مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد پنجم، شماره دوم، تابستان ۹۱
۱۴۵-۱۵۸
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر شوری بر روابط آبی، تنظیم‌کننده‌های اسمزی و عملکرد سه گونه دارویی از جنس بارهنگ

مریم کامکار[۱] و *اصغر رحیمی[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان،
[۲]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش:۹۱/۲/۱۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر شوری بر روابط آبی، روابط یونی، قندهای محلول، محتوای پرولین، فلورسانس کلروفیل و عملکرد در سه گونه دارویی اسفرزه اواتا (*Plantago ovata*)، اسفرزه پسیلیوم (*Plantago psyllium*) و بارهنگ کبیر (*Plantago major*)، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان به اجرا در آمد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. عامل اول شامل ٤ سطح شوری (۰، ۹، ۱۵ و ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر) و عامل دوم شامل سه گونه دارویی اسفرزه اواتا، اسفرزه پسیلیوم و بارهنگ کبیر بود. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت نمک، محتوای آب نسبی در هر سه گونه کاهش یافت، هر چند روند کاهشی بین سه گونه متفاوت بود. افزایش غلظت نمک محتوای سدیم برگ را افزایش و محتوای کلسیم، منیزیم و پتاسیم برگ را در این سه گونه کاهش داد. با افزایش غلظت نمک محتوای یون‌ها به‌طور معنی‌داری در برگ کاهش یافت. محتوای پرولین و قندهای محلول تحت‌تأثیر سطوح مختلف شوری قرار نگرفت و تنها نوع گونه بر این صفات مؤثر بود. در گونه بارهنگ کبیر بالاترین عملکرد بذر مربوط به تیمار شاهد و پایین‌ترین مقدار آن مربوط به سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر بود. در گونه اسفرزه اواتا و پسیلیوم در سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر بذری تشکیل نشد. در میان سه گونه مورد مطالعه، گونه بارهنگ کبیر در حفظ تعادل مطلوب یونی، محتوای آب نسبی و عملکرد در شرایط شوری از توانایی بالاتری نسبت به دو گونه دیگر برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، فلورسانس کلروفیل، روابط یونی، قند محلول

مقدمه

* مسئول مکاتبه: rahimiasg@gmail.com

شوری آب و خاک از جمله عوامل تنش‌زای محیطی می‌باشد که به‌علت افزایش روزافزون در سراسر جهان مورد توجه زیادی قرار گرفته است (سزربا و همکاران، ۲۰۰۹). در ایران نیز وسعت اراضی شور حدود ٤٤/٥ میلیون هکتار می‌باشد که این اراضی با درجات مختلف دچار مشکل شوری و یا قلیائیت می‌باشند (بنایی و همکاران، ۲۰۰۵). تنش شوری از طریق سازوکار اسمزی، به‌دلیل افزایش پتانسیل اسمزی محلول خاک، باعث اختلال در تعرق و تنفس می‌شود. سازوکار اثرات سمیت یونی نیز مربوط به جذب یون و تغییر در فرآیندهای فیزیولوژیکی ناشی از سمیت و کمبود و یا تغییر در عناصر معدنی می‌باشد، به این صورت که شوری با ایجاد اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها و با بر هم زدن تعادل یونی در محیط خاک، گیاهان را از نظر تغذیه‌ای و فرایندهای سوخت وسازی دچار مشکل می‌نماید (نائینی و همکاران، ۲۰۰٦؛ لسان و دوراند، ۱۹۹٦).

محدودیت آبی و تغذیه‌ای ایجاد شده در شرایط تنش، در مرحله رشد زایشی و قبل از آن از طریق کاهش در تعداد کل سنبلچه‌ها، اختلال در عمل گرده‌افشانی و در زمان پر شدن دانه‌ها به‌علت کاهش سطح برگ، کاهش جذب نور و کاهش فتوسنتز جاری باعث می‌شود اختصاص مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه‌ها کاهش پیدا کند و در نهایت افت عملکرد را به‌دنبال دارد (فیشر، ۲۰۰۱). از آن‌جا که کلرید سدیم محلول‌ترین و فراوان‌ترن نمک موجود می‌باشد، شگفت‌آور نیست که تمامی گیاهان سازوکارهایی را به‌منظور کنترل انباشت آن اتخاذ نمایند (مانز و تستر، ۲۰۰۸). گیاهان در شرایط تنش با تولید و ذخیره مواد تنظیم‌کننده اسمزی با تنش مقابله می‌کنند. انباشت پرولین به‌عنوان یک محافظ در حفظ تعادل اسمزی در برنج (کومار و همکاران، ۲۰۰۷) و آفتاب‌گردان (موتلو و بوزکوک، ۲۰۰۵) گزارش شده است. همچنین تجمع قندهای محلول در شرایط تنش سبب تنظیم اسمزی و کاهش از دست دادن آب سلول و حفظ آماس سلولی می‌شود (کومار و همکاران، ۲۰۰۷). برخی گیاهان نمک را با غلظت بالا از محیط رشد خود جذب کرده اما در واکوئل‌های سلول‌های خود انباشته می‌کنند و در نتیجه از صدمات نمک اضافی مصون می‌مانند (شیرو و همکاران، ۲۰۰۲). برگ‌های گیاهانی که درشرایط شوری رشد می‌کنند کوچک‌تر و ضخیم‌تر می‌شوند (اشرف و اروج، ۲۰۰٦؛ آندریلو، ۲۰۰۵)، در نتیجه تجمع کلروفیل در سطح کم‌تری از برگ می‌باشد، بنابراین عدد اسپاد[1] افزایش می‌یابد. فلورسانس کلروفیل یک اندازه‌گیری غیرمستقیم از فیزیولوژی بافت سبز گیاه است که برای ارزیابی تأثیر تنش‌های محیطی بر فتوسنتز گیاه به‌عنوان یک عامل کلیدی استفاده می‌شود، اگر گیاهی نتواند انرژی دریافتی بیش از حد خورشید را

