




The effect of manure and humic acid fertilizer on ions concentrations in cotton (*Gossypim hirsutum* L.) under salinity stress

Mahboobeh Sardar¹, Mohammad Ali Behdani^{2*} , Seyyd Vahid Eslami³, Gholam Reza Zamani⁴

1. Agronomy PhD student, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran
2. Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
- 3,4. Associate Professor. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Citation: Sardar,M., Behdani,M.A., Eslami,S.V., & Zamani, GH.R. (2024) The effect of manure and humic acid fertilizer on ions concentrations in cotton (*Gossypim hirsutum* L.) under salinity stress *Plant Productions*, 46(4), 491- 505

Abstract

Introduction

Cotton (*Gossypim hirsutum* L.) has a special position as one of the most important crops in the country. Considering that salinity stress is one of the most important stresses, it threatens cotton production in arid and semi-arid regions of the country and the world, it is possible to reduce the adverse effects of salinity stress through application of organic fertilizers (manure and humic acid). In addition, Organic inputs can guarantee both agricultural production and nature conservation. The current approach is to employ the organic compounds like manure and humic acid (that are cost-effective and eco-friendly) as an appropriate substitute for chemical fertilizers.

Materials and Methods

This study was carried out to assess the effect of manure and humic acid application on some elements accumulation and ions concentrations in cotton (*Gossypim hirsutum* L.) (cotton leaves) under salinity stress. The experiment was conducted as a factorial split plot in the form of a randomized complete block design (RCBD) with four replications in the 2019-2020 cropping year in Beshravieh city in South Khorasan. The main plot included different levels of irrigation water salinity at three levels (2.5, 5.5 and 8.5 ds.m⁻¹) and sub-plots consisted of a factorial combination of manure at two levels (0 and 20 t/h) and humic acid at two levels (0 and 200 gr/ 100 kg of seeds as priming). In order to measure the concentration of sodium (Na) and potassium (K) elements, it was done using a flame photometer and chlorine concentration based on the

* **Corresponding Author:** Mohammad Ali Behdani
E-mail: mabehdani@birjand.ac.ir



method provided by Johnson and Ulrich (1995). In order to assess the cotton yield, the yield of two consecutive harvests were added together and was considered as the seed cotton yield of each experimental unit.

Results and Discussion

The results of the present study illustrated that the salinity stress increased Na^+ and Cl^- concentration in cotton leaves and consequently decreased K^+ concentration. The increase of salinity stress from 2.5 to 5.5 and 8.5 dSm^{-1} caused a significant decrease in seed cotton yield. Manure application treatment increased Na^+ (13.45%), K^+ (2.67%), Cl^- (18.30%) concentration in the leaves and seed cotton yield (13/90 %) compared to the no use of manure. Humic acid application treatment decreased Na^+ (3.08%), Cl^- (9.78%) concentration and increased K^+ concentration (4.17%) and cotton yield (9/15 %) and improved the growth conditions compared to the treatment of no use of humic acid. The application of manure (before planting) and humic acid (as priming treatment) increased the seed cotton yield by improving the accumulation of beneficial elements in the leaves under salinity stress conditions.

Conclusion

Based on the results of this experiment, it can be concluded that the application of manure and humic acid (priming) moderated the negative effects of salinity stress on seed cotton yield. In addition, manure and humic acid can be used as an effective and alternative fertilizer in order to reduce the consumption of chemical fertilizers and salinity stress in hot and dry climates. Therefore, manure and humic acid (organic fertilizers) are recommended to be applied under (environmental stresses) salinity stress conditions to mitigate the effects of salt stress and obtain a higher seed cotton yield.

Keywords: Chloride, Organic fertilizer, Fiber plant, Potassium, Sodium, Stress

تأثیر کود دامی و اسید هیومیک بر تجمع یون‌ها در پنبه (*Gossypim hirsutum* L.) در شرایط شوری آب آبیاری

محبوبه سردار^۱، محمدعلی بهدانی^{۲*} , سید وحید اسلامی^۳، غلامرضا زمانی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری زراعت، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
- ۲- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
- ۳ و ۴- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

چکیده

پنبه به عنوان یکی از محصولات زراعی مهم در کشور از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. با توجه به اینکه تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های تهدید کننده تولید این محصول در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور و جهان معرفی شده است، می‌توان با کاربرد مناسب کودهای ارگانیک (کود دامی و اسید هیومیک)، اثرات نامطلوب این تنش را کاهش داد. به منظور بررسی اثر کود دامی و اسید هیومیک بر تجمع برخی عناصر در برگ پنبه تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه‌ای واقع در شهرستان بشرویه در خراسان جنوبی در سال زراعی ۹۸-۹۹ در ۴ تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل سطوح مختلف شوری آب آبیاری در سه سطح (۲/۵، ۵/۵ و ۸/۵ دسی زیمنس بر متر) و کرت‌های فرعی شامل دو تیمار کود دامی در دو سطح (صفر و ۲۰ تن در هکتار) و اسید هیومیک در دو سطح (صفر و ۲۰۰ گرم برای ۱۰۰ کیلوگرم بذر) بود. به منظور اندازه‌گیری غلظت عناصر سدیم و پتاسیم، با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و غلظت کلر بر مبنای روش ارائه شده توسط جانسون و الریچ (Johnson and Ulrich, 1995) انجام شد. به منظور بررسی عملکرد، عملکرد و ش دو چین متوالی با هم جمع و به عنوان مجموعه عملکرد هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد تنش شوری ۸/۵ دسی زیمنس بر متر سبب افزایش غلظت سدیم (۸۷/۵٪) و کلر (۶۱/۵۹٪) و کاهش غلظت پتاسیم (۱۳/۰۷٪) در برگ گیاه در مقایسه با تنش شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر شد. میزان عملکرد و ش پنبه نیز با افزایش تنش شوری از ۲/۵ به ۵/۵ و ۸/۵ دسی زیمنس بر متر، کاهش چشم‌گیری داشت. کود دامی موجب افزایش غلظت سدیم (۱۳/۴۵٪)، پتاسیم (۲/۶۷٪)، کلر (۱۸/۳۰٪) و عملکرد و ش پنبه (۱۳/۹۰٪) نسبت به تیمار عدم کاربرد آن گردید. کاربرد اسید هیومیک نیز با کاهش غلظت سدیم (۳/۰۸٪)، کلر (۹/۷۸٪) و افزایش غلظت پتاسیم (۴/۱۷٪) و عملکرد و ش پنبه (۹/۱۵٪) موجب بهبود شرایط رشد گیاه نسبت به تیمار عدم کاربرد آن شد. مصرف کود دامی (قبل کاشت) و اسید هیومیک (به صورت بذرمال) با بهبود تجمع عناصر مفید در برگ‌ها، موجب افزایش عملکرد پنبه در شرایط تنش شدند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت کاربرد اسید هیومیک به-

* نویسنده مسئول: محمدعلی بهدانی

صورت بذرمال و کود دامی قبل از کاشت در شرایط تنش شوری، موجب تعدیل اثرات منفی تنش شوری بر عملکرد و ش گیاه شد. این موارد از طریق افزایش جذب پتاسیم و کاهش جذب سدیم و کلر توسط گیاه حاصل شد. بنابراین، کود دامی و اسید هیومیک می‌توانند به‌عنوان یک کود موثر و جایگزین به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و تنش شوری در اقلیم‌های گرم و خشک مورد استفاده قرار گیرند.

