University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Response of Yield and Yield Component of Cotton to Stress Modulator in the Saline Condition in Early and Late Planting Dates

Masoumeh Shenavaei Zare[1] | Mohammad Armin[2]✉ | Hamid Marvi[3]

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. E-mail: shenavaeimasome@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. E-mail: moh_armin@yahoo.com
3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. E-mail: hamidmarvi@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 21 August 2021
Received in revised form: 29 January 2022
Accepted: 05 March 2022
Published online: 17 December 2022

Keywords:
Foliar application,
phytoprotectants,
planting date,
salinity stress,
seed cotton yield.

ABSTRACT

Nowadays, the use of stress modulators as a useful and low-cost solution to reduce the effects of environmental stress has been considered by researchers. In order to investigate the effects of stress modulator's foliar application in different planting dates on yield and yield components of cotton, an experiment has been conducted as split-plot factorial in a randomized complete block design with three replications in Sabzevar Islamic Azad University in 2017 and 2018. Factors include planting date (early and late) as the main plot and type of stress modulator (control, salicylic acid (SA) 2 and 4 mM, glycine betaine (GB) 50 and 100 mM and sodium nitroprusside (SNP) 100 and 200 µM) as the sub-plots. Foliar application of 2 mM SA in the first year and 4mM SA in the second year produce the highest number of bolls per plant (10.1 and 7.58, respectively). In contrast, 4 mM SA spraying in early planting date increases seed cotton yield (45.6%), but in late planting date, seed cotton yield does not respond to the stress modulator application. In the first year, 100 µM SNP foliar application has the highest lint yield in both early and late planting dates, but in the second year, 2 mM SA foliar application produce higher lint yields. Overall, the results of this experiment show that the highest yield of cotton in saline conditions are obtained in sowing at the appropriate date and foliar application of 4 mM salicylic acid.

Cite this article: Shenavaei Zare, M., Armin, M., & Marvi, H. (2022). Response of Yield and Yield Component of Cotton to Stress Modulator in the Saline Condition in Early and Late Planting Dates. *Journal of Crops Improvement*, 24 (4), 1101-1116. DOI: http://doi.org/10.22059/jci.2022.329260.2603

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http://doi.org/10.22059/jci.2022.329260.2603

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۲۳۴۵-۶۹۵۷

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه به تعدیل‌کننده‌های تنش در شرایط شور در تاریخ کاشت رایج و تأخیری

معصومه شنوایی زارع[۱] | محمد آرمین[۲]✉ | حمید مروی[۳]

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران. رایانامه: shenavaeimasome@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران. رایانامه: armin@iaus.ac.ir

۳. گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران. رایانامه: hamidmarvi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶

کلیدواژه‌ها:
تاریخ کاشت،
تنش شوری،
عملکرد وش،
محافظ‌های گیاهی،
محلول‌پاشی.

چکیده

امروزه استفاده از تعدیل‌کننده‌های تنش به‌عنوان یک راه‌کار مفید و کم‌هزینه برای کاهش اثرات تنش‌های محیطی مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است. به‌منظور بررسی اثر نوع تعدیل‌کننده مصرفی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط شور در دو تاریخ کشت متفاوت، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار در دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ انجام شد. فاکتورهای موردبررسی تاریخ کاشت (کشت رایج و تأخیری) به‌عنوان کرت اصلی و نوع تعدیل‌کننده تنش (شاهد، سالیسیلیک‌اسید ۴mM و ۲، گلایسین بتائین ۱۰۰ mM و ۵۰ و سدیم نیتروپروساید ۲۰۰ µM و ۱۰۰) به‌عنوان کرت فرعی بودند. بالاترین تعداد غوزه در بوته در سال اول با محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM (۱۰/۱) و در سال دوم با محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۴mM (۷/۵۸) به‌دست آمد. درحالی‌که در کشت رایج محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید ۴mM سبب افزایش عملکرد وش (۴۵/۶ درصد) شد، اما در کشت تأخیری عملکرد وش واکنشی به نوع تعدیل‌کننده نشان نداد. در سال اول محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید ۱۰۰µM هم در کشت رایج و هم در کشت تأخیری بالاترین عملکرد الیاف را داشت، اما در سال دوم محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید ۲mM عملکرد الیاف بیش‌تری را تولید کرد. در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد بیش‌ترین عملکرد وش در پنبه در شرایط شور در کشت رایج و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۴mM به‌دست می‌آید.

استناد: شنوایی زارع، م.، آرمین، م. و مروی، ح (۱۴۰۱). واکنش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه به تعدیل‌کننده‌های تنش در شرایط شور در تاریخ کاشت رایج و تأخیری. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۴ (۴)، ۱۱۰۱-۱۱۱۶. DOI: http://doi.org/10.22059/jci.2022.329260.2603

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان لیفی و روغنی جهان محسوب می‌شود که سالانه در بیش از ۳۴٫۹۸ میلیون هکتار از زمین‌های جهان کشت می‌شود (USDA, 2020). پنبه به‌عنوان یک گیاه متحمل به شوری شناخته می‌شود که با توجه به تحمل نسبی به شوری، کشت این گیاه در زمین‌های شور عملکرد قابل‌قبولی در مقایسه با سایر گیاهان زراعی دارد (Ahmed *et al*., 2020).

شوری خاک یکی از چالش‌های عمده و گسترده در دوران اخیر است که مانع دست‌یابی به امنیت غذایی پایدار در جهان شده است (Mukhopadhyay *et al*., 2021). در سال‌های اخیر استفاده از منابع خارجی محافظهای گیاهی مانند محافظهای اسمزی (پرولین (Singh *et al*., 2014) و گلایسین بتایین[1] (Lou *et al*., 2019))، هورمون‌های گیاهی (آبسیزیک‌اسید (Bakht *et al*., 2012)، سالسیلیک‌اسید[2] (Kim *et al*., 2018)، جیبرلیک‌اسید (Zhu *et al*., 2019)، جاسمونیک‌اسید (Sheteiwy *et al*., 2021)، براسینواستروئیدها (Vázquez *et al*., 2019) و پلی‌آمین‌ها (Xu *et al*., 2019))، آنتی‌اکسیدان‌ها (گلوتاتیون (Zhou *et al*., 2019)، آسکوربیک‌اسید (Siddiqui *et al*., 2018) و توکوفرورل (Ye *et al*., 2017))، عناصر ریزمغذی (Shahverdi *et al*., 2020) و عناصر کمیاب (سیلیکون (Soleimannejad *et al*., 2019) و سلنیوم (Astaneh *et al*., 2019)) در تعدیل خسارت‌های ایجادشده توسط تنش‌های غیرزیستی در گیاهان بسیار مؤثر شناخته شده‌اند.

این استراتژی به‌دلیل کارایی بالا، سهولت استفاده، کم‌هزینه‌بودن و عدم نیاز به تجهیزات پیشرفته توجهات زیادی را به خود جلب نموده است. گزارش شده است که محلول‌پاشی با گلایسین بتائین در پنبه باعث افزایش عملکرد وش، تعداد غوزه، تعداد شاخه زایشی، ارتفاع بوته و کاهش درصد ریزش غوزه و درصد زودرسی شد، اما بر وزن ۲۰ غوزه اثر معنی‌داری نداشت (Ali *et al*., 2010). علاوه بر GB از SA و سدیم نیتروپروساید[3] نیز در کاهش اثرات تنش شوری استفاده می‌شود. در بررسی کاربرد خارجی SNP در پنبه گزارش شده است که محلول پاشی ۰/۰۵M باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد، محتوای رنگدانه‌ها، قندهای محلول کل، محتوای پرولین، اسیدهای آمینه آزاد کل، محتوی فنلی، پروتئین‌های محلول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (Shallan *et al*., 2012).

کاشت در تاریخ مطلوب، فصل رشد مناسب را جهت استفاده بهتر از منابع برای عملکرد بالاتر فراهم می‌کند (Abbas *et al*., 2019). تعیین تاریخ کشت مناسب در پنبه به عوامل متعددی مانند دمای خاک، تأمین آب و زمان برداشت گیاه کشت‌شده در تناوب، بستگی دارد (Afzal *et al*., 2020). در بسیاری از مناطق ایران کشت پنبه بعد از برداشت گندم یا جو انجام می‌شود که این امر سبب تأخیر در کاشت پنبه می‌شود. تأخیر در کاشت پنبه موجب کاهش عملکرد وش پنبه می‌شود، به‌طوری‌که کشت پس از برداشت جو سبب کاهش بیش از ۳۰ درصدی عملکرد نسبت به کشت به موقع شد (Sedighi *et al*., 2012). کاهش تعداد غوزه، زودرسی و عملکرد پنبه در کشت با تأخیر پنبه به‌عنوان کشت دوم دربسیاری از نتایج پژوهش‌گران گزارش شده است (Davidonis *et al*., 2004; Dong *et al*., 2006; Iqbal & Khan, 2011; Wrather *et al*., 2008; Zare *et al*., 2021).

