

The effect of salicylic acid and nitrogen consumption on the concentration of nutrients in wheat at different salinity levels

Gh. Ghorbani Nasrabadi¹, E. Dordipour², M. Baranimotlagh², E. Malekzadeh*³ and A. Gharanjiki⁴

1. M.Sc. Graduate of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Associate Professor, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Assistant Professor, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4. Assistant Professor, Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

Received: 2 August 2020

Accepted: 23 September 2020

Abstract

Introduction: Salinity is one of the most important environmental stresses limiting agricultural production in arid and semi-arid regions, which occupies a relatively large area of arable land. Nutrient availability is decreased in saline conditions in soil solution and plant nutrient balance is changed. Nitrogen fertilizer management, as an essential nutrient for plant growth, is very important under salinity stress. Also, salicylic acid is a plant growth regulator involved in defense mechanisms of plants against biotic and abiotic stresses. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of salinity on the concentration of nutrients in wheat in response to salicylic acid consumption at different levels of nitrogen.

Materials and Methods: In order to investigate the effects of salicylic acid and nitrogen fertilizer application rates at different salinity levels on nutrient concentration of wheat *cv.* Morvarid, an experiment was conducted as a split plot factorial based on a randomized complete block design with four replications in the fields of Mazraeh-E-Nemooneh located in Anbarolum, Aq Qala city, Golestan Province. The main factor included three soil salinity levels (3-4 below wheat tolerance threshold (control), 9-11 and 13-15 dS.m⁻¹) and subfactors included two levels of salicylic acid (0 and 1.5 mM) and three levels of N fertilizer (from urea source, 46% N) were 1) N based on soil test recommendation, 2) 30% N more than soil test recommendation and 3) 30% N less than soil test recommendation, respectively. Salicylic acid was foliar applied twice for about 2 weeks in the tillering stage with its content determined 10 days after the second stage spraying. Nitrogen treatments were applied in three stages, one third before planting with ammonium sulfate (21% N) and the remaining top-dressed with urea (46% N) at tillering and stem elongation stages. At the emergence stage of the cluster or the beginning of flowering of wheat, the amount of nitrogen in the flag leaf was measured. The concentrations of nitrogen, potassium and sodium in grain and straw were also measured by standard methods.

Results and Discussion: The results showed that by increasing salinity, the flag leaf N concentration, N and K concentration of wheat straw and seed decreased. However, Na concentration of straw and seeds increased. With increasing N and salicylic acid consumption,



the concentration of N flag leaf, the seed and straw N and K concentrations increased, but the concentration of Na in seed and straw decreased.

The interaction of salinity, salicylic acid and nitrogen on seed N and K concentrations and on flag leaf N concentration was significant but there was no significant effect on other measured elements. Comparison of the mean of simple effects of salinity on the evaluated elements indicates a significant reduction of all studied elements due to salinity treatment. Also, comparison of the mean of simple effects of nitrogen fertilizer showed that all elements were affected by the treatment. The results of mean comparison showed a positive and significant effect of salicylic acid on the leaf N concentration of the flag leaf, so that the N concentration in the flag leaf in a 1.5 mM salicylic acid treatment significantly increased compared to the non-use treatment.

Conclusion: According to the results, more nitrogen consumption at moderate salinity can have a positive effect on plant nutrition. On the contrary, at high salinity levels, it is better to reduce nitrogen consumption. The interactions of salicylic acid and nitrogen showed that in general nitrogen treatments with salicylic acid increased the N concentration of seed and straw. Nitrogen fertilization at higher and medium salinity levels increased the concentration of N and K in straw and seeds. However, at high salinity, less nitrogen fertilization improved the concentration of N and K. Also, nitrogen application with salicylic acid improved these traits under saline conditions. Therefore, the application of salicylic acid and nitrogen fertilizer management to some extent reduced the adverse effects of salinity up to moderate salinity levels and improved plant nutrition by increasing plant tolerance to salinity.

Key words: *Salicylic acid, salinity stress, wheat, nitrogen fertilizer management*

تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک و نیتروژن بر غلظت عناصر غذایی در گیاه گندم در سطوح مختلف شوری

قاسم قربانی نصرآبادی^۱، اسماعیل دردی پور^۲، مجتبی بارانی مطلق^۲، الهام ملک‌زاده^{۳*} و عبدالرضا قرنجیکی^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴- استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخچه مقاله

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۲

کلمات کلیدی:

اسید سالیسیلیک،

تنش شوری،

گندم،

مدیریت کوددهی نیتروژن

چکیده

شوری یکی از تنش‌های محیطی بسیار مهم است. در شرایط شوری، فرآهمی عناصر غذایی در محلول خاک کاهش یافته و منجر به اختلال در تغذیه و برهم خوردن تعادل عناصر غذایی گیاه می‌گردد. مدیریت کوددهی نیتروژن به عنوان عنصر ضروری برای رشد گیاهان در شرایط تنش شوری بسیار حائز اهمیت است. اسید سالیسیلیک یک تنظیم کننده رشد گیاهی است که در سازوکارهای دفاعی گیاهان در مقابل تنش‌ها دخیل است. به منظور بررسی اثرات اسید سالیسیلیک و سطوح مختلف نیتروژن در شوری‌های مختلف اراضی شرکت سهامی مزرعه نمونه واقع در انبار الوم شهرستان آق‌قلا، استان گلستان بر غلظت عناصر غذایی گندم، آزمایشی به صورت اسپلت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل سه سطح شوری خاک، (۴-۳ زیر سطح آستانه تحمل گندم (شاهد)، ۱۱-۹ و ۱۳-۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتورهای فرعی شامل دو سطح اسید سالیسیلیک (۰ و ۱/۵ میلی مولار) و سه سطح کود نیتروژن (از منبع اوره ۴۶ درصد) شامل (۱) توصیه آزمون خاک، (۲) ۳۰٪ بیشتر از توصیه آزمون خاک (۳) ۳۰٪ کمتر از توصیه آزمون خاک، بود. اسید سالیسیلیک بصورت دو بار محلول پاشی در مرحله پنجه زنی به فاصله حدود ۲ هفته انجام شد. تیمارهای نیتروژنی در سه مرحله -یک سوم قبل از کاشت از سولفات آمونیوم (۲۱ درصد) و دو بار سرک در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌روی از اوره (۴۶ درصد) - اعمال شد. نتایج نشان داد با افزایش شوری غلظت N برگ پرچم، N و K کاه و دانه گندم کاهش یافت. ولی غلظت Na کاه و دانه افزایش یافت. با افزایش مصرف نیتروژن و اسید سالیسیلیک، غلظت N برگ پرچم، غلظت N و K

* عهده دار مکاتبات

E-mail: malekzadeh.elham@gmail.com

دانه و کاه افزایش ولی غلظت Na دانه و کاه کاهش یافت. استفاده توام اسید سالیسیلیک و نیتروژن غلظت N دانه و کاه را افزایش و غلظت Na در دانه را کاهش داد. در سطح شوری زیاد و در سطوح اسید سالیسیلیک در تمام تیمارهای کودی نیتروژن، اختلاف معنی‌داری در غلظت N دانه وجود نداشت. اما در مصرف توام اسید سالیسیلیک و مصرف کمتر نیتروژن، غلظت N دانه بیشتر بود. بنابراین، مصرف نیتروژن بیشتر از توصیه کودی به همراه اسید سالیسیلیک در سطح متوسط شوری می‌تواند اثر مثبت بر تغذیه گیاه داشته باشد و برعکس در سطح شوری زیاد بهتر است مصرف نیتروژن کاهش یابد.