1- Spad

به‌علت تخریب کلروفیل فلورسانس کند، این انرژی بیش از حد از طریق کلروفیل به اکسیژن منتقـل و منجر به خسارت اکسیداتیو به گیاه می‌شود (هاک و همکاران، ۱۹۹۳).

اسفرزه اواتا، پسیلیوم و بارهنگ کبیر از جمله گیاهان دارویی ارزشمند هستند که در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. گونه اسفرزه اواتا بومی هند، ایران و دیگر کشورهای خاورمیانه است و در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران، ترکیه، عراق، آسیای میانه، جنوب اروپا، شمال آفریقا و جنوب‌غربی آمریکا کشت می‌شود. پسیلیوم بومی نواحی مدیترانه بوده و به‌صورت وحشی در اروپای مرکزی، شمال آفریقا و جنوب‌غربی آسیا از جمله ایران کشت می‌شود. بارهنگ کبیر نیز گیاهی بومی اروپا است و از آن‌جا به سایر مناطق معتدل جهان برده شده در مناطق وسیعی از اروپا و آسیا می‌روید (زرگری، ۱۹۹٦). به‌علت وجود خواص موسیلاژی در بذور این سه گونه دارویی، از آن‌ها در داروهای ضدسرفه، ضدالتهاب، ضدعوارض پوستی، مسهل، معدی و محرک ایمنی استفاده می‌شود. در ایران دانه‌های اسفرزه در درمان اسهال خونی و رفع اختلالات صفراوی دستگاه گوارش کاربرد دارد. از ترکیب دانه گیاه با آب ضمادی تهیه می‌کنند که دارای اثر نرم‌کنندگی (به‌علت باز شدن دانه و ایجاد موسیلاژ فراوان) بوده و در تمامی موارد التهابی مصرف می‌شود (زرگری، ۱۹۹٦). پژوهش‌های گسترده‌ای در سطح جهان درباره این گیاهان و سایر گونه‌های دارویی متعلق به خانواده بارهنگ[1] انجام شده و در سال‌های اخیر روند مؤثر این پژوهش‌ها در ایران نیز آغاز گردیده است. اما به‌نظر می‌رسد در رابطه با اثر تنش شوری بر خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی این سه گونه تاکنون مطالعات چندانی صورت نگرفته است، به این منظور این پژوهش بر آن بوده است که اثر تنش شوری بر روابط آبی، روابط یونی، قندهای محلول، محتوای پرولین، فلورسانس کلروفیل، عدد اسپاد و عملکرد را در سه گونه دارویی اسفرزه، پسیلیوم و بارهنگ کبیر مورد بررسی و مقایسه قرار دهد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان به اجرا در آمد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. عامل اول در ٤ سطح شوری (۹، ۱۵ و ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر و آب مقطر به‌عنوان شاهد) و عامل دوم سه گونه بارهنگ کبیر، اسفرزه پسیلیوم و اسفرزه اواتا بود. بذر سه گونه مورد مطالعه بعد از ضدعفونی در

1- Plantaginacea

محلول ویتاواکس ۱۰ درصد و شستشو با آب مقطر در گلدان‌های پلاستیکی حاوی مخلوطی از پرلیت، کوکوپیت و ماسه به‌ترتیب به نسبت ۱:۱:۲ کشت شدند. به‌منظور حفظ تراکم مطلوب، تعداد ۵ بوته در هر گلدان نگه داشته شد. غلظت‌های نمک با استفاده از کلرور سدیم در محلول غذایی هوگلند تهیه و یک ماه پس از کاشت به‌صورت تدریجی، در طول ۲ هفته به گلدان‌ها اضافه شد. اندازه‌گیری صفات حدود ٤ هفته بعد از اعمال حداکثر سطح شوری انجام شد. اندازه‌گیری پرولین با استفاده از روش بیتس (۱۹۷۳) و قندهای محلول از روش نلسون (۱۹۹۲) صورت گرفت. محتوای آب نسبی و کمبود آب اشباع با استفاده از فرمول زیر محاسبه شدند.

