



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

Masoumeh Shenavaei Zare<sup>1</sup> | Mohammad Armin<sup>2✉</sup> | Hamid Marvi<sup>3</sup>

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. E-mail: [shenavaeimosome@gmail.com](mailto:shenavaeimosome@gmail.com)
2. Corresponding Author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. E-mail: [moh\\_armin@yahoo.com](mailto:moh_armin@yahoo.com)
3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. E-mail: [hamidmarvi@yahoo.com](mailto: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  $\mu$ M) 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  $\mu$ M 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).

DOI: <http://doi.org/10.22059/jci.2022.329260.2603>

Publisher: University of Tehran Press.

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

معصومه شنوایی زارع<sup>۱</sup> | محمد آرمین<sup>۲</sup> | حمید مروی<sup>۳</sup>

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران. رایانامه: [shenavaeimassome@gmail.com](mailto:shenavaeimassome@gmail.com)

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

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

### اطلاعات مقاله

### چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶

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 کاشت 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، گلايسين بتائين ۱۰۰ mM و ۵۰ و سدیم نیتروپروساید ۲۰۰ 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 و ش (۴۵/۶ درصد) شد، اما در کشت تأخیری عملکرد و ش 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 و ش در پنبه در شرایط شور در کشت رایج و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۴mM به‌دست می‌آید.

### کلیدواژه‌ها:

تاریخ کاشت،

تنش شوری،

عملکرد و ش،

محافظه‌های گیاهی،

محلول‌پاشی.

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. *بزرگای کشاورزی*، ۲۴ (۴)، ۱۱۰۱-۱۱۱۶. DOI: <http://doi.org/10.22059/jci.2022.329260.2603>



## 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 گلیسین بتائین<sup>۱</sup> (Lou *et al.*, 2019))، هورمون‌های گیاهی (آبسزیک‌اسید (Bakht *et al.*, 2012)، سالیسیک‌اسید<sup>۲</sup> (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 توکوفرول (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 گلیسین بتائین در پنبه باعث افزایش عملکرد و شش، 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<sup>۳</sup> 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 و شش 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 در بسیاری 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 به این که امروزه استفاده از تعدیل‌کننده‌های تنش به‌عنوان یک روش کاربردی و کم‌هزینه در کاهش 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)	
	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷
فروردین	۱۷٫۹	۱۸٫۹	۲۹٫۴	۳۲٫۲
اردیبهشت	۲۳٫۳	۲۶٫۹	۱۴٫۲	۱۷٫۸
خرداد	۲۹٫۵۲	۳۰٫۸۶	۰٫۰	۰٫۷
تیر	۲۸	۳۱٫۰۲	۲٫۸	۰٫۰
مرداد	۳۰٫۴	۲۹٫۸۶	۰٫۰	۰٫۰
شهریور	۲۶٫۳	۲۵٫۷	۰٫۰	۶٫۵
مهر	۱۷٫۵	۱۹٫۱	۰٫۰	۳۵٫۱
آبان	۱۲٫۵	۱۳٫۷	۲	۰٫۶
آذر	۶٫۵۹	۷٫۲۱	۰٫۰	۱٫۲
دی	۵٫۷۶	۵٫۹	۱۵	۱٫۶
بهمن	۹٫۹۹	۶٫۵	۴۹٫۹	۲۰
اسفند	۱۷٫۱	۱۲٫۵	۲۱٫۴	۲

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، سالیسیک‌اسید ۴mM و ۲، گلیسین بتائین ۱۰۰ و ۵۰ و سدیم نیتروپروساید ۲۰۰ 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 ۰-۳۰ سانتی‌متر تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

pH <sub>(1:5)</sub>	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	عمق (cm)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیتروژن (%)	کربن آلی (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
۷/۷۱	۱۲/۵۱	۰-۳۰	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 سانتی متر 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 ۹۷/۳/۲۰ 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 گاواهن برگردان‌دار با خاک مخلوط شد. کاشت با بذر کار پنوماتیک و با استفاده از بذر دلیتنه رقم ورامین انجام شد. به منظور 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 شش برگی، عملیات تنک کردن بوته‌ها روی ردیف به فاصله ۲۰ سانتی متر از یکدیگر به منظور 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 به صورت مکانیکی (وجین دستی) صورت گرفت و چون در طول دوره آزمایش آفتی مشاهده نشد هیچ‌گونه آفت‌کشی استفاده نشد.

به منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد، پنج بوته به صورت تصادفی از ردیف‌های 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 به صورت 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 به صورت متوسط تعداد دانه در غوزه گزارش شد.

برداشت وش پنبه در یک مرحله بعد از بازشدن حدود ۹۰ درصد غوزه‌ها از دو متر میانی هر کرت با رعایت 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 به طور تصادفی جدا شد و با ترازوی دیجیتالی 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 به صورت تجزیه مرکب در دو سال انجام و در مواردی که اثر متقابل سال با فاکتورهای مورد بررسی معنی‌دار بود برش‌دهی برای صفت مورد نظر 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 لیاف معنی دار بود. تاریخ کاشت بر همه صفات مورد بررسی به جز تعداد غوزه در بوته اثر معنی دار داشت. ارتفاع و تعداد شاخه زایشی تحت تأثیر اثر متقابل سال و تاریخ کشت قرار نگرفت. نوع تعدیل کننده رشد همه صفات مورد بررسی را از نظر آماری تحت تأثیر قرار داد. اثر متقابل تاریخ کشت و نوع تعدیل کننده بر عملکرد وش، درصد لیاف و عملکرد لیاف معنی دار بود. اثر متقابل سال و نوع تعدیل کننده بر تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، درصد لیاف و عملکرد لیاف و اثر متقابل تاریخ کشت و نوع تعدیل کننده و سال بر تعداد شاخه زایشی، وزن غوزه، درصد لیاف و عملکرد لیاف معنی دار شد (جدول ۳).

جدول ۳. منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در پاسخ به محلول پاشی تعدیل کننده‌های رشد در شرایط شور در کشت رایج و تأخیری

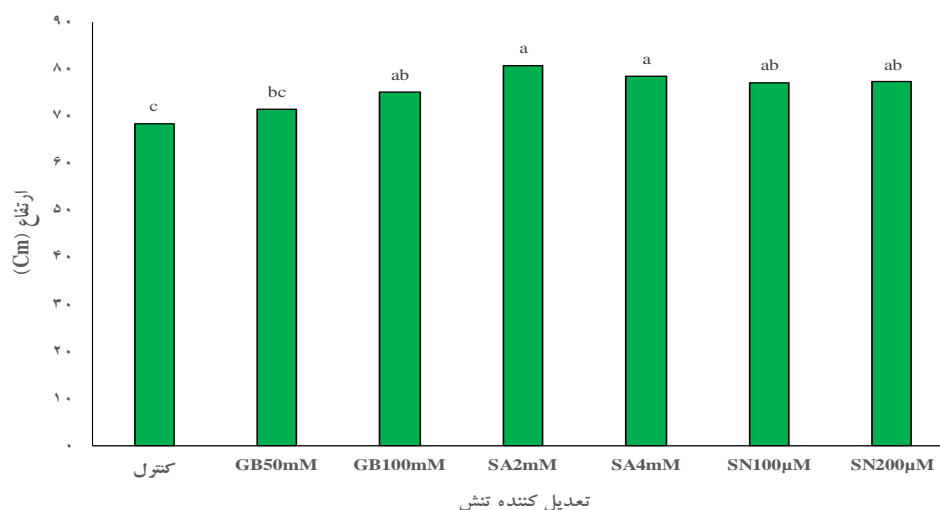
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد شاخه زایشی	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه	عملکرد وش	درصد کیل	عملکرد لیاف
سال (Y)	۱	۱۷۵ns	۴۹۷**	۱۶,۳**	۳۸۵۱۱**	۱۵۸۲۳**	۰,۰۱۸*	۱۴۰,۷**
خطای a	۴	۱۲۰	۰,۵۵	۰,۰۳۹	۱۹,۴	۸,۱۸	۰,۰۰۱	۴,۹۴
تاریخ کشت (A)	۱	۴۲۶۲۴**	۲۲۹**	۴۶۴ ns	۲۷۴۵۴**	۶۸۴۸**	۰,۰۱۳*	۱۲۸۵**
A×Y	۱	۱۱۶۹ ns	۳,۹۸ns	۴۹۴**	۱۰,۳۳**	۵۷,۳*	۰,۰۱۶*	۸۸,۹**
خطای b	۴	۱۴۹۰	۲,۵۹	۳,۵۰	۴۷,۱	۲,۷۲	۰,۰۰۰۸	۲,۹۸
نوع تعدیل کننده 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	۱۰,۱**	۰,۰۰۳**	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	۶۳۶	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 معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