مقدمه

شوری خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که کشاورزی دنیا با آن روبروست (۱). حدود هفت درصد مساحت کره زمین و پنج درصد خاک‌های قابل کشت دنیا تحت تاثیر شوری قرار دارد. در ایران خاک‌های شور و قلیایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک توسعه زیادی دارد و سطحی معادل ۲۵ میلیون هکتار از اراضی کشور را شامل می‌شود (۲). تاثیر محیط‌های شور بر گیاهان شامل کاهش پتانسیل آب ناشی از وجود نمک‌ها در محیط ریشه، اثر سمیت یون‌ها به ویژه یون‌های سدیم و کلر و عدم تعادل یونی بین یون‌های سدیم، کلر، پتاسیم، نترات و فسفات می‌باشد (۳). پایین‌تر بودن فعالیت عناصر غذایی در خاک‌های شور، عدم تعادل عناصر غذایی را در گیاهان تحت تنش شوری موجب می‌شود و در نتیجه ممکن است اختلال تغذیه‌ای در آن‌ها تشدید شود (۴). تنش شوری موجب کمبود برخی عناصر پرمصرف می‌شود و جذب نیتروژن را بیشتر از سایر عناصر تحت تاثیر قرار می‌دهد (۵، ۶ و ۷). پژوهش‌ها نشان می‌دهد، واکنش گیاه به کودهای مصرفی به میزان تنش در محیط ریشه بستگی دارد. در شوری‌های پایین، کمبود عناصر غذایی می‌تواند عامل اصلی محدودکننده رشد گیاه باشد و در شوری‌های متوسط و زیاد، اثر محدودکنندگی شوری رشد گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (۸). مطالعات اثر متقابل شوری و نیتروژن در خاک‌هایی که کمبود نیتروژن دارند نشان داده که افزودن نیتروژن، وضعیت تغذیه‌ای تعداد زیادی از گیاهان مانند گندم،

یونجه، لوبیا، هویج، گوجه‌فرنگی، ذرت، شبدر، حبوبات، ارزن و برنج را هنگامی که درجه شوری خیلی شدید نبوده است، بهبود بخشیده است (۹). مصرف نیتروژن بالاتر از حد بهینه مورد نیاز گیاهان مختلف در شرایط تنش شوری باعث افزایش جذب عناصر غذایی ضروری می‌شود (۱۰). کاربرد کودهای نیتروژنی در شرایط شور باعث کاهش مقدار سدیم و کلر و افزایش پتاسیم در گیاه سورگوم شد (۱۱). اسید سالیسیلیک یکی از ترکیبات فنولی است که توسط سلول‌های گیاهان تولید می‌شود و ترکیبات این گروه می‌تواند به عنوان تنظیم‌کننده رشد عمل کنند (۱۲). علاوه بر این اسید سالیسیلیک را می‌توان در دسته هورمون‌های گیاهی قرار داد (۱۳). نقش اسید سالیسیلیک در بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه مانند مقادیر پروتئین‌های محلول، پرولین، رنگیزه‌های فتوسنتزی و میزان هورمون‌های گیاهی و در نتیجه بهبود تغذیه گیاه در شرایط تنش شوری در بسیاری از گیاهان مانند جو و گندم نشان داده شده است (۱۴ و ۱۵) با این وجود، اتفاق نظر کلی در مورد غلظت بهینه برای استفاده از اسید سالیسیلیک وجود ندارد (۱۶). اختر و همکاران^۱ (۱۷) گزارش دادند که کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط شوری فعالیت آنزیم‌های نترات و نیتريت رداکتاز را افزایش می‌دهد که در نتیجه سبب بهبود وضعیت نیتروژن در گیاه گردید. حیات و همکاران^۲ (۱۸) بیان نمودند محلول پاشی اسید سالیسیلیک غلظت و

1- Akhtar et al.

2- Hayat et al.

کودی هنگام کاشت مصرف شد. مقادیر کودی برای تیمار توصیه کودی (۲۳) در مرحله اول سرک ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۹۰ کیلوگرم اوره، مرحله دوم سرک ۸۰ کیلوگرم کود خالص نیتروژن معادل ۱۸۰ کیلوگرم اوره بود. مقادیر کودی برای ۳۰٪+ مرحله اول سرک ۵۲ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۱۱۵ کیلوگرم اوره، مرحله دوم سرک ۱۰۴ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۲۳۵ کیلوگرم کود اوره بود. مقادیر کودی برای تیمار ۳۰٪- مرحله اول سرک ۲۸ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۶۵ کیلوگرم کود اوره، مرحله سرک دوم ۵۶ کیلوگرم نیتروژن خالص معادل ۱۱۵ کیلوگرم کود اوره بود. گندم‌ها در کرت‌های به ابعاد $۶ \times ۱/۴$ مترمربع در ۷ ردیف کشت شد. فاصله کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب ۱ و ۲ متر بود. تیمارهای کود نیتروژنی در سه مرحله - (یک سوم قبل از کاشت از کود سولفات آمونیوم (۲۱) درصد) و دو مرحله کود سرک در مرحله پنجه‌زنی و مرحله ساقه روی از کود اوره (۴۶ درصد) اعمال شد. بقیه عناصر شامل فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم قبل از کاشت بر اساس نتایج آزمون خاک بطور یکسان در همه کرت‌ها افزوده شد. اسید سالیسیلیک بصورت دو بار محلول پاشی در مرحله پنجه زنی به فاصله حدود ۲ هفته انجام شد. برداشت بصورت کف بر از ۳ خط وسط پس از حذف ۱/۵ متر از ابتدا و انتهای کرت (۱/۸ مترمربع) به عنوان اثر حاشیه‌ای انجام شد. نمونه‌های برگ‌گی از خطوط ۲ و ۶ تهیه شد. در مرحله ظهور خوشه یا ابتدای گلدهی گندم مقدار نیتروژن در برگ پرچم اندازه‌گیری شد. غلظت عناصر نیتروژن (۲۴)، پتاسیم و سدیم در دانه و کاه (۲۵) نیز به روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسات میانگین (SAS-MEANS) داده‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها نیز با نرم افزار اکسل انجام گردید.

جذب نیتروژن در نخود را افزایش دادند. کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاه جو در تنش شوری باعث کاهش سدیم و افزایش مقدار پتاسیم، کلسیم، نیتروژن، آهن شد و کاهش جذب سدیم در کاهش آسیب به غشاء سلولی موثر است (۱۵). پژوهش‌های زیادی در رابطه با اثر اسید سالیسیلیک بر القای تحمل شوری در مراحل رشد اولیه گونه‌های گیاهی مختلف تحت شرایط کنترل‌شده انجام شده است، با این وجود پژوهش‌های اندکی در زمینه سطح بهینه مصرف اسید سالیسیلیک و کودهای نیتروژنی در شرایط تنش شوری در مزرعه انجام شده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تاثیر شوری بر غلظت عناصر غذایی گیاه گندم رقم مروارید، در پاسخ به مصرف اسید سالیسیلیک در سطوح مختلف نیتروژن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در اراضی شرکت سهامی مزرعه نمونه واقع در انبار الوم شهرستان آق قلا، استان گلستان با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه، ۷ دقیقه و ۲ ثانیه شمالی و ۵۴ درجه، ۳۶ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی انجام شد. نمونه برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری زمین گرفته شد و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متر برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد (جدول ۱). درصد کربنات کلسیم معادل (آهک) (۱۹)، نیتروژن خاک (۲۰)، فسفر قابل جذب (۲۱) و پتاسیم قابل جذب (۲۲) به روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. این آزمایش به صورت اسپلت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل سه سطح شوری خاک (۳-۴) زیر سطح آستانه تحمل گندم (شاهد)، ۹-۱۱ و ۱۳-۱۵ دسی زیمنس بر متر) و فاکتورهای فرعی شامل دو سطح اسید سالیسیلیک (۰ و ۱/۵ میلی مولار) و سه سطح کود نیتروژن (از منبع اوره ۴۶ درصد) شامل (۱) توصیه آزمون خاک، (۲) ۳۰٪ بیشتر از توصیه آزمون خاک و (۳) ۳۰٪ کمتر از توصیه آزمون خاک، بود. کودهای نیتروژنه در سه مرحله به گیاه داده شد. مقدار ۱۵ کیلوگرم نیتروژن در همه تیمارهای

