مقاله پژوهشی

اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر عملکرد، کیفیت الیاف و غلظت عناصر غذایی برگ پنبه رقم خرداد در شرایط شور

محسن سیلسپور

بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های کمی و کیفی پنبه و غلظت عناصر غذایی در برگ پنبه رقم خرداد در شرایط تنش شوری (شوری خاک ۷/۶۵ و شوری آب ۱۰/۸۶ دسی‌زیمنس بر متر)، آزمایش فاکتوریل مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۷ در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۹ تیمار در مزرعه بهره‌بردار در جنوب ورامین اجرا شد. اثر هیومیک اسید در سه سطح (صفر، بذرمال و ۱۰ لیتر در هکتار به صورت کودآبیاری) و سالیسیلیک اسید در سه سطح (صفر، ۲ و ۴ میلی‌مولار به‌صورت محلول‌پاشی) روی صفات کمی و کیفی پنبه رقم خرداد بررسی شد. اثر هیومیک اسید، سالیسیلیک اسید و اثر برهمکنش آنها بر عملکرد وش و الیاف و اجزای عملکرد، غلظت عناصر غذایی و کلروفیل برگ و ویژگی‌های کیفی الیاف شامل طول، استحکام و ظرافت معنی‌دار (**P<0.01**) بود. بیشترین عملکرد وش پنبه به میزان ۴۴۰۹ کیلوگرم در هکتار از تیمار کاربرد توأم هیومیک اسید به‌صورت بذرمال و سالیسیلیک اسید به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت ۴ میلی‌مولار بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد، ۴۹ درصد بیشتر بود. کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید ویژگی‌های کیفی الیاف را ارتقا داد، به گونه‌ای که بیشترین میانگین طول الیاف پنبه به میزان ۳۱ میلی‌متر از تیمار کاربرد توأم هیومیک اسید به‌صورت بذرمال و سالیسیلیک اسید به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت ۴ میلی‌مولار بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۱۰/۷ ٪ افزایش طول داشت. اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم برگ پنبه معنی‌دار بود. در این مورد بیشترین میانگین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ پنبه به‌ترتیب به میزان ۳/۹، ۰/۴۳، ۳/۹، ۱/۶ و ۰/۹۹ ٪، از تیمار کاربرد توأم هیومیک اسید به‌صورت بذرمال و سالیسیلیک اسید به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت چهار در هزار بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد، به‌ترتیب برای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم ۴۴، ۵۳، ۶۲، ۶۰ و ۱۲ ٪ بیشتر بود. بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد هیومیک اسید به‌صورت بذرمال و سالیسیلیک اسید به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ در شرایط تنش شوری شور، موجب تعدیل اثرات تنش شوری و افزایش عملکرد وش پنبه و ارتقای ویژگی‌های کیفی الیاف می‌گردد.

کلمات کلیدی: الیاف، پتاسیم، شوری، فسفر، کلروفیل، نیتروژن

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mseilsep@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

مقدمه

شوری خاک، به‌دلیل افزایش روزافزون آن در سراسر جهان، مشکلی جدی به حساب می‌آید (Szczerba *et al*., 2009). بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از زمین‌های موجود در سراسر جهان تحت‌تأثیر شوری واقع شده‌اند که این مقدار معادل ۶ ٪ از مساحت اراضی جهان است (Munns, 2002). در حال حاضر حجم قابل‌توجهی از منابع آبی جهان متأثر از شوری است و متعاقب آن شورشدن خاک نیز پدیده‌ای پیش‌رونده محسوب می‌شود که در حدود ۱۱ درصد از اراضی فاریاب جهان را تحت‌تأثیر درجات مختلفی از شوری قرار می‌دهد (FAO, 2012). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تقریباً ۳۰ ٪ نواحی کشت دنیا و حدود نصف زمین‌های تحت آبیاری دنیا، به‌وسیله شوری تحت‌تأثیر قرار گرفته‌اند (Sairam and Tyagi, 2004). سطح اراضی شور در ایران نیز ۳/۵ میلیون هکتار از ۷/۵ میلیون هکتار اراضی فاریاب تخمین زده می‌شود (مؤمنی، ۱۳۸۹).

تنش شوری مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد اکثر گیاهان است (Salama and Mona, 2016). تنش شوری موجب تنش اکسیداتیو به معنی تشکیل گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن، عدم تعادل جذب عناصر غذایی، کاهش رشد و تقسیم سلول، سمیت یون‌های ویژه، تخریب DNA، RNA و پروتئین می‌شود (Zhu, 2007; Kaya *et al*., 2015). تحت تنش شوری، تجمع یون‌های سدیم و کلر در سلول اتفاق می‌افتد که موجب کاهش رشد گیاه (Gama *et al*., 2007; Memon *et al*., 2010)، تنش اسمز و کاهش جذب آب توسط گیاه می‌گردد (Munns and Tester, 2008). تنش شوری موجب کاهش پتانسیل آب خاک و کاهش قابلیت جذب آن برای گیاه می‌شود، همچنین موجب کاهش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود (Osman and Rady, 2012).

پنبه مهم‌ترین گیاه برای تولید الیاف در جهان است (FAO, 2005). پنبه در نواحی مختلف کشور کشت می‌شود و سطح زیر کشت آن حدود ۷۵ هزار هکتار با میانگین عملکرد وش ۲/۷ تن در هکتار است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). الیاف پنبه دارای ویژگی‌های منحصر به‌فردی از جمله قابلیت شستشو، دوام، استحکام، هدایت بخار آب، انعطاف، سهولت آب‌رفتن یا تجمع اولیه و رنگ‌پذیری است که سایر الیاف، تمام این ویژگی‌ها را به‌طور یک‌جا دارا نمی‌باشند. این محصول به علت ارزش اقتصادی و تجاری زیاد، طلای سفید نامیده شده و با افزایش آگاهی عمومی میزان نیاز به منسوجات پنبه‌ای رو به افزایش است (فتحی و همکاران، ۱۳۹۰).

محدودیت منابع آب کشور، کشاورزان را ناگزیر به استفاده از منابع آب شور می‌نماید. استفاده از آب شور برای تولید محصولات کشاورزی به‌طور موفقیت‌آمیزی در محصولات کشاورزی مثل پنبه، جو و چغندرقند مورد استفاده قرار گرفته است (منصوری، ۱۳۹۰). با این حال تنش شوری موجب کاهش عملکرد پنبه می‌شود (روشنی و همکاران، ۱۳۹۳). براساس مطالعات صورت گرفته، آستانه تحمل به شوری براساس مدل خطی برای ارقام پنبه ورامین، بختگان و سای‌اکرا به‌ترتیب ۴/۱، ۴/۸ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر است و میزان شوری برای کاهش پنجاه درصدی عملکرد ارقام فوق به‌ترتیب ۱۲/۰۵، ۱۳/۳۱ و ۱۲/۵۶ دسی‌زیمنس بر متر تعیین شده است (آناقلی، ۱۳۸۷). سایر پژوهشگران، آستانه تحمل به شوری در پنبه را ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر و شیب کاهش عملکرد به ازای هر واحد افزایش شوری بیشتر از آستانه را ۵/۵ درصد ذکر کرده‌اند (Hillel, 2000). با توجه به اهمیت پنبه در کشور به‌عنوان یک محصول استراتژیک و وسیع‌بودن اراضی شور در کشور که بخشی از آن در مناطق پنبه‌خیز کشور مثل استان‌های گلستان، خراسان رضوی، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، کرمان، سمنان، قم و فارس واقع است (آناقلی، ۱۳۸۷)، افزایش عملکرد در واحد سطح این محصول ضروری است.

در سال‌های اخیر به توسعه کشاورزی پایدار توجه ویژه شده است. این موضوع از طریق مصرف مواد آلی در خاک از جمله مواد هیومیکی، به‌دلیل کاهش اثرات مخرب شوری، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی برای گیاه امکان‌پذیر شده است (Rady, 2012). نتایج پژوهش‌ها مؤید این مطلب است که مواد آلی به‌عنوان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

مهم‌ترین بخش خاک، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را ارتقا می‌بخشد (Diacono and Montemero, 2010; Khaled and Fawy, 2011). در این راستا، هیومین، هیومیک اسید و فولویک اسید به‌عنوان مواد هیومیکی شناخته می‌شوند که اجزای اصلی تشکیل‌دهنده مواد آلی خاک هستند (Jarosova *et al*., 2016). مواد هیومیکی جزء اصلی ماده آلی خاک را شامل می‌شوند و موجب کمپلکس‌کردن یون‌های فلزی در خاک می‌گردند (Rosa *et al*., 2005)، این موضوع باعث تبدیل فرم غیرقابل جذب عناصر غذایی به فرم قابل‌جذب می‌گردد که فسفر در این خصوص، مثال آشکاری است (Hua et al., 2008). هیومیک‌اسید ممکن است تاثیرات مستقیم و غیر مستقیمی روی خاک داشته باشد.

تاثیرات مستقیم شامل افزایش فعالیت میکروبی و آنزیمی می‌باشد و تاثیرات غیرمستقیم شامل بهبود ویژگی‌های خاک مانند دانه‌بندی (Imbufe et al., 2005) و ظرفیت نگهداری آب (Li *et al*., 2019a)، فراهمی بیشتر شکل قابل‌جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف (Celik *et al*., 2010; Khaled and Fawy, 2011; Calvo *et al*., 2014) است. این مواد اثرات زیادی بر خاک و گیاه دارند و می‌توانند اثرات تنش‌های محیطی را تعدیل کنند (Singh *et al*., 2013). هیومیک اسید چندین فرایند گیاهی از جمله فتوسنتز، تنفس، سنتز نوکلوئیک اسید و جذب یون را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Nardi *et al*., 2002). اثرات کاربرد این ماده توسط بسیاری از پژوهشگران مورد تأیید بوده است. به‌عنوان مثال، اثرات کاربرد هیومیک اسید بر جوانه‌زنی (Orlova and Archipchenko, 2009)، افزایش رشد گیاه (Paksoy *et al*., 2010)، تشدید جذب عناصر غذایی (Turkman *et al*., 2005)، تشدید سنتز پروتئین (Dantas *et al*., 2007) و اثرات شبه‌هورمونی آن (Trevisan *et al*., 2010) به‌اثبات رسیده است. هیومیک اسید از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و کاهش جذب یون‌های سمی از جمله سدیم و کلر موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان در محیط شور می‌گردد (Osman and Rady, 2012).

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تنش شوری موجب کاهش غلظت عناصر غذایی در برگ پنبه می‌شود. در این خصوص، شوری ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، روی و مس در برگ پنبه به میزان ۴۱/۲، ۲۶/۱، ۶۲/۸، ۳۵/۲، ۱۴/۲، ۲۲/۳، ۳۵/۲ و ۱۷/۴ درصد در مقایسه با پنبه شاهد در شرایط غیرشور شد. این درحالی بود که با کاربرد خاکی هیومیک اسید به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، روی و مس در برگ پنبه به‌ترتیب ۴۰/۷، ۸۵/۵، ۱۰۴، ۵۰، ۶۴، ۴۰/۷، ۴۷/۷ و ۲۸/۹ درصد افزایش یافت و غلظت سدیم برگ ۸۰ درصد کاهش یافت (Rady *et al*., 2016).

یکی دیگر از ترکیبات محرک رشد، سالسیلیک اسید است. این ماده متعلق به گروهی از ترکیبات فنلی است که به‌طور وسیعی در گیاهان وجود دارد و بر رشد گیاه، جوانه‌زنی دانه، ساختار غشا، جذب و انتقال یون، نرخ فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، مقدار کلروفیل، گل‌دهی و رسیدن میوه نیز تأثیر می‌گذارد و امروزه به‌عنوان ماده شبه‌هورمونی محسوب می‌گردد که نقش مهمی در رشدونمو گیاهان ایفا می‌کند (Belkhadi *et al*., 2010; Popova *et al*., 2003). سالیسیلیک اسید تنظیم‌کننده رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی است که در بسیاری از پدیده‌های فیزیولوژیکی گیاه از جمله مهار سنتز اتیلن، افزایش تقسیم سلولی، تمایزیابی و ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی و پاتوژن مؤثر است (Wang *et al*., 2006). این ماده، تعدادی از فرایندهای گیاهی را که هنگام تنش در گیاه اتفاق می‌افتد، از طریق فعال‌سازی ملکول‌های پیام‌رسان، کنترل می‌کند و از این راه، تحمل گیاه به تنش‌های محیطی را افزایش می‌دهد (Karlidag *et al*., 2009). سالیسیلیک اسید تقریباً بر اکثر واکنش‌های متابولیسمی گیاه تأثیر می‌گذارد و موجب تغییراتی در آنها می‌شود، به‌گونه‌ای تحمل و سازگاری گیاهان را در مقابل تنش‌های محیطی از جمله شوری افزایش می‌دهد (Karlidag *et al*., 2009). رادیکال‌های سوپراکسید ایجادشده در شرایط تنش شوری باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید و درنتیجه آسیب به غشاهای سلولی می‌شود

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

(Borsani *et al*., 2001; Sairam *et al*., 2002). تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سالیسیلیک اسید با جلوگیری از آسیب به اسیدهای چرب و کاهش نفوذپذیری غشاء و حفاظت از غشاء تیلاکوئیدی در اثر تنش شوری، نقش مثبت خود را ایفا می‌کند و این اثر را احتمالاً با کاهش میزان پراکسید هیدروژن انجام می‌دهد (Borsani *et al*., 2001). بسیاری از اثرات فیزیولوژیک شوری در گیاه ممکن است در اثر تغییر در توازن هورمون‌های گیاهی به‌وجود آیند. تنظیم‌کننده‌های رشد مانند سالیسیلیک اسید، با ایجاد توازن در محتوای هورمون‌های گیاهی، در کنترل پاسخ‌های گیاه به شوری نقش مهمی دارند (Pirasteh-Anosheh *et al*., 2016). نتایج یک پژوهش در مورد مصرف سالیسیلیک اسید بر عملکرد اجزای عملکرد پنبه نشان داد که تعداد شاخه جانبی، تعداد غوزه در بوته، تعداد بذر در غوزه و عملکرد وش در هکتار تحت‌تأثیر محلول‌پاشی این ماده افزایش معنی‌دار یافته‌اند و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در زمان رویشی و گل‌دهی با غلظت ۰/۷۵ میلی‌مولار، مناسب‌ترین تیمار برای حصول عملکرد پنبه است (Dolatabadi *et al*., 2012). از آن‌جایی‌که اطلاعات جامعی در مورد اثرات کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر افزایش تحمل به تنش شوری در پنبه در دست نیست، این پژوهش با هدف مطالعه اثرات کاربرد این مواد بر عملکرد کمی و کیفی پنبه و جذب عناصر غذایی تحت شرایط تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثرات مصرف خاکی هیومیک اسید و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه، ویژگی‌های کیفی الیاف و جذب عناصر غذایی پنبه در شرایط تنش شوری، آزمایش مزرعه‌ای بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل با دو عامل اسید هیومیک در سه سطح (صفر، بذرمال و ۱۰ لیتر در هکتار به‌صورت کود آبیاری) و ۳ غلظت مصرف سالیسیلیک اسید (صفر، ۲ و ۴ میلی‌مولار به‌صورت محلول‌پاشی)، و سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در یک خاک شور در مزرعه بهره‌بردار واقع در جنوب ورامین با مختصات ۵۱ درجه و ۳۴ دقیقه و ۱۴/۴ ثانیه طول شمالی و ۳۵ درجه و ۱۲ دقیقه و ۲۲/۳ ثانیه عرض شرقی و ارتفاع ۱۰۲۰ متر از سطح دریا اجرا شد. ویژگی‌های اقلیمی منطقه در جدول ۱ آورده شده است.

قبل از اجرای آزمایش، نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و برای تعیین غلظت عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد و تجزیه شد (علی‌احیایی، ۱۳۷۶) (جدول ۲). همچنین از آب آبیاری نیز نمونه‌برداری شد و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت (جدول ۳).

کلیه کودهای پایه و سرک بر مبنای آزمون خاک مصرف شدند. در این راستا ۴۰۰ کیلوگرم اوره و ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل مصرف شد. تمام کود فسفره و پتاسه قبل از کاشت مصرف شد. یک سوم کود نیتروژن از منبع اوره هنگام تنک بوته (سی روز پس از کاشت) و دو سوم باقی‌مانده قبل از گل‌دهی (۶۰ روز پس از کاشت) مصرف شد (ضیائیان و همکاران، ۱۳۸۴). کشت بذر پنبه رقم خرداد در نیمه دوم اردیبهشت‌ماه در عمق ۵ سانتی‌متری خاک و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم صورت گرفت. رقم خرداد از ارقام مهم پنبه کشور است که نسبت به سایر ارقام زودرس‌تر و طول دوره رشد آن ۱۴۰ روز است. ویژگی‌های پنبه رقم خرداد در جدول ۴ آورده شده است (Ramezani Moghadam *et al*., 2012).

هر کرت شامل پنج ردیف کشت به طول هشت متر و فاصله بین ردیف ۸۰ سانتی‌متر بود. آبیاری نیز براساس نیاز آبی گیاه، با آب شور با هدایت الکتریکی ۱۰/۸۶ دسی‌زیمنس بر متر به صورت فارویی انجام شد که براساس مطالعات موجود، موجب بروز تنش در گیاه پنبه شده و عملکرد را به میزان پنبه ۱۸/۸ درصد نسبت به شرایط نرمال کاهش خواهد داد (Hillel, 2000). هیومیک اسید، برند گرومور ساخت آمریکا، مطابق تیمارهای مندرج در پروژه، به‌صورت کود آبیاری (آب دوم) و بذر مال (همزمان با کاشت) مصرف شد. سالیسیلیک اسید ساخت شرکت مرک آلمان نیز با غلظت‌های مندرج در پروژه، در دو مرحله تنک بوته (۳۰ روز پس از کاشت) و شروع

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

جدول ۱- داده‌های اقلیمی محل اجرای پژوهش

ماه	میانگین دما درجه سانتی‌گراد	میانگین بارندگی میلی‌متر	میانگین رطوبت نسبی ٪	جمع تبخیر میلی‌متر
فروردین	۱۴/۹	۵۹/۳	۵۸	۹۹
اردیبهشت	۲۰/۶	۷/۱	۴۲	۱۸۹
خرداد	۲۷/۵	۱۷/۳	۳۳	۲۸۳
تیر	۳۳/۳	۰	۲۷	۳۸۶
مرداد	۳۱/۴	۰	۲۹	۳۴۵
شهریور	۲۷/۰	۰	۳۷	۲۴۵
مهر	۲۲/۲	۵/۳	۴۰	۱۶۸
آبان	۱۲/۳	۲۵/۷	۷۰	۴۹
آدر	۷/۸	۳/۳	۷۵	۰
دی	۵/۹	۶/۵	۶۷	۰
بهمن	۶/۰	۳/۹	۵۸	۰
اسفند	۱۲/۱	۲۴/۳	۶۰	۰