کشت رایج با ارتفاع ۹۸/۱ سانتی متر نسبت به کشت تأخیری برتری ۸۴/۹ درصدی داشت. روبه‌رو شدن با دماهای بالاتر در زمانی که 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 به دست آمده گزارش شده است پنبه‌های کشت شده 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 در شرایط اقلیمی گناباد گیاهانی که در تاریخ کشت ۳۰ اردیبهشت‌ماه و ۱۵ خردادماه کشت شده بودند از ارتفاع بیش‌تری نسبت به گیاهان کشت شده در ۱۵ اردیبهشت‌ماه داشتند. به عبارت دیگر، تأخیر در کاشت سبب افزایش ارتفاع گیاه شد (Sedighi et al., 2012).

محلول پاشی تعدیل کننده‌های تنش سبب افزایش ارتفاع شد که در بین تعدیل کننده‌های مصرفی، SA در هر دو غلظت مورد بررسی بیش‌ترین تأثیر را داشت و بعد از SA محلول پاشی با SNP ارتفاع نهایی بیش‌تری را تولید کرد. گلايسين بتائين در غلظت ۵۰ میلی مولار ارتفاع مناسبی را تولید نکرد و اختلاف آماری معنی داری با تیمار کنترل نداشت (شکل ۱). گزارش شده است محلول پاشی با سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقدار هورمون‌های ایندول استیک اسید و سیتوکینین را در شرایط شوری شده و در نتیجه باعث افزایش ارتفاع می‌شود (Pirasteh et al., 2016). اعتقاد بر این است که زمانی که سالیسیلیک اسید با غلظت‌های مشابه غلظت آن به عنوان یک هورمون داخل گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد

سبب افزایش رشد و محافظت در برابر استرس های محیطی می‌شود (Shakirova *et al.*, 2013). محلول پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام سالیسیلیک‌اسید 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). گلايسين بتائين به دليل افزایش هدایت روزنه‌ای، افزایش فتوسنتز، تورژسانس سلولی و به‌دنبال آن افزایش بزرگ‌شدن سلول باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود اثر مثبت گلايسين بتائين به علت 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 محلول پاشی تعدیل‌کننده تنش بر ارتفاع نهایی