کلیدواژه‌ها: پتاسیم، تنش، سدیم، کلر، کود آلی، گیاه لیفی

مقدمه

یون‌ها در خاک می‌باشد، اما در گیاه به آسانی حرکت ندارد و حرکت آن توسط فرآیندهای متابولیسم کنترل می‌شود، ولی در بافت‌های گیاهی غشای سلولی برای انتقال کلر نسبتاً نفوذپذیر است. بنابراین وقتی کلر در محیط گیاه و سلول بالا باشد، غشای سلول مانعی برای آن محسوب نمی‌شود و فقط غشای واکوئل مانع حرکت آن است، بنابراین با افزایش شدت تنش شوری، میزان یون کلر در درون سیتوپلاسم افزایش می‌یابد (Shabdin et al., 2013). تجمع کم کلر می‌تواند نشانه تحمل بیشتر گیاه پنبه به شوری باشد (Ashraf and Neilly., 1990). انتخاب صحیح گونه‌های گیاهی، مدیریت آب و خاک از جمله راهکارهای مقابله با تنش شوری است. در مدیریت خاک معمولاً استفاده انواع کودها، روشی مهم به شمار می‌رود که در این بین، اثر کودهای آلی بیش از کود شیمیایی است، به همین دلیل استفاده از کودهای آلی از جمله مواد هیومیکی و کودهای دامی توصیه می‌شود (Su et al., 2021). اسید هیومیک به عنوان اجزای نهایی تجزیه مواد آلی و جزء فعال هوموس می‌تواند به عنوان منبع کود آلی در زراعت پنبه برای افزایش رشد، عملکرد گیاه، افزایش تحمل به تنش و هم‌چنین بهبود وضعیت فیزیکی خاک استفاده شود (Hu et al., 2021). از اثرات غیر مستقیم مواد هیومیکی می‌توان به بهبود وضعیت فیزیکی خاک مثل خاک‌دانه‌سازی، تهویه، نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری آب و برخی شرایط شیمیایی مانند افزایش انحلال‌پذیری و فراهمی عناصر پرمصرف مثل پتاسیم، فسفر و کلسیم اشاره نمود (Celik et al., 2011). کودهای دامی نیز با تغییر ساختار بافت خاک و تأمین عناصر مورد نیاز گیاه

در بین انواع تنش‌های زیستی، شوری آب و خاک از معضلات جهانی به‌شمار آمده و بخش کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تهدید می‌کند (Alilou et al., 2021). تنش شوری با کاهش پتانسیل آب، نامتعادل ساختن یون‌ها و ایجاد سمیت، باعث کاهش متابولیسم گیاهی و در نهایت کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌شود (Munns and Tester, 2008). تمایز در جذب یون‌های سدیم، پتاسیم، کلر و کلسیم یکی از راهکارهای تحمل شوری در گیاهان می‌باشد (Jakob et al., 2005). سدیم به صورت غیر فعال و تحت اثر شیب غلظت به درون گیاه منتشر می‌شود، بنابراین افزایش غلظت سدیم در نتیجه افزایش شوری آب و خاک، منطقی است (Tyerman et al., 1997; Mirghasemi et al., 2014). نتایج حاصل از اندازه‌گیری سدیم در اندام‌های هوایی دو رقم پنبه، نشان داد، با افزایش غلظت نمک در محیط کشت (تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم)، میزان این عنصر در اندام‌های هوایی هر دو رقم پنبه افزایش یافته‌است (Aghdasi et al., 2013). تحقیقات نشان داده است، میانگین پتاسیم در شرایط تنش شوری کاهش می‌یابد. در گیاه گندم و چغندر، یون سدیم از جذب پتاسیم و کلسیم، جلوگیری کرد (Cramer et al., 1986). در آفتاب‌گردان (Darvishzadeh and Pirzad, 2019)، گندم (Ashraf and O' Leary., 1997)، زعفران (Gul et al., 2019) و (Nadiyan et al., 2013) میزان پتاسیم با افزایش شدت شوری کاهش یافت. کلر یکی از پر تحرک‌ترین

دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان فاکتور اصلی و دو عامل کود دامی (در دو سطح: صفر و ۲۰ تن در هکتار بر اساس نیاز مناطق خشک و نیمه‌خشک) و اسید هیومیک (در دو سطح: صفر و ۲۰۰ گرم برای ۱۰۰ کیلوگرم بذر به صورت بذر مال) نیز به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفت. از آنجا که آستانه تحمل شوری برای گیاه پنبه ۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر عصاره اشباع و درصد کاهش عملکرد محصول به ازای هر واحد افزایش شوری ۵/۲ تخمین زده شده (Munns and Tester., 2008)؛ در این آزمایش سه سطح (یک سطح پایین‌تر، یک سطح در آستانه تنش و یک سطح بالاتر) در نظر گرفته شد. در این آزمایش ابعاد کرت‌های فرعی ۳ در ۴ متر و فاصله ۲ متر، فاصله تکرارها از هم نیز ۳ متر در نظر گرفته شد. ۵ ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. اسید هیومیک مورد استفاده با نام تجاری هیومیکس WSG-95 ساخت کشور آمریکا و دارای هیومات پتاسیم = ۸۰٪، اسید فولیک = ۱۵٪ و اکسید پتاسیم = ۱۲٪ می‌باشد. برای تعیین خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه، قبل از کاشت از عمق ۰-۳۰ سانتی متر به منظور آزمون خاک و تعیین میزان کود مورد نیاز، نمونه برداری شد و سپس مقدار کودهای نیتروژن از نوع اوره (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، فسفر از نوع سوپرفسفات-تریپل (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم از نوع سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر اساس توصیه کودی مؤسسه تحقیقات پنبه کشور برای تمام تیمارها به صورت یکنواخت اضافه شد. تمام کود پتاسیم و فسفر قبل از کاشت و کود نیتروژن در ۳ نوبت (شامل: هم‌زمان با کاشت، مرحله ۴ برگی حقیقی و قبل از گلدهی به صورت مساوی) مصرف شد. از کود گاوی کاملاً پوسیده نیز نمونه برداری و جهت تعیین هدایت الکتریکی آن مورد آزمایش قرار گرفت. مراحل آماده-سازی زمین مطابق با عرف منطقه (شامل شخم عمیق، دیسک و تسطیح زمین) در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۸ انجام و کشت در نیمه دوم خرداد ماه ۱۳۹۸ به صورت