نتایج و بحث

($P \leq 0/01$) و بر غلظت سدیم دانه در سطح پنج درصد ($P \leq 0/05$) معنی دار شد ولی بر سایر ویژگی های اندازه گیری شده اثر معنی دار نداشت. اثر متقابل سه فاکتور شوری، اسید سالیسیلیک و نیتروژن بر غلظت نیتروژن و پتاسیم دانه در سطح یک درصد ($P \leq 0/01$) و بر غلظت نیتروژن برگ پرچم در سطح پنج درصد ($P \leq 0/05$) معنی دار شد ولی بر سایر عناصر اندازه گیری شده اثر معنی داری نداشت.

مقایسه میانگین اثرات ساده شوری بر عناصر مورد ارزیابی حاکی از کاهش معنی دار تمامی عناصر مورد مطالعه در اثر تیمار شوری می باشد. همچنین مقایسه میانگین اثرات ساده کود نیتروژنی نشان داد تمامی عناصر تحت تاثیر تیمار قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین حاکی از تاثیر مثبت و معنی دار اسید سالیسیلیک بر غلظت نیتروژن برگ پرچم بود، به طوری که غلظت نیتروژن در برگ پرچم در تیمار ۱/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با تیمار عدم استفاده از آن افزایش معنی دار داشت. اسید سالیسیلیک تاثیر معنی داری بر افزایش نیتروژن کاه، نیتروژن دانه و پتاسیم دانه همچنین بر کاهش غلظت سدیم در کاه و دانه و پتاسیم کاه داشت. اثرات متقابل شوری و سطوح کودی مختلف نیتروژن بر غلظت نیتروژن (شکل ۱-ا) و پتاسیم دانه (شکل ۱-ب)، نیتروژن (شکل ۱-ج) و سدیم کاه (شکل ۱-د) نشان داده شده است.

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر اصلی شوری بر غلظت نیتروژن، سدیم و پتاسیم دانه و کاه و شوری خاک در سطح یک درصد ($P \leq 0/01$)، و بر غلظت نیتروژن برگ پرچم در سطح پنج درصد ($P \leq 0/05$) معنی دار شد. اثر اسید سالیسیلیک بر غلظت نیتروژن و سدیم دانه، غلظت نیتروژن، سدیم و پتاسیم کاه در سطح یک درصد ($P \leq 0/01$) و بر غلظت پتاسیم دانه و غلظت نیتروژن برگ پرچم در سطح پنج درصد ($P \leq 0/05$) معنی دار بود. اثر نیتروژن بر غلظت نیتروژن و سدیم دانه و غلظت نیتروژن کاه و برگ پرچم در سطح یک درصد ($P \leq 0/01$) و بر غلظت پتاسیم دانه و غلظت سدیم و پتاسیم کاه در سطح پنج درصد ($P \leq 0/05$) معنی داری بود. اثر متقابل شوری و اسید سالیسیلیک بر غلظت نیتروژن، سدیم و پتاسیم دانه و غلظت نیتروژن و سدیم کاه در سطح یک درصد ($P \leq 0/01$) معنی - دار و بر غلظت پتاسیم کاه، غلظت نیتروژن برگ پرچم و شوری خاک معنی دار نبود. اثر متقابل شوری و نیتروژن بر غلظت نیتروژن و پتاسیم دانه و غلظت نیتروژن و سدیم کاه در سطح یک درصد ($P \leq 0/01$) معنی دار بود اما بر غلظت سدیم دانه، غلظت پتاسیم کاه، غلظت نیتروژن برگ پرچم و شوری خاک تاثیر معنی دار نداشت. اثر متقابل اسید سالیسیلیک و نیتروژن بر غلظت نیتروژن دانه و کاه در سطح یک درصد

جدول (۱) برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مزرعه نمونه
Table (1) Some physical and chemical properties of Mazraeh-E-Nemooneh

نمونه خاک مزرعه	*هدایت الکتریکی	pH	درصد مواد خنثی شونده	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	رس	سیلت	شن	بافت
Soil samples	Electrical conductivity		Total Neutralizing Value(TNV)	Organic carbon(OC)	Total N	Available P	Available K	Clay	Silt	Sand	Texture
	dS.m ⁻¹	-	%	%	%	mg/kg	mg/kg	%	%	%	-
1	3-4	7.8	17.5	0.60	0.06	8.5	280	22	70	8	Silt loam
2	9-11	7.7	18.5	0.92	0.09	12.3	400	26	62	12	Silt loam
3	13-15	8.2	20.5	0.82	0.08	7.9	340	16	80	4	Silt loam

* هدایت الکتریکی مزرعه های منتخب در محدوده ۴-۳، ۱۱-۹ و ۱۵-۱۳ دسی زیمنس بر متر بود

جدول (۲) نتایج تجزیه واریانس بر غلظت عناصر در گیاه گندم و شوری خاک

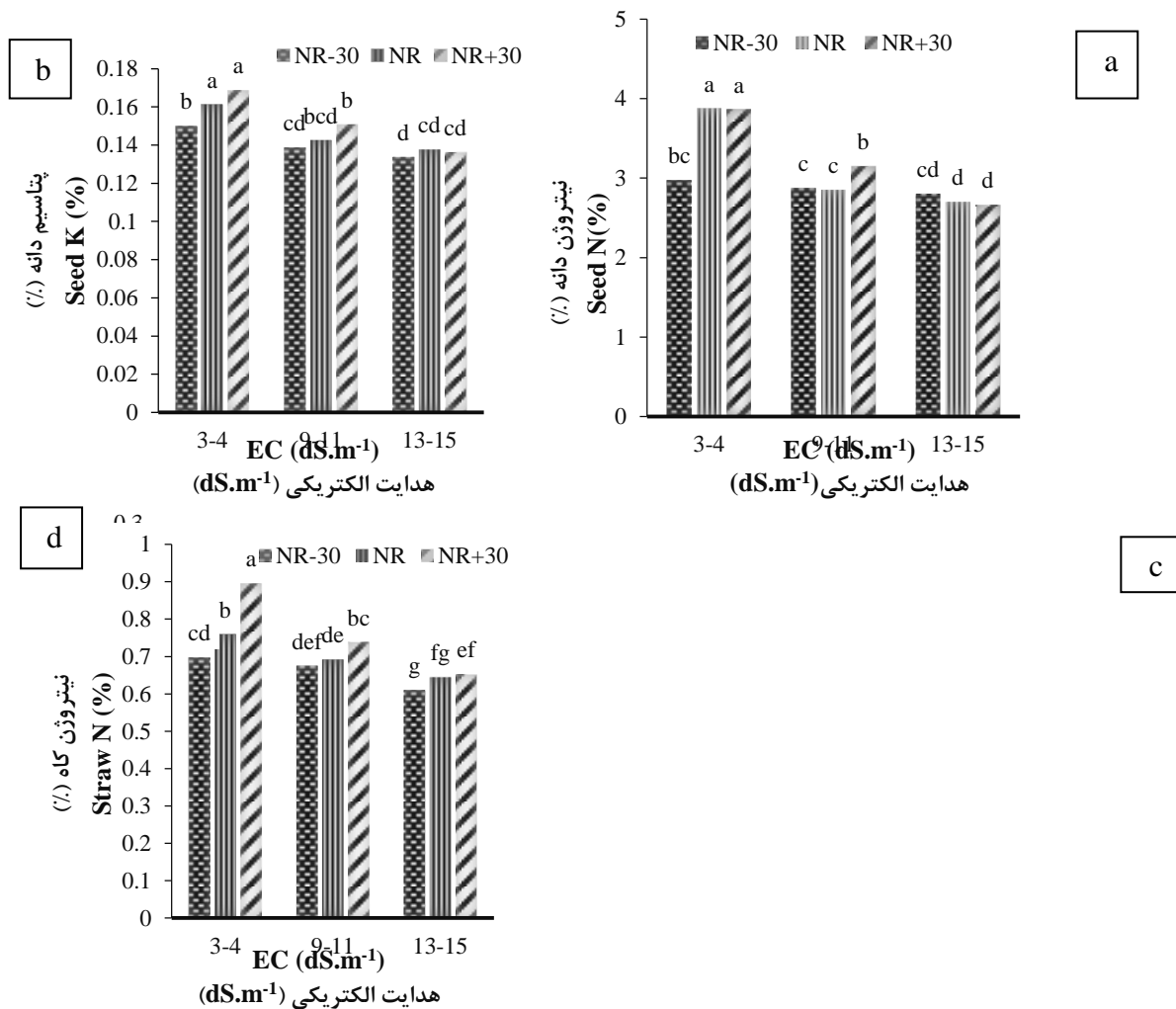
Table (2) Analysis of variance on the nutrients concentration of the wheat and soil salinity average of squares

هدایت الکتریکی خاک در طول کشت Soil EC during cultivation	غلظت عناصر در دانه The concentration of nutrients in the seed			غلظت عناصر در کاه Concentration of nutrients in straw			غلظت عناصر در برگ Concentration of nutrients in the flag leaf		درجه آزادی Df	منبع تغییرات Source of changes	
	متوسط Average	بعد از برداشت After harvesting	بعد از کشت After cultivation	K	Na	N	K	Na			N
0.03 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.021 ^{ns}	0.00009 ^s	0.001*	0.02 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.0003*	0.188*	3	تکرار Replication
774**	772**	778**	0.0036**	0.0054*	4.45**	0.027**	0.067**	0.12**	0.182*	2	شوری Salinity
0.08	0.08	0.1	0.0002	0.0001	0.017	0.001	0.0002	0.002	0.024	6	خطای اول First Error
0.01 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.00045	0.0003*	4.1**	0.019**	0.012**	0.19**	0.281*	1	اسید سالیسیلیک Salicylic acid
0.005 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.0003*	0.0003*	1.04**	0.0045*	0.0027*	0.069**	0.005 ^{ns}	2	نیتروژن N
0.06 ^{ns}	0.017 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.0015**	0.0001*	0.27**	0.0001 ^{ns}	0.003**	0.02**	0.012 ^{ns}	2	شوری × اسید سالیسیلیک Salinity × Salicylic acid
0.09 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.003**	0.00005 ^{ns}	0.6**	0.0013 ^{ns}	0.0007 ^{ns}	0.018**	0.054 ^{ns}	4	شوری × نیتروژن Salinity × N
0.02 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.00007 ^s	0.0001*	0.4**	0.0007 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.02**	0.028 ^{ns}	2	اسید سالیسیلیک × نیتروژن Salicylic acid × N
0.09 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.0008**	0.00006 ^{ns}	0.44**	0.0002 ^{ns}	0.0004 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.314*	4	شوری × اسید سالیسیلیک Salinity × salicylic acid × N
0.08	0.1	0.11	0.00009	0.00003 ^s	0.05	0.0005	0.0002	0.001	0.093	45	خطا Error
3.3	3.7	3.6	6.5	11.2	7.4	7.4	7.4	5.9	7.7		منبع تغییرات CV (%)

* و ** یعنی در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار است.

*And ** means that it is significant at the probability level of 5 and 1%.

قربانی نصرآبادی و همکاران: تاثیر کاربرد اسید سالیسیلیک و نیتروژن...



شکل (1) اثر متقابل شوری و نیتروژن بر غلظت نیتروژن دانه (a)، پتاسیم دانه (b)، نیتروژن کاه (c)، و سدیم کاه (d). به ترتیب NR، NR+30 و NR-30 عبارتند از تیمار نیتروژن توصیه کودی، ۳۰ درصد نیتروژن بیشتر از توصیه کودی و ۳۰ درصد نیتروژن کمتر از توصیه کودی

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌دار ندارند.

Fig (1) Interaction of Salinity and Nitrogen on seed N (a), seed K (b), straw N (c) and straw Na (d) concentration. NR, NR+30 and NR-30 are representing N based on fertilizer recommendation, 30% N more than fertilizer recommendation and 30% N less than fertilizer recommendation, respectively.

Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD-test at $P \leq 0.05$

کودی (NR-30) در همین سطح شوری غلظت نیتروژن دانه کاهش معنی‌داری یافت. در شوری متوسط ۹-۱۱ ($dS.m^{-1}$) بیشترین غلظت نیتروژن دانه مربوط به تیمار ۳۰ درصد نیتروژن بیشتر از توصیه کودی بود و در دو تیمار دیگر کاهش معنی‌دار غلظت نیتروژن دانه مشاهده گردید. در سطح شوری زیاد ۱۳-۱۵ ($dS.m^{-1}$) بیشترین غلظت نیتروژن دانه مربوط به تیمار ۳۰ درصد

به‌طورکلی با افزایش شوری از کم به زیاد غلظت نیتروژن دانه کاهش یافت ولی اثر نیتروژن در سطوح شوری بر غلظت نیتروژن دانه یکسان نبود. در سطح شوری کم ۳-۴ ($dS.m^{-1}$) تیمار نیتروژن توصیه کودی (NR) و تیمار ۳۰ درصد نیتروژن بیشتر از توصیه کودی (NR+30)، بیشترین غلظت نیتروژن دانه مشاهده شد ولی در تیمار ۳۰ درصد نیتروژن کمتر از توصیه