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی dS/m	pH	کربن آلی (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	آهن قابل جذب (mg/kg)	روی قابل جذب (mg/kg)	منگنز قابل جذب (mg/kg)	بور قابل جذب (mg/kg)	بافت
۷/۶۰	۴/۸	۰/۳۸	۰/۰۳	۶/۴	۳۱۰	۵/۵	۰/۸	۱۲/۵	۰/۷	لوم- رسی

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری

EC dS/m	pH	کربنات meq/l	بیکربنات meq/l	کلر meq/l	سولفات meq/l	کلسیم meq/l	منیزیم meq/l	پتاسیم meq/l	سدیم meq/l
۱۰/۸۶	۷/۷	۰	۳/۵	۱۰/۶	۸۳	۱۱/۴	۹/۱	۳/۲	۷۴/۲

جدول ۴- ویژگی‌های پنبه رقم خرداد

ویژگی‌های مهم	توضیح	ویژگی‌های مهم	توضیح
منشأ رقم	استرالیا	سال معرفی	۱۳۸۶
روش اصلاحی	سلکسیون بر روی رقم سای اکرا ۳۲۴	طول دوره رویش	۱۴۰ روز
ویژگی‌های مهم	متحمل به خشکی و شوری، متحمل به	مناطق کشت	نواحی مرکزی کشور، استان‌های
زراعی	پژمردگی ورتیسیلیومی		خراسان رضوی، خراسان جنوبی

گل‌دهی (۷۵ روز پس از کاشت) به‌صورت محلول‌پاشی مصرف شد. نمونه برگ نیز یک هفته پس از مرحله دوم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید از پلات‌های آزمایش اخذ و برای تعیین عناصر غذایی پرمصرف تجزیه شد (امامی، ۱۳۷۵). اندازه‌گیری کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (مینولتا ساخت کشور ژاپن) انجام شد. بدین منظور در هر کرت آزمایشی تعداد ۱۰ برگ از ۱۰ بوته (جدیدترین برگ کامل‌شده) مورد سنجش کلروفیل قرار گرفت و میانگین اعداد خوانده‌شده به‌عنوان شاخص کلروفیل برگ در نظر گرفته شد (Karademiri *et al*., 2008). پروتئین‌های کل محلول در برگ با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Bradford, 1976). سنجش نشت یونی به روش حمام بن‌ماری انجام شد (Sairam,1994). سطح برگ در بوته نیز با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ (برند لایکور ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد (Li *et al*., 2019b).

برداشت وش در آبان‌ماه به تفکیک تیمار و تکرار در کرت‌های آزمایشی به‌صورت دستی صورت پذیرفت و توزین و ثبت شد. سپس وش استحصالی از کرت‌های آزمایشی جین زده شد و به تفکیک الیاف و بذر توزین و ثبت شد.

در کلیه پلات‌های آزمایشی، وش از ۲۰ غوزه به‌طور تصادفی برداشت شد و پس از توزین، میانگین وزن وش غوزه محاسبه شد. همزمان، تعداد غوزه در ۲۰ بوته تصادفی شمارش شد و میانگین تعداد غوزه در بوته محاسبه شد. درصد کیل از تقسیم عملکرد الیاف بر عملکرد وش محاسبه شد. همچنین ویژگی‌های کیفی الیاف نیز شامل ظرافت، طول و استحکام الیاف با استفاده از دستگاه HVI (مدل Uster HVI 1000، ساخت کشور سوئیس) تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون F و نرم‌افزار MSTATC (دانشگاه میشیگان نسخه 1.1.0) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و ویژگی‌های کیفی الیاف در جدول ۵ آمده است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر هیومیک اسید، سالیسیلیک اسید و اثر برهمکنش آنها بر صفات عملکرد وش، عملکرد الیاف، عملکرد بذر، درصد کیل، تعداد غوزه در بوته، میانگین وزن غوزه، طول الیاف، استحکام الیاف و ظرافت الیاف معنی‌دار است (جدول ۵). اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید در خصوص عملکرد و اجزای عملکرد در جدول ۶ و اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید در خصوص صفات کیفی الیاف در جدول ۷ آورده شده است.

اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر عملکرد وش، الیاف و دانه پنبه: کاربرد هیومیک اسید، سالیسیلیک اسید و اثر برهمکنش آنها بر عملکرد وش، الیاف و بذر پنبه معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین عملکرد وش، الیاف و بذر پنبه به‌ترتیب به میزان ۴۴۰۹، ۱۶۲۲ و ۲۷۸۲ کیلوگرم در هکتار از تیمار کاربرد توأم هیومیک اسید (بذرمال) و سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی با غلظت چهار در هزار) بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید)، به‌ترتیب ۴۹، ۷۵ و ۴۱ ٪ افزایش عملکرد داشت (جدول ۶).

اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین تعداد غوزه در بوته و میانگین وزن وش غوزه: کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید و اثر برهمکنش آنها موجب افزایش معنی‌دار میانگین تعداد غوزه در بوته و میانگین وزن غوزه پنبه شد (جدول ۵). بیشترین میانگین تعداد غوزه در بوته و میانگین وزن غوزه پنبه به‌ترتیب به میزان ۳۴ عدد در بوته و ۶/۱ گرم از تیمار کاربرد توأم هیومیک اسید (بذرمال) و سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی با غلظت چهار در هزار) بهدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید)، به‌ترتیب ۸۰ و ۴۵ ٪ افزایش نشان داد (جدول ۶).

اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین ارتفاع بوته و سطح برگ بوته: کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین ارتفاع بوته و سطح برگ بوته معنی‌دار بود (جدول ۵). کاربرد هیومیک اسید به‌صورت بذرمال موجب شد تا ارتفاع بوته از ۶۲/۵ سانتی‌متر در تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

جدول ۵- خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌های عملکرد وش، الیاف و دانه، اجزای عملکرد و ویژگی‌های کیفی الیاف

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد وش	عملکرد الیاف	عملکرد دانه	درصد کیل	تعداد غوزه در بوته	میانگین وزن غوزه
بلوک	۲	۲۶۲۲۰۴^{ns}	۲۸۸۳۹^{ns}	۱۲۳۴۵۹**	۳/۰^{ns}	۲/۵^{ns}	۰/۲۹**
هیومیک‌اسید	۲	۲۷۸۳۳۷۸**	۵۴۷۱۹۴**	۸۶۵۶۹۸**	۱۷/۶**	۴۱۲**	۵/۸**
سالیسیلیک اسید	۲	۱۷۳۸۴۶۱**	۳۵۲۳۲۵**	۵۲۴۶۷۶**	۱۲/۹**	۱۱۷**	۲/۷**
هیومیک اسید × سالیسیلیک اسید	۴	۸۰۹۲۴*	۲۵۸۳۲*	۱۹۸۸۰*	۲/۸*	۱/۱*	۰/۰۵*
اشتباه	۱۶	۱۶۶۰۸	۴۴۶۹	۸۲۶۹	۱/۵	۱/۵	۰/۰۲
ضریب تغییرات	–	۷/۵	۸/۶	۸/۲	۵/۶	۷/۶	۴/۶

***، ** و ns به معنای تفاوت آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم وجود تفاوت آماری معنی‌دار است.**

ادامه جدول ۵-

منابع تغییرات	درجه آزادی	سطح برگ	ارتفاع بوته	طول الیاف	استحکام الیاف	ظرافت الیاف
بلوک	۲	۲۰۸۷۵^{ns}	۵۴/۳^{ns}	۰/۳۶^{ns}	۰/۲**	۰/۰۴**
هیومیک‌اسید	۲	۱۵۹۰۶۶**	۵۸۲**	۴۹**	۲۹**	۲/۱**
سالیسیلیک اسید	۲	۹۱۰۲۳**	۴۵۵/۲**	۶/۹**	۵/۲**	۰/۰۱**
هیومیک اسید × سالیسیلیک اسید	۴	۳۱۲۶^{ns}	۱۲/۶^{ns}	۰/۲*	۰/۱*	۰/۰۳**
اشتباه	۱۶	۲۱۱۲	۶/۹	۲/۲	۰/۰۳	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات	–	۵/۵	۷/۶	۵/۹	۵/۸	۸/۱

***، ** و ns به معنای تفاوت آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم وجود تفاوت آماری معنی‌دار است.**

جدول ۶- اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر عملکرد (وش و الیاف و دانه) و اجزای عملکرد پنبه

تیمار	عملکرد وش	عملکرد الیاف	عملکرد دانه	تعداد غوزه در بوته	میانگین وزن غوزه (g)
	(kg/ha)				
هیومیک اسید (صفر) + سالسیلیک اسید (صفر)	۲۹۵۵^{i}	۹۸۵^{f}	۱۹۷۰^{e}	۱۸/۸^{g}	۴/۲^{f}
هیومیک اسید (صفر)+سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۳۴۴۰^{h}	۱۱۶۷^{e}	۲۲۷۳^{d}	۲۱/۶^{f}	۴/۵^{e}
هیومیک اسید (صفر) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۳۵۳۲^{g}	۱۲۱۸^{de}	۲۳۱۳^{cd}	۲۴/۶^{de}	۴/۸^{d}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالسیلیک اسید (صفر)	۳۵۶۸^{f}	۱۲۲۵^{de}	۲۳۶۱^{cd}	۲۸/۶^{c}	۵/۱^{c}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۴۱۹۳^{b}	۱۵۴۰^{b}	۲۶۵۳^{b}	۳۱/۱^{b}	۵/۶^{b}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۴۴۰۹^{a}	۱۶۲۶^{a}	۲۷۸۲^{a}	۳۴/۰^{a}	۶/۱^{a}
هیومیک اسید (۱۰ لیتر در هکتار) + سالسیلیک اسید (صفر)	۳۶۶۰^{e}	۱۲۶۸^{d}	۲۳۹۱^{c}	۲۴/۰^{e}	۴/۷^{d}
هیومیک اسید (۱۰ لیتر در هکتار) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۳۹۴۵^{d}	۱۳۶۹^{c}	۲۵۷۰^{b}	۲۶/۰^{d}	۵/۱^{c}
هیومیک اسید (۱۰ لیتر در هکتار) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۴۰۳۸^{c}	۱۴۴۲^{c}	۲۵۹۶^{b}	۲۸/۱^{c}	۵/۵^{b}