به رشد هر چه بیشتر گیاه در شرایط تنش کمک می‌کنند. ارزش کود دامی به دلیل خاصیت تغذیه‌ای و شیمیایی، بهبود خواص فیزیکی و بیولوژیکی مهم می‌باشد (Salardini., 2015). اثر شیمیایی کودهای دامی آن است که با آزاد کردن مواد آلی محلول، عناصر کم مصرف غیر قابل جذب خاک را به صورت محلول در آورده و جذب گیاه می‌شود و از طرفی موجب بالا بردن ظرفیت تبادل نیز می‌گردد (Hajizadeh and Bahmanyar., 2014). از آنجایی که رشد گیاه دارای ارتباط نزدیکی با شوری آب خاک منطقه توسعه ریشه می‌باشد، لذا در شرایط شوری آب آبیاری، گیاه انرژی زیادتری را صرف جذب آب و مواد غذایی می‌کند (Chen et al., 2010). در این شرایط اجزای عملکرد گیاه تحت تأثیر شوری آب خاک قرار گرفته و به علت عدم تحمل تنش شوری، از کاهش شدیدی نسبت به شرایط متعارف برخوردار می‌باشند. با توجه به اثرات منفی تنش شوری و کمبود منابع آب شرب در کشور و از طرفی اثرات منفی مصرف نهاده‌های شیمیایی بر شاخص‌های کیفی خاک و اهمیت و جایگاه پنبه در صنعت کشور، این تحقیق با هدف بررسی اثرات کود دامی و اسید هیومیک در شرایط تنش شوری بر میزان عناصر ضروری موجود در پنبه انجام گرفت تا نقش این کودها در تعدیل اثرات تنش شوری مورد بررسی قرار گیرد و بهترین شرایط کاشت پنبه در مناطق گرم و خشک با کمبود آب و خاک‌های شور، معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه‌ای واقع در شهرستان بشرویه، استان خراسان جنوبی با عرض جغرافیایی ۳۳/۵۴ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷/۲۷ درجه شرقی و ارتفاع ۸۸۵ متر از سطح دریا انجام گرفت. آزمایش مزرعه‌ای به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد که در آن سطوح مختلف شوری آب آبیاری در سه سطح (۲/۵، ۵/۵ و ۸/۵

بررسی عملکرد، عملکرد و ش دو چین متوالی با هم جمع و به عنوان مجموعه عملکرد هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. برای اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد ۳ متر مربع (۲ در ۱/۵) از سطح هر کرت انتخاب و عملکرد کل و ش اندازه گیری شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار (9.3) SAS و مقایسه میانگین ها نیز توسط آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. جهت رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

غلظت سدیم برگ

اثر اصلی تنش شوری، کود دامی، اسید هیومیک و اثرات متقابل کود دامی و تنش شوری، اسید هیومیک و تنش شوری بر غلظت سدیم برگ معنی دار شد ($P \leq 0.01$) (جدول ۳). با افزایش شدت تنش شوری از ۲/۵ به ۵/۵ و ۸/۵ دسی زیمنس بر متر، غلظت سدیم برگ به ترتیب ۴۴/۳۵ و ۸۷/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۴). Khan et al., (2016) با بررسی اثر شوری بر پنبه، گزارش کردند حداقل میزان سدیم در تیمار شاهد و حداکثر میزان سدیم در تیمار شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد که ۳۰۰ درصد افزایش نسبت به شاهد داشت.

افزایش تجمع یون سدیم در گیاه با افزایش شوری در گیاهان دیگر از جمله ارزن (Ahmadi et al., 2021)، گندم (Gul et al., 2019) و کینوا (Hatami et al., 2022) نیز گزارش شده است.

دستی و کرتی انجام شد. با توجه به کشت غالب منطقه، در این آزمایش بذر رقم خرداد (بدون کرک یا دلینته) به میزان ۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار استفاده شد. تیمار کود گاوی در مراحل آماده سازی زمین قبل از کشت پنبه اعمال شد. تیمار اسید هیومیک به صورت بذرمال اعمال شد. بر اساس بروشور کود، مقدار اسید هیومیک مورد نظر (۲۰۰ گرم اسید هیومیک به ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر گیاه زراعی) در ۳ لیتر آب حل و بذور با آن آغشته شد و پس از خشک شدن در سایه، بلافاصله کشت انجام گرفت. آب مورد نیاز با شوری های مورد نظر از سه چاه موتور در اطراف مزرعه تأمین و با تانکر به محل مزرعه حمل و با استفاده از شلنگ به ابتدای هر کرت انتقال داده شد. آزمون آب نیز برای تعیین نوع شوری انجام شد (جدول ۲). حجم آب مورد نیاز در هر مرحله از آبیاری با استفاده از کنتور حجمی نصب شده در مسیر شلنگ انتقال آب در اختیار تیمارهای آزمایشی مورد نظر قرار گرفت و جهت تسریع انجام آبیاری از پمپ استفاده شد. پس از استقرار کامل و در مرحله پنج تا شش برگی بوته ها، عملیات تنک کردن بوته ها به منظور دستیابی به تراکم مطلوب انجام شد. عملیات وجین جهت حذف علف های هرز به صورت دستی صورت پذیرفت. به منظور اندازه گیری غلظت عناصر سدیم و پتاسیم، عصاره برگ با دستگاه فلیم فتومتر در طول موج ۷۶۶/۵ نانومتر و ۵۸۹ نانومتر قرائت شد و در مقایسه با منحنی کالیبراسیون حاصل از قرائت سری محلول های استاندارد، غلظت عناصر سدیم و پتاسیم محلول ها بر حسب میلی گرم در گرم ماده خشک محاسبه شد (Ghazan Shahi., 1997). اندازه گیری کلر بر مبنای روش ارائه شده توسط Johnson and Ulrich (1995) انجام شد. به منظور

Table 1. Soil physicochemical properties

Soil texture	EC(dsm ⁻¹)	pH	Total N(%)	OM(%)	P(mgkg ⁻¹)	K(mgkg ⁻¹)
Loam_clay	۱	7.8	0.024	0.2	8.4	135

Table2. Irrigation water physicochemical properties

Irrigation water samples	EC (dsm ⁻¹)	pH	SAR	Ca ⁺² (meqL ⁻¹)	Mg ⁺² (meqL ⁻¹)	Na ⁺ (meqL ⁻¹)	K ⁺ (meqL ⁻¹)	Cl ⁻ (meqL ⁻¹)	SO ₄ ⁻² (meqL ⁻¹)	HCO ⁻³ (meqL ⁻¹)
S1	2.5	8.01	7.5	3.5	2.7	13.3	0.08	8.8	6.4	4.9
S2	5.5	7.98	8.7	17.1	5.9	29.4	0.4	25.9	20.2	10.1
S3	8.5	7.85	9.3	21.8	11.1	37.9	0.7	46.3	28.1	9.2

Table 3. Analysis of variance of the effect of salinity stress, manure and humic acid on Na⁺, K⁺ and Cl⁻ ion concentrations and K⁺/Na⁺ ratio in cotton leaves and seed cotton yield.