با توجه به تحمل نسبی پنبه به تشن شوری، کشت این گیاه در زمین‌های شور مورد توجه بسیاری از کشاورزان قرار گرفته

1. Glycine betaine (GB)
2. Salicylic acid (SA)
3. Sodium nitroprusside (SNP)

است، اما رشد و عملکرد گیاه در اثر تنش شوری کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، یافتن راه‌کاری ساده برای افزایش عملکرد در شرایط شور می‌تواند تولید اقتصادی مناسبی را در این گیاه موجب شود. با توجه بهاین‌که امروزه استفاده از تعدیل‌کننده‌های تنش به‌عنوان یک روش کاربردی و کم‌هزینه درکاهش اثرات تنش‌های محیطی در گیاهان زراعی مورد توجه قرار گرفته است، اطلاعات اندکی در مورد اثرات نوع تعدیل‌کننده مصرفی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه وجود دارد. هدف از این پژوهش بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه به نوع و غلظت تعدیل‌کننده در دو تاریخ کشت رایج و تأخیری بود.

۲. مواد و روش‌ها

این بررسی در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار واقع در کیلومتر ۱۰ سبزوار با مشخصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه عرض و ۵۷ درجه و ۴۴ دقیقه طول جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا ۹۹۰ متر انجام شد. اطلاعات هواشناسی محل مورد آزمایش در دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. میانگین دما و کل بارندگی در فصل رشد طی دو سال

ماه	میانگین دما (°C)		مجموع بارندگی (mm)	
	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸
فروردین	۱۷,۹	۱۸,۹	۳۲,۲	۲۹,۴
اردیبهشت	۲۳,۳	۲۶,۹	۱۷,۸	۱۴,۲
خرداد	۲۹,۵۲	۳۰,۸۶	۰,۷	۰,۰
تیر	۲۸	۳۱,۰۲	۰,۰	۲,۸
مرداد	۳۰,۴	۲۹,۸۶	۰,۰	۰,۰
شهریور	۲۶,۳	۲۵,۷	۶,۵	۰,۰
مهر	۱۷,۵	۱۹,۱	۳۵,۱	۰,۰
آبان	۱۲,۵	۱۳,۷	۰,۶	۲
آذر	۶,۵۹	۷,۲۱	۱,۲	۰,۰
دی	۵,۷۶	۵,۹	۱,۶	۱۵
بهمن	۹,۹۹	۶,۵	۲۰	۴۹,۹
اسفند	۱۷,۱	۱۲,۵	۲	۲۱,۴

برای انجام آزمایش از طرح کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. فاکتورهای موردبررسی تاریخ کاشت (کشت رایج و تأخیری) به‌عنوان کرت اصلی و نوع تعدیل‌کننده تنش (شاهد، سالیسلیک‌اسید ۴mM و ۲، گلایسین بتائین ۱۰۰ mM و ۵۰ و سدیم نیتروپروساید ۲۰۰ µM و ۱۰۰) بود. در منطقه موردبررسی کشت رایج از ۱۵ اردیبهشت‌ماه و کشت تأخیری از ۱۵ خردادماه (بعد از برداشت جو یا گندم) انجام می‌شود. محلول‌پاشی در ابتدای دوره گل‌دهی انجام شد. به‌منظور جذب بهتر تعدیل‌کننده‌ها در هنگام محلول‌پاشی، از تریتون ۱۰۰ X به‌عنوان سورفاکتانت استفاده شد. پیش از اجرای آزمایش، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک براساس نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

$pH_{(1:5)}$	EC ($dS.m^{-1}$)	عمق (cm)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیتروژن (%)	کربن آلی (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
۷/۷۱	۱۲/۵۱	۳۰-۰	۱۶۴	۵	۰/۰۰۴	۰/۰۵۲	۱۸	۴۰	۴۲

براساس آزمون خاک ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره در سه مرحله (زمان کشت به میزان ۵۰ کیلوگرم، اولین وجین به میزان ۶۰ کیلوگرم و اوایل گلدهی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و ۷۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت اعمال شد. قبل از کاشت، بذرها با سم کاربوکسین تیرام (ویتاواکس) به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند. برای مبارزه با آفت تریپس، بذرها به نسبت هفت در هزار با سم لاروین (تیودیکارب) آغشته شدند. هر کرت شامل چهار ردیف ۵۰ سانتی متری با طول ۴ متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

در کشت رایج تاریخ کاشت در سال اول ۹۶/۲/۱۵ و در سال دوم ۹۶/۲/۱۰ و در کشت تأخیری در سال اول ۳/۲۰/ ۹۷ و در سال دوم ۹۷/۳/۲۷ بود. در سال دوم کشت بعد از برداشت گندم انجام شد. عملیات برداشت گندم با استفاده از کمباین صورت گرفت. کاه و کلش باقیمانده ابتدا با بیلر جمع‌آوری و سایر بقایای گیاهی با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار با خاک مخلوط شد. کاشت با بذرکار پنوماتیک و با استفاده از بذر دلینته رقم ورامین انجام شد. به‌منظور جلوگیری از سله بستن خاک و بهبود وضعیت سبز گیاهچه‌های پنبه آبیاری دوم هفت روز بعد از کاشت و آبیاری در طی فصل رشد براساس عرف منطقه و هر ۱۰ روز یک‌بار انجام شد. پس از استقرار کامل و در مرحله پنج تا شش‌برگی، عملیات تنک‌کردن بوته‌ها روی ردیف به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر به‌منظور دست‌یابی به تراکم مطلوب انجام شد. با توجه به این که در این آزمایش تعدیل‌کننده‌های تنش مورد استفاده قرار گرفتند از مصرف هرگونه علف‌کش و آفت‌کش خودداری شد تا اثرات نامطلوبی بر تعدیل‌کننده‌های تنش نگذارند، در نتیجه مبارزه با علف‌های هرز در طول مدت آزمایش در چندین نوبت و فقط به‌صورت مکانیکی (وجین دستی) صورت گرفت و چون در طول دورهٔ آزمایش آفتی مشاهده نشد هیچ‌گونه آفت‌کشی استفاده نشد.

به‌منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد، پنج بوته به‌صورت تصادفی از ردیف های میانی هر کرت انتخاب و در آن ارتفاع نهایی، تعداد شاخه رویا، تعداد شاخه زایا و تعداد غوزه در بوته اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن غوزه، ۱۰ غوزه از بوته‌های برداشت‌شده به‌صورت تصادفی انتخاب و توزین شد. وزن وش در غوزه با جمع‌آوری وش‌های ۱۰ غوزه انتخابی تعیین شد. سپس دانه‌ها از وش توسط جین آزمایشگاهی (مدل TB510C، ساخت ایران) جدا و تعداد دانه در ۱۰ غوزه شمارش و به‌صورت متوسط تعداد دانه در غوزه گزارش شد.

برداشت وش پنبه در یک مرحله بعد از بازشدن حدود ۹۰ درصدغوزه‌ها از دو متر میانی هر کرت بارعایت اثر حاشیه از دو ردیف وسط صورت گرفت. سپس الیاف و پنبه دانه از وش جداسازی شد و جداگانه توزین آن‌ها انجام گرفت و عملکردهای وش، الیاف و کیل (وزن الیاف تقسیم بر وش) محاسبه شد. جهت تعیین وزن هزار دانه پنبه، تعداد ۱۰۰ عدد پنبه دانه به‌طور تصادفی جدا شد و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شد.