۱۰۰ × [(وزن خشک- وزن اشباع)/(وزن خشک- وزن تر)] = محتوای آب نسبی[1]

۱۰۰ × [(وزن تورژسانس)/ (وزن تر- وزن تورژسانس)] = کمبود آب اشباع[2]

میزان فلورسانس کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل فلوریمتر[3] اندازه‌گیری شد. عدد اسپاد نیز با استفاده از دستگاه اسپاد(مدل مینولتا ساخت کشور ژاپن) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در نمونه‌برداری نهایی، میزان ۰/۲۵ گرم ماده خشک به‌دست آمده از برگ بعد از ساییده شدن به‌مدت نیم ساعت در کوره با دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و بلافاصله به‌مدت دو و نیم ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. بعد از خروج نمونه‌ها از کوره، ابتدا چند قطره آب مقطر (۵-٤ قطره) به نمونه‌ها اضافه شد و در مرحله بعد ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال به نمونه‌ها اضافه گردید عصاره به‌دست آمده با استفاده از آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد (زنگ و همکاران، ۲۰۰۳). از عصاره به‌دست آمده غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم‌فتومتر و محتوای کلسیم و منیزیم توسط دستگاه جذب اتمی، بر پایه محلول‌های استاندارد تهیه شده، تعیین گردید. میزان عملکرد بذر، پس از رسیدگی کامل گیاهان، براساس واحد میلی‌گرم در تک‌بوته، توسط ترازو دیجیتال تعیین گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

1- Relative Water Content
2- Water Saturation Deficit
3- Chlorophyll Florimeter, Model: Opti-Sciences (ADC:OSI-FL), USA

نتایج و بحث

غلظت عناصر برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح شوری اثر معنی‌داری بر محتوای سدیم برگ در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۱). با افزایش غلظت نمک محتوای سدیم برگ‌ها افزایش نشان داد، به‌طوری‌که کم‌ترین محتوای سدیم در تیمار شاهد و بیش‌ترین آن در سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۳). در میان سه گونه مورد مطالعه کم‌ترین محتوای سدیم در گونه بارهنگ کبیر وجود داشت (جدول ۳). نتایج همچنین نشان داد که شوری در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل شوری و نوع گونه در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی‌داری بر محتوای پتاسیم برگ داشت (جدول ۱). محتوای پتاسیم در گونه بارهنگ کبیر در سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد، هر چند در گونه پسیلیوم و اسفرزه اواتا بین سطوح شوری ۹، ۱۵ و ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ٤). نوع گونه، سطوح شوری و اثر متقابل شوری و نوع گونه در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری بر نسبت پتاسیم به سدیم داشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نسبت پتاسیم به سدیم در گونه‌های بارهنگ کبیر، پسیلیوم و اسفرزه در شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب ۷٦/٦٦، ۸۰ و ۸۳/٤۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (جدول ٤). محتوای کلسیم برگ نیز به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد تحت‌تأثیر سطوح شوری و نوع گونه قرار گرفت. به‌طوری‌که با افزایش غلظت نمک، محتوای کلسیم برگ روندی کاهشی نشان داد و بیش‌ترین محتوای کلسیم برگ مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن در سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳). تأثیر نوع گونه و سطوح شوری در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل بین نوع گونه و سطوح شوری در سطح احتمال ۵ درصد بر محتوای منیزیم برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش غلظت نمک، محتوای منیزیم موجود در برگ سه گونه مورد مطالعه روندی کاهشی داشت. مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و نوع گونه نشان داد که محتوای منیزیم موجود در برگ در گونه‌های بارهنگ کبیر، پسیلیوم و اسفرزه اواتا، در شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب ۳۷/۷۳، ۱۳/۳۱ و ۳۳/٦۹ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت (جدول ٤). با افزایش غلظت نمک در محیط رشد گیاه، محتوای سدیم در اندام گیاهان افزایش می‌یابد (اشرف و اروج، ۲۰۰٦؛ لی و همکاران، ۲۰۰۳). از آن‌جا که آستانه بروز سمیت یون سدیم در بیش‌تر گیاهان بین ۱-۰/۲۵ درصد وزن خشک بافت گیاه ذکر شده است (باقری، ۱۹۸۷).

در این پژوهش محتوای سدیم موجود در برگ سه گونه مورد مطالعه بین ٤/۳۳-۰/۸۵ درصد وزن خشک بافت گیاه بود، به‌نظر می‌رسد این سه گونه گیاهی قادرند یون سدیم را با غلظت‌های بالا از محیط ریشه جذب کرده و پس از انتقال به اندام هوایی در واکوئل خود به‌منظور تنظیم اسمزی ذخیره نمایند