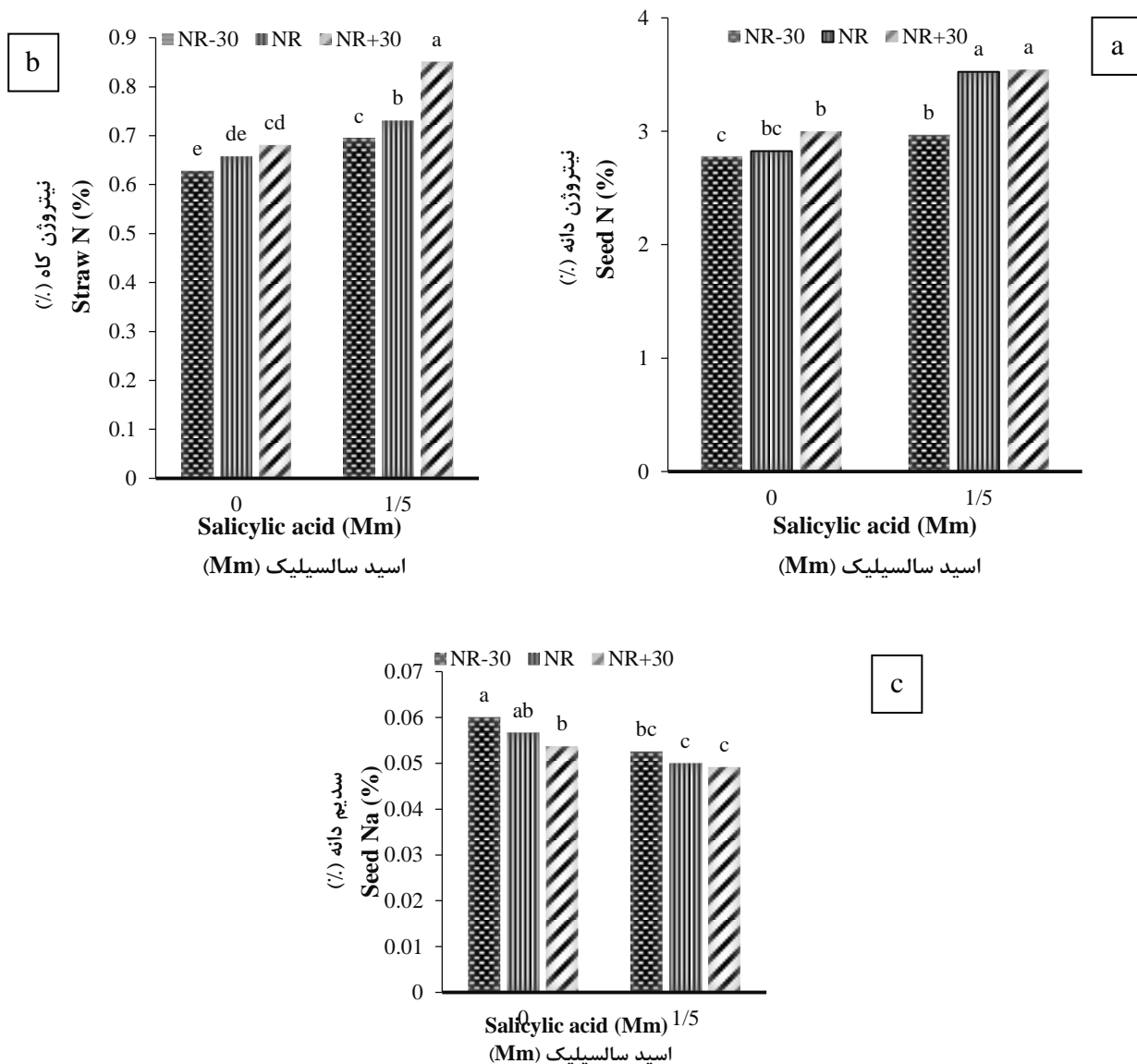
نیترژن کمتر از توصیه کودی بود ولی از لحاظ آماری با تیمارهای کودی دیگر تفاوت معنی داری نداشت. بنابراین، مصرف بیشتر نیترژن در سطح متوسط شوری می تواند اثر مثبتی بر تغذیه گیاه داشته باشد و برعکس در سطوح شوری زیاد بهتر است مصرف نیترژن کاهش یابد. اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و نیترژن نشان دادند که به طور کلی تیمارهای نیترژنی به همراه اسید سالیسیلیک غلظت نیترژن دانه (شکل ۲-a) و کاه (شکل ۲-b) را افزایش دادند. تیمار ۳۰ درصد نیترژن کمتر از توصیه کودی (NR-30) در شرایط عدم استفاده از اسید سالیسیلیک، کمترین غلظت نیترژن کاه را داشت ولی مصرف توام اسید سالیسیلیک و نیترژن غلظت نیترژن کاه را بهبود بخشید. همچنین به طور کلی استفاده توام اسید سالیسیلیک و نیترژن سبب کاهش جذب سدیم در دانه گیاه شده است. (شکل ۲-c).

در شرایط شوری افزایش غلظت یون سدیم و کلر باعث عدم تعادل یونی، سمیت یونی و کاهش جذب عناصر غذایی می شود. شوری از چند طریق به گیاهان آسیب می رساند، نخست از طریق سمیت ویژه یون هایی چون سدیم و کلر که یون های غالب در خاک های شور می باشند و موجب مختل شدن فرآیندهای فتوسنتز، تنفس، سنتز پروتئین و در نهایت کاهش جذب عناصر مختلف می شوند (۲۶). علاوه بر این شوری سبب وقوع فشار اسمزی می گردد که حاصل آن کاهش انرژی آزاد آب و صرف انرژی بیشتر توسط گیاه به منظور جذب آب می باشد، یون هایی مانند کلر و سدیم می توانند ضمن ایجاد سمیت در گیاه، بر سازوکار جذب عناصر غذایی در گیاه اختلال ایجاد کنند. وجود این یون ها سبب برهم خوردن تعادل عناصر غذایی موجود در خاک شده و در نهایت جذب و انتقال عناصر ضروری مانند کلسیم و پتاسیم مختل می شود (۲۷). در این مورد و عبدالزاده و همکاران^۱ (۲۰۰۶) نیز کاهش جذب نیترژن و پتاسیم و افزایش جذب سدیم و کلر در اندام هوایی و ریشه کلزا را در نتیجه افزایش شوری گزارش کردند (۲۸).

نیترژن کمتر از توصیه کودی بود ولی از لحاظ آماری با تیمارهای کودی دیگر تفاوت معنی داری نداشت. بنابراین، مصرف بیشتر نیترژن در سطح متوسط شوری می تواند اثر مثبتی بر تغذیه گیاه داشته باشد و برعکس در سطوح شوری زیاد بهتر است مصرف نیترژن کاهش یابد. اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و نیترژن نشان دادند که به طور کلی تیمارهای نیترژنی به همراه اسید سالیسیلیک غلظت نیترژن دانه (شکل ۲-a) و کاه (شکل ۲-b) را افزایش دادند. تیمار ۳۰ درصد نیترژن کمتر از توصیه کودی (NR-30) در شرایط عدم استفاده از اسید سالیسیلیک، کمترین غلظت نیترژن کاه را داشت ولی مصرف توام اسید سالیسیلیک و نیترژن غلظت نیترژن کاه را بهبود بخشید. همچنین به طور کلی استفاده توام اسید سالیسیلیک و نیترژن سبب کاهش جذب سدیم در دانه گیاه شده است. (شکل ۲-c).

اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و شوری نشان می دهد که اسید سالیسیلیک اثر مثبتی بر افزایش غلظت نیترژن (شکل ۳-a)، پتاسیم دانه (شکل ۳-b) و نیترژن کاه (شکل ۳-c) دارد و همچنین موجب کاهش سدیم دانه (شکل ۳-d) و کاه (شکل ۳-e) می شود. از این داده ها می توان دریافت که استفاده از اسید سالیسیلیک در شرایط شوری به فرآهمی عناصر مورد نیاز گیاه کمک کرده و موجب کاهش اثر منفی شوری می گردد.