قبل از انجام تجزیه واریانس، آزمون یکنواختی واریانس‌ها (آزمون بارتلت) با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) انجام شد. با توجه به معنی‌دارنشدن آزمون بارتلت، امکان تجزیه مرکب وجود داشت، به همین دلیل ابتدا نتایج تجزیه واریانس به‌صورت تجزیه مرکب در دو سال انجام و در مواردی که اثر متقابل سال با فاکتورهای موردبررسی معنی‌دار بود برش‌دهی برای صفت موردنظر انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون محافظت‌شده LSD و در سطح احتمال پنج انجام شد. در نهایت شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel (نسخه ۲۰۱۹) رسم شد.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. تجزیه واریانس

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال بر تعداد شاخه زایشی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، عملکرد وش، درصد الیاف

و عملکرد الیاف معنی‌دار بود. تاریخ کاشت بر همه صفات موردبررسی به جز تعداد غوزه در بوته اثر معنی‌دار داشت. ارتفاع و تعداد شاخه زایشی تحت تأثیر اثر متقابل سال و تاریخ کشت قرار نگرفت. نوع تعدیل‌کننده رشد همه صفات موردبررسی را از نظر آماری تحت تأثیر قرار داد. اثر متقابل تاریخ کشت و نوع تعدیل‌کننده بر عملکرد وش، درصد الیاف و عملکرد الیاف معنی‌دار بود. اثر متقابل سال و نوع تعدیل‌کننده بر تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، درصد الیاف و عملکرد الیاف و اثر متقابل تاریخ کشت و نوع تعدیل‌کننده و سال بر تعداد شاخه زایشی، وزن غوزه، درصد الیاف و عملکرد الیاف معنی‌دار شد (جدول ۳).

جدول ۳. منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در پاسخ به محلول‌پاشی تعدیل‌کننده‌های رشد در شرایط شور در کشت رایج و تأخیری

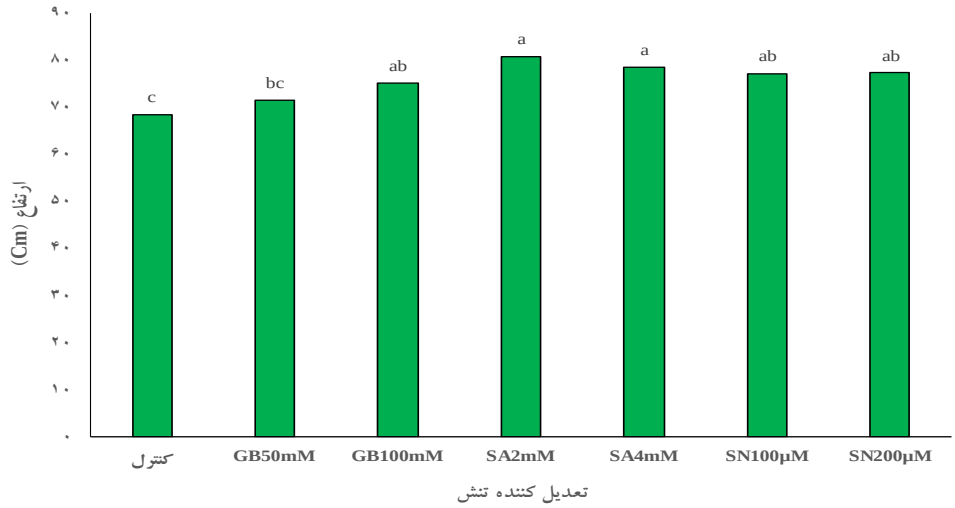
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد شاخه زایشی	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه	عملکرد وش	درصد کیل	عملکرد الیاف
سال (Y)	۱	۱۷۵ns	۴۹۷**	۱۶٫۳**	۳۸۵۱۱**	۱۵۸۲۲**	۰٫۰۱۸*	۱۴۰۷**
خطای a	۴	۱۲۰	۰٫۵۵	۰٫۰۳۹	۱۹٫۴	۸٫۱۸	۰٫۰۰۱	۴٫۹۴
تاریخ کشت (A)	۱	۴۲۶۲۴**	۲۲۹**	۴٫۶۴ ns	۲۷۴۵۴**	۶۸۴۸**	۰٫۰۱۲*	۱۲۸۵**
A×Y	۱	۱۱۶۹ ns	۳٫۹۸ns	۴۹۴ **	۱۰۳۳**	۵۷٫۳*	۰٫۰۱۶*	۸۸٫۹**
خطای b	۴	۱۴۹۰	۲٫۵۹	۳٫۵۰	۴۷٫۱	۲٫۷۲	۰٫۰۰۰۸	۲٫۹۸
نوع تعدیل‌کننده B	۶	۲۱۶**	۳٫۴۹**	۴٫۴۷**	۷۹۲**	۱۸۶**	۰٫۰۰۵**	۷۷٫۲**
A×B	۶	۸۳٫۷ ns	۰٫۸۹۵ns	۰٫۴۲۶ns	۷۳٫۵ ns	۱۰۱**	۰٫۰۰۲**	۲۴٫۵**
B×Y	۶	۵۴٫۴ ns	۰٫۴۴۴ns	۹٫۷۶**	۴۸۷**	۲۱٫۶ns	۰٫۰۰۵**	۲۸٫۲**
A×B×Y	۶	۶٫۲۴ ns	۱٫۰۸*	۰٫۸۲۸ ns	۹۵*	۲۲٫۹ns	۰٫۰۰۳**	۱۱٫۴**
خطای فرعی	۴۸	۵۰٫۷	۰٫۴۳	۰٫۵۰۸	۶۳٫۶	۱۱٫۷	۰٫۰۰۰۵	۲٫۹۸
ضریب تغییرات	–	۹٫۴۳	۷٫۳۲	۸٫۹۱	۹٫۶۴	۶٫۸۸	۷٫۱۸	۱۰٫۳

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

کشت رایج با ارتفاع ۹۸/۱ سانتی‌متر نسبت به کشت تأخیری برتری ۸۴/۹ درصدی داشت. روبه‌روشدن با دماهای بالاتر در زمانی‌که هنوز سطح برگ کافی تولید نشده است در کشت تأخیری می‌تواند دلیل کم‌تربودن ارتفاع در کشت تأخیری باشد. اگرچه پنبه گیاه رشد نامحدودی محسوب می‌شود اما تنش گرمایی ناشی از کشت دیر، دوره رویشی گیاه را کوتاه‌تر و گیاه وارد مرحله زایشی می‌شود و بخش عمده‌ای از مواد فتوسنتزی به بخش زایشی اختصاص پیدا می‌کند (Bagherabad *et al*., 2019)، بنابراین، رشد ساقه با محدودیت مواد فتوسنتزی روبه‌رو خواهد شد که نتیجه آن کاهش ارتفاع خواهد بود. مطابق با نتایج به‌دست‌آمده گزارش شده است پنبه‌های کشت‌شده در اواخر مردادماه (۲۰ آگوست) نسبت به گیاهانی که به موقع و در اواسط تیرماه (هفتم جولای) کشت شده بودند از ارتفاع کم‌تری برخوردار بودند (Mauget *et al*., 2019). برخلاف این نتایج، گزارش شده است که درشرایط اقلیمی گناباد گیاهانی که در تاریخ کشت ۳۰ اردیبهشت‌ماه و ۱۵ خردادماه کشت شده بودند از ارتفاع بیش‌تری نسبت به گیاهان کشت‌شده در ۱۵ اردیبهشت‌ماه داشتند. به‌عبارت دیگر، تأخیر درکاشت سبب افزایش ارتفاع گیاه شد (Sedighi *et al*., 2012).

محلول‌پاشی تعدیل‌کننده‌های تنش سبب افزایش ارتفاع شد که در بین تعدیل‌کننده‌های مصرفی، SA در هر دو غلظت موردبررسی بیش‌ترین تأثیر را داشت و بعد از SA محلول‌پاشی با SNP ارتفاع نهایی بیش‌تری را تولید کرد. گلایسین بتائین در غلظت ۵۰ میلی‌مولار ارتفاع مناسبی را تولید نکرد و اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار کنترل نداشت (شکل ۱). گزارش شده است محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش مقدار هورمون‌های ایندول‌استیک‌اسید و سیتوکینین را در شرایط شوری شده و در نتیجه باعث افزایش ارتفاع می‌شود می‌شود (Pirasteh *et al*., 2016). اعتقاد بر این است که زمانی که سالیسیلیک‌اسید با غلظت‌های مشابه غلظت آن به‌عنوان یک هورمون داخل گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد

سبب افزایش رشد و محافظت در برابر استرس های محیطی می‌شود (Shakirova *et al*., 2013). محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام سالسیلیک‌اسید در کشت رایج سبب افزایش ۳ درصدی ارتفاع و در شرایط کشت تأخیری سبب افزایش ۴ درصدی ارتفاع می‌شود (Hussein *et al*., 2007). در مورد SNP نیز گزارش شده است در شرایط تنش شوری SNP باعث افزایش رشد گیاه و افزایش طول ساقه و ریشه پنبه می‌شود که این افزایش در رشد گیاه در اثر افزایش فشار اسمزی سلول و بهبود ویسکوزیته سیتوپلاسمی است، اگرچه غلظت بالای SNP مانع از رشد گیاهچه‌های پنبه می‌شود (Dong *et al*., 2014). گلایسین بتائین به‌دلیل افزایش هدایت روزنه‌ای، افزایش فتوسنتز، تورژسانس سلولی و به‌دنبال آن افزایش بزرگ‌شدن سلول باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود اثر مثبت گلایسین بتائین به‌علت تماس آن با پروتئینی است که دارای یک لایه جذب آب می‌باشد که موجب تحریک رشد سلول‌ها و افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (Ma *et al*., 2007).