(S.O.V)	df	Mean squares				
		Na ⁺	K ⁺	K ⁺ /Na ⁺	Cl ⁻	Seed cotton yield
Block	3	5.21 ^{**}	1.37 [*]	0.0003 ^{ns}	0.0009 ^{ns}	11840.7 ^{ns}
Salinity (S)	2	116961.7 ^{**}	2273.14 ^{**}	16.87 ^{**}	4.60 ^{**}	15439586.7 ^{**}
Error _a	6	0.49	0.26	0.0001	0.002	5471.74
Manure (M)	1	128.05 [*]	238.0 ^{**}	1.63 ^{**}	0.45 ^{**}	1081656.6 ^{**}
Humic Acid (H)	1	10.08 ^{ns}	49.41 ^{**}	0.017 ^{**}	0.58 ^{**}	488485.17 ^{**}
S×M	2	31.73 ^{**}	13.55 ^{**}	2.42 ^{**}	0.13 ^{**}	23849.62 ^{ns}
S×H	2	27.81 ^{**}	0.79 ^{ns}	0.004 ^{**}	0.15 ^{**}	7528.58 ^{ns}
M×H	1	11.02 ^{ns}	15.07 ^{**}	0.002 ^{**}	0.59 ^{**}	6756.41 ^{ns}
S×M×H	2	5.10 ^{ns}	0.76 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.14 ^{**}	41285.79 ^{ns}
Error _{bc}	2	1.40	0.25	0.0001	0.002	10761.69
CV (%)		0.26	0.30	0.43	2.3	4.49

ns, * and ** represent no-significant and significant at 5% and 1% probability level, respectively.

نیز (۳/۵۰ درصد) و ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۳/۵۳ درصد) نیز مشاهده شد (جدول ۵). استفاده از آب شور غلظت سدیم را در بادام زمینی افزایش داد و کاربرد ۱۵۰۰ ppm اسید هیومیک موجب کاهش جذب سدیم توسط گیاه شد (Nigania *et al.*, 2017). کاربرد اسید هیومیک در گیاه ذرت تحت تنش شوری نیز موجب کاهش مقدار سدیم گیاه در شرایط اعمال تنش شوری شد (Celik., 2011).

غلظت پتاسیم برگ

اثر اصلی تنش شوری، کود دامی، اسید هیومیک و اثرات متقابل شوری و کود دامی، اسید هیومیک و کود دامی بر غلظت پتاسیم برگ معنی‌دار شد ($P \leq 0.01$) (جدول ۳). افزایش تنش شوری از ۲/۵ به ۵/۵ و ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش ۷/۴۴ و ۱۳/۰۷ درصدی غلظت پتاسیم برگ شد (جدول ۴). یون پتاسیم

با کاربرد کود دامی (۲۰ تن در هکتار) غلظت سدیم برگ ۱۳/۴۵ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود دامی) افزایش داشت (جدول ۴). کاربرد کود دامی در شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود دامی در همان شوری) ۱۳/۵۰ درصد افزایش غلظت سدیم برگ را نشان داد (جدول ۴). در آزمایش Hajizadeh and Bahmanyar., (2014) کاربرد کود دامی در تیمارهای مختلف شوری، موجب افزایش مقدار سدیم در گیاه ذرت شد، به طوری که تیمار ۵۰ تن در هکتار کود دامی در شوری ۶/۴ دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین غلظت سدیم را نشان داد. کاربرد اسید هیومیک در تنش شوری ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش ۳/۰۸ درصدی غلظت سدیم برگ گردید (جدول ۵). این کاهش در شوری ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر

اسیدی کردن خاک بیان کردند. کاربرد اسید هیومیک همچنین، مقدار پتاسیم در اندام‌های هوایی لوبیا چشم بلبلی را افزایش و مقدار سدیم را کاهش داد (El-Hefny Eslah., 2010).

غلظت پتاسیم برگ در تیمار عدم کاربرد کود دامی در شرایط تنش شوری ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر معادل، ۱۵۴/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ بود که با کاربرد کود دامی ۲/۷۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). از طرفی بیشترین غلظت پتاسیم برگ در تیمار کاربرد کود دامی در شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۱۸۱/۹۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) حاصل شده که نشان‌دهنده تأثیر مثبت مصرف کود دامی در افزایش جذب یون پتاسیم می‌باشد (جدول ۵). کاربرد کود دامی در تیمارهای مختلف شوری بر میزان غلظت پتاسیم برگ گندم، اثر معنی‌داری داشت و در همه تیمارهای شوری با افزایش کود دامی میزان پتاسیم موجود در برگ گندم افزایش یافت (Mohammadi et al., 2011). مصرف هم‌زمان کود دامی و اسید هیومیک باعث افزایش ۳/۸۱ درصدی غلظت پتاسیم برگ نسبت به عدم مصرف این دو شد (جدول ۵). اسید هیومیک و کود دامی با بهبود جذب یون‌ها توسط گیاه، موجب افزایش میزان عناصر موجود در برگ گیاه از جمله پتاسیم می‌شود. آغشتگی بذرها قبل از کاشت با کودهای ارگانیکی هم‌چون اسید هیومیک می‌تواند یک روش مناسب در تولید پنبه باشد که در مراحل اولیه جوانه‌زنی موجب افزایش طول ریشه و کمک به جذب بهتر عناصر از خاک می‌شود (Khairjo., 2011).

قادر است با حذف اثرات منفی یون‌های کلر، سدیم و سولفات، تحمل به تنش شوری را در گیاه افزایش دهد (Yang et al., 2016). شباهت فیزیکی-شیمیایی بین یون‌های سدیم و پتاسیم باعث می‌گردد تا تغذیه پتاسیمی گیاه در شرایط شوری، تحت تاثیر یون سدیم قرار گیرد، از طرفی در شرایط تنش شوری، کنترل فشار آماس پتاسیم واکوئلی به مقدار زیادی توسط یون سدیم جایگزین می‌شود (Cramer et al., 1986). کاهش جذب پتاسیم در شرایط شوری می‌تواند موجب اختلال در وظایف اختصاصی پتاسیم نظیر فرآیندهای متابولیکی و آنزیمی گیاه شود (Giri et al., 2007). کاهش جذب پتاسیم با افزایش شوری در گیاه پنبه (Khan et al., 2016)، ارزن (Ahmadi et al., 2021) و گندم (Razaghi Jahrami et al., 2022) نیز گزارش شده است. استفاده از کود دامی موجب افزایش غلظت پتاسیم برگ گردید به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم برگ در تیمار کاربرد کود دامی (۱۷۱/۶۶ میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ) مشاهده شد (جدول ۴). در تأیید نتایج فوق، Hajizadeh and Bahmanyar (2014) گزارش کردند مصرف کود دامی، سبب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم برگ ذرت شد، به طوری که بیشترین غلظت پتاسیم در تیمار ۷۵ تن در هکتار کود دامی به دست آمد.