(شیرو و همکاران، ۲۰۰۲). در پژوهش‌هایی بر روی گندم (های و اسمیدهالتر، ۱۹۹۷) و آتریپلکس (کافی و همکاران، ۲۰۰۷) جذب سدیم و انتقال آن به واکوئل‌های بزرگ موجود در اندام هوایی، به‌منظور تنظیم اسمزی، به‌عنوان سازوکاری جهت مقاومت به شوری در این گیاهان ذکر شد. افزایش محتوای پتاسیم در گونه بارهنگ کبیر در شرایط تنش، می‌تواند به این علت باشد که در بسیاری از سلول‌های گیاهی جذب انتخابی پتاسیم نسبت به سدیم به‌صورت جذب فعال پتاسیم و دفع فعال سدیم می‌باشد (لی و همکاران، ۲۰۰۳). در گونه اسفرزه و پسیلیوم احتمالاً خارج شدن بیش‌تر پتاسیم از واکوئل به درون سیتوپلاسم در تبادل با سدیم موجود در سیتوپلاسم در شوری‌های بالاتر از ۹ دسی‌زیمنس بر متر امکان‌پذیر نمی‌باشد. کاهش پتاسیم در شرایط تنش شوری می‌تواند به‌دلیل رقابت سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌های غشاء پلاسمایی و یا نشت پتاسیم به‌دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد (فرایرا سیلوا و همکاران، ۲۰۰۸). در بین سه گونه مورد مطالعه، گونه بارهنگ کبیر بیش‌ترین نسبت پتاسیم به سدیم را دارا بود که نشان‌دهنده برتری این گیاه در مقابله با اثرات تنش شوری می‌باشد. گونه پسیلیوم دارای کم‌ترین بر نسبت پتاسیم به سدیم در مقایسه با دو گونه دیگر بود، بین بالا بودن بر نسبت پتاسیم به سدیم و تحمل به نمک در گیاه رابطه مثبتی وجود دارد (طباطبایی، ۲۰۰۷). نتایج مشابهی مبنی بر کاهش نسبت پتاسیم به سدیم شرایط تنش در زیتون (طباطبایی، ۲۰۰۷) و برنج (حسین و همکاران، ۲۰۰۳) نیز گزارش شده است. بین جذب کلسیم و سدیم رابطه عکس وجود دارد، به این ترتیب کاهش محتوای کلسیم در سه گونه مورد مطالعه می‌تواند به‌علت غلظت بالای سدیم در محلول غذایی باشد که میزان جذب و غلظت یون کلسیم را کاهش داده است (زنگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ های و اسمید هالتر، ۱۹۹۷). کاهش محتوای منیزیم موجود در بافت برگ سه گونه مورد مطالعه می‌تواند در اثر خاصیت تقابلی بین سدیم و منیزیم باشد و می‌توان گفت به‌علت غلظت بالای سدیم در محلول غذایی میزان جذب و غلظت منیزیم کاهش یافته است. زیرا سدیم در جذب منیزیم ایجاد اختلال می‌کند (های و اسمیدهالتر، ۱۹۹۷).

جدول ۱- میانگین مربعات صفات غلظت عناصر برگ و فلورسانس کلروفیل در سه گونه بارهنگ.

منابع تغییرات	درجه آزادی	سدیم	پتاسیم	نسبت پتاسیم به سدیم	کلسیم	منیزیم	فلورسانس کلروفیل
تکرار	۳	۰/۶۳	۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۰۰۳	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۱
شوری	۳	۱۹**	۰/۹۹**	۱۶**	۰/۰۱۶**	۰/۳۵**	۰/۰۳**
گونه گیاهی	۲	۱/۷۸**	۰/۰۱**	۳/۵۶**	۰/۰۱۴*	۰/۲۱**	۰/۰۰۵
شوری در گونه	۶	۰/۱۳	۰/۴۱*	۰/۴۶**	۰/۰۳	۰/۱۴*	۰/۰۰۳
خطا	۳۳	۰/۴۶	۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۰۵	۰/۳۸	۰/۰۷۲

**معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و *معنی‌دار در سطح ۰/۰۵.

جدول ۲- میانگین مربعات خصوصیات فیزیولوژیک در سه گونه بارهنگ.

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای آب نسبی	کمبود آب اشباع	پرولین	قندهای محلول	عدد اسپد	عملکرد تک‌بوته
تکرار	۳	۱۲	۱۰	۰/۱۷	۰/۰۹	٤/۹٥	۰/٤۲
شوری	۳	۸٦**	۷۹**	۰/۰٦	۰/۱۳	٥۰**	۰/۱**
گونه	۲	۷۳۲**	۷۰۳**	۰/٦۷*	۰/٦۲**	۲۲۹**	۰/۰٦**
شور ی در گونه	٦	۸۰**	٦۸**	۰/۱۱	۰/۲۳	۲۸*	۰/۰۰٦
خطا	۳۳	۲/۳۰	۲/۲۷	۰/۳۲	۰/۳۳	۳/۱۹	۰/۰۳۱

**معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و *معنی‌دار در سطح ۰/۰٥.

خصوصیات فیزیولوژیک: میزان فلورسانس کلروفیل در سطح احتمال ۱ درصد تنها تحت‌تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفت (جدول ۱). بالاترین میزان فلورسانس کلروفیل در تیمار شاهد وجود داشت و بین سایر سطوح شوری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف شوری، نوع گونه و اثر متقابل بین آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ و کمبود آب اشباع در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت نمک، محتوای نسبی آب در گونه بارهنگ کبیر، پسیلیوم و اسفرزه اواتا به‌ترتیب ٥/۱۲، ۱۸/۲۱ و ۱۱/٤٥ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. مقایسه میانگین داده‌ها همچنین نشان داد که کمبود آب اشباع در گونه‌های بارهنگ کبیر، پسیلیوم و اسفرزه در سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب ۷/٤۸، ۱۸/۰۲ و ۱۲/٥۲درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ٤). به‌طورکلی تنش شوری باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ در سه گونه مورد مطالعه شد. نتایج مشابهی در رابطه با کاهش محتوای نسبی آب در شرایط شور در چغندرقند نیز گزارش شده است (دادخواه، ۲۰۰٦). در میان سه گونه مورد مطالعه گونه بارهنگ کبیر کم‌ترین کاهش محتوای نسبی آب برگ را دارا بود که علت آن می‌تواند وجود سازوکارهای کاهش‌دهنده تلفات آب (بسته‌تر شدن روزنه‌ها، گسترش ریشه و تنظیم اسمزی) در شرایط تنش باشد که در دو گونه دیگر گزارش نشده است (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۱). گونه اسفرزه در مقایسه با پسیلیوم توانست محتوای نسبی آب خود را تحت شرایط تنش بهتر حفظ نماید که احتمالاً به اختلافات ژنتیکی این دو گونه مربوط می‌شود. به‌طور کلی در هر سه گونه مورد مطالعه روند کاهش محتوای نسبی آب برگ با افزایش سطوح شوری شدید نبود که نشان‌دهنده بقاء گیاه در شرایط تنش و انجام فتوسنتز می‌باشد.