شکل ۱. اثر محلول‌پاشی تعدیل‌کننده تنش بر ارتفاع نهایی

۳. ۲. تعداد شاخه زایشی

در سال اول بالاترین تعداد شاخه زایشی در تاریخ کاشت رایج با محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM به‌دست آمد که اختلاف آماری معنی‌داری بار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک ۴mM در همین تاریخ کاشت نداشت. در کشت تأخیری نیز محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM بالاترین تعداد شاخه زایشی را تولید کرد. در کلیه سطوح محلول‌پاشی تعدیل‌کننده-های رشد، کشت رایج شاخه زایشی بیش‌تری در مقایسه با کشت تأخیری داشت. روند تغییرات تعداد شاخه زایشی در سال دوم مشابه سال اول بود با این تفاوت که در کشت تأخیری محلول‌پاشی با غلظت بالاتر SNP اثرات منفی بر تولید شاخه زایشی داشت و در مقایسه با تیمار کنترل در همین تاریخ کشت، شاخه زایشی کم‌تری را تولید کرد (جدول ۴). بالاتربودن تعداد شاخه زایشی در سال اول هم در کشت تأخیری و هم در کشت رایج می‌تواند به‌دلیل مناسب‌تربودن شرایط آب‌وهوایی در سال اول باشد. در سال دوم تغییرات شدید و گرم شدن هوا در ماه‌های تیر و مرداد سبب استرس دمایی و خشکی به گیاه شده و از افزایش ارتفاع آن جلوگیری کرده است. کاهش تعداد شاخه زایا در هر بوته را می‌توان به کاهش ارتفاع نسبت داد. اگرچه پنبه یک گیاه رشد نامحدود می‌باشد اما با تأخیر در کشت و مواجه‌شدن با سرمای زودرس پاییزه، به‌دلیل از بین‌رفتن برگ‌ها، ادامه رشد رویشی برای گیاه فراهم نخواهد شد که این امر کاهش ارتفاع بوته

را به‌همراه خواهد داشت. برخلاف نتایج فوق گزارش شده است تأخیر در کاشت تعداد شاخه‌های زایشی را افزایش می‌دهد (Akramghaderi *et al*., 2003). سالیسیلیک‌اسید با تحریک تقسیم سلولی باعث افزایش سطح برگ شده که این امر باعث بهبود فتوسنتز و افزایش رشد اندام‌های زایشی نسبت به عدم محلول‌پاشی می‌شود (Yildirim *et al*., 2008). در بررسی مشابه، بیش‌ترین تعداد شاخه رویشی با محلول‌پاشی GB در کاشت تأخیری گزارش شده است که اختلاف معنی‌دار با محلول‌پاشی SNP و تیمار شاهد کاشت تأخیری نداشته است (Borzoyi *et al*., 2021).

جدول ۴. برش‌دهی اثر متقابل تاریخ کشت و نوع تعدیل‌کننده تنش در سال‌های مختلف بر تعداد شاخه زایشی، وزن ده غوزه، درصد الیاف و عملکرد الیاف

تاریخ کاشت	تعدیل‌کننده تنش	تعد ادشاخه زایشی		وزن ۱۰ غوزه (g)		درصد الیاف		عملکرد الیاف ($Kg.ha^{-1}$)	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
رایج ۱۰–۱۵ اردیبهشت	کنترل	۱۱/۴bcd	۷/۲۷bcd	۶۶/۲ de	۵۱/۲ c	۳۱/۲cd	۲۹/۱ de	۶۹۱ de	۴۱۴ cd
	سالیسیلیک‌اسید ۲mM	۱۳/۶a	۸/۰۷ c	۱۰۵ ab	۶۲/۱ a	۳۶/۱ b	۳۵/۳cde	۷۸۸ bcd	۶۳۲ a
	سالیسیلیک‌اسید ۴mM	۱۳/۲a	۹/۶۱a	۱۱۵ a	۶۲/۷ a	۴۲/۳ a	۳۸/۷bc	۸۸۵ b	۵۹۰ ab
	گلایسین بتائین 50 mM	۱۲/۷ab	۷/۶۲ cd	۷۸/۱ c	۶۰/۳ab	۳۵/۱bc	۳۶/۱ bcde	۴۰۴ i	۴۳۳ c
	گلایسین بتائین 100 mM	۱۲/۳abc	۸/۰۷ c	۹۶/۲ b	۶۰/۷ab	۳۵/۲ bc	۳۳/۳ ef	۸۴۱ bc	۴۳۵ c
	سدیم نیتروپروساید۱۰۰µM	۱۳/۴ a	۹/۴۷a	۱۰۵ b	۵۷/۷ ab	۳۴/۹ bc	۳۴/۷de	۱۱۶۰ a	۴۰۴ cd
	سدیم نیتروپروساید ۲۰۰µM	۱۲/۸ ab	۸/۷۱ b	۹۵/۳ b	۵۵/۲ bc	۳۲/۱ bcd	۲۹/۳ g	۷۶۳ cd	۵۴۲ b
تأخیری ۲۰–۲۷ خرداد	کنترل	۹/۲۱f	۴/۴۷fgh	۴۰/۱ f	۱۴/۳ef	۲۵/۴e	۳۹/۳ ab	۵۰۳ fgh	۲۸۶ gh
	سالیسیلیک‌اسید ۲mM	۹/۹۱ ef	۵/۲۲ e	۷۴/۲ cd	۱۷/۶ e	۳۱/۴ cd	۳۴/۷de	۴۸۰ ghi	۳۶۹ de
	سالیسیلیک‌اسید ۴mM	۱۰/۹cde	۴/۷۳ efg	۷۵/۱ cd	۱۲/۵ef	۳۶/۱b	۳۶/۷bcde	۵۴۷ fgh	۲۹۶ fgh
	گلایسین بتائین 50 mM	۹/۵۲ ef	۴/۷۳efg	۶۰/۲ e	۱۵/۱ ef	۲۹/۵de	۳۳/۳ef	۵۱۴ fgh	۲۶۴ h
	گلایسین بتائین 100 mM	۱۰/۱edf	۴/۱۳h	۷۱/۳ cde	۱۴/۲ ef	۳۱/۴cd	۳۰/۷ fg	۵۹۰ efg	۳۳۵ efg
	سدیم نیتروپروساید ۱۰۰µM	۹/۵۱ ef	۵/۰۱ ef	۶۵/۱ de	۲۴/۶ d	۲۸/۵de	۴۲/۷ a	۶۲۲ ef	۳۳۵ ef
	سدیم نیتروپروساید ۲۰۰µM	۱۰/۶ edf	۴/۳۳gh	۷۱/۱ cde	۹/۱۵	۲۹/۱de	۳۸/۱ bcd	۴۶۳ hi	۲۹۲ fgh

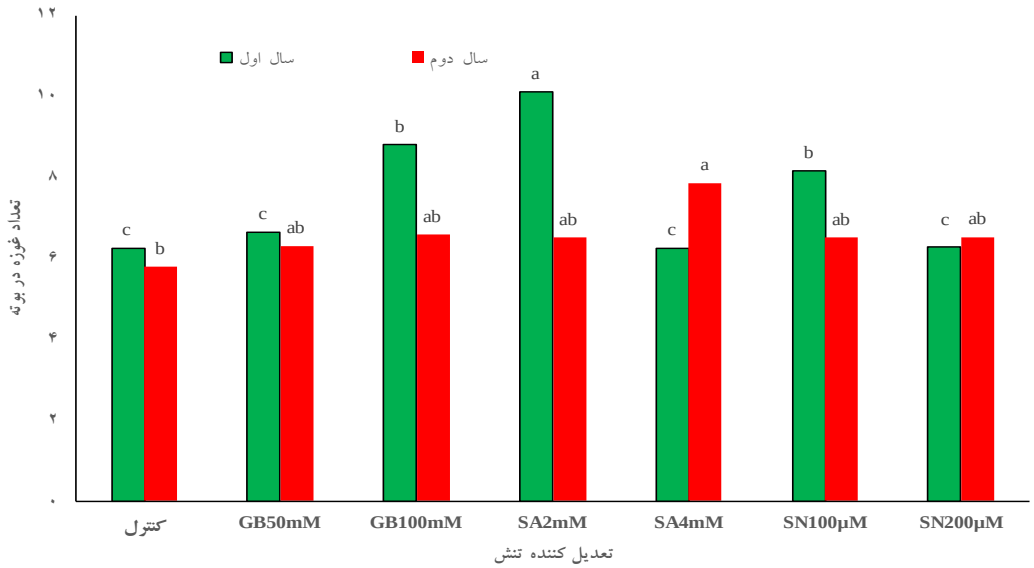
میانگین‌های دارای حروف مشابه در مورد هر صفت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند (آزمون محافظت‌شده LSD=۰/۰۵α).