اعداد با حروف انگلیسی مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد آماری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

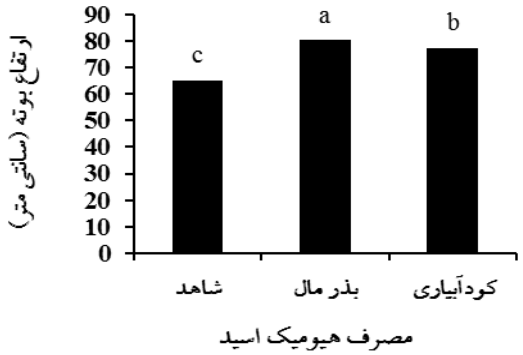
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

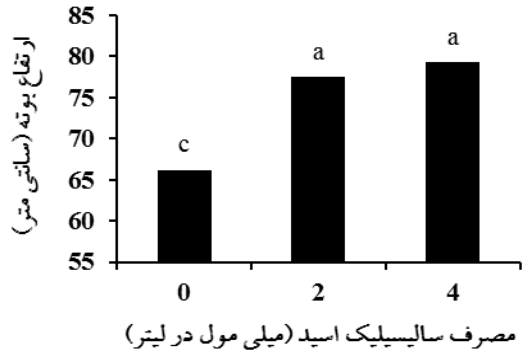
جدول ۷- اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های کیفی الیاف پنبه

تیمار	طول الیاف (mm)	استحکام الیاف (g/tex)	ظرافت الیاف (micronair)
هیومیک اسید (صفر) + سالسیلیک اسید (صفر)	۲۸/۰^{i}	۲۷/۳^{h}	۳/۹^{g}
هیومیک اسید (صفر) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۲۸/۳^{h}	۲۷/۸^{g}	۴/۱^{f}
هیومیک اسید (صفر) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۲۹/۰^{f}	۲۸/۳^{f}	۴/۲^{e}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالسیلیک اسید (صفر)	۳۰/۳^{d}	۲۹/۹^{c}	۴/۵^{d}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۳۰/۸^{b}	۳۰/۲^{b}	۴/۸^{b}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۳۱/۱^{a}	۳۰/۸^{a}	۵/۰^{a}
هیومیک اسید (۱۰ لیتر در هکتار) + سالسیلیک اسید (صفر)	۲۹/۰^{g}	۲۸/۱^{f}	۴/۱^{f}
هیومیک اسید(۱۰ لیتر در هکتار) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۲۹/۵^{e}	۲۸/۸^{e}	۴/۵^{d}
هیومیک اسید(۱۰ لیتر در هکتار) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۲۹/۹^{c}	۲۹/۵^{d}	۴/۷^{c}

اعداد با حروف انگلیسی مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد آماری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.



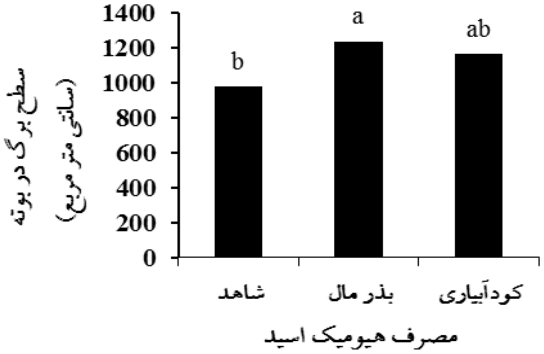
شکل ۱- اثر مصرف هیومیک اسید بر ارتفاع بوته پنبه



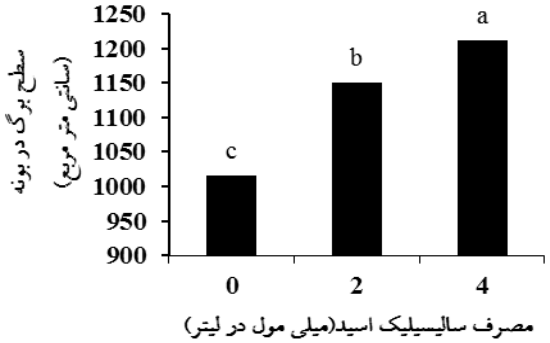
شکل ۲- اثر مصرف سالیسیلیک اسید بر ارتفاع بوته پنبه

شاهد به ۸۰/۳ سانتی‌متر برسد که نشان‌دهنده ۲۳ درصد افزایش بود (شکل ۱). محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید با غلظت ۴ میلی‌مولار نیز بیشترین تأثیر بر ارتفاع بوته را داشت. ارتفاع بوته این تیمار ۱۹/۷ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۲). کاربرد هیومیک اسید به‌صورت بذرمال موجب شد تا سطح برگ بوته از ۹۷۸ سانتی‌متر مربع به ۱۲۳۶ سانتی‌متر مربع برسد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]



شکل ۳- اثر مصرف هیومیک اسید بر سطح برگ پنبه



شکل ۴- اثر مصرف سالیسیلیک اسید بر سطح برگ پنبه

که نشان‌دهنده ۲۶/۳ درصد افزایش بود (شکل ۳). محلول-پاشیسالیسیلیک اسید با غلظت ۴ میلی‌مولار نیز بیشترین تأثیر بر سطح برگ بوته را داشت. سطح برگ بوته این تیمار ۱۹/۴ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۴).

اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین طول، استحکام و ظرافت الیاف پنبه: کاربرد هیومیک اسید، سالیسیلیک اسید و اثر برهمکنش آنها موجب افزایش معنی‌دار میانگین طول، استحکام و ظرافت الیاف پنبه شد (جدول ۵). بیشترین میانگین طول، استحکام و ظرافت الیاف پنبه به‌ترتیب به میزان ۳۱ میلی‌متر، ۳۰/۸ گرم بر تار الیاف و ۵ میکرونر از تیمار کاربرد توأم هیومیک اسید به‌صورت بذرمال و سالیسیلیک اسید به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت چهار در هزار بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید)، به‌ترتیب ۱۰/۷، ۱۲/۸ و ۲۸ درصد افزایش داشت (جدول ۷).

اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر غلظت عناصر غذایی، کلروفیل، نشت یونی و پروتئین‌های محلول کل در برگ پنبه: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش در مورد غلظت عناصر غذایی، کلروفیل، نشت یونی و پروتئین-های محلول کل در برگ پنبه در جدول ۸ آمده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر صفات کلروفیل برگ، غلظت سدیم، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، نشت یونی و پروتئین‌های محلول کل در سطح یک درصد آماری معنی‌دار بود. همچنین اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر صفات کلروفیل برگ، غلظت سدیم، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم در سطح ۵ درصد آماری معنی‌دار بود (جدول ۸). اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر صفات کلروفیل برگ، غلظت سدیم، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم برگ در جدول ۹ آورده شده است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

جدول ۸- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر غلظت عناصر غذایی، نشت سلولی، پروتئین‌های محلول کل و محتوای کلروفیل در برگ پنبه

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل	سدیم	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	نشت یونی	پروتئین‌های محلول کل برگ
بلوک	۲	۳/۹^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۴۷^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۱۰/۰^{ns}	۴/۹^{ns}
هیومیک اسید	۲	۵۴۰**	۰/۰۴۵**	۱/۹**	۰/۰۳۶**	۲/۶**	۰/۰۳۷**	۰/۴۴**	۱۰۹/۱**	۶۵/۴**
سالیسیلیک اسید	۲	۴۲۱**	۰/۰۳۶**	۱/۲۸**	۰/۰۲۲**	۲/۰**	۰/۰۱۴**	۰/۵۱۶**	۴۶۸/۵**	۳۷/۴**
هیومیک اسید×سالیسیلیک اسید	۴	۲/۷*	۰/۰۰۴*	۰/۰۲۴*	۰/۰۰۱*	۰/۰۵۵*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۶*	۰/۵۹^{ns}	۱/۱^{ns}
اشتباه	۱۶	۳/۸	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/د۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۳/۵	۰/۸۵
ضریب تغییرات	-	۸/۲	۷/۶	۷/۹	۷/۸	۸/۶	۷/۱	۶/۵	۸/۶	۴/۶

***، ** و ns به معنای تفاوت آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم وجود تفاوت آماری معنی‌دار است.**

جدول ۹- اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین محتوای کلروفیل و غلظت عناصر غذایی پرمصرف برگ پنبه