نتایج مقایسات میانگین داده ها نشان داد که اثر متقابل سه عامل شوری × اسید سالیسیلیک × نیترژن بر غلظت نیترژن دانه معنی دار بود (جدول ۳). به طوری که در تیمار شوری کم و نیترژن توصیه کودی (NR) و سطح ۱/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک بیشترین غلظت نیترژن دانه مشاهده شد. همچنین در سطح ۳۰ درصد نیترژن بیشتر از توصیه کودی (NR+30)، غلظت نیترژن دانه در تیمار اسید سالیسیلیک ۱/۵ میلی مولار بیشتر شد و در تیمار ۳۰ درصد نیترژن کمتر از توصیه کودی (NR-) اختلاف معنی داری بین سطوح اسید سالیسیلیک وجود نداشت. در سطح شوری متوسط بیشترین غلظت

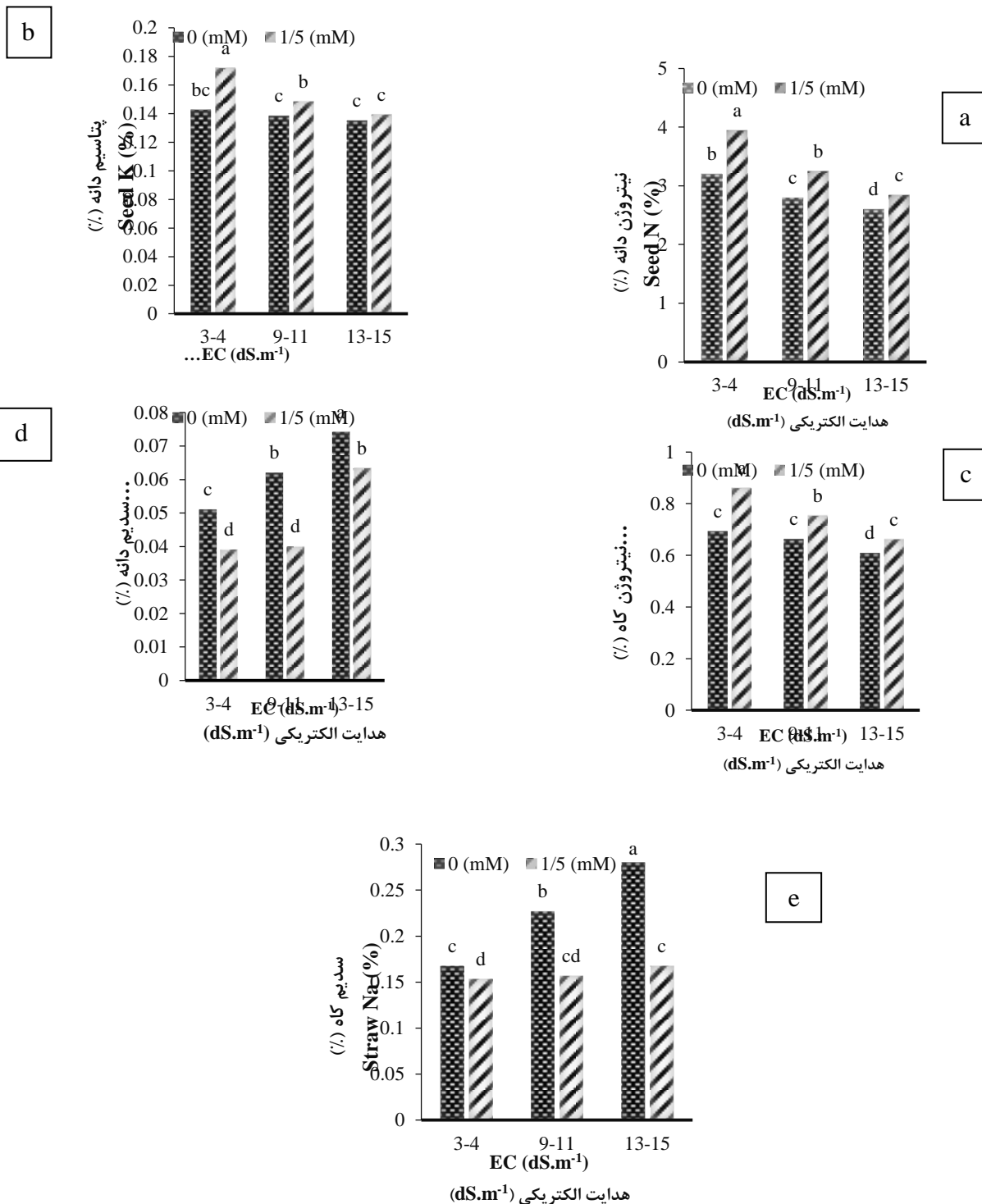


شکل (۲) اثر متقابل اسید سالیسیلیک و نیتروژن بر غلظت نیتروژن دانه (a) و کاه (b)، و غلظت سدیم دانه (c). به ترتیب NR، NR+30 و NR-30 عبارتند از تیمار نیتروژن توصیه کودی، ۳۰ درصد نیتروژن بیشتر از توصیه کودی و ۳۰ درصد نیتروژن کمتر از توصیه کودی

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌دار ندارند.

Fig (2) Interaction of Salicylic acid and Nitrogen on seed (a) and straw (b) N concentrations and seed Na concentration (c). NR, NR+30 and NR-30 are representing N based on fertilizer recommendation, 30% N more than fertilizer recommendation and 30% N less than fertilizer recommendation, respectively.

Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD-test at $P \leq 0.05$



شکل (۳) اثر متقابل اسید سالیسیلیک و شوری بر غلظت نیتروژن (a)، سدیم (b)، و پتاسیم (c) دانه، و غلظت نیتروژن (d) و سدیم (e) کاه. به ترتیب NR، NR+30 و NR-30 عبارتند از تیمار نیتروژن توصیه کودی، ۳۰ درصد نیتروژن بیشتر از توصیه کودی و ۳۰ درصد نیتروژن کمتر از توصیه کودی.

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌دار ندارند.
 Fig (3) Interaction of Salicylic acid and Salinity on seed N (a), Na (b), K (c) concentrations, and straw N (d), and Na (e) concentrations. NR, NR+30 and NR-30 are representing N based on fertilizer recommendation, 30% N more than fertilizer recommendation and 30% N less than fertilizer recommendation, respectively.

Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD-test at $P \leq 0.05$

جدول (۳) مقایسه میانگین اثر سه عامل شوری × اسید سالیسیلیک × نیتروژن بر غلظت نیتروژن دانه (%)

Table (3) Interaction of three factors Salinity × Salicylic acid × N on seed nitrogen concentration (%)

N (Kg)			اسید سالیسیلیک (mM)	هدایت الکتریکی
NR+30	NR	30-NR	Salicylic acid (mM)	(dS.m ⁻¹)
				EC (dS.m ⁻¹)
3.5 c	3.1 ed	3.0 def	0	3-4
4.2 b	4.6 a	3.0 def	1.5	
2.8 h- d	2.8 h- e	2.8 h- d	0	9-11
3.5 c	3.1 d	3.1 d	1.5	
2.5 h	2.6 gh	2.7 fgh	0	13-15
2.8 h- d	2.8 h- d	2.9 g- d	1.5	

به ترتیب NR، NR+30 و NR-30 عبارتند از تیمار نیتروژن توصیه کودی، ۳۰ درصد نیتروژن بیشتر از توصیه کودی و ۳۰ درصد نیتروژن کمتر از توصیه کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌دار ندارند.

NR, NR+30 and NR-30 are representing N based on fertilizer recommendation, 30% N more than fertilizer recommendation and 30% N less than fertilizer recommendation, respectively. Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD-test at $P \leq 0.05$

واکوئلی توسط کلرید جابگزین می‌شود که احتمالاً پیامد آن آزادسازی مقداری نیتروژن نیتراتی برای رشد و سوخت و ساز گیاه خواهد بود. از سوی دیگر، شوری می‌تواند موجب ساخته شدن مقادیر زیادی ترکیبات سازگار نیتروژن دار مانند گلوسین بتائین (و در برخی موارد نیز پرولین) و تجمع آمیدها و پلی‌آمین‌ها شود. همچنین امکان دارد محل احیای نیترات از برگ‌ها به ریشه‌ها تغییر پیدا کند که در نتیجه، انتقال نیترات به بخش هوایی نیز دست خوش تغییر خواهد شد. مورد اخیر رابطه مستقیمی با گردش پتاسیم (۳۵) و همچنین ساز و کارهای علامت‌دهی راه دور که مسئول کنترل رشد و تخصیص منابع هستند (۳۶) دارد و بنابراین، تغییر محل احیای نیترات پیامدهای گسترده‌ای به دنبال خواهد داشت. در این پژوهش، شوری باعث افزایش میزان سدیم در دانه و کاه گردید. افزایش جذب سدیم با کاهش جذب پتاسیم در نتیجه کاهش نسبت پتاسیم به سدیم همراه است (۳۷). از آنجا که پتاسیم باعث فعالیت تعداد زیادی از آنزیم‌ها و پروتئین می‌گردد، کاهش جذب آن باعث کاهش فعالیت‌های بسیاری از آنزیم‌ها و در نتیجه کاهش رشد و متابولیسم سلول می‌گردد (۳۸). می‌توان نقش حفاظتی اسید سالیسیلیک در سلامتی غشاء

مصرف نیتروژن موجب تعدیل اثرات نامطلوب سدیم در گیاهان خانواده اسفناجیان مانند گیاه پنجه‌غازی (*Suaeda salsa* L.) می‌شود (۲۹). در گیاهان این خانواده مقادیر زیادی نیتروژن به شکل نیترات و گلوسین بتائین انباشته می‌شود (۳۰، ۳۱). بطور کلی برای به حداقل رساندن کاهش رشد ناشی از شوری زیاد، بایستی نیتروژن کافی در اختیار گیاه قرار داده شود، با این توضیح که در برخی موارد تفاوت‌هایی بین گیاهان تغذیه شده با آمونیوم و گیاهان تغذیه شده با نیترات مشاهده می‌شود (۳۲). شوری می‌تواند از طرق مختلفی در سوخت و ساز نیتروژن اختلال ایجاد کند، که اولین آن‌ها تأثیر بر جذب نیترات و آمونیوم است (۳۳). شوری به دلایل متعددی از جمله پایین‌تر بودن جذب ناشی از کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی و به دنبال آن کاهش معدنی شدن ترکیبات آلی و فرآیند نیتریفیکاسیون و رقابت یون‌های سدیم و کلر با آمونیوم و نیترات به هنگام جذب، مقدار نیتروژن گیاه را کاهش می‌دهد (۳۴). در شرایط غیر شور، نیترات یکی از مهم‌ترین ترکیبات واکوئلی در بسیاری از گیاهان از جمله اعضاء خانواده اسفناجیان و گندمیان می‌باشد. این در حالی است که در شرایط شور، بخش اعظم نیترات

برای برقراری تعادل بار در سلول‌های ریشه جذب می‌کند (برهم‌کنش مثبت) و با زیاد شدن مصرف نیتروژن غلظت پتاسیم در شاخساره هم افزایش می‌یابد (۴۲). محلول-پاشی با اسید سالیسیلیک در شرایط تغذیه کودهای نیتروژنی سبب افزایش جذب عناصر غذایی نعناع فلفلی گردید (۳۹). بنابراین تامین بهینه عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در شرایط تنش‌های مختلف محیطی از جمله شوری بسیار جاذب اهمیت است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد، مصرف توام اسید سالیسیلیک و نیتروژن در تمام سطوح شوری سبب کاهش جذب سدیم و افزایش غلظت نیتروژن و پتاسیم کاه و دانه و برگ پرچم گندم شد. بنابراین با توجه به این‌که وسعت قابل توجهی از اراضی و آب‌های مورد استفاده کشور درگیر مسائل شوری هستند، مصرف نیتروژن بیشتر از توصیه کودی به همراه اسید سالیسیلیک در شوری متوسط و مصرف کمتر آن در شرایط شوری زیاد برای گندم توصیه می‌شود.

را به تنظیم جذب یون و خنثی کردن اثرات منفی شوری بر افزایش غلظت پتاسیم و کاهش غلظت سدیم در سیتوزول توسط تنظیم کردن فعالیت پتاسیم و انتقال سدیم و پمپ هیدروژن که نیروی راندن برای انتقال را تولید می‌کند، نسبت داد (۱۵). نتایج این پژوهش نشان دهنده‌ی افزایش غلظت پتاسیم پس از مصرف اسید سالیسیلیک می‌باشد. با توجه به اینکه در شرایط شوری یون‌های پتاسیم و سدیم بر سر جذب توسط گیاه برهم-کنش منفی دارند، احتمالاً اسید سالیسیلیک با کاهش غلظت سدیم (دفع سدیم) شرایط رقابتی را به نفع پتاسیم تغییر داده و باعث افزایش جذب و غلظت پتاسیم در کاه و دانه شده است. برخی محققین (۳۹ و ۴۰) گزارش دادند که اسید سالیسیلیک با کاهش غلظت سدیم گیاه، غلظت پتاسیم را افزایش می‌دهد. همچنین الحکیمی و همکاران^۱ (۴۱) در گندم، Gunes و همکاران (۴۰) در ذرت گزارش دادند که اسید سالیسیلیک باعث کاهش غلظت سدیم در اندام هوایی شد (۳۶). کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاه جو در تنش شوری باعث کاهش سدیم و افزایش میزان پتاسیم، کلسیم، نیتروژن، آهن در گیاهان جو شد (۴۰). پژوهش‌ها نشان داده است که اسید سالیسیلیک هم "جذب سدیم از محلول خاک توسط ریشه" و هم "انتقال سدیم از ریشه به اندام‌هوایی" را در شرایط شور کاهش می‌دهد (۱۶ و ۱۸). یافته‌های این پژوهش نشان داد که با اعمال تیمار نیتروژن، غلظت‌های پتاسیم و نیتروژن کاه و دانه گندم افزایش یافت. در شوری‌های متوسط مشاهده شد که افزایش نیتروژن به بیش از میزان مورد نیاز سبب بهبود جذب عناصر غذایی در گندم شده است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که نیتروژن با ممانعت از جذب بیشتر یون سدیم به دلیل رابطه آنتاگونیستی سدیم و نیتروژن (۱۰)، جذب عناصر ضروری را در شرایط تنش بهبود می‌بخشد. افزایش غلظت پتاسیم برگ با مصرف نیتروژن احتمالاً به این دلیل است که گیاه پتاسیم را به عنوان یون همراه نترات