۳. ۳. تعداد غوزه در بوته

در سال اول کشت رایج ۸۱/۶ درصد و در سال دوم ۹۲/۱ درصد تعداد غوره در بوته بیش‌تری در مقایسه با کشت تأخیری داشت. علت افزایش تعداد غوزه در کشت زود ناشی از افزایش دوره رشد زایشی و تشکیل گل و غوزه بیش‌تر است. با تأخیر در کاشت دوره گل‌دهی با دماهای بالا مصادف می‌شود که در نتیجه تعداد غوزه‌های ریزش یافته و تعداد غوزه در بوته کاهش پیدا می‌کند (Kaur *et al*., 2019). Mehrabadi (2017) معتقد است تأخیر در کاشت به‌دلیل مواجه‌شدن دوره اوج گلدهی و غوزه‌بندی با شرایط گرم ماه‌های تیر و مرداد موجب کاهش معنی‌دار عملکرد پنبه از طریق کاهش تعداد غوزه مؤثر بر عملکرد در پایان فصل رشد شد. گزارش شده است تأخیر در کاشت سبب می‌شود تولید گل و غوزه و رشدونمو آن‌ها در درجه حرارت‌های مطلوب صورت نگرفته و این موضوع منجر به افت عملکرد می‌شود (Dong *et al*., 2006).

در سال اول محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید ۴mM و در سال دوم اسیدسالیسیلیک ۲mM بیش‌ترین تعداد غوزه در بوته را تولید کردند که در این سال اختلاف معنی‌داری بین تعدیل‌کننده‌های مصرفی مشاهده نشد (شکل ۲). افرایش تعداد غوزه با محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید را می‌توان به افزایش ارتفاع و تعداد شاخه زایشی تولیدشده در اثر مصرف این ماده نسبت داد. بین تعداد شاخه زایشی و تعداد غوزه در بوته، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (Akramghaderi *et al*., 2003)، بنابراین محلول‌پاشی تعداد شاخه زایشی بیش‌تری تولید می‌کند و نتیجه آن افزایش تعداد بیش‌تر غوزه در بوته خواهد بود. مشابه با نتایج این پژوهش گزارش شده است که محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش تعداد

غوزه در گیاه پنبه شد (Barros *et al*., 2019). گلایسین بتائین باعث افزایش هورمون رشد شده، از تولید هورمون‌های پیری جلوگیری می‌کند و هم‌چنین از سوی دیگر تنش را کاهش می‌دهد تا گیاه دیرتر وارد مرحله پیری شود (Chen & Jiang, 2010). بنابراین ازآنجاکه تبدیل گل به غوزه از نظر زمانی چندان تحت تأثیر عوامل بیرونی قرار ندارد، احتمالاً دیررسی ناشی از محلول‌پاشی در مراحل گل‌دهی سبب ادامه گل‌دهی و تولید غوزه‌های جدید و یا تأخیر در بازشدن غوزه‌های موجود می‌گردد. گزارش شده است در پنبه بیش‌ترین تعداد غوزه با محلول‌پاشی تعدیل‌کننده‌های در مرحله گل‌دهی+ غوزه‌دهی و کم‌ترین تعداد غوزه در محلول‌پاشی در مرحله گل‌دهی به‌دست می‌آید (Borzoyi *et al*., 2021).



شکل ۲. اثر محلول‌پاشی تعدیل‌کننده تنش بر تعداد غوزه در بوته در سال اول و دوم.
(نتایج مقایسه میانگین برای هر سال مستقل می‌باشد).

۳. ۴. وزن غوزه

در هر دو سال آزمایش، محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM در کشت رایج، متوسط وزن ده غوزه بیش‌تری در مقایسه با سایر تعدیل‌کننده‌های تنش داشت. در سال اول محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM در کشت تأخیری توانست اثرات منفی تأخیر در تاریخ کشت را کاهش دهد، به گونه‌ای که نسبت به تیمار کنترل در کشت رایج متوسط وزن غوزه را افزایش داد، اما در سال دوم به‌دلیل تغییرات ناگهانی و بیش‌تر تغییرات دمایی استفاده از تعدیل‌کننده‌های تنش نتوانست تأخیر در کاشت را جبران کند و تیمار شاهد در کشت رایج در مقایسه با کلیه تعدیل‌کننده‌های مصرفی در تاریخ کشت تأخیری متوسط وزن غوزه بیش‌تری داشتند (جدول ۴). کاهش شدید وزن غوزه در سال دوم به‌دلیل تغییرات شدید آب‌وهوایی در زمان رشد و تکامل غوزه‌ها بود که سبب کاهش تولید مواد فتوسنتزی برای رشدونمو غوزه‌های شده بود. ظاهراً، افزایش شدید دما و خشکی هوا در دوره گل‌دهی و تشکیل غوزه علاوه بر ایجاد تنش بر روندهای فیزیولوژیکی تشکیل‌دهنده عملکرد، موجب کاهش دوره تشکیل غوزه و عدم انتقال مواد به غوزه‌های در حال تشکیل شده است که نتیجه آن کاهش وزن غوزه است.

گزارش شده است تأخیر در کاشت سبب کاهش ۲۶/۱۷ درصدی وزن غوزه می‌شود (Bagherabad *et al*., 2019).