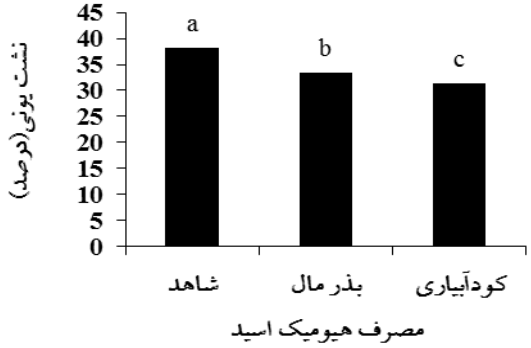
تیمار	کلروفیل (Spad)	سدیم	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	کلسیم
		(٪)					
هیومیک اسید (صفر) + سالسیلیک اسید (صفر)	۳۹/۳^{e}	۱/۹۲^{a}	۲/۷^{e}	۰/۲۸^{d}	۲/۴^{g}	۰/۸۸^{bc}	۱/۰^{f}
هیومیک اسید (صفر) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۴۴/۴^{d}	۱/۷۳^{b}	۲/۹^{d}	۰/۲۹^{d}	۲/۷^{ef}	۰/۹۱^{b}	۱/۲^{e}
هیومیک اسید (صفر) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۴۸/۳^{c}	۱/۵۴^{c}	۳/۲^{c}	۰/۳۵^{c}	۳/۰^{cd}	۰/۹۴^{ab}	۱/۴^{cd}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالیسیلیک اسید (صفر)	۴۹/۳^{c}	۱/۵۲^{c}	۳/۳^{c}	۰/۳۶^{c}	۳/۰^{cd}	۰/۹۲^{b}	۱/۴^{d}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۵۵/۱^{b}	۱/۲۲^{d}	۳/۶^{b}	۰/۴۰^{ab}	۳/۴^{b}	۰/۹۲^{ab}	۱/۵^{bc}
هیومیک اسید (بذرمال) + سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۶۰/۵^{a}	۰/۸۲^{f}	۳/۹^{a}	۰/۴۳^{a}	۳/۹^{a}	۰/۹۹^{a}	۱/۶^{a}
هیومیک اسید (۱۰ لیتر در هکتار) + سالسیلیک اسید (صفر)	۴۵/۵^{d}	۱/۶۱^{c}	۳/۱^{c}	۰/۳۰^{d}	۲/۶^{fg}	۰/۸۴^{c}	۱/۱^{f}
هیومیک اسید (۱۰ لیتر در هکتار)+ سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی دو در هزار)	۵۰/۰^{c}	۱/۲۳^{d}	۳/۳^{c}	۰/۳۴^{c}	۲/۹^{de}	۰/۸۸^{bc}	۱/۲^{e}
هیومیک اسید (۱۰ لیتر در هکتار)+ سالیسیلیک اسید (محلول‌پاشی چهار در هزار)	۵۴/۳^{b}	۱/۰۱^{e}	۳/۶^{b}	۰/۳۷^{ab}	۳/۳^{b}	۰/۸۸^{bc}	۱/۵^{b}

اعداد با حروف انگلیسی مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد آماری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

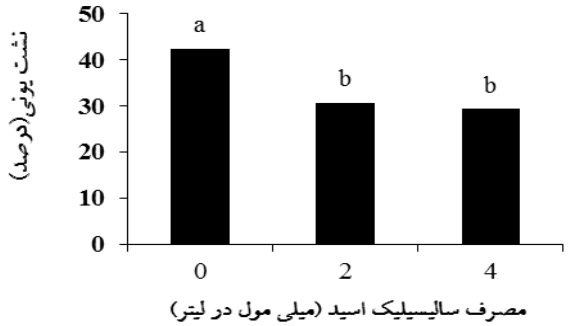
اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین شاخص کلروفیل برگ پنبه: اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین شاخص کلروفیل برگ پنبه معنی‌دار بود (جدول ۸). در این مورد بیشترین میانگین شاخص کلروفیل برگ پنبه به میزان ۶۰/۵ از تیمار کاربرد توأم هیومیک اسید به‌صورت بذرمال و سالیسیلیک اسید به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت چهار در هزار بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید)، ۵۳ درصد افزایش داشت (جدول ۹).

اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین غلظت عناصر غذایی پرمصرف برگ پنبه: اثر برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم برگ پنبه معنی‌دار بود (جدول ۸). در این مورد بیشترین میانگین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ پنبه به‌ترتیب به میزان ۳/۹، ۰/۴۳، ۳/۹، ۱/۶ و ۰/۹۹ درصد، از تیمار کاربرد توأم هیومیک اسید به‌صورت بذرمال و سالیسیلیک اسید به‌صورت محلول‌پاشی با غلظت چهار در هزار بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]



شکل ۵- اثر مصرف هیومیک اسید بر نشت یونی سلول برگ پنبه



شکل ۶- اثر مصرف سالیسیلیک اسید بر نشت یونی سلول برگ پنبه

(بدون مصرف هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید)، به‌ترتیب برای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم ۴۴، ۵۳، ۶۲، ۶۰ و ۱۲ درصد بیشتر بود (جدول ۹).

اثر کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر نشت یونی و پروتئین‌های کل محلول: کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر میانگین نشت یونی و پروتئین‌های کل محلول برگ پنبه معنی‌دار بود (جدول ۸). کاربرد هیومیک اسید به‌صورت بذرمال موجب شد تا نشت یونی سلول‌های برگ از ۳۸/۱۱ درصد در تیمار شاهد به ۳۳/۳ درصد برسد که نشان‌دهنده ۱۳ درصد کاهش بود (شکل ۵). محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید با غلظت ۴ میلی‌مولار نیز بیشترین تأثیر بر نشت یونی سلول‌های برگ را داشت. نشت یونی سلول‌های برگ این تیمار ۲۸ درصد کمتر از تیمار شاهد بود (شکل ۶). کاربرد هیومیک اسید به‌صورت بذرمال موجب شد تا پروتئین‌های کل محلول برگ از ۲۱/۹ میلی‌گرم در گرم به ۲۵/۷ میلی‌گرم در گرم برسد که نشان‌دهنده ۱۷/۳ درصد افزایش بود (شکل ۷). محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید با غلظت ۴ میلی‌مولار نیز بیشترین تأثیر بر پروتئین‌های کل محلول برگ را داشت. سطح برگ بوته این تیمار ۱۶/۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۸).

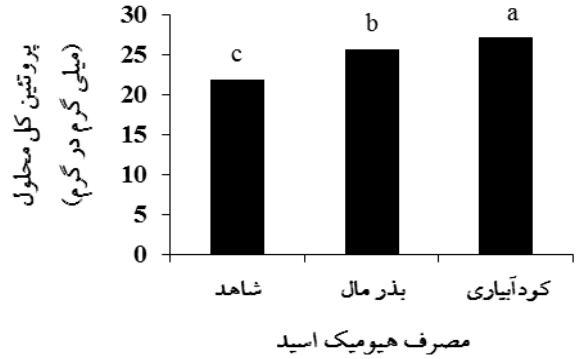
همبستگی سدیم با پتاسیم برگ پنبه: بین غلظت سدیم برگ و غلظت پتاسیم برگ همبستگی معنی‌دار ($P<0.01$) با ضریب تبیین ۰/۸۴ وجود داشت (شکل ۹) که معادله رگرسیونی آن از معادله درجه ۲ پیروی می‌کرد.

همبستگی عملکرد وش با غلظت عناصر غذایی و کلروفیل در برگ: براساس نتایج بدست آمده، بین عملکرد وش پنبه (Y) و غلظت عناصر غذایی (X) و کلروفیل برگ پنبه همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱۰).

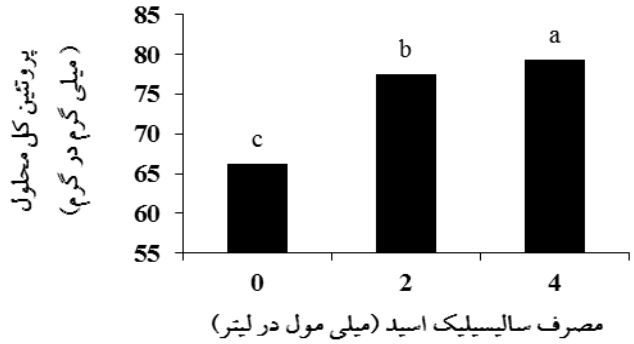
بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش عملکرد وش، عملکرد الیاف، عملکرد بذر، تعداد غوزه در بوته و میانگین وزن غوزه شده است (جدول ۵). همچنین

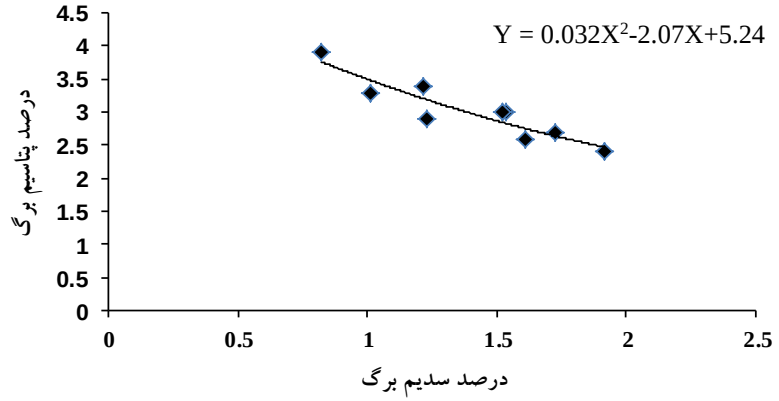
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]



شکل ۷- اثر مصرف هیومیک اسید بر پروتئین‌های کل محلول



شکل ۸- اثر مصرف سالیسیلیک اسید بر پروتئین‌های کل محلول



شکل ۹- همبستگی پتاسیم و سدیم برگ

ارتفاع بوته و سطح برگ در اثر کاربرد این ماده افزایش معنی‌دار پیدا کرد (شکل‌های ۱ و ۳). نتایج بدست آمده با نتایج سایر پژوهشگران در مورد عملکرد و احزای عملکرد پنبه (Hanafy Ahmed *et al*., 2013) و خصوصیات کیفی الیاف (Basbag, 2008; Rady *et al*., 2016) مطابقت داشت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف هیومیک اسید، موجب افزایش غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ پنبه شده است (جدول ۸) که با نتایج سایر پژوهشگران همخوانی داشت. طی پژوهشی، در اثر کاربرد هیومیک اسید در یک خاک شور، غلظت نیتروژن برگ از ۲/۷ به ۳/۵ ٪ (۲۹ ٪