References

1. Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I.M. and Murphy, A. 2015. Plant Physiology and Development. 6th Edition, Sinauer Associates, Sunderland, CT.
2. FAO, 2018. Handbook for saline soil management. Food and agriculture organization of the United Nations, Moscow.
3. Rawat, L., Singh, Y., Shukla, N. and Kumar, J. 2011. Alleviation of the adverse effects of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) by seed biopriming with salinity tolerant isolates of *Trichoderma harzianum*. Plant and soil. 347 (1-2): 387. doi.org/10.1007/s11104-011-0858-z
4. Garg, B.K. and Gupta, I.C. 1997. Saline Wastelands Environment and Plant Growth. Scientific Publishers, Jodhpur, India, 283p.
5. El-Sherbieny, A.E., Rabie, R.K., Mohammed, E.S.A. and Ahmeo, W.E. 1986. Effect of sodium chloride and nitrate on dry matter production and micronutrient content of wheat plant. Soil science and plant nutrition. 32(2): 201-210. doi.org/10.1080/00380768.1986.10557497
6. Kaya, C. and Higgs, D. 2003. Supplementary potassium nitrate improves salt tolerance in bell pepper plants. Journal of plant nutrition. 26(7): 1367-1382. doi.org/10.1081/PLN-120021048
7. Keshavarz, P. 2001. The effect of sources and rates of nitrogen on growth and Cl⁻, Na⁺ concentrations in wheat. Iranian journal of soil and waters sciences. 15 (2): 1-11. (in Persian)
8. Homaei, M. 2002. Plant response to salinity (first edition). Iran: Publications of the National Committee on Irrigation and Drainage.
9. Heidari, M., Bakhshandeh, A.M., Nadeyan, H.A., Fathi, G.A. and Alami-Saeed, K. 2006. Effects of salinity and nitrogen rates on seed yield, osmotic adjustment and sodium and potassium uptake in Chamran wheat cultivar. Iran journal of Agricultural Science. 3: 501-513. (in Persian)
10. Grattan, S.R. and Grieve, C.M. 1999. Salinity–mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae. 78: 127 – 157.
11. Esmaili, E., Kapourchal, S.A., Malakouti, M.J. and Homae, M. 2008. Interactive effect of salinity and two nitrogen fertilizers on growth and composition of sorghum. Plant Soil and Environment. 54(12): 537-546.
12. Aberg, B. 1981. Plant growth regulators. XLI. Monosubstituted benzoic acids. Swedish journal of agricultural research. 11 (30): 93-105.
13. Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual review of plant biology. 43 (1): 439-463. doi.org/10.1146/annurev.pp.43.060192.002255
14. Sakhabutdinova, A.R., Fatkhutdinova, D.R., Bezrukova, M.V. and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Bulgarian journal of plant physiology. 21: 314-319.
15. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant growth regulation. 45(3): 215-224. doi.org/10.1007/s10725-005-4928-1
16. Ashraf, M., Akram, N.A., Arteca, R.N. and Foolad, M.R., 2010. The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. Critical Reviews in Plant Sciences., 29(3): 162-190.

17. Akhtar, J., Ahmad, R., Ashraf, M.Y., Tanveer, A., Waraich, E.A. and Oraby, H., 2013. Influence of exogenous application of salicylic acid on salt-stressed mungbean (*Vigna radiata*): growth and nitrogen metabolism. *Pak. J. Bot.*, 45(1), pp.119-125.
18. Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *Environmental and experimental botany.* 68(1): 14-25. doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005
19. Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1982. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods.* American Society of Agronomy. Soil science society of america. Madison, WI.
20. Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-total. In A. L. Page, R. H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties* (pp. 595-624). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.
21. Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S., and Dean, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Circular, Vol 939* (p. 19). Washington, DC: US Department of Agriculture.
22. Knudsen, D., Peterson, G. A and Pratt, P. F. 1982. Lithium, Sodium and potassium. In: A. L. Page et al (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2* (pp. 225-246). American society of agronomy, Madison. WI.
23. Moshiri, F., Shahabi, A.A., Keshavarz, P. and et al. 2014. *Integrated soil fertility management program and wheat nutrition.* Soil and Water Research Institute, Sena Publications, Tehran, Iran. Pp: 73.
24. Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In A.L. Page et al (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties* (pp. 961-1010). 2nd Edition, Agronomy Series No. 9, ASA SSSA, Madison.
25. Jones J. B. Jr. and V. W. Case. 1990. Sampling, Handling, and Analyzing Plant Tissue Samples. In R. L. Westerman (Ed.), *Soil Testing and Plant Analysis* (pp. 398-427). Soil science society of America, Madison, USA.
26. Winicov, I. 1998. New molecular approaches to improving salt tolerance in crop plants. *Annals of botany.* 82 (6): 703-710. doi.org/10.1006/anbo.1998.0731
27. Kafi, M., and A. Mahdavi Damghani. 2007. *Mechanisms of environmental stress resistance in plants.* University of Mashhad Press. Pp: 467.
28. Abdolzadeh, A., Malekjani, Z., Yaghmaei, F. and Galeshi, S. 2006. Effects of salinity and nitrogen interaction on growth of canola, (*brassica napus L.*). *Journal of agricultural sciences and natural resources.* 13(3): 29-43.
29. Liu, X., Yang, Y., Li, W., Li, C., Duan, D. and Tadano, T. 2005. Interactive effects of sodium chloride and nitrogen on growth and ion accumulation of a halophyte. *Communications in soil science and plant analysis.* 35(15-16): 2111-2123. doi.org/10.1081/LCSS-200028936
30. Gorham, J. and Jones, R.W. 1983. Solute distribution in *Suaeda maritima*. *Planta.* 157(4): 344-349. doi.org/10.1007/BF00397406
31. Khan, M.A., Ungar, I.A. and Showalter, A.M. 2000. The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. *Journal of arid environments.* 45(1) :73-84. doi.org/10.1006/jare.1999.0617
32. Khan, M.G. and Srivastava, H.S., 2000. Nitrate application improves plant growth and nitrate reductase activity in maize under saline conditions. *Indian Journal of Plant Physiology,* 5(2), pp.154-158.

33. Ullrich W.R. 2002. Salinity and nitrogen nutrition. In: Läuchli A., Lüttge U. (eds) Salinity: Environment - Plants - Molecules. Springer, Dordrecht. doi.org/10.1007/0-306-48155-3_11
34. Malakouti, M.J., Keshavarz, P., Saadat, S. and kholdebarin, B. 2002. Plant nutrition in saline conditions, Ministry of Agriculture, Department of Horticulture. (In Persian)
35. Engels, Ch and Ernest A. Kirkby. 2001. Cycling of Nitrogen and Potassium between Shoot and Roots in Maize as Affected by Shoot and Root Growth. Journal of plant nutrition and soil science. 164(2): 183-91.
36. Forde, B.G. 2002. Local and long-range signaling pathways regulating plant responses to nitrate. Annual review of plant biology. 53(1): 203-224. doi.org/10.1146/annurev.arplant.53.100301.135256
37. Parida, A.K., Das, A.B. and Mitra, B. 2004. Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. Trees. 18 (2): 167-174. doi.org/10.1007/s00468-003-0293-8
38. Sudhir, P. and Murthy, S.D.S. 2004. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. Photosynthetica. 42 (2): 481-486. doi.org/10.1007/S11099-005-0001-6
39. Szepesi, Á. 2005. Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt-and osmotic stress. Acta biologica szegediensis. 49(1-2): 123-125.
40. Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E.G. and Cicek, N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. Journal of plant physiology. 164(6): 728-736. doi.org/10.1016/j.jplph.2005.12.009
41. Al-Hakimi, A.M.A. and Hamada, A.M. 2001. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. Biologia plantarum. 44(2): 253-261. doi.org/10.1023/A:1010255526903
42. Marschner, H. 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press.
43. Abdou, M. and Mohamed, M.A.H. 2014. Effect of plant compost, salicylic and ascorbic acids on *Mentha piperita* L. plants. Biological agriculture and horticulture. 30 (2): 131-143. doi.org/10.1080/01448765.2014.882796