استفاده از اسید هیومیک نیز موجب افزایش ۴/۱۷ درصدی غلظت پتاسیم برگ در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول ۴). Zarehmanesh et al. (2021) نشان دادند که بیشترین انباشت یون پتاسیم در ریشه، ساقه و برگ مرزه، مربوط به تیمار اسید هیومیک بود و علت افزایش غلظت پتاسیم در این تیمارها، را ناشی از افزایش قابلیت جذب این عنصر به واسطه تحریک مواد هیومیکی و

Table 4. Mean comparison for simple effects of salinity, manure and humic acid on Na⁺, K⁺ and Cl⁻ ion concentrations in cotton leaves, K⁺/Na⁺ ratio and cotton yield

Treatments		Na ⁺ (mg/g)	K ⁺ (mg/g)	K ⁺ /Na ⁺ ratio	Cl ⁻ (mg/g)	Seed cotton yield (Kg.h ⁻¹)
Salinity	S1= 2.5dsm ⁻¹	343.78 ^c	181.87 ^a	0.52 ^a	1.69 ^c	3253.86 ^a
	S2=5.5 dsm ⁻¹	457.06 ^b	168.33 ^b	0.36 ^b	2.004 ^b	2380.85 ^b
	S3=8.5 dsm ⁻¹	581.3 ^a	158.10 ^c	0.27 ^c	2.73 ^a	1293 ^c
LSD (5%)		0.60	0.44	0.009	0.044	63.99
Manure	M1= 0	440.73 ^b	167.20 ^b	0.37 ^a	2.24 ^a	2159.16 ^b
	M2= 20 Tonha ⁻¹	500.02 ^a	171.66 ^a	0.34 ^b	2.65 ^b	2459.39 ^a
LSD (5%)		0.70	0.29	0.006	0.29	61.44
Humic acid	H1=0	442.82 ^a	168.42 ^b	0.38 ^b	2.25 ^a	2208.39 ^b
	H2= Priming(200 gr/100 kg seeds)	420.1 ^b	175.44 ^a	0.41 ^a	2.03 ^b	2410.15 ^a
LSD (5%)		0.70	0.30	2.028	0.294	61.44

In each column, means with at least a common letter are not significantly different according to LSD (p≤0.05).

Table 5. Mean comparison for double- interaction effects of salinity and manure, manure and humic acid, salinity and humic acid on Na⁺, K⁺ and Cl⁻ ion concentrations in cotton leaves, K⁺/Na⁺ ratio and seed cotton yield

Treatments	Na ⁺ (mg/g)	K ⁺ (mg/g)	K ⁺ /Na ⁺ ratio	Cl ⁻ (mg/g)	Seed cotton yield (Kg.h ⁻¹)	
S1M1	342.22 ^e	180.25 ^b	0.52 ^a	1.89 ^e	2976 ^b	
S1M2	388.42 ^d	186.97 ^a	0.46 ^b	1.92 ^d	3085.03 ^a	
S2M1	484.87 ^c	165.25 ^d	0.34 ^c	2.01 ^{bc}	2122.87 ^d	
S2M2	555.97 ^b	169.22 ^c	0.3d ^e	2.15 ^b	2478.73 ^c	
S3M1	579.6 ^a	154.75 ^f	0.26 ^e	2.81 ^a	1111.55 ^f	
S3M2	675.1 ^a	159.175 ^e	0.23 ^f	2.96 ^a	1276.16 ^e	
LSD (5%)		1.02	0.61	0.018	2.02	103.12
M1H1	441.67 ^a	166.75 ^d	0.37 ^b	2.44 ^a	2070.14 ^d	
M1H2	439.80 ^b	167.66 ^c	0.38 ^b	2.24 ^a	2248.17 ^c	
M2H1	443.98 ^a	170.09 ^b	0.38 ^b	2.75 ^a	2346.64 ^a	
M2H2	441.02 ^a	173.23 ^a	0.39 ^a	2.03 ^b	2572.13 ^a	
LSD (5%)		0.96	0.49	0.009	2.0	82.67
S1H1	343.32 ^e	181.11 ^b	0.52 ^a	1.90 ^d	3130.52 ^b	
S1H2	331.2 ^f	186.63 ^a	0.56 ^a	1.48 ^d	3377.20 ^a	
S2H1	486.93 ^c	167.23 ^d	0.34 ^c	2.02 ^c	2300.81 ^d	
S2H2	469.45 ^d	171.99 ^c	0.36 ^b	1.90 ^c	2460.90 ^c	
S3H1	577.8 ^a	156.91 ^f	0.27 ^d	2.84 ^a	1193.86 ^f	
S3H2	560.01 ^b	160.28 ^e	0.28 ^d	2.63 ^b	1392.36 ^e	
LSD (5%)		1.17	0.60	0.017	0.049	101.25

In each column, means with at least a common letter are not significantly different according to LSD (p≤0.05). S1(2.5dsm⁻¹),S2(5.5 dsm⁻¹),S3(8.5 dsm⁻¹),M1(no manure),M2(20 Tonha⁻¹),H1(no humic acid),H2(Priming(200 gr/100 kg seeds))

نسبت پتاسیم به سدیم

اثر اصلی شوری، کود دامی و اسید هیومیک، اثر متقابل شوری و کود دامی، شوری و اسید هیومیک، کود دامی و اسید هیومیک بر نسبت پتاسیم به سدیم معنی دار شد ($P \leq 0.01$) (جدول ۳). به طوری که با افزایش شدت شوری از ۲/۵ به ۵/۵ و از ۵/۵ به ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش ۳۰/۷۷ و ۲۵ درصدی نسبت پتاسیم به سدیم مشاهده شد (جدول ۴). تحقیقات بسیاری از محققین حاکی از این است که توان گزینشی برای پتاسیم یکی از مولفه‌های اصلی تحمل تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری در گیاهان مختلف است (Hu et al., 2021). کاربرد کود دامی، موجب کاهش ۸/۱۱ درصدی نسبت مورد نظر نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود دامی) شد (جدول ۴). از طرفی با کاربرد اسید هیومیک، افزایش ۶/۵۸ درصدی نسبت پتاسیم به سدیم در مقایسه با تیمار عدم مصرف اسید هیومیک مشاهده گردید (جدول ۴). نسبت پتاسیم به سدیم بالا به عنوان یک معیار انتخاب تحمل به شوری در بسیاری از گونه‌های گیاهی معرفی شده است. با این که غلظت سدیم در برگ ممکن است برای حفظ تورژسانس گیاه مفید باشد، ولی سدیم نمی‌تواند جانشین مناسبی برای پتاسیم محسوب شود، زیرا پتاسیم به طور اختصاصی برای سنتز پروتئین و فعالیت‌های آنزیمی ضروری است (Marschner., 1995). جذب انتخابی پتاسیم به عنوان یکی از مهم‌ترین مکانیزم‌های فیزیولوژیکی برای مقابله با تنش شوری در بیشتر گونه‌های زراعی مطرح است (Assaha et al., 2017). کاربرد کود دامی با افزایش شدت شوری، موجب کاهش نسبت پتاسیم به سدیم شد به طوری که کمترین نسبت در تیمار کاربرد کود دامی در شوری ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۰/۲۳) و بیشترین نسبت در تیمار عدم کاربرد کود دامی در شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۰/۵۲) حاصل شد (جدول ۵). کاربرد کود دامی افزایش چشم‌گیر سدیم را به دنبال داشت به همین دلیل کاهش نسبت مورد نظر انتظار می‌رفت. کاربرد اسید

هیومیک نیز در شرایط شوری آب آبیاری، با کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم، موجب افزایش نسبت پتاسیم به سدیم شد (جدول ۴). استفاده هم‌زمان از کود دامی و اسید هیومیک نیز کمترین میزان نسبت پتاسیم به سدیم (۰/۳۷) را نشان داد که در مقایسه به تیمار عدم مصرف کود دامی و اسید هیومیک ۵/۱۳ درصد کاهش داشت (جدول ۵).