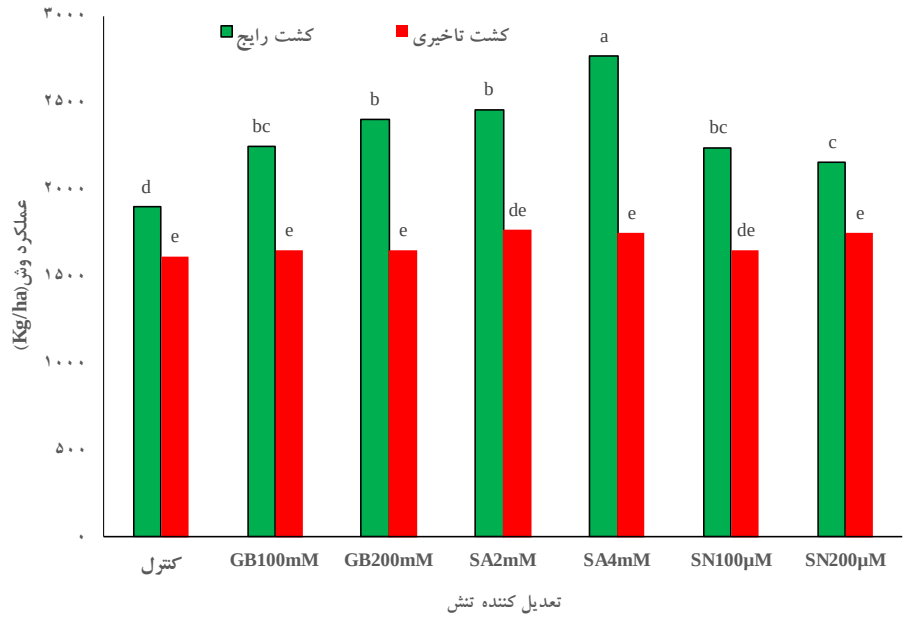
اگرچه نتایج در مورد اثر تاریخ کشت بر وزن وش در غوزه متفاوت است و بعضی از پژوهش‌گران تأخیر در کاشت را سبب افزایش وزن وش در هر غوزه به‌دلیل افزایش تعداد بذر در هر غوزه نسبت داده‌اند، اما این پژوهش‌گران کاهش وزن در هر غوزه را به ثابت مانند تعداد دانه در هر غوزه نسبت دادند. در شرایط اصفهان گزارش شده است که وزن غوزه تحت تأثیر تاریخ کشت قرار می‌گیرد. تاریخ کشت ۱۵ اسفندماه در مقایسه با تاریخ کشت ۵ اسفندماه در شرایط استان اصفهان ۲۸ درصد وزن غوزه بیش‌تری را تولید کرد (Jafaraghaei & Jalali 2012). وزن غوزه در گیاه وابستگی بسیاری با راندمان فتوسنتزی برگ‌ها دارد و مصادف‌شدن شاخص سطح برگ بحرانی گیاه با حداکثر طول دوره روز و تابش خورشید سبب می‌شود که فتوسنتز بیش‌تری در برگ‌ها انجام شود که کربوهیدرات‌های تولیدشده صرف افزایش وزن غوزه‌ها می‌شود. در شرایط تنش خشکی محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰mg lit SA در مرحله گل‌دهی در مقایسه با GB و پرولین اثرات سودمندی بیش‌تری در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد داشته است و اثرات تعدیل‌کننده‌گی تنش GB نیز از پرولین بیش‌تر بوده است (Noreen *et al*., 2013). SA باعث افزایش فتوسنتز و تولید هورمون‌های اکسین و سایتوکینین می‌شود که این هورمون‌ها به‌نوبه خود با اثر افزایشی که روی تقسیم، طویل‌شدن و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌گذارند باعث بالا بردن وزن غوزه‌ها می‌شوند. هم‌چنین SA و سایتوکینین از رسیدگی و پیری سریع غوزه‌ها جلوگیری نموده و چون در کاشت رایج، زمان مناسب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، بنابراین غوزه‌ها فرصت کافی برای رشد و افزایش وزن داشته‌اند. GB نیز با حفظ راندمان فتوسنتز، افزایش جذب و تثبیت دی‌اکسیدکربن و ازآنجاکه خود GB جزو منابع مهم نیتروژن در شرایط تنش برای گیاه محسوب می‌شود، باعث بالابردن وزن غوزه‌ها شد.

۳. ۵. عملکرد وش

در صورت تأخیر در کاشت، محلول‌پاشی تعدیل‌کننده‌ها اگرچه در مقایسه با تیمار کنترل سبب افزایش عملکرد وش شد، ولی اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. اما در کاشت رایج عملکرد به محلول‌پاشی تعدیل‌کننده واکنش مثبت نشان داد و بالاترین عملکرد وش در محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM مشاهده شد. محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید در غلظت ۲۰۰ میکرومولار در مقایسه با ۱۰۰ میکرومولار سبب کاهش عملکرد وش شد که اختلاف آماری معنی‌داری با محلول‌پاشی گلایسین‌بتائین ۵۰mM نداشت (شکل ۳). با تأخیر در کاشت مرحله رسیدگی با سرمای زودرس پاییزه برخورد می‌کند که این عمل سبب می‌شود که تعداد غوزه کم‌تری باز شوند و عملکرد کاهش یابد. گزارش شده است که تأخیر در کاشت موجب کاهش عملکرد وش پنبه می‌شود (Sedighi *et al*., 2012). کاهش تعداد غوزه، زودرسی و عملکرد پنبه در کشت با تأخیر پنبه به‌عنوان کشت دوم نیز گزارش شده است (Panjeh Koub *et al*., 2008).

سالیسیلیک‌اسید با تنظیم فرایندهای رویشی گیاه مثل افزایش هورمون اکسین، فتوسنتز و فعالیت بیش‌تر روبیسکو سبب تشکیل حداکثر اجزای عملکرد می‌شود و این امر باعث بالارفتن عملکرد وش در این تیمار شده است. در کاشت رایج به‌دلیلاین‌که زمان بیش‌تری برای استفاده بهینه از نور، رطوبت و سایر عوامل محیطی برای رشدونمو وجود دارد، دسترسی بیش‌تر به مواد غذایی باعث افزایش سطح برگ، کاهش ریزش گل‌ها، افزایش تعداد غوزه‌ها شده است. احتمالاً، محلول‌پاشی SA نیز با تنظیم فرایندهای رویشی و فتوسنتز بیش‌تر عملکرد را افزایش داده است. واکنش پنبه به محلول‌پاشی SA در زمان‌های مختلف رشد را به افزایش مقاومت به بیماری‌ها، حشرات و میکروب‌ها ارتباط داده‌اند (Heitholt *et al*., 2001). نتایج به روشنی نشان داده که محلول‌پاشی پنبه با سالیسیلیک‌اسید (۲۰۰ppm) و سیترات‌پتاسیم در شرایط شوری باعث افزایش رشد و اجزای عملکرد و افزایش ترکیب شیمیایی برگ می‌شود (El-Beltagi *et al*., 2017). بهبود رشد و عملکرد در اثر محلول‌پاشی SNP می‌تواند ناشی از حفظ محتوای رطوبت نسبی

برگ و کاهش محتوای پراکسید هیدروژن تولیدشده و بهبود سیستم آنزیمی گیاه در اثر کاربرد سدیم نیتروپروساید باشد (Liu *et al*., 2014). در پژوهشی مربوط به گیاه پنبه گزارش شده است که محلول‌پاشی با دو سطح گلایسین بتائین (۳ تا ۶ کیلوگرم در هکتار) نسبت به پاشش آب خالص باعث افزایش عملکرد وش شد اما بر وزن ۲۰ غوزه اثر معنی‌داری نداشت (Savari *et al*., 2010).



شکل ۳. اثر متقابل تاریخ کشت و نوع تعدیل‌کننده بر عملکرد وش

۳. ۶. درصد کیل

در سال اول کشت رایج و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM و در سال دوم کشت تأخیری و گلایسین‌بتائین ۵۰mM بالاترین درصد کیل را داشت. در سال اول آزمایش فقط در کشت تأخیری محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM توانست درصد کیل بالاتری را در مقایسه با محلول‌پاشی با سایر تعدیل‌کننده‌ها در کشت رایج داشته باشد، اما در سال دوم درصد کیل واکنش متفاوتی به نوع تعدیل‌کننده‌ها در کشت رایج و تأخیر نشان داد به گونه‌ای که سدیم نیتروپروساید ۲۰۰ µM در کشت رایج کم‌ترین درصد کیل را داشت (جدول ۴). کم بودن درجه حرارت و کوتاه‌بودن تعداد ساعت آفتابی که در شرایط کشت تأخیری اتفاق می‌افتد سبب عدم تکامل الیاف در غوزه شده و در نتیجه سب کاهش درصد الیاف می‌شود. در کشت زودهنگام به‌دلیل مساعد بودن شرایط آب‌وهوایی تجمع ماده خشک مناسب‌تری انجام می‌شود که در زمان تکامل غوزه‌ها که ممکن است فتوسنز جاری برای رشد و تکامل غوزه‌ها کاهش یافته باشد با انتقال مجدد سبب رشد بهتر الیاف در غوزه‌ها می‌شود. با تأخیر در کاشت رشد و تکامل الیاف به‌صورت کامل انجام نمی‌شود که این امر سبب کاهش درصد الیاف با تأخیر در کاشت می‌شود. در درجه حرارت‌های بالا درصد الیاف افزایش می‌یابد و الیافی کوتاه‌تر و خشن‌تر و با استحکام بیش‌تر تولید می‌شود (Bednarz *et al*., 2002). گزارش شده است محلول‌پاشی با SA در مقایسه با سایر تعدیل‌کننده‌های تنش تأثیری بیش‌تری بر درصد الیاف دارد و بیش‌ترین درصد الیاف با محلول‌پاشی با SA به‌دست آمده است که اختلاف آماری معنی‌داری با مصرف GB نداشته است (Borzoyi *et al*., 2021).