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

جدول ۱۰- معادلات رگرسیون بین عملکرد وش پنبه و غلظت عناصر غذایی و کلروفیل برگ پنبه

عملکرد وش پنبه و غلظت نیتروژن برگ	$Y = -273.6X^2 + 2948.5X - 2942.3$	۰/۹۳**
عملکرد وش پنبه و غلظت فسفر برگ	$Y = 16299X^2 + 1265.2X + 1321.3$	۰/۸۶**
عملکرد وش پنبه و غلظت پتاسیم برگ	$Y = -254.2X^2 + 2458.9X - 1313$	۰/۸۰**
عملکرد وش پنبه و کلروفیل برگ	$Y = -8037X^2 + 147.09X - 1543$	۰/۹۲**

**** به معنای معنی‌داری ضریب تبیین ($P<0.01$)**

افزایش)، غلظت فسفر برگ از ۰/۹۲ به ۱/۱ درصد (۱۹ ٪ افزایش)، غلظت پتاسیم برگ از ۲/۱ به ۲/۶ ٪ (۲۳ ٪ افزایش)و غلظت کلسیم برگ نیز از ۰/۶۱ به ۰/۷۶ درصد رسید که ۲۴٪ افزایش داشت (Rady *et al.*, 2016). از آنجا که عملکرد پنبه تحت‌تأثیر غلظت عناصر غذایی در برگ است (Mullins and Burmester, 2010; 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 افزایش جذب این عناصر باز می‌گردد. براساس نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، بین عملکرد وش پنبه و غلظت عناصر غذایی و کلروفیل برگ پنبه همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت. ضرایب تبیین برای همبستگی عملکرد وش پنبه با غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلروفیل برگ به‌ترتیب ۰/۹۳، ۰/۸۸، ۰/۸۰ و ۰/۹۴ بود (جدول ۱۰) که افزایش عملکرد وش در اثر افزایش جذب عناصر غذایی را توجیه می‌نمود. افزایش غلظت عناصر غذایی در برگ پنبه در نتیجه افزایش قابلیت جب عناصر غذایی در خاک است. نتایج تحقیقات صورت گرفته مؤید این مطلب است که هیومیک اسید با افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک و فعالیت‌های میکروبی، موجب تبدیل فرم غیرقابل جذب عناصر غذایی به فرم قابل‌جذب و افزایش فرم قابل جذب عناصر غذایی خاک می‌گردد که فسفر در این خصوص، مثال آشکاری است، به گونه‌ای که با افزایش فرم قابل جذب فسفر خاک، غلظت فسفر در برگ نیز افزایش خواهد یافت (Osman and Rady, 2012; Hua *et al.*, 2008). یکی دیگر از علل افزایش رشد گیاه با استفاده از هیومیک اسید، به اثر کمپلکس‌کنندگی عناصر غذایی توسط این ماده و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک باز می‌گردد (Lobartini *et al.*, 1997). افزایش غلظت عناصر غذایی در برگ پنبه با افزایش شکل قابل جذب عناصر غذایی در منطقه ریشه در اثر ترشح اسیدهای آلی (Rady, 2012) و از طریق تأثیر بر تراوایی غشای سلولی و نفوذ سریع‌تر عناصر غذایی به سلول‌های ریشه توضیح داده می‌شود (Rady, 2011). بنابراین می‌توان اذعان نمود که هیومیک اسید از طریق افزایش رشد گیاه (Paksoy *et al.*, 2010)، تشدید جذب عناصر غذایی(Turkman *et al.*, 2005)، تشدید سنتز پروتئین (Dantas *et al.*, 2007) و اثرات شبه‌هورمونی آن (Trevisan *et al.*, 2010) موجب افزایش عملکرد پنبه شده است.

افزایش جذب عناصر غذایی که موجب کاهش جذب یون‌های سمی توسط ریشه می‌شود، یکی از مکانیسم‌های هیومیک اسید در راستای افزایش رشد گیاه است (Rady *et al.*, 2011). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که اثرات معنی‌دار کاربرد هیومیک اسید به‌عنوان به‌ساز خاک در خاک‌های شور عمدتاً به‌دلیل ارتقای شاخص‌های هیدروفیزیکی و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک است (Osman and Rady, 2012). از طرف دیگر، برخی پژوهشگران به نقش شبه‌هورمونی هیومیک اسید اشاره می‌کنند. به‌ویژه اینکه هیومیک اسید می‌تواند به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاه نیز بکار رود. در این راستا، هیومیک اسید رشد را افزایش داده و تحمل به تنش‌های محیطی در گیاه را افزایش می‌دهد(Cimrin *et al.*, 2010). از طرف دیگر، نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که فعالیت پیچیده بیولوژیکی هیومیک اسید به غلظت، ویژگی‌ها بیولوژیکی و اندازه ملکولی آن وابسته است (Muscolo *et al.*, 2007). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد هیومیک اسید

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

و سالیسیلیک اسید موجب کاهش غلظت سدیم برگ می‌گردد (جدول ۹). مهمترین استراتژی برای اصلاح خاک‌های شور، حذف سدیم تبادلی و آبشویی آن از خاک و اصلاح ترکیب یونی خاک است (Chhabra, 1994). پژوهشگران گزارش کرده‌اند که که کاربرد هیومیک اسید در خاک‌های شور، موجب کاهش سدیم تبادلی، هدایت الکترکی و واکنش خاک می‌گردد، معادل همان اثری که از کاربرد کلسیم، منیزیم و پتاسیم در چنین خاک‌هایی حاصل می گردد (Raychev *et al*., 2001). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که با جذب و ورود ترکیبات هیومیکی از جمله هیومیک اسید به سلول گیاهی، چندین تغییر بیوشیمیایی در ترکیبات سیتوپلاسمی و غشای سلولی اتفاق می‌افتد. هیومیک اسید چندین فرایند گیاهی از جمله فتوسنتز، تنفس، سنتز نوکلوئیک اسید و جذب یون را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Nardi *et al*., 2002). به‌ویژه، هیومیک اسید تولید RNA که برای بسیاری از فرایندهای بیوشیمیایی سلول ضروری است را تشدید می‌کند (Trevisan *et al*., 2010)، که این فرایندها موجب افزایش عملکرد خواهد شد. اثرات کاربرد این ماده توسط بسیاری از محققان مورد تأیید بوده است. به‌عنوان مثال اثرات کاربرد هیومیک اسید بر جوانه‌زنی (Orlova and Archipchenko, 2009)، افزایش رشد گیاه (Paksoy *et al*., 2010)، تشدید جذب عناصر غذایی (Turkman *et al*., 2005) و تشدید سنتز پروتئین (Dantas *et al*., 2007) به اثبات رسیده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش معنی‌دار عملکرد وش، عملکرد الیاف، عملکرد بذر، تعداد غوزه در بوته، میانگین وزن غوزه (جدول ۶)، ارتفاع بوته و سطح برگ (شکل‌های ۲ و ۴) شده است. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید سبب تشدید نیترات‌ردوکتاز سلول‌ها می‌شود و به‌دنبال آن جذب نیتروژن افزایش می‌یابد، درنتیجه شرایط رشدی و تغذیه‌ای گیاه همچون جذب پتاسیم در گیاه بهبود می‌یابد (Hasanvand *et al*., 2020) که در پژوهش حاضر نیز افزایش غلظت نیتروژن و سایر عناصر غذایی در اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید مشهود بود (جدول ۹). براساس نتایج بدست آمده، با محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید، میزان فسفر در اندام‌های هوایی پنبه افزایش می‌یابد (Padash *et al*., 2016) که با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر مطابقت داشت. تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه به نقش مثبت این تنظیم‌کننده رشد در دستگاه فتوسنتزی از طریق افزایش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و متابولیسم نیتروژن و جذب بیشتر عناصر غذایی ارتباط دارد (Stevens *et al*., 2006; Popova *et al*., 2009). در پژوهش حاضر نیز کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش میزان کلروفیل برگ و غلظت نیتروژن برگ در مقایسه با شاهد گردید (جدول ۹). نتایج یک تحقیق در خصوص کاربرد سالیسیلیک اسید بر آفتابگردان تحت استرس شوری به میزان ۱۲۰ میلی‌مولار کلرور سدیم، نشان داد که شوری باعث کاهش رشد، میزان کلروفیل، کلسیم، پتاسیم و افزایش غلظت کلر و سدیم در ساقه و برگ می‌گردد، اما مصرف سالسیلیک اسید به غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، باعث افزایش رشد، میزان کلروفیل در برگ و افزایش غلظت کلسیم، پتاسیم در ریشه و برگ شد (Noreen *et al*., 2011). طی پژوهش دیگری در خصوص مطالعه سالسیلیک اسید و پتاسیم بر جذب و غلظت سدیم ریشه و ساقه گوجه‌فرنگی، نشان داد که کاربرد پتاسیم و سالیسیلیک اسید هر کدام به‌تنهایی می‌توانند باعث کاهش غلظت سدیم و افزایش غلظت پتاسیم در ریشه و برگ شوند (Abdi *et al*., 2011). نتایج تحقیقات نشان داده است که حفاظت گیاهان در برابر تنش اکسیداتیو توسط سالسیلیک اسید با افزایش آنزیم‌های ضدتنش مرتبط است و فعالیت این آنزیم‌ها سطح نهایی رادیکال‌های آزاد و پراکسید هیدروژن در گیاه را کاهش می‌دهد (Hussein *et al*., 2007). در ذرت تحت تنش شوری نیز مشخص شده است که جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در اثر مصرف سالسیلیک اسید افزایش معنی‌دار نشان می‌دهد. طی این تحقیق مشخص شد که سالسیلیک اسید می تواند گیاه تحت تأثیر شوری را از طریق اصلاح وضعیت تغذیه‌ای و جذب عناصر غذایی و پارامترهای رشد حفاظت کند (Leventtuna *et al*., 2007).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