غلظت کلر برگ

اثر اصلی تنش شوری، کود دامی و اسید هیومیک، در بین اثرات متقابل، برهم‌کنش کود دامی و تنش شوری، اسید هیومیک و تنش شوری، اسید هیومیک و تنش شوری، کود دامی بر غلظت کلر برگ معنی دار شد ($P \leq 0.01$) (جدول ۳). با افزایش شدت تنش شوری از ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر به ۵/۵ و ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر، غلظت کلر برگ، ۱۸/۵۸ و ۶۱/۵۹ درصد افزایش داشت (جدول ۴). افزایش غلظت کلر در گیاهان در اثر افزایش تنش شوری توسط (Munnse et al., 2006) Heydarnezhad and Ranjbarfordoei (2014) نیز گزارش شده است. با مصرف کود دامی قبل از کاشت، افزایش ۱۸/۳۰ درصدی کلر در برگ گیاه پنبه مشاهده شد (جدول ۴). باتوجه به نتایج Hajizadeh et al (2014)، استفاده از کود دامی موجب افزایش کلر محلول در خاک شد و به دنبال آن میزان کلر جذب شده توسط گیاه ذرت افزایش یافت، به طوری که بیشترین غلظت کلر برگ ذرت در شوری ۶/۴ دسی‌زیمنس بر متر و مصرف ۷۵ تن کود دامی مشاهده شد. از طرفی، کاربرد اسید هیومیک موجب کاهش معنی‌دار (۹/۷۸ درصدی) غلظت کلر برگ شد ($P \leq 0.01$) (جدول ۳). در شرایط تنش شوری، کاربرد کود دامی قبل از کاشت (۲۰ تن در هکتار)، موجب افزایش کلر موجود در برگ شد (جدول ۵)، بطوریکه بیشترین میزان کلر در تیمار کاربرد کود دامی در شوری ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۲/۹۶ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) حاصل شد که نسبت به تیمار عدم کاربرد کود در شوری مورد نظر،

خاک بر روی پنبه، آستانه تحمل به شوری ۷/۷ دسی-زیمنس بر متر و ۵۰ درصد کاهش محصول گزارش شده است، اما نتایج بسیاری از مطالعات دیگر حاکی از آن است که سطوح مختلف شوری آب آبیاری (۲/۴، ۵/۵ و ۶/۳ دسی زیمنس بر متر) نیز رشد و عملکرد پنبه را تحت تاثیر خود قرار داده‌اند (Afrasiab *et al.*, 2019). با افزایش شوری آب آبیاری و ایجاد فشار اسمزی، قدرت ریشه گیاه برای جذب آب موجود در محیط ریشه کاهش می‌یابد لذا تجمع املاح در منطقه ریشه، جذب کمتر آب و مواد غذایی توسط گیاه (در مقایسه با شرایط شوری آب آبیاری مناسب) را در پی دارد و در این شرایط عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (Afrasiab *et al.*, 2019) که با نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر هم خوانی دارند. کاهش عملکرد گیاه با افزایش شوری در گیاهان مختلف از جمله ذرت (Rashidi Fard *et al.*, 2020) و کلزا (Alilu *et al.*, 2020) گزارش شده است. ۱۳/۹۰ درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار عدم مصرف کود دامی مشاهده شد که نشان دهنده اثرات مثبت مصرف کود دامی در بهبود خصوصیات خاک و عملکرد گیاه است (جدول ۴). تاثیر مثبت کود دامی در بهبود ساختار فیزیکی خاک و افزایش قدرت جذب و نگهداری آب و عناصر مفید خاک، افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن و کمک به گیاه در ساخت ترکیبات پروتئینی و آمینی، نقش حفاظتی برخی از آنزیم‌ها، افزایش وزن اندام‌های گیاهی و در نهایت افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (Moghimi Benadkoki *et al.*, 2019). کود دامی با تأمین اکثر نیازهای غذایی ماکرو و میکرو مورد نیاز گیاهان، افزایش فعالیت آنزیمی و میکروبی خاک، افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش جذب نور خورشید، افزایش میزان سرعت تجمع ماده خشک شده و در نهایت باعث افزایش عملکرد می-گردد (Zhang *et al.*, 2022). در شرایط تنش شوری نیز استفاده از کود دامی می‌تواند علاوه بر موارد ذکر شده، از طریق کمک به بهبود ویژگی‌های خاک و

۵/۳۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). کاربرد کود دامی در شوری ۵/۵ و ۲/۵ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با عدم کاربرد کود در شوری‌های مورد نظر، ۶/۹۷ و ۱/۵۹ درصد افزایش غلظت کلر را موجب شد. نتایج Ghane *et al.* (2009) نشان داد بیشترین غلظت کلر در شوری ۶/۴ دسی زیمنس بر متر و ۷۵ تن کود دامی در هکتار و کمترین میزان آن در شوری ۰/۸ دسی زیمنس بر متر و بدون مصرف کود دامی دیده شد. شوری آب آبیاری موجب تجمع نمک حاوی کلر در خاک می‌شود و کود دامی نیز با افزایش میزان کلر محلول در خاک بر میزان تجمع کلر محلول در خاک می‌افزاید به همین دلیل در این تیمار افزایش جذب یون کلر توسط گیاه مشاهده شد (Hu *et al.*, 2021). استفاده از اسید هیومیک بر خلاف کود دامی، موجب کاهش غلظت کلر برگ در شرایط تنش شوری شد (جدول ۵). کاربرد هم‌زمان کود دامی و اسید هیومیک موجب کاهش ۱۶/۸۰ درصدی غلظت کلر برگ شد (جدول ۵). با وجود اینکه کاربرد کود دامی به تنهایی موجب افزایش کلر گیاه شد، اما در تیمارهایی که به صورت هم‌زمان با مصرف کود دامی، بذرها با اسید هیومیک آغشته شده بودند، اثر منفی جذب کلر توسط گیاه تا حدودی تعدیل یافت.