۳. ۷. عملکرد الیاف

در سال اول هم در کشت رایج و هم در کشت تأخیری محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM بالاترین عملکرد الیاف را تولید کرد، در حالی‌که در سال دوم در کشت رایج محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM و در کشت تأخیری گلایسین‌بتائین ۱۰۰mM بالاترین عملکرد الیاف را تولید کرد. در سال دوم آزمایش استفاده از سدیم نیتروپروساید µM ۲۰۰ سبب کاهش عملکرد الیاف در مقایسه با تیمار شاهد شد که این کاهش به‌دلیل کاهش درصد کیل در این تیمار می‌باشد (جدول ۴). کاهش بیش‌تر عملکرد الیاف با تأخیر در کاشت در مقایسه با عملکرد وش به این دلیل است که با تأخیر در کاشت هم عملکرد وش کاهش پیدا کرده است و هم درصد الیاف و به این دلیل که عملکرد الیاف از حاصلضرب عملکرد وش در درصد الیاف به‌دست می‌آید، در نتیجه تغییرات هر دو جزء سبب کاهش عملکرد الیاف می‌شود. عملکرد الیاف پنبه در تاریخ کشت دیر به‌علت کاهش جذب واحد حرارت تجمعی و هم‌چنین به‌علتاین‌که سهم زیادی از مرحله غوزه‌دهی در گرم‌ترین ماه تابستان اتفاق افتاده به‌شدت کاهش یافت (Bagherabadi *et al*., 2019). عملکرد الیاف در تاریخ کاشت دیرتر کاهش می‌یابد که علت آن کاهش ظهور پنبه در شرایط خشک زمان کاشت و کاهش رشد بعدی حاصل از آن بود (Khan *et al*., 2017). هم‌چنین گزارش شده است که واکنش عملکرد الیاف به نوع تعدیل‌کننده مصرفی در شرایط کشت رایج بیش‌تر است، در حالی‌که در کشت تأخیری SNP، SA و GB از لحاظ آماری تأثیر مشابهی بر عملکرد الیاف داشتند اما در کشت رایج محلول‌پاشی با SA عملکرد الیاف بالاتری را تولید کرد که اختلاف آماری معنی‌داری با مصرف SNP نداشت (Borzoyi *et al*., 2021). کاهش عملکرد الیاف در محلول‌پاشی با SNP با وجود بالابودن عملکرد وش در این تیمار به‌دلیل کاهش بیش‌تر درصد الیاف در این تیمار در مقایسه با محلول‌پاشی با SA بود. رشد و تکامل الیاف به شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد. در شرایط مناسب آب‌وهوایی به‌دلیل تولید مواد فتوسنتزی بیش‌تر یا انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده، رشد و تکامل الیاف بهتر انجام می‌شود در صورتی‌که در شرایط آب‌وهوایی نامناسب که ممکن است با تأخیر در کشت حادث شود عدم تکامل الیاف در غوزه سبب کاهش درصد الیاف می‌شود. نتایج مختلفی در مورد اثر تاریخ کشت بر درصد الیاف گزارش شده است. به‌عنوان مثال اعتقاد بر این است با تأخیر در کاشت رشد و تکامل الیاف به‌صورت کامل انجام نمی‌شود که این امر سبب کاهش درصد لینت می‌شود (Bednarz *et al*., 2005). در درجه حرارت‌های بالا درصد الیاف افزایش یافته و الیافی کوتاه‌تر و خشن‌تر و با استحکام بیش‌تر تولید می‌شود. گزارش شده است که درصد الیاف تحت تأثیر تاریخ کشت قرار نمی‌گیرد و این جزء عملکرد به‌صورت هم‌زمان هم تحت تأثیر تعداد غوزه و هم و وزن غوزه قرار می‌گیرد (El Sabagh *et al*., 2018).

۴. نتیجه‌گیری

تأخیر در کشت پنبه با کاهش تعداد شاخه زایشی، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه سبب کاهش عملکرد وش و عملکرد الیاف شد. کیل واکنش چندانی به تاریخ کشت نشان نداد. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد به محلول‌پاشی تعدیل‌کننده‌های تنش در کشت رایج در مقایسه با کشت تأخیری بیش‌تری بود و کلیه تعدیل‌کننده‌های مصرفی در تاریخ کشت رایج عملکرد و اجزای عملکرد بیش‌تری در مقایسه با کشت تأخیری داشت. در کشت رایج محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید ۴mM بالاترین عملکرد وش را تولید کرد اما در کشت تأخیری بالاترین عملکرد وش با محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM به‌دست آمد اگرچه تفاوت آماری معنی‌داری بین تعدیل‌کننده‌های مصرفی در کشت تأخیری مشاهده نشد. در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که کشت در تاریخ مناسب و محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید ۴mM مناسب‌ترین تیمار برای به‌دست‌آوردن بیش‌ترین عملکرد وش در پنبه در شرایط تنش شوری می‌باشد.

۵. تشکر و قدردانی

از زحمات مسئول محترم آزمایشگاه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار و استاد محترم جناب آقای دکتر ابولقاسم دادرسی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع مورداستفاده

Abbas, G., Younis, H., Naz, S., Fatima, Z., Hussain, S., Ahmed, M., & Ahmad, S. (2019). Effect of planting dates on agronomic crop production. In: *Agronomic crops*. Springer: pp: 131-147. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9151-5_8

Afzal, M. N., Tariq, M., Ahmed, M., Abbas, G., & Mehmood, Z. (2020). Managing planting time for cotton production. In: Cotton production and uses. Springer: pp: 31-44. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_3

Ahmed, N., Chaudhry, U. K., Ali, M. A., Ahmad, F., Sarfraz, M., & Hussain, S. (2020). Salinity tolerance in cotton. In: *Cotton production and uses*. Springer: pp: 367-391. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_19

Akramghaderi, F., Latifi, N., Rezaei, J., & Soltani, A. (2003). Effects of planting date on the phenology and morphology of three cotton cultivars in gorgan. *Iranian Journal of Agriculture Science*, *34*(1), 221-230. (In Persian).

Ali, A., Qamar, R., Safdar, M. E., Saleem, S., Ullah, S., Javed, M. A., & Hasan, S. W. (2021). Development and growth: Influence of sowing dates on performance of cotton cultivars. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, *34*(1), 23-28. https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2021/34.1.23.28

Astaneh, R. K., Bolandnazar, S., Nahandi, F. Z., & Oustan, S. (2019). Effects of selenium on enzymatic changes and productivity of garlic under salinity stress. *South African Journal of Botany*, *121*, 447-455. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.10.037

Bagherabadi, H., Armin, M., & Filekesh, E. (2019). The effect of sowing date on yield and yield components of cotton planted in ultra narrow rows and conventional rows. *Iranian Journal of Cotton Researches*, *7*(1), 1-14 .(In Persian).

Bakht, J., Khan, M. J., Shafi, M., Khan, M. A., & Sharif, M. (2012). Effect of salinity and aba application on proline production and yield in wheat genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, *44*(3), 873-878.

Barros, T. C., de Mello Prado, R., Roque, C. G., Arf, M. V., & Vilela, R. G. (2019). Silicon and salicylic acid in the physiology and yield of cotton. *Journal of plant nutrition*, *42*(5), 458-465. https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1567765

Bednarz, C. W., Shurley, W. D., & Anthony, W. S. (2002). Losses in yield, quality, and profitability of cotton from improper harvest timing. *Agronomy Journal*, *94*(5), 1004-1011. https://doi.org/10.2134/agronj2002.1004

Bednarz, C. W., Shurley, W. D., Anthony, W. S., & Nichols, R. L. (2005). Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities. *Agronomy Journal*, *97*(1), 235-240.

Borzoyi, Z., Armin, M., & Marvi, H. (2021). Agrophysiological responses of cotton to time and type of stress moderators on different planting date under saline conditions. *Crop Science Research in Arid Regions*, In Press .(In Persian).

Chen, H., & Jiang, J.-G. (2010). Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. *Environmental Reviews*, *18*, 309-319. https://doi.org/10.1139/A10-014

Davidonis, G. H., Johnson, A. S., Landivar, J. A., & Fernandez, C. J. (2004). Cotton fiber quality is related to boll location and planting date. *Agronomy Journal*, *96*(1), 42-47. https://doi.org/10.2134/agronj2004.0042

Dong, H., Li, W., Tang, W., Li, Z., Zhang, D., & Niu, Y. (2006). Yield, quality and leaf senescence of cotton grown at varying planting dates and plant densities in the yellow river valley of china. *Field Crops Research*, *98*(2-3), 106-115. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.12.008

Dong, Y. J., Jinc, S. S., Liu, S., Xu, L. L., & Kong, J. (2014). Effects of exogenous nitric oxide on growth of cotton seedlings under nacl stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *14*(1), 1-13. https://doi.org/10.4067/s0718-95162014005000001

El-Beltagi, H. S., Ahmed, S. H., Namich, A. A. M., & Abdel-Sattar, R. R. (2017). Effect of salicylic acid and potassium citrate on cotton plant under salt stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, *26*, 1091-1100.