براساس نتایج پژوهش حاضر، اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر پروتئین‌های برگ معنی‌دار بود و موجب افزایش آن شد (جدول ۵، شکل ۸). نتایج تحقیقات نشان داده است که شوری با کاهش سنتز پروتئن به‌طور مستقیم (Kafi and Khan, 2008) و با القای تنش اکسیداتیو و تخریب پروتئین‌ها به‌وسیله گونه‌های اکسیژن واکنشگر باعث کاهش پروتئین‌های محلول گیاه می‌شود (Sairam *et al*., 2002). این در حالی است که افزایش محتوای پروتئین‌های محلول از طریق جلوگیری از تخریب یا تحریک سنتز آنها، یکی از سازوکارهای سالیسیلیک اسید برای القای تحمل به تنش گزارش شده است (Pirasteh-Anosheh *et al*., 2012; Pirasteh-Anosheh *et al*., 2016). همچنین در پژوهش حاضر، نشت یونی با محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۸، شکل ۶). نتایج برخی ازپژوهش‌ها نشان داده است که غشاهای سلولی و اندامک‌ها، اولین محل آسیب به سلول‌ها در شرایط تنش توسط گونه‌های فعال اکسیژن هستند (Candan and Tarhan, 2003). گزارش شده است که سالیسیلیک اسید با مهار گونه‌های اکسیژن واکنشگر باعث کاهش آسیب به غشای سلولی و کاهش نشت یونی می‌شود (Ashraf *et al*., 2010). این سازوکار یک راهکار مهم برای کاهش اثر سوء تنش شوری بر گیاه توسط سالیسیلیک اسید بوده و در آزمایش‌های متعددی گزارش شده است (Stevens *et al*., 2006; Ahmed *et al*., 2009). رادیکال‌های سوپراکسید ایجادشده در شرایط تنش شوری باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و درنتیجه آسیب به غشاهای سلولی می‌شود (Borsani *et al*., 2001; Sairam *et al*., 2002)، درحالیکه تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سالیسیلیک اسید با جلوگیری از آسیب به اسیدهای چرب و کاهش نفوذپذیری غشاء و حفاظت از غشاء تیلاکوئیدی در اثر تنش شوری، نقش مثبت خود را ایفا می‌کند و این اثر را احتمالاً با کاهش میزان پراکسید هیدروژن انجام می‌دهد (Borsani *et al*., 2001).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه رقم خرداد در شرایط تنش شوری می‌شوند. این موضوع از طریق افزایش فرم قابل جذب عناصر غذایی در خاک و جذب بیشتر عناصر غذایی توسط گیاه اتفاق افتاده است. همچنین افزایش پروتئین‌های محلول برگ و کاهش نشت یونی در اثر تنش شوری از دیگر مکانیسم‌های افزایش عملکرد و اجزای آن بوده است. براساس نتایج بدست آمده از این پژوهش، کاربرد هیومیک اسید به‌صورت بذرمال و سالیسیلیک اسید با غلظت ۴ میلی‌مول در لیتر به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ در شرایط تنش شوری شور، موجب تعدیل اثرات تنش شوری و افزایش عملکرد وش پنبه و ارتقای ویژگی‌های کیفی الیاف می‌گردد. همچنین به‌نظر می‌رسد تحقیقات در خصوص کاربرد غلظت بالاتر سالیسیلیک اسید در خصوص افزایش تحمل به شوری پنبه ضروری باشد.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ف. و کاظمیان، آ. (۱۳۹۹) آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷. جلد اول. محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران.

امامی، ع. (۱۳۷۵) روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی. مؤسسه تحقیقات خاک وآب، نشریه فنی شماره ۹۸۲، کرج، ایران.

آناقلی، ا. (۱۳۸۷) شاخص‌های تحمل به شوری در سه رقم زراعی پنبه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵.

روشنی، ق.، قرنجیکی، ع. و میرقاسمی، س. ج. (۱۳۹۳) پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف پنبه نسبت به شوری خاک در استان گلستان. پژوهش‌های پنبه ایران، ۲: ۲۶-۱۳.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

علی‌احیایی، م. (۱۳۷۶) شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

ضیائیان، ع.، سیلسپور، م. و قوشچی، ف. (۱۳۸۴) اصول تغذیه پنبه. انتشارات مرز دانش، تهران، ایران.

فتحی، د.، سهرابی، ب. و کوچک‌زاده، م. (۱۳۹۰) بررسی اثر رژیم‌های مختلف آب آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در روش‌های آبیاری بارانی و شیاری. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴: ۷۴-۶۱.

منصوری، ح. (۱۳۹۰) روش‌های مدیریتی استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار. دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، زنجان، ایران.

مؤمنی، ع. (۱۳۸۹) پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۴.

Abdi, G. (2011) Effect of salicylic acid on Na^+ accumulation in shoot and roots of tomato in different K^+ status. Journal of Biological and Environmental Sciences 5: 31-35.

Ahmed, B., Abidi, H., Manaa, F., Hajer, A. M. and Ezzeddine, Z. (2009) Salicylic acid induced changes on some physiological parameters in tomato grown under salinity. In Proceeding of 16th International Plant Nutrition, 12 April, Davis. USA.

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: 162-190.

Basbag, S. (2008) Effects of humic acid application on yield amd quality of cotton (*Gossypium hirsutum*). Asian Journal of Chemistry 20: 1961-1966.

Belkhadi, A., Hediji, H., Abbes, Z., Nouairi, I., Barhoumi, Z., Zarrouk, M., Chabi, W. and Djebali, W. (2010) Effects of exogenous salicylic acid pre-treatment on cadmium toxicity and leaf lipid content in *Linum usitatissimum* L. Ecotoxicology and Environmental Safety 73: 1004-1011.

Borsani, O., Valpuestan, V. and Botella, M. A. (2001) Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. Plant Physiology 126: 1024-1030.

Bradford, M. M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytic Biochemistry 72: 248-254.

Calvo, P., Nelson, L. and Kloepper, J. W. (2014) Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil 383: 3-41.

Candan, N. and Tarhan, L. (2003) The correlation between antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation levels in *Mentha pulegium* organs grown in Ca^{2+}, $Mg2^+$, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Mn^{2+} stress conditions. Plant Science 163: 769-779.

Celik, H., Katkat, A. V., Asik, B. B. and Turan, M. A. (2010) 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.

Chhabra, R. (1994) Soil Salinity and Water Quality. Oxford and IBH Publ. Co. New Delhi. India.

Cimrin, K. M., Turkmen, O., Turan, M. and Tuncer, B. (2010) Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. African Journal of Biotechnology 9: 5845-5851.

Dantas, B. F., Pereira, M. S., Ribeiro, L. S., Maia, J. L. T. and Bassoi, L. H. (2007) Effect of humic substances and weather conditions on leaf biochemical changes of fertigated guava tree, during orchard establishment. Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal 29: 632-638.

Diacono, M. and Montemurro, F. (2010) Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. Agronomy for Sustainable Development 30: 401-422.

Dolatabadi, A., Armin, M. and Rivandi, A. (2012) Effect of time and amount of salicylic acid consumption on yield and yield components of cotton in saline conditions, 2nd National Conference on New Achievements in Oil Plant Production, Bojnourd, Islamic Azad University, Bojnourd Branch, Bojnourd, Iran.

FAO. (2012) FAO Statistical Year Book 2012, World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.

FAO. (2005) Review of Global Agricultural Water Use per Country Crop Water Requirements. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Gama, P. B. S., Inanaga, S., Tanaka, K. and Nakazawa, R. (2007) Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. African Journal of Biotechnology 6: 79-88.

Hanafy Ahmed, A. H., Darwish, H. and Alobaidy, M. G. (2013) Effect of putrescine and humic acid on growth, yield and chemical composition of cotton plants grown under saline soil conditions. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science 13: 479-497.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

Hasanvand, H., siadat, S., Bakhshandeh, A., Moradi Telavat, M. and Poshtdar, A. (2020) Effects of salicylic acid on yield and nutrient uptake of borage (*Borago officinalis* L.) under interrupting irrigation conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences 13: 519-531.

Hillel, D. (2000) Salinity Management for Sustainable Irrigation. Integrating Science, Environment, and Economics. The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. Washington, DC. USA.

Hua, Q. X., Li, J. Y., Zhou, J. M., Wang, H. Y., Du, C. W. and Chen, X. Q. (2008) Enhancement of phosphorus solubility by humic substances in ferrosols. Pedosphere. 18: 533-538.

Hussein, M. M., Balbaa, L. K. and Gaballah, M. S. (2007) Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. Research Journal of Agriculture and Biology Science 3: 321-328.

Imbufe, A. U., Patti, A. F., Burrow, D., Surapaneni, A., Jackson, W. R. and Milner, A. D. (2005) Effects of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. Geoderma, 125: 321-330.

Jarosova, M., Klegdus, B. and Kovacik, J. (2016) Humic acid protects barley against salinity. Acta Physiology Plant 38: 161.

Kafi, M. and Khan, M. A. (2008) Crop and forage production using saline waters. Daya Publishers, New Delhi, India.

Karademiri, E., Karademiri, C., Ekinci, R. and Gencer, O. (2008) Relationships between leaf chlorophyll content, yield and yield components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Conference: 10th Meeting of Inter-Regional Cooperative Research Network on CottonAt: 28 September-1 October, Greece.