عملکرد وش

اثر اصلی تنش شوری، کود دامی و اسید هیومیک بر عملکرد وش پنبه معنی‌دار شد، اما اثرات متقابل معنی‌دار نشدند ($P \leq 0.01$) (جدول ۳). روند افزایش عملکرد با کاهش میزان شوری هم‌سوست. بیشترین میزان عملکرد وش در شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر (۳۲۵۳/۸۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن در تیمار ۸/۵ دسی زیمنس بر متر (۱۲۹۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید که این تفاوت بسیار چشم‌گیر است (جدول ۴). در صورتی که شوری آب در حدود ۶ دسی زیمنس بر متر افزایش یابد عملکرد پنبه کاهش و در حدود ۵۱ درصد عملکرد خود خواهد رسید (Esmaili *al.*, 2014). هرچند در بررسی اثر تنش شوری بر مبنای عصاره اشباع

افزایش جذب این عناصر باز می‌گردد (Seilsepour., 2022).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، کاربرد اسید هیومیک به صورت بذرمال و کود دامی قبل از کاشت، در شرایط تنش شوری، موجب تعدیل اثرات منفی جذب سدیم در شرایط تنش شوری شد. این موارد از طریق افزایش جذب پتاسیم و کاهش جذب سدیم و کلر توسط گیاه حاصل شد. با افزایش عناصر مفید در برگ‌ها، در نهایت افزایش عملکرد و ش پنبه را در شرایط تنش ایجاد می‌کند. با این وجود، بنظر می‌رسد تحقیقات در زمینه کاربرد غلظت‌های بالاتر اسید هیومیک و همچنین کاربرد به صورت محلول پاشی در طول فصل رشد در خصوص افزایش تحمل به شوری در پنبه در منطقه بشرویه با هدف کاهش جذب عناصر مضر ضروری می‌باشد.

سپاس‌گزاری

از دانشگاه بیرجند برای تأمین بخشی از هزینه‌های طرح و از کارشناسان آزمایشگاه‌های دانشکده کشاورزی برای همکاری‌های لازم، تشکر و قدردانی می‌شود.

افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاه، موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان مختلف شود (Piri et al., 2015). در ارزیابی عملکرد رزماری با سطوح کود دامی تحت شرایط تنش شوری آب، Piri et al., (2015) گزارش کردند استفاده از کود دامی هم در شرایط آبیاری با آب معمولی و هم در صورت آبیاری با آب شور موجب افزایش ارتفاع بوته، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه گیاه رزماری می‌شود. از طرفی پیش تیمار اسید هیومیک نیز موجب افزایش ۹/۱۵ درصدی عملکرد و ش شد که این افزایش عملکرد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴). کاربرد اسید هیومیک عملکرد و ش پنبه را افزایش داد و دلیل این افزایش عملکرد را می‌توان به اثرات شبه هورمونی اسید هیومیک و افزایش رشد ریشه (Rady et al., 2016) و در پی آن افزایش شاخه‌زایی و تعداد غوزه در واحد سطح مربوط دانست. از آنجا که عملکرد پنبه تحت تاثیر غلظت عناصر غذایی در برگ است (Mullins and Zakaria., 2016)، چنین استنباط می‌شود که افزایش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در اثر مصرف هیومیک اسید به نقش این ماده در افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک و

References

- Aghdasi, M., Kaheh, B., & Bagherieh Najjar, M. (2013). Physiological and molecular study of salinity resistance of two diploid and tetraploid cotton cultivars. *Plant Biology*, 13(4):13-28. [In Persian].
- Ahmadi, M., Astarai, A.R., Lekzian, A., & Emami, H. (2021). Investigating the response of millet plant to the application of humic acid, silicon and mycorrhiza under sodium salt stress conditions of irrigation water. *Environmental stresses in agricultural sciences*, 14(3): 823-836. [In Persian].
- Afrasiab, P., Delbari, M., Esadi, R., & Mohammadi, A. (2019). The effect of soil suction and water salinity on yield and yield components of cotton. *Journal of plant production research*. 22(3): 295-311.
- Alilou, A. A., Shiri Azar, Z. Dashti, S., Shahabi Vand, S., & Pourmohamad, A.R. (2021). Modulating effects of humic acid on germination and vegetative growth of canola plant under salt stress. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(4): 1-12. [In Persian].
- Assaha, D., Ueda, A., Saneoka, H., Al-Yahyai, R., & Yaish, M, W. (2017). The role of Na⁺ and K⁺ transporters in salt stress adaptation in glycophytes. *Frontiers in physiology*, 8, 509.
- Ashraf, M. & Neilly, T.M.C. (1990). Responses of four *Brassica* species to under different salinity levels. 111. Ionic composition. *Journal of Agricultural Research*, 33: 159-166.
- Ashraf, M., & O' Leary, J.W. (1997). Ion distribution in leaves of salt-tolerant and salt-sensitive lines of spring wheat under salt stress. *Acta Botanica Neerlandica*. 46(2):207-217.

- Celik, H., Katkat, A.V., Asik B.B., & Turan, M.A. (2011). Effect of foliar-applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42: 29–38.
- Cramer, G.R., Lauchli, A., & Epstein, E. (1986). Effects on NaCl and CaCl₂ on ion activities in complex nutrient solution and root growth of cotton. *Plant Physiology*, 81: 792-797.
- Chen, W., Hou, Z., Wu, L., Liang, Y., & Wei, C. (2010). Evaluating salinity distribution in soil irrigated with saline water in arid regions of northwest china. *Agriculture Water Managment* 97: 2001–2008.
- Darvishzadeh, R., & Pirzad, A. (2019). Effect of salinity stress on physiological and antioxidant activities in two lines sensitive and tolerant to salinity (NaCl) of sunflower in seedling stage. *Cellular and molecular researches (Iranian Biology Journal)*, 34(3): 562-574. [In Persian]
- El-Hefny Eslah, M., (2010). Effect of Saline Irrigation Water and Humic Acid Application on Growth and Productivity of Two Cultivars of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4: 6154-6168.
- Esmaili S, Tadayon M R, Tadayyon A, Rafiee Alhossainy M. (2016). Response of some quantitative and qualitative traits of cotton cultivars to foliar application of humic acid in saline soil. *Journal of Oil Plants Production*, 3 (1) :1-14. [In Persian]
- Garcia-Lidon, J. M., Ortiz, J. M., Garcia-Leqaz, M. F., & Cerda, A. (1998). Role of root stock and scion on root and leaf ion accumulation in lemon trees grown under saline condition. *Fruits*, 53: 89- 97.
- Ghane, E., Feizi, M., Mostafazadeh-Fard, B., & Landi, E. (2009). Water productivity of winter wheat in different irrigation planting methods using saline irrigation water. *International Journal of Agriculture & Biology*, 2: 131-137. [In Persian]
- Ghazan Shahi, J., (1997). Soil and plant analysis. Homa Tehran print. 427. [In Persian]
- Giri, B., Kapoor, R., & Mukerji, K.G. (2007). Improved tolerance of *Acacia nilotica* to salt stress by arbuscular mycorrhiza, *Glomus fasciculatum*, may be partly related to elevated K⁺/Na⁺ ratios in root and shoot tissues. *Microbial Ecology*, 54: 753-760.
- Gul, M., Wakeel, A., Steffens, D., & Lindberg, S. (2019). Potassium-induced decrease in cytosolic Na⁺ alleviates deleterious effects of salt stress on wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant biology*. 21(5): 825-831.
- Hatami, A.A., Aminian, R., Mahakhari, S., Soleimani Aghdam, M. (2022). The effect of gamma-aminobutyric acid on the morphophysiological traits and yield of quinoa seeds under salinity stress conditions. *Plant Products*. 44(4):572-559. [In Persian]
- Hajizadeh, M., & Bahmanyar, M., A. (2014). *The role of manure in reducing the damage caused by saline stress caused by saline irrigation water in soil and corn plants. Master's thesis in soil science engineering*. Agricultural engineering with soil science orientation. Sari Faculty of Agricultural Sciences. [In Persian]
- Heydarnezhad, S, & Ranjbarfordoei A. (2014). Effects of salt stress on growth characteristics and ion accumulation in saltwort plants (*Seidlitzia rosmarinus* L.). *Desert Ecosystem Engineering Journal*. 3(4) :1-10. [In Persian]
- Hu, y., Li, Q., Song, C.J., & Jin, XH. (2021). Effect of humic acid combined with fertilizer on the improvement of saline-alkali land and cotton growth. *Applied Ecology and Enviromental Research*. 19(2):1279-1294.
- Hussain, A., & Shahidbaig, M. (2003). Comparative study of effect of Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ metals and Rhizopus species on the growth of *Acacia nilotica* and *Peganum harmala* seeds. Khewra, Salt Mine, District, Jhelum and Muzaffarabad, Azad Kashmir. *Biological Science*, 6(15): 1324-1327.
- Ismaili taheri, S., Tedin, M. R., Tadin, A., Rafiei Al-Hosseini, M. (2014). *The response of some quantitative and qualitative characteristics of different cotton cultivars (Gossypium hirsutum L.) to humic acid foliar application in saline conditions*. Master thesis. Agriculture. Shahrekord University.
- Jakob, G., Ton, J., Flors, V., Zimmerli, L.J., Metraux, P. & Mauch- Mani, B. (2005). Enhancing *Arabidopsis* salt and drought stress tolerance by chemical priming for its ABA. *Plant Physiology*. 139: 267-274.