در این آزمایش محتوای پرولین برگ تحت‌تأثیر سطوح شوری و همچنین اثر متقابل شوری و نـوع گونه قرار نگرفت، تنها نوع گونه بر محتوای پرولین برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). محتوای قندهای محلول برگ نیز تحت‌تأثیر غلظت‌های مختلف شوری و همچنین اثر متقابل شوری و نوع گونه قرار نگرفت و تنها نوع گونه بر محتوای قندهای محلول برگ در سطح احتمـال ۱ درصـد معنی‌دار بود (جدول ۲). بالا بودن محتوای پرولین در گونه بارهنگ کبیر احتمالاً به این دلیل است که این گونه به‌طور طبیعی از محتوای پرولین بالاتری برخوردار است. در میان ۳ گونه مورد مطالعه بیش‌تـرین محتوای قند محلول در گونه پسیلیوم موجود بود که به احتمال زیاد این گونه به‌علت خصوصیات ژنتیکی خاص، از محتوای قند محلول بالاتری به‌طور طبیعی برخوردار اسـت. بـر طبـق گـزارش پاپاکوسـتا و گاگیانس (۱۹۹۱) تفاوت ژنتیکی بین گونه‌ها می‌تواند نتایج متفاوتی طی تنش‌های محیطی ایجاد کند. بنا به گزارش برخی از محققان محتوای قندهای محلول و پرولین در شرایط تنش نه تنها افزایش نمی‌یابد حتی در گیاهی مانند گندم کاهش پیدا می‌کنند (اهدایی و شکیبا، ۱۹۹۶).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی شوری(دسی زیمنس بر متر) و نوع گونه بر غلظت کلسیم، سدیم، فلورسانس کلروفیل، پرولین، قندهای محلول و عملکرد تک بوته در سه گونه بارهنگ.

منابع تغییرات	سدیم (درصد)	کلسیم (درصد)	فلورسانس کلروفیل	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)	قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	عملکرد تک‌بوته (میلی‌گرم)
شوری						
۰	۰/۹۸ ± ۰/۰۵	۲/٤ ± ۰/۱	۰/٦ ± ۰/۰۱	۱/۰۵ ± ۰/۵۷	۱/۰٤ ± ۰/۱	۱۰۰ ± ۵
۹	۲/۳۵ ± ۰/۱۷	۱/۹ ± ۰/۱۵	۰/۵ ± ۰/۰۲	۱/۵۸ ± ۰/۲۹	۱/۱۳ ± ۰/۱۱	۷۰ ± ۳
۱۵	۲/۹۵ ± ۰/۱۵	۱/٤ ± ۰/۱۲	۰/۵ ± ۰/۰۳	۰/۸۲ ± ۰/۲۹	۱/۲۸ ± ۰/۱٤	۳۰ ± ۱/۵
۲۱	۳/۹۵± ۰/۲۱	۱/۱ ± ۰/۱	۰/۵ ± ۰/۰۱	۱/۳۲ ± ۰/۵	۱/۰۷ ± ۰/۰۹	۱۰ ± ۱
گونه گیاهی						
بارهنگ کبیر	۲/۲۵ ± ۰/۲۸	۲ ± ۰/۰۵	۰/۵۲ ± ۰/۰۲	۱/۹ ± ۰/۵۵	۱/۱ ± ۰/۰۵	۸۰ ± ٤/۵
پسیلیوم	۲/۵۹ ± ۰/۳۳	۱/۵۷ ± ۰/۱	۰/۵۵ ± ۰/۰۱	۱/۰۸ ± ۰/۲۱	۱/۳ ± ۰/۱۱	۲۰ ± ۳/۲
اسفرزه اواتا	۲/۹۲ ± ۰/۳۱	۱/٦ ± ۰/۱۸	۰/۵۱ ± ۰/۰۲	۰/٦ ± ۰/۱٤	۰/۹ ± ۰/۰۸	٦۰ ± ۲/۵

اعداد نمایان‌گر میانگین ٤ تکرار ± SE می‌باشد. با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیش‌ترین میزان فلورسانس کلروفیل مربوط به تیمار شـاهد بـود و با افزایش شوری فلورسانس کلروفیل روندی کاهشی نشان داد (جدول ٤). به‌نظر می‌رسد بـا افـزایش

غلظت نمک در محیط رشد، محتوای کلروفیل برگ به‌دلیل کمبود یون‌های منیزیم و پتاسیم (به‌عنوان عناصر اصلی در سنتز کلروفیل) و کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و همچنین تخریب ساختمان کلروفیل کاهش یافته است (اورعی و همکاران، ۲۰۰۹) و توانایی گیاه در فلورسانس نیز کاهش یافته است.