### ۲.۳. تعداد شاخه زایشی

در سال اول بالاترین تعداد شاخه زایشی در تاریخ کاشت رایج با محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM به‌دست آمد که اختلاف آماری معنی‌داری بار محلول پاشی اسیدسالیسیلیک ۴mM در همین تاریخ کاشت نداشت. در کشت تأخیری نیز محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM بالاترین تعداد شاخه زایشی را تولید کرد. در کلیه سطوح محلول پاشی تعدیل‌کننده‌های 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 محلول پاشی 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). بالاتر بودن تعداد شاخه زایشی در سال اول هم در کشت تأخیری و هم در کشت رایج می‌تواند به‌دلیل مناسب‌تر بودن 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 بین رفتن 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	تعداد شاخه زایشی		وزن ۱۰ غوزه (g)		درصد الیاف		عملکرد الیاف (Kg.ha <sup>-1</sup> )	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
رایج ۱۵-۱۰ 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
	گلاسیسین بنتاین 50 mM	۱۲/۷ab	۷/۶۲ cd	۷۸/۱ c	۶۰/۳ab	۳۵/۱bc	۳۶/۱ bcde	۴۰۴ i	۴۳۳ c
	گلاسیسین بنتاین 100 mM	۱۲/۳abc	۸/۰۷ c	۹۶/۲ b	۶۰/۷ab	۳۵/۲ bc	۳۳/۳ ef	۸۴۱ bc	۴۳۵ c
	سدیم نیتروپروساید ۱۰۰µM	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
	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
تأخیری ۲۷-۲۰ خرداد	گلاسیسین بنتاین 50 mM	۹/۵۲ ef	۴/۷۳efg	۶۰/۲ e	۱۵/۱ ef	۲۹/۵de	۳۳/۳ef	۵۱۴ fgh	۲۶۴ h
	گلاسیسین بنتاین 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  $\alpha=0.05$  LSD).

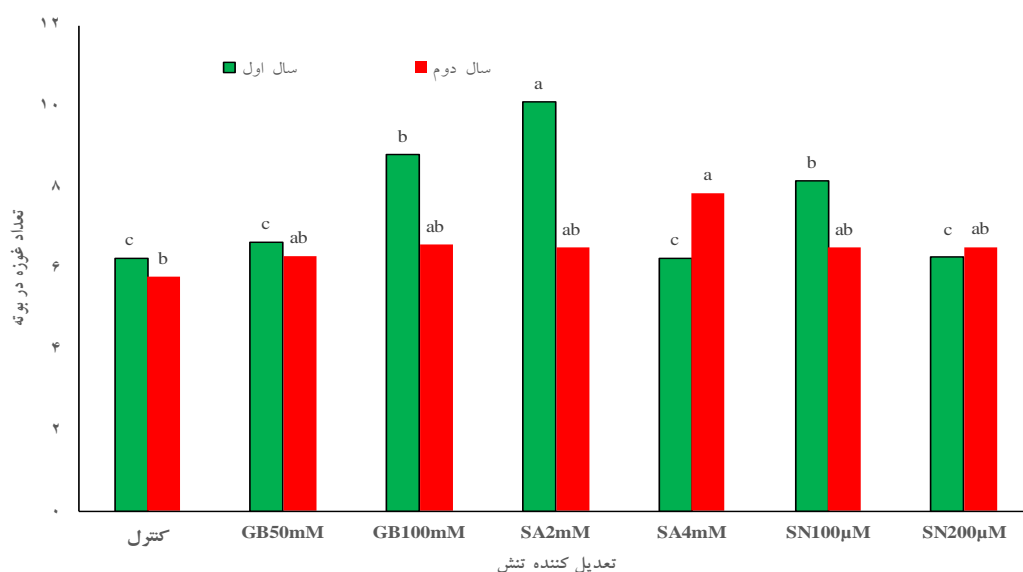
### ۳.۳. تعداد غوزه در بوته

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). افزایش 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). گلايسين بتائين باعث افزايش هورمون رشد شده، از توليد هورمون‌های پیری جلوگیری می‌کند و همچنین از سوی دیگر تنش را کاهش می‌دهد تا گیاه دیرتر وارد مرحله پیری شود (Chen & Jiang, 2010). بنابراین از آنجاکه 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).

### ۴.۳. 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 به دلیل 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 به دلیل 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).