- Johnson C.M., & Ulrich A. (1959). California Agriculture. II. Analytical methods for use in plant analysis. California. *Journal of Agriculture Experiment Station Bulletin*. 766: 26-27.
- Khairjo, A. (2011). The effect of the chemical mepiquat chloride on the cotton plant. *Quarterly journal of chemical application in the environment*, 6(2). 63-68. [In Persian]
- Marschner., H. (1995). *Mineral Nutrition of higher plants*. San Dieg, Academie Press Inc.
- Mirghasemi, S. J., Shabdin, M., Rezaei, M. A., & Alishah, A. (2014). Investigating the effect of salinity stress on the activity of some antioxidant enzymes, sodium and chlorine content of leaves in seven genotypes of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Plant Ecophysiology Research*. 33(1): 37-29. [In Persian]
- Mohammadi, A., Bahmanyar, M. A., Qajar Spanlou, M. (2011). The effect of applying gypsum and manure on the improvement of nitrogen, phosphorus and potassium levels in wheat leaves and grains under salt stress. *Journal of agricultural engineering*. 36(1):1-11. [In Persian]
- Moghimi Benadkoki, A., Dehestani Ardakani, M., Shirmardi, M., & Pourali, M. (2019). The effect of animal manure and vermicompost on reducing the effect of salinity stress in feather tree (*Cotinus coggypria* Scop). *Plant process and function Journal*, 9(35): 179-192. [In Persian]
- Mullins, G. L. & Burmester, C. H. (2010). Relation of growth and development to mineral nutrition In: *Physiology of Cotton*, 97-105.
- Munns, R., & Tester, M., (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 59: 651-668.
- Nadian, H., Heydari, M., Qurina, M.H., Daneshvar, M.H. (2013). The effect of different levels of sodium chloride and mycorrhizal colonization on the growth and uptake of phosphorus, potassium and sodium by saffron plant (*Crocus sativus* L). *Plant Products*, 36(2), 49-59. [In Persian]
- Nigania S., Sharma, Y., & Kumar, B. (2017). Role of humic acid and salicylic acid on quality parameters and K/Na ratio of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under salt and water stress. *International Journal of Chemical Studies*. 5: 278-283.
- Piri, A., Herati, A., Tosli, A., & Babaian, M., (2015). Evaluation of rosemary yield with manure levels under salinity stress conditions. *Scientific-research journal of crop plant ecophysiology*. 10(4): 959-974. [In Persian]
- Rady M.M, Abd El-Mageed T.A, Abdurrahman H.A and Mahdi A.H. (2016). Humic acid application improves field performance of cotton (*Gossypium barbadense* L.) under saline conditions. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. 26(2): 487-493.
- Rashidi Fard, A., Cherm, Norouzi Masir, M., & Roshanfekar, H. (2020) The effect of humic acid and zinc application on some growth characteristics and antioxidant enzymes of corn seedlings under soil salinity stress, *Iran Water and Soil Research*. 9: 2403-2394. [In Persian].
- Rahnama, A., Poustini, K., Tavakkol-Afshari, R., Ahmadi, A., Alizadeh, H. (2011). Growth Properties and Ion Distribution in Different Tissues of Bread Wheat Genotypes (*Triticum aestivum* L.) Differing in Salt Tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 197(1):21-30.
- Razaghi Jahrami, F., Ismailpour, M., & Shahsund Hosni, H. (2022). Investigating some physiological characteristics of Tritipyram wheat lines in response to salt stress. *Plant products*. 45(3):409-420.
- Salardini A. (2015). *soil fertility*. Tehran University Publishing Institute, 8th edition, 411. [In Persian]
- Seilsepour M. (2022). Study the effects of humic acid and salicylic acid application on yield, fiber quality and nutrient concentration in leaves of cotton var. Khordad. *Journal of plant process and function*. 11 (48) :229-248. [In Persian]
- Shabdin, M, Rezaei, M. A, Alishah, I, & Mir Ghasemi, S. J. (2013). Investigating the effect of salinity stress on the accumulation of ions in seven cotton cultivars. *Iran Cotton Research*. 2(1): 65-74. [In Persian]
- Su, H., Sun, H., Dong, X., Chen, P., Zhang, X., Tian, L., Liu, X., & Wang, J. (2021). Did manure improve saline water irrigation threshold of winter wheat? A 3-year field investigation. *Agricultural Water Management*. 258(1):1121-1131.

- Tyerman, S., Skerret, M., Garrill, A., Findlay, G.P. & Leigh, R.A. (1997). Pathways for the permeation of Na⁺ and Cl⁻ into protoplasts derived from the cortex of wheat root. *Journal of Experimental Botany*. 48: 459-480.
- Yang, Y., Zheng, Q., Liu, M., Long, X., Liu, Z., Shen, Q. & Guo, S. (2016). Difference in sodium spatial distribution in shoot two canola cultivars under saline stress. *Plant Cell physiology Journal*. 58:1010-1019.
- Zarehmanesh, H., Eisvand, H. R., Akbari, N., Ismaili, A., & Feizian, M. (2021). An investigation of effects of humic acid on changes in nutrients concentration of leaf, root and stem of *Satureja khuzestanica* under salinity stress. *Journal of Plant Process and Function*. 10 (41) :1-16. [In Persian]
- Zhang, E., Qin, M., Zhang, Zh. & Xu, T., (2022). Humic Acid Fertilizer Incorporation Increases Rice Radiation Use, Growth, and Yield: A Case Study on the Songnen Plain, China. *Agriculture Journal*. 12(5): 653-666.