نوع گونه، سطوح مختلف شوری و اثر متقابل شوری و نوع گونه در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی داری بر عدد اسپاد داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در گونه بارهنگ کبیر با افزایش شوری تا سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر عدد اسپاد روندی افزایشی داشت، اما با افزایش غلظت نمک تا سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر عدد اسپاد کاهش یافت. در گونه پسیلیوم تغییر معنی‌داری در عدد اسپاد تا سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد، اما با افزایش سطح شوری به ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر عدد اسپاد کاهش یافت. در گونه اسفرزه عدد اسپاد در تیمار شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافت به‌طوری‌که ۳۹/۹٦ درصد کاهش در عدد اسپاد مشاهده شد (جدول ٤). نوع گونه و سطوح شوری عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). در این آزمایش در گونه بارهنگ کبیر با افزایش شوری تا سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر عدد اسپاد روندی افزایشی داشت که به‌علت کاهش سطح برگ و افزایش ضخامت سلول‌های مزوفیلی، تجمع کلروفیل در سطح کم‌تری از برگ بود، بنابراین عدد اسپاد نیز افزایش نشان داد، اما با افزایش غلظت نمک تا سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر، عدد اسپاد نیز کاهش یافت. براساس نظر اسکاتز و فانگمیر (۲۰۰۱) کاهش میزان کلروفیل در اثر تنش مربوط به تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول است، که باعث پراکسیداسیون و تجزیه کلروفیل می‌شود. نتایج مشابهی در سویا (ونگ و همکاران، ۲۰۰۱) گزارش شده است. در گونه پسیلیوم و اسفرزه با افزایش سطح شوری به ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر عدد اسپاد کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد، کاهش محتوای کلروفیل تحت شرایط تنش به واسطه اثر کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد (احمدی و سی‌وسه‌مرده، ۲۰۰٤).

بیش‌ترین میزان عملکرد بذر (۱۰۰ میلی‌گرم در بوته) در تیمار شاهد و کم‌ترین آن (۱۰ میلی‌گرم در بوته) در سطح شوری ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر وجود داشت (جدول ۳). در میان سه گونه مورد مطالعه بیش‌ترین عملکرد بذر مربوط به گونه بارهنگ کبیر (۸۰ میلی‌گرم در بوته) و کم‌ترین آن در گونه پسیلیوم (۲۰ میلی‌گرم در بوته) بود (جدول ۳). تنش شوری می‌تواند عملکرد و اجزای عملکرد را در گونه اسفرزه اواتا تحت‌تأثیر قرار دهد (سینگ و پال، ۲۰۰۰؛ سینگ و پال، ۲۰۰۱). تنش شوری از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و نوع گونه بر برخی صفات مورد مطالعه در سه گونه بارهنگ.

گونه گیاهی	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	محتوای آب نسبی (درصد)	کمبود آب اشباع (درصد)	عدد اسپد	منیزیم (درصد)	پتاسیم (درصد)	نسبت پتاسیم به سدیم
بارهنگ کبیر	۰	۸۷ ± ۱/۱۸	۲۱/۵ ± ۰/۹	۲۷/٦ ± ۰/۷	۰/۳۷ ± ۰/۰٦	۳/۲ ± ۰/۱۲	۳/۹ ± ۰/۲٤
	۹	۷۷/٤ ± ٥/۱	۲۰/۷ ± ٤/۹	۲۹ ± ۰/٤	۰/۳۲ ± ۰/۰۱	۳ ± ۰/۲٤	۱/۷ ± ۰/۳۲
	۱٥	۷٤/۲ ± ۱/٤	۲۳/۱ ± ۱/۳	۳۱/٥ ± ۰/۸	۰/۳۰ ± ۰/۰۲	۳/۱ ± ۰/۱۸	۱/۲ ± ۰/۱٥
	۲۱	۷۱± ٥	۲۳/۳ ± ٥	۲۸/٤ ± ۰/۸	۰/۲۳ ± ۰/۰٤	۳/۳ ± ۰/۳	۰/۹ ± ۰/۰٤
پسیلیوم	۰	٦۸/۹ ± ۱/۹	۲۹ ± ۱/٤	۲۹/۲ ± ۱/۱	۰/۳٥ ± ۰/۰۱	۲/۱ ± ۰/۱۹	۲/۱ ± ۰/۲۱
	۹	٦٤ ± ۰/۷۱	۳۳/٥ ± ۱	۲۹/۱ ± ۰/۹	۰/۳۳ ± ۰/۰۳	۱/۸ ± ۰/۰٥	۰/۸ ± ۰/۱
	۱٥	٦۳/۸ ± ٤/۸	۳٤/٤ ± ٤/٥	۲۸/۲ ± ۰/۷۷	۰/۳۱ ± ۰/۰۲	۱/٦ ± ۰/۱۳	۰/٥ ± ۰/۰۷
	۲۱	٦۱ ± ٤/۳	۳٦/۷ ± ۳/۹	۲٥/۳ ± ۱/۲	۰/۳۰ ± ۰/۰۱	۱/۷ ± ۰/۰۷	۰/٤ ± ۰/۰٦
اسفرزه اواتا	۰	۷٥/۳ ± ۲/۱	۲۳/۱ ± ۱/۸	۲۷/۸ ± ۱/۲	۰/٤۷ ± ۰/۰٦	۳/۷ ± ۰/۱۲	۳/٤ ± ۰/۲٤
	۹	۷٥/۹ ± ۳/۹	۲۳ ± ۳/٦	۲۱/۸ ± ۰/۸۲	۰/۳٦ ± ۰/۰۲	۲/٥ ± ۰/۲۳	۰/۸۸ ± ۰/۰۹
	۱٥	۷٤ ± ۰/۷۸	۲٤/۳ ± ۰/۷	۲۲ ± ۰/٤۸	۰/۳۳ ± ۰/۰۲	۲/٤ ± ۰/۰۸	۰/۷٤ ± ۰/۰۷
	۲۱	۷۱/٥ ± ۲/٥	۲٦ ± ۲/۳	۱٦/۷ ± ۰/۸۹	۰/۳۰ ± ۰/۰۳	۲/٥ ± ۰/۲۱	۰/٥۷ ± ۰/۰٥

اعداد نمایان‌گر میانگین چهار تکرار ± SE می‌باشد. با استفاده از آزمون LSD در سطح ٥ درصد.

و عملکرد گیاه تأثیر دارد (حاجلویی، ۲۰۰۹). محدودیت آبی به‌علت کاهش سطح برگ و به‌دنبال آن کاهش جذب نور و کاهش فتوسنتز جاری باعث می‌شود اختصاص مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه‌ها کاهش پیدا کند (نائینی و همکاران، ۲۰۰۶) و در نهایت افت عملکرد را به‌دنبال دارد.

نتیجه‌گیری کلی

افزایش شوری و به‌تبع آن افزایش محتوای سدیم برگ که با کاهش عملکرد سه گونه دارویی مورد مطالعه نیز همراه بود، گویای این نکته است که، غلظت بالای سدیم در محیط رشد، با بر هم زدن تعادل یونی در محیط خاک، گیاهان را از نظر تغذیه‌ای دچار مشکل می‌نماید و احتمالاً در پی آن از طریق تأثیر بر اجزاء عملکرد، عملکرد دانه را نیز کاهش می‌دهد. به‌طورکلی نتایج نشان داد که با افزایش غلظت نمک محتوای سدیم برگ افزایش و محتوای کلسیم، منیزیم و پتاسیم برگ در این سه گونه کاهش می‌یابد. بیش‌ترین عملکرد دانه در گونه بارهنگ کبیر و پس از آن در گونه اسفرزه اواتا مشاهده شد. در مجموع، با توجه به معنی‌دار نشدن اثر متقابل شوری در گونه بر عملکرد تک‌بوته و محتوای بالاتر کلروفیل، پرولین، قند محلول برگ و همچنین محتوای بالاتر عناصر کلسیم، منیزیم و پتاسیم در گونه بارهنگ کبیر نسبت به دو گونه دیگر در شرایط تنش شوری، می‌توان نتیجه گرفت که گونه بارهنگ کبیر در شرایط شور، عملکرد دانه بیش‌تری خواهد داشت، ولی با توجه به درصد پایین‌تر موسیلاژ بذر این گونه نسبت به دو گونه اسفرزه اواتا و پسیلیوم (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۱)، کشت این گونه‌ها در محیط شور مزرعه برای آگاهی از عملکرد واقعی دانه و عملکرد موسیلاژ در هکتار آن‌ها، برای تصمیم‌گیری صحیح در انتخاب گونه مناسب جهت کشت، ضروری به‌نظر می‌رسد.

منابع

Ahmadi, A., and Ceiocemardeh, A. 2004. Effect of drought stress on soluble carbohydrate, chlorophyll and proline in four adopted wheat cultivars with various climate of Iran. Iran. J. Agric. Sci. 35: 753-763.

Andriolo, J.L., Luz, G.L., Witter, M.H., Godoi, R.S., Barros, G.T., and Bortolotto, O.C. 2005. Growth and yield of lettuce plants under salinity. Hort. Brasil. 4: 931-934.

Ashraf, M., and Orooj, A. 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant (*Trachysper mumammi* L). J. Arid Environ. 64: 209-220.

Bagheri, A. 1987. Evaluation of salinity and drought stress tolerant in different Holy clover (*Onobrychis sativa*) varieties. M.Sc. Thesis in Agronomy, Industrial University of Isfahan. Pp: 45-50. (In Persian)

Banaei, M., Moameni, H.A., Bybordi, M., and Malakouti, M.J. 2005. The soils of Iran. new achievement in perception, management and use. Soil and Water Res Ins. Iran. Sana Press. (In Persian)

Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant. Soil. Physiol. 39: 205-207.

Dadkhah, A., and Griffith, H. 2006. The study of growth traits of five sugar beet cultivars under tow leveles of salt strees. J. Agric. Sci. Nature. 12: 5. 98-108.

Ehdaie B., and Shakiba, M.R. 1996. Relationship of internodes specific weight and water soluble carbohydrates in wheat. Cereal. Res Commun. 24: 1. 61-67.

Ferreira-Silva, S.L., Silveira, J., Voigt, E., Soares, L., and Viegas, R. 2008. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. Braz. J. Plant Physiol. 20: 1. 51-59.

Fischer, R.A. 2001. Selection traits for improving potential. In: Reynold, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I., and McNab, A. (eds). Application Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F., CIMMIT. Pp: 148-159.

Hajlaoui, H., El Ayeb, N., Garrec, J.P., and Denden, M. 2010. Differential effects of salt stress on osmotic adjustment and solutes allocation based on root and leaf tissue senescence of two-silage maize (*Zea mays* L.) varieties. Indust. Crop. Prod. 31: 1. 122-130.

Hak, R., Rinaderle-Zimmer, V., Lictenthalen, H.K., and Nater, L. 1993. Cholorophyll a flurescence signatures of nitrogen deficient barley leaves. Photosynthetica. 28: 151-159.