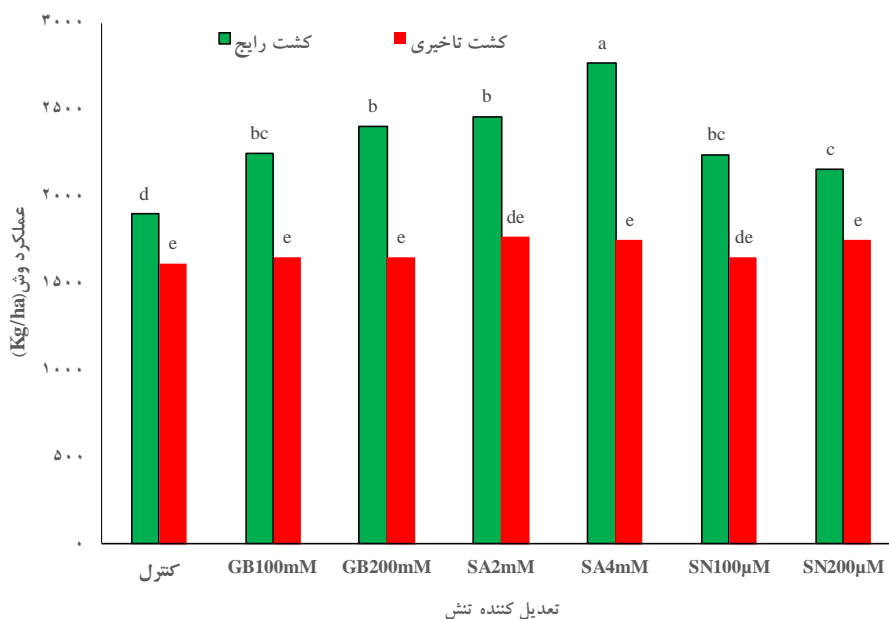
اگرچه نتایج در مورد اثر تاریخ کشت بر وزن وش در غوزه متفاوت است و بعضی از پژوهش‌گران تأخیر در کاشت را سبب افزایش وزن وش در هر غوزه به‌دلیل افزایش تعداد بذر در هر غوزه نسبت داده‌اند، اما این پژوهش‌گران کاهش وزن در هر غوزه را به ثابت ماندن تعداد دانه در هر غوزه نسبت دادند. در شرایط اصفهان گزارش شده است 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 مصادف شدن 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 ۱۰۰ mg 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 سائوکینین می‌شود که این هورمون‌ها به‌نوبه خود با اثر افزایشی که روی تقسیم، طول‌شدن و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌گذارند باعث بالا بردن وزن غوزه‌ها می‌شوند. همچنین SA و سائوکینین 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 از آنجاکه خود GB جزو منابع مهم نیتروژن در شرایط تنش برای گیاه محسوب می‌شود، باعث بالا بردن وزن غوزه‌ها شد.

### ۵.۳. 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 گلايسين‌بتائين 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 رویسکو سبب تشکیل حداکثر اجزای عملکرد می‌شود و این امر باعث بالا رفتن عملکرد وش در این تیمار شده است. در کاشت رایج به‌دلیل این که 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 گلايسين بتائين (۳ تا ۶ کیلوگرم در هکتار) نسبت به پاشش آب خالص باعث افزایش عملکرد و ش شد اما بر وزن ۲۰ غوزه اثر معنی‌داری نداشت (Savari *et al.*, 2010).



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

### ۳.۶. درصد کیل

در سال اول کشت رایج و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM و در سال دوم کشت تأخیری و گلايسين بتائين 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 سبب کاهش درصد الیاف می‌شود. در کشت زودهنگام به دلیل مساعد بودن شرایط آب‌وهوایی تجمع ماده خشک مناسب‌تری انجام می‌شود که در زمان تکامل غوزه‌ها که ممکن است فتوسنتز 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 به صورت 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 تأخیری بیش‌تری بر درصد الیاف دارد و بیش‌ترین درصد الیاف با محلول‌پاشی با SA به دست 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 حالی که در سال دوم در کشت رایج محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۲mM و در کشت تأخیری گلایسین‌بنائین ۱۰۰mM بالاترین عملکرد الیاف را تولید کرد. در سال دوم آزمایش استفاده از سدیم نیتروپروپوساید ۲۰۰ 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 به‌علت این که 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 حالی که 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 بالا بودن 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 صورتی که در شرایط آب‌وهوایی نامناسب که ممکن است با تأخیر در کاشت 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 چندان 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 مورد استفاده

- 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](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](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](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 abscisic acid 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](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  $\alpha$ -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.