agr. Res. 4(9):893-897.
41. Volkmar, K., Hu, Y. and H. Steppuhn. 1998. Physiological responses of plants to salinity: a Review. Can. J. Plant Sci. 78(1):19-27.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 18 (4): 389 - 402 (2017)

Evaluation of Banabaghi as Salt-tolerant Pistachio Rootstock According to Some Growth Indices and Echo-Physiological Parameters

H. Afrangan, H.R. Karimi*, M. Raqamy and E. Sadeghi Seresht[1]

In order to evaluate the tolerance of Banabaghi and Badami-Riz-e-Zarand pistachio rootstocks to salinity, an experiment was conducted as factorial based on completely randomized design with three replications. Each replication consisted of two samples and each sample containing a pot with three seedlings. Treatments were three levels of salinity (0, 70 and 140 mM) of sodium chloride, calcium chloride and magnesium chloride with ratio (3:2:1) and three rootstocks (Badami-Riz-e-Zarand, Banabaghi with pistachio growth type and Banabaghi with mutica growth type). The results showed that salt stress decreased the growth characteristics and eco-physiological parameters so that the most leaf dry weight was observed in Banabaghi with pistachio growth type and the lowest was in the Badami-Riz-e-Zarand rootstock. Also, at the highest level of salinity, Banabaghi rootstock with pistachio growth type had the highest relative water content of leaf and the Banabaghi rootstock with mutica growth type had the lowest content. The highest proline content of leaves obtained in the Banabaghi rootstock with pistachio growth type and the lowest content was observed in the Badami-riz Zarand rootstock. Also, the results showed that the lowest shoot Na concentration was observed in Banabaghi with pistachio growth type. Based on the present study, Banabaghi rootstock with pistachio growth type had higher tolerance to salinity stress than Banabaghi with mutica growth type.

Keywords: Leaf dry weight, Pistachio, Proline, Relative water content, Salinity.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.4.6.5]

1. M.Sc. Student, Professor, Assistant Professor and Ph.D. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
* Corresponding author, Email: (h_karimi1019@yahoo.com).