Karlidag, H., Yildirim, E. and Turan, M. (2009) Exogenous applications of salicylic acid affect quality and yield of strawberry grown under anti frost heated greenhouse conditions. Journal of Plant Nutrition 172: 270-276.

Kaya, C., Ashraf, M. and Sonmez, O. (2015) Promotive effect of exogenously applied thiourea on key physiological parameters and oxidative defense mechanism in salt-stressed *Zea mays* L. plants. Turkish Journal of Botany 39: 786-795.

Khaled, H. and Fawy, H. A. (2011) Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. Soil Water Research Journal 6: 21-29.

Leventtuna, A. A., Cengiz, K. and Altunlu, H. (2007) Comparative effects of various salicylic acid derivatives on key growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize plants. Paktanian Journal of Botany 39: 787-798.

Li, Y., Fang, F. and Wei, J. (2019a) Humic acid fertilizer improved soil properties and soil microbial diversity of continuous cropping peanut: A three-year experiment. Scientific Report 9: 120-124.

Li, J. H., Wang, Y. Y., Li, N. N. and Khan, A. (2019b) Cotton leaf photosynthetic characteristics, biomass production, and their correlation analysis under different irrigation and phosphorus application. Photosynthetica 57: 1066-1075.

Lobartini, J. C., Orioli, G. A. and Tan, K. H. (1997) Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. Communication of Soil Science and Plant Analysis 28: 787-796.

Memon, S. A., Hou, X. and Wang, L. J. (2010) Morphological analysis of salt stress response of pakchoi. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry 9: 248-254.

Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. and Dietz, K. J. (2003) Salicylic acid alleviated the cadmium toxicity in barley seedling. Physiology and Biochemistry of Plant 132: 272-281.

Mullins, G. L. and Burmester, C. H. (2010) Relation of growth and development to mineral nutrition.. In: Physiology of Cotton (eds. Stewart, J. M., Oosterhuis, D. M., Heitholt, J. M. and Mauney, J. R.) Pp. 97-105. Springer, New York.

Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment 25: 239-250.

Munns, R. and Tester, M. (2008) Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology 59: 651-681.

Muscolo, A., Sidari, M., Francioso, O., Tugnoli, V. and Nardi, S. (2007) The auxin-like activity of humic substances is related to membrane interactions in carrot cell cultures. Journal of Chemistry Ecology 33: 115-129.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry 34: 1527-1536.

Noreen, S., Muhammad, A. and Aisha Akram, N. (2011) Does exogenous application of salicylic acid improve growth and some key physiological attributes in sunflower plants subjected to salt stress? Journal of Applied Botany and Food Quality 84: 169-177.

Orlova, O. V. and Arkhipchenko, I. A. (2009) Humic substances of composts from municipal solid wastes as a promising plant growth stimulator. Russian Agriculture Science 35: 175-178.

Osman, A. S. H. and Rady, M. M. (2012) Ameliorative effects of sulphur and humic acid on the growth, antioxidant levels, and yields of pea (*Pisum sativum* L.) plants grown in reclaimed saline soil. Journal of Horticulture Scence and Biotechnology 87: 626-632.

Padash, A., Ghanbari, A. and Asgharipour, M. R. (2016) Effect of salicylic acid on concentration of nutrients, protein and antioxidant enzymes of basil under lead stress. Iranian Journal of Plant Biology 8: 17-32.

Paksoy, M., Turkmen, O. and Dursun, A. (2010) Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. African Journal of Biotechnology 9: 5343-5346.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

Pirasteh-Anosheh, H., Ranjbar, G., Pakniyat, H. and Emam, Y. (2016) Physiological mechanisms of salt stress tolerance in plants; an overview. In: Plant-Environment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress (eds. Azooz, M. M. and Ahmad, P.) Pp. 141-160. John Wiley and Sons, London.

Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y., Ashraf, M. and Foolad, M. R. (2012) Exogenous application of salicylic acid nd chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. Advance Study in Biology 11: 501-520.

Popova, L. P., Maslenkova, L. T., Yordanova, R. Y., Ivanova, A. P., Krantev, A. P., Szalai, G. and Janda, T. (2009) Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 47: 224-231.

Popova, L., Ananieva, V., Hristova, V., Christov, K., Georgieva, K., Alexieva, V. and Stoinova, Zh. (2003) Salicylic acid and methyl jasmonate induced protection on photosynthesis to parquet oxidative stress. Bulgarian Journal of Plant Physiology, Special Issue 133-152.

Rady, M. M. (2011) Effects on growth, yield, and fruit quality in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) using a mixture of potassium humate and farmyard manure as an alternative to mineral-N fertilizer. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 86: 249-254.

Rady, M. M. (2012) A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. South African Journal of Botany 81: 8-14.

Rady, M., Abd El-Mageed, M., Abdurrahman, H. and Mahdi, H. (2016) Humic acid application improves field performance of cotton (*Gossypium barbadense* L.) under saline condition. The Journal of Animal and Plant Sciences 26: 487-493.

Ramezani Moghadam, M., Tavakoli, H., Mofidabadi, A. S. and Hashemi, T. (2012) The possibility of cotton cultivation of early June cultivar in comparison with the average cultivar of clay Varamin in Mashhad region. 12th Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding, Karaj, Islamic Azad University, Karaj Branch.

Raychev, T., Popandova, S., Jozefaciuk, G., Hajnos, M. and Sokoowska, Z. (2001) Physicochemical reclamation of saline soils using coal powder. International Agrophysics 15: 51-54.

Rosa, A. H., Simoes, M. L., Oliveira, L. C., Rocha, J. C., Neto, L. M. and Milori, D. M. B. P. (2005) Multimethod study of the degree of humification of humic substances extracted from different tropical soil profiles in Brazil's Amazonian region. Geoderma 127: 1-10.

Sairam, R. K. and Tyagi, A. (2004) Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plant. Current Science 86: 407-421.

Sairam, R. K. (1994) Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. Indian Journal of Exprimental Biology 32: 584-593.

Sairam, R. K., Rao, K. V. and Srivastava, G. C. (2002) Differential response of wheat genotypes to longterm salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science 163: 1037-1046.

Salama, A. M. and Mona, A. E. (2016) Morphological and anatomical studies of grafting cucumber onto three different wild rootstocks grown under salinity in nutrient film technique system. International Journal of Advanced Research 4: 583-595.

Singh, R., Singh, R., Soni, S. K., Singh, S. P., Chauhan, U. K. and Kalra, A. (2013) Vermicompostfrom biodegraded distillation waste improves soil properties and essential oil yield of *Pogostemon cablin* (patchouli) Benth. Applied Soil Ecology 70: 48-56.

Stevens, J., Senaratna, T. and Sivasithamparam, K. (2006) Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): Associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. Journal of Plant Growth Regulation 49: 77-83.

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

Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S. and Nardi, S. (2010) Humic substances biological activity at the plant-soil interface. Plant Signal Behavior 5: 1-9.

Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S. and Dursun, A. (2005) Effects of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Journal of Biology Science 5: 568-574.

Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S. and Archbold, D. D. (2006) Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology 41: 244-251.

Zakaria, M. (2016) Cottonseed yield and its quality as affected by mineral nutrients and plant growth retardants. Cogent Biology 2: 1.

Zhu, J. K. (2007) Plant Salt Stress. John Wiley and Sons, Ltd. University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]

The effects of humic and salicylic acid application on yield, fiber quality and nutrient concentration in leaves of cotton var. Khordad

Mohsen Seilsepour

Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran

(Received: 25/09/2021, Accepted: 04/01/2022)

Abstract

In order to investigate the effect of application of humic and salicylic acid on quantitative and qualitative characteristics of cotton and nutrient concentrations in cotton leaves of Khordad cultivar under salinity stress (soil salinity 7.65 and water salinity 10.86 dS/m), a factorial field experiment was conducted in 2018 in the form of randomized complete blocks with 9 treatments on a farm in the south of Varamin. Effect of humic acid at three levels (zero, seed and 10 liters per hectare as irrigation fertilizer) and salicylic acid at three levels (zero, 2 and 4 mmol as foliar application) on quantitative and qualitative traits Cotton of Khordad cultivar was examined. The effect of humic acid, salicylic acid and the effect of their interaction on the yield seedcotton and fibers and yield components, concentration of nutrients and leaf chlorophyll and qualitative characteristics of fibers including length, strength and fineness were significant ($P<0.01$). The highest yield of cotton seed at the rate of 4409 kg/ha was obtained from the combined application of humic acid as seedcoated and salicylic acid as a foliar application at a concentration of 4 mM, which was 49% higher than the control treatment. Application of humic and salicylic acid improved the quality properties of the fibers, so that the maximum average length of cotton fibers was 31 mm from the combined application of humic acid as seedcoated and salicylic acid. The form of foliar application was obtained with a concentration of 4 mM, which was a 10.7% increase in length compared to the control treatment. The effect of humic and salicylic acid interaction on the mean concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium of cotton leaves was significant. In this case, the highest mean concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium of cotton leaves were 3.9, 0.43, 3.9, 1.6 and 0.99 %, respectively, from the combined application of humic acid as seedcoated and salicylic acid as foliar application at a concentration of four per thousand, which compared to the control treatment for nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium 44, 53, 62, 60 and 12 % respectively was higher. Based on the results, application of humic acid in the form of seedcoated and salicylic acid as foliar application on saline conditions, modulated the effects of salinity stress and increased the yield cotton seed and improved the qualitative characteristics of fibers.

Keyword: Chlorophyll, Fiber, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Salinity

Corresponding author, Email: mseilsep@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.15.6]