Hay, H., and Schmidhalter, U. 1997. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. J. Plant. Nut. 20: 9. 1169-1182.

Hussain, N., Ali, A., Sarwar, G., Mujeeb, F., and Tahir, M. 2003. Mechanism of salt tolerance in rice. Pedosphere. 13: 3. 233-238.

Kafee, M., Lahootee, M., Zand, E., Shareefee, H.R., and Goldanee, M. 1999. Plant physiology. Ferdowsi University of Mashhad, 456p.

Kumar, V., Shiram, V., Jawali, N., and Shitole, M.G. 2007. Differential response of indica rice genotypes to NaCl stress in relation to physiological and biochemical parameters. Arch. Agron. Soil. Sci. 53: 2. 581-592.

Lacan, D., and Durand, M. 1996. Na^{+}-K^{+} exchange at the xylem/symplast boundary. Plant Phyiol. 110: 705-711.

Lee, K.S., Choi, W.Y., Ko, J.C., Kim, T.S., and Gregorio, G.B. 2003. Salinity tolerance of japonica and Indica rice (*Oryza sativa* L.) at seedling stage. Planta. 216: 6. 1043-1046.

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant. Biol. 59: 651-681.

Mutlu, F., and Bozcuk, S. 2005. Effects of salinity on the contents of polyamines and some other compounds in sunflower plants differing in salt tolerance. Russ. J. Plant. Physiol. 52: 29-34.

Naeini, M.R., Khoshgoftarmanesh, A.H., and Fallahi, E. 2006. Partitioning of chlorine, sodium and potassium and shoot growth of three pomegranate cultivars under different levels of salinity. J. Plant. Nutur. 29: 1835-1843.

Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 153: 375-380.

Oraei, M., Tabatabaei, S.J., Fallahi, E., and Imani, A. 2009. The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond (*Prunus dulcis* Mill.) J. Hort. Sci. 23: 2. 131-140.

Papakosta, D.K., and Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for mediteraneas wheat during grain filling. Agron. J. 83: 864-870.

Rahimi, A., Madah Hoseinia, S., Puryousef, M., Sajadiniac, A.R., and Roosta, H.R. 2011. Water use and water-use efficiency of Isabgol and French psyllium in drought stress condition. Aust. J. Crop. Sci. 5: 1. 71-77.

Schutz, H., and Fangmier, E. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated Co_2 and water limitation. Environ. Pollut. 114: 187-194.

Shiro, M., Katsuya, Y., Michio, K., Mitsutaka, T., and Hiroshi, M. 2002. Relationship between the distribution of Na and the damages caused by salinity in the leaves of rice seedling grown under a saline condition. Plant Prod. Sci. 5: 269-274.

Singh, L., and Pal, B. 2001. Effect for saline water and fertility levels on yield, potassium, zinc content and uptake by Blonde Psyllium. Crop Res. 22: 424-431.

Singh, L., and Pal, B. 2000. Effect of water salinity and fertility Levels on yield attributing characters of Blonde Psyllium. Crop Res. 1: 85-90.

Szczerba, M.W., Britto, D.T., and Kronzucker, H.J. 2009. K^+ transport in plants: physiology and molecular biology. J. Plant Physiol. 166: 447-466.

Tabatabaei, S.J. 2007. Salinity stress and olive: An overview. Plant Stress. Global Science Books. 1: 1. 105-112.

Wang, D., Shanon, M.C., and Greive, C.M. 2001. Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean. Field Crop Res. 69: 267-277.

Zargari, A. 1996. Medicinal Plant. Tehran University Press. 4^{th} volume. Pp: 194-205. (In Persian)

Zeng, L., Poss, J.A., Wilson, C.D., Egregorio, G.B., and Grieve, C.M. 2003. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by physiological characters. Euphytica. 129: 3. 281-292.

EJCP., Vol. 5 (2): 145-158
http://ejcp.gau.ac.ir

Salinity effect on water relation, osmoregulators and yield of three plantago species

M. Kamkar[1] and *A. Rahimi[2]
[1]M.Sc. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, [2]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
Received: 2012-12-15; Accepted: 2012-5-13

Abstract

In order to evaluate the effect of salinity on water relation, ion accumulation, solute sugar, proline content, chlorophyll florescence and seed yield of Isabgul (*Plantago ovata*), French psyllium (*P. psyllium*) and Great plantain (*P. major*), an experiment was conducted at Vali-e-Asr University of Rafsanjan in 2010. This study was carried out as factorial experiment based on randomized complete block design with four replications. Treatments were included four salinity levels (9, 15 and 21 dS/m and control with distilled water) and three plantago species (*Plantago ovata*, *P. psyllium* and *P. major*). Results showed significant effect of salinity, species and interaction between them on relative water content (RWC) which was decreased in response of higher salinity in all species with different trend in species. Higher concentrations of salt led to higher leaf Na^{+} content and lower K^{+}, Ca^{++} and Mg^{++} content. Despite of species, Proline content and solute sugar were not significantly affected by salinity in all species. The highest and the lowest seed yield of great plantain were observed in control and 21 dS/m, respectively. No seed harvested from French psyllim in 21 dS/m. In general, among three species, great plantain had higher stability in ion balances, RWC and seed yield in salinity condition.

Keywords: Proline; Chlorophyll florescence; Ion relation; Soluble sugar

*Corresponding author; Email: rahimiasg@gmail.com