El Sabagh, A., Omar, A. M., El Menshawi, M., & El Okkiah, S. (2018). Foliar application of organic compounds stimulate cotton (*Gossypium barbadense* L.) to survive late sown condition. *Open Agriculture*, *3*(1), 684-697. https://doi.org/10.1515/opag-2018-0072

Heitholt, J., Schmidt, J., & Mulrooney, J. E. (2001). Effect of foliar-applied salicylic acid on cotton flowering, boll retention, and yield. *Materials and Methods, 46 (2), 105-109*.

Hussein, M., Balbaa, L., & Gaballah, M. (2007). Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, *3*(4), 321-328.

Iqbal, M., & Khan, M. A. (2011). Response of cotton genotypes to planting date and plant spacing. *Frontiers of Agriculture in China*, *5*(3), 262-267. https://doi.org/10.1007/s11703-011-1099-x

Jafaraghaei, M., & Jalali, A. H. (2012). Effect of irrigation-water salinity on yield and water use efficiency of three cultivars of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Crop production and processing*, *2*(5), 97-108. (In Persian).

Kaur, P., Bhagria, T., Mutti, N. K., Rinwa, A., Mahajan, G., &Chauhan, B. S. (2019). Cotton production in australia. In K. Jabran and B. S. Chauhan (Ed.), *Cotton Production*: 341-357. https://doi.org/10.1002/9781119385523.ch16

Khan, A., Najeeb, U., Wang, L., Tan, D. K. Y., Yang, G., Munsif, F., Ali, S., & Hafeez, A. (2017). Planting density and sowing date strongly influence growth and lint yield of cotton crops. *Field Crops Research*, *209*, 129-135. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.04.019

Kim, Y., Mun, B.-G., Khan, A. L., Waqas, M., Kim, H.-H., Shahzad, R., Imran, M., Yun, B.-W., & Lee, I.-J. (2018). Regulation of reactive oxygen and nitrogen species by salicylic acid in rice plants under salinity stress conditions. *Plos one*, *13*(3), e0192650. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192650

Liu, S., Dong, Y., Xu, L., & Kong, J. (2014). Effects of foliar applications of nitric oxide and salicylic acid on salt-induced changes in photosynthesis and antioxidative metabolism of cotton seedlings. *Plant Growth Regulation*, *73*(1), 67-78. https://doi.org/10.1007/s10725-013-9868-6

Lou, Y., Sun, X., Chao, Y., Han, F., Sun, M., Wang, T., Wang, H., Song, F., & Zhuge, Y. (2019). Glycinebetaine application alleviates salinity damage to antioxidant enzyme activity in alfalfa. *Pakistan Journal of Botany*, *51*(1), 19-25.

Ma, X., Wang, Y., Xie, S., Wang, C., & Wang, W. (2007). Glycinebetaine application ameliorates negative effects of drought stress in tobacco. *Russian Journal of Plant Physiology*, *54*(4), 472-479. https://doi.org/10.1134/s1021443707040061

Mauget, S., Ulloa, M., & Dever, J. (2019). Planting date effects on cotton lint yield and fiber quality in the us southern high plains. *Agriculture*, *9*(4), 82-91. https://doi.org/10.3390/agriculture9040082

Mehrabadi, H. R. (2017). Effect of different planting dates and methods on quantity and quality traits of varamin cotton cultivar. *Journal of Crop production and processing*, *7*(2), 61-72 .(In Persian).

Mukhopadhyay, R., Sarkar, B., Jat, H. S., Sharma, P. C., & Bolan, N. S. (2021). Soil salinity under climate change: Challenges for sustainable agriculture and food security. *Journal of Environmental Management*, *280*, 111736. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111736

Panjeh Koub, A., Galeshi, S. A., Zeynali, E., & Ghajari, A. A. G. (2008). Effect of planting date and plant density on morphological characteristics of cotton (*Gossypium hirsutum* cv. Siokra). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, *14*(5), 25-38 .(In Persian).

Pirasteh, H., Emami, Y., Rousta, M., & Hashemi, S. (2016). Effect of salicylic acid on biochemical attributes and grain yield of barley (*Horedum vulgare* L. cv. nosrat) under saline conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 18(3), 232-244 .(In Persian).

Savari, A., Fotokian, M. H., & Barzali, M. (2010). Evaluation of glycine betaine effects on some agronomic traits of cotton. *Jouran of Agronomy Sciences*, *1*(1), 67-76. (In Persian).

Sedighi, E., Sirousmehr, A., Ramezani, M., Asgharipour, M. R., & Esmaelian, Y. (2012). Investigation the yield and qualitative traits of cotton under different planting dates in barley-cotton double cropping system. *Journal of Iranian Plant Echophysiological Research*, *6*(4), 26-36. (In Persian).

Shahverdi, M. A., Omidi, H., & Damalas, C. A. (2020). Foliar fertilization with micronutrients improves stevia rebaudiana tolerance to salinity stress by improving root characteristics. *Brazilian Journal of Botany*, *43*(1), 55-65. https://doi.org/10.1007/s40415-020-00588-6

Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A., & Fatkhutdinova, D. R. (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant science*, *164*(3), 317-322.

Sheteiwy, M. S., Shao, H., Qi, W., Daly, P., Sharma, A., Shaghaleh, H., Hamoud, Y. A., El-Esawi, M. A., Pan, R., & Wan, Q. (2021). Seed priming and foliar application with jasmonic acid enhance salinity stress tolerance of soybean (*Glycine max* L.) seedlings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *101*(5), 2027-2041. https://doi.org/10.1016/s0168-9452(02)00415-6

Siddiqui, M. H., Alamri, S. A., Al-Khaishany, Y., Al-Qutami, M. A., & Ali, H. M. (2018). Ascorbic acid application improves salinity stress tolerance in wheat. *Chiang Mai Journal of Science*, *45*(3), 1296-1306.

Singh, M., Kumar, J., Singh, V., & Prasad, S. (2014). Proline and salinity tolerance in plants. *Biochem Pharmacol*, *3*(6), 2167-0501.1000. https://doi.org/10.4172/2167-0501.1000e170

Soleimannejad, Z., Abdolzadeh, A., & Sadeghipour, H. R. (2019). Beneficial effects of silicon application in alleviating salinity stress in halophytic puccinellia distans plants. *Silicon*, *11*(2), 1001-1010. https://doi.org/10.1007/s12633-018-9960-7

Vázquez, M. N., Guerrero, Y. R., de la Noval, W. T., Gonzalez, L. M., & Zullo, M. A. T. (2019). Advances on exogenous applications of brassinosteroids and their analogs to enhance plant tolerance to salinity: A review. *Australian Journal of Crop Science*, *13*(1), 115-126.

Wrather, J., Phipps, B., Stevens, W., Phillips, A., & Vories, E. (2008). Cotton planting date and plant population effects on yield and fiber quality in the mississippi delta. *Journal of Cotton Science*, *12*(1), 1-10.

Xu, J., Liu, T., Yang, S., Jin, X., Qu, F., Huang, N., & Hu, X. (2019). Polyamines are involved in gaba-regulated salinity-alkalinity stress tolerance in muskmelon. *Environmental and Experimental Botany*, *164*, 181-189. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.05.011

Ye, Y., Wang, W., Zheng, C., Fu, D., Liu, H., & Shen, X. (2017). Foliar-application of α-tocopherol enhanced salt tolerance of carex leucochlora. *Biologia Plantarum*, *61*(3), 565-570.

Yildirim, E., Turan, M., & Guvenc, I. (2008). Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. *Journal of plant nutrition*, *31*(3), 593-612.

Zare, M. S., Armin, M., & Marvi, H. (2021). Physiological responses of cotton to stress moderator application on different planting date under saline conditions. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, *45*(1), 11-25.

Zhou, Y., Diao, M., Chen, X., Cui, J ,.Pang, S., Li, Y., Hou, C., & Liu, H.-y. (2019). Application of exogenous glutathione confers salinity stress tolerance in tomato seedlings by modulating ions homeostasis and polyamine metabolism. *Scientia Horticulturae*, *250*, 45-58.

Zhu, G., An, L., Jiao, X., Chen, X., Zhou, G., & McLaughlin, N. (2019). Effects of gibberellic acid on water uptake and germination of sweet sorghum seeds under salinity stress. *Chilean journal of agricultural research*, *79*(3), 415-424.