



بهره‌زایی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱

صفحه‌های ۲۳۵-۲۱۹

DOI: 10.22059/jci.2022.327834.2589

مقاله پژوهشی:

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان قندهای میوه طالبی رقم احلام تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

عبدالحامید زاهدیان^۱، عبدالرحسین ابوطالبی جهرمی^۲، عبدالرسول ذاکرین^۳، وحید عبدوسی^۴، علی محمدی ترکاشوند^۵
۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعی باغی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران.
۴. استادیار، گروه زراعی باغی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۵. دانشیار، گروه زراعی باغی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و مصرف کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان قند میوه طالبی رقم احلام، آزمایشی در طول سال زراعی ۹۶-۹۷ به صورت کرت‌های خردشده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در اراضی شهرستان خنج اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سه سطح آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و فاکتور فرعی شامل کاربرد کودهای شیمیایی در چهار سطح کود شیمیایی NPK، صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و کود زیستی نیتروکسین در دو سطح (عدم استفاده کود و مصرف ۱۰۰ درصد کود) بود. نتایج نشان داد که رژیم‌های مختلف آبیاری، تیمارهای کودی و برهم‌کنش آن‌ها بر برخی صفات مورد بررسی اثر معنی‌دار داشتند. کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی به همراه کود زیستی اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی، وزن کل بوته طول و قطر شاخه اصلی، مواد جامد محلول (TSS)، میزان قندهای زایلوز و فروکتوز و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، پراکسیداز نشان دادند. بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی و وزن تر بوته، طول و قطر شاخه در تیمار کود شیمیایی ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به همراه استفاده از کود نیتروکسین در شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد. کودهای زیستی اثر معنی‌داری بر میزان قندها و فعالیت آنزیم‌های میوه نداشتند، به طوری که بیش‌ترین میزان کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و پراکسیداز در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی با ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین به دست آمد. در کل می‌توان بیان کرد، کاربرد کودهای زیستی اثرات مضر تنش آبی را کاهش دادند و مصرف کودهای شیمیایی به همراه کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری در افزایش صفات مورد بررسی داشتند.

کلیدواژه‌ها: پراکسیداز، تنش آبی، کاتالاز، کود بیولوژیک، نیتروکسین.

Application of Biological and Chemical Fertilizers on Morphological Characteristics, Antioxidant Enzymes Activity, and Sugar Content of Melon Fruit cv. Ahlam Under Different Irrigation Regimes

Abdolhamid Zahedian¹, Abdolhossein Aboutalebi Jahromi², Abdolrasool Zakerin³, Vahid Abdossi⁴, Ali Mohammadi Torkashvand⁵

1. Ph.D. Student, Department of Agricultural Management, College of Agriculture and food industry, Agronomy and Horticulture Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor, Department of Horticulture, Jahrom branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Jahrom branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

4. Assistant Professor, Department of Agricultural Management, College of Agriculture and food industry, Agronomy and Horticulture Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

5. Associate Professor, Department of Agricultural Management, College of Agriculture and food industry, Agronomy and Horticulture Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: September 13, 2021

Accepted: November 20, 2021

Abstract

In order to study the effect of different irrigation regimes, and application of biological and chemical fertilizers on morphological characteristics, antioxidant enzyme activity, and sugar content of melon fruit cv. Ahlam, an experimental split-factorial plots has been done in a randomized complete block design with three replications in Khuonj County in 2018-19. The main factor has been irrigation at 3 levels including 50%, 75%, and 100% of water requirement, with the sub-factor including NPK chemical fertilizer at 0, 60, 120, and 180 kg/ha as well as non-application of Nitroxin biofertilizer along with application of 100% of the recommended amount. Results show that different irrigation regimes, different fertilizer treatments, and their interaction have had a significant effect on some of the studied traits. The combined application of chemical fertilizers with biofertilizers show a significant effect on the number of sub-branches, total plant weight, length and diameter of the most branch, total soluble solids (TSS), the quantity of xylose and fructose sugars and activity of catalase, superoxide dismutase, and peroxidase enzymes. The highest number of sub-branches and plant fresh weight, branch length and diameter are obtained in the chemical fertilizer treatment of 120, and 180 kg/ha with the utilization of Nitroxin fertilizer under 100% water stress. However, it has been observed that biofertilizers has had no significant effect on sugars and enzyme activity in fruit, so that the very best levels of catalase, superoxide dismutase, and peroxidase are obtained within the treatment of 50% of field capacity with 120 and 180 kg/ha of chemical fertilizer without using Nitroxin. In general, it can be concluded that the application of biofertilizers reduce the adverse effects of water stress and the application of chemical fertilizers with biofertilizers has a significant impact on increasing the studied traits.

Keywords: Bio-fertilizer, catalase, nitroxin, peroxidase, water stress.

۱. مقدمه

طالبی (*Cucumis melo L.*) گیاهی است از خانواده کدوئیان که دارای میوه‌های معطر می‌باشد (Zahedyan et al., 2021). طالبی و خربزه از مهم‌ترین گیاهان جالیزی می‌باشند که با دارابودن ارقام و توده‌های بسیار متنوع، دامنه گسترش زیادی داشته و هر ساله در بسیاری از مناطق جالیزکاری ایران پرورش داده می‌شوند (Mirzabe et al., 2017). رشد بهینه گیاه و موفقیت در تولید محصول به شرایطی هم‌چون خاک مناسب و وجود آب و عناصر غذایی کافی نیاز دارد (Zahedyan et al., 2021).

تنش‌های محیطی از عواملی هستند که از رشد و توسعه مناسب گیاه جلوگیری کرده و عملکرد (رویشی و زایشی) گیاه را به شدت کاهش می‌دهند (Zahedyan et al., 2021). تنش آبی مهم‌ترین محدودیت محیطی را نشان می‌دهد که رشد و بازده عملکرد گیاهان را در سراسر جهان محدود می‌کند (Adibah & Ainuddin 2011). گیاهان پاسخ حساس یا تحمل، به تنش آبی را نشان می‌دهند که با اثرات متقابل عوامل فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مورفولوژیکی مشخص می‌شود (Penella et al., 2014). تنش کمبود آب زمانی رخ می‌دهد که سرعت تعرق بیش از سرعت جذب آب باشد (Barbara et al., 2014).

تنش کمبود آب، صدمات متعددی را به گیاهان وارد می‌کند و گیاهان واکنش‌های متفاوتی را در جریان تنش از خود نشان می‌دهند. تنش خشکی باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش میزان تعرق و فتوسنتز خالص، کاهش پتانسیل آب بافت‌های گیاه، تجمع آبسزیک اسید، پرولین (Khan et al., 2012)، گلیسین، بتائین و پلی‌فنل‌ها (Fariduddin et al., 2013)، مانتول، سوربیتول، تشکیل ترکیبات حذف‌کننده رادیکال‌های آزاد (آنتی‌اکسیدان‌ها) و سنتز پروتئین‌های جدید (Khan et al., 2012) می‌شود. این متابولیت‌ها تحت تنش کمبود آب تجمع پیدا می‌کنند و به عنوان تنظیم‌کننده‌های

اسمزی در حفظ تورژسانس سلولی ایفای نقش می‌نمایند (Kirkham, 2016). از اثرات تنش خشکی بر گیاهان افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است که باعث تخریب پروتئین و لیپیدهای غشا و بسیاری از ماکرومولکول‌های درونی گیاه می‌شوند (Zhanassova et al., 2021). یکی از مکانیسم‌هایی که در گیاهان برای مقابله با ROS ایجاد سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی و تولید برخی از املاح سازگار مانند بتائین و پرولین در گیاهان است (Wang et al., 2009). سیستم‌های دفاعی در محافظت از گیاه در برابر اکسیداسیون ROS نقشی داشته و به سلول‌ها در حفظ حالت هیدراته کمک می‌کنند و از این طریق با ایجاد مقاومت در برابر خشکسالی و کم‌آبی سلولی از گیاه محافظت می‌شود (Zhanassova et al., 2021). به‌طورعمده رسیدن و کیفیت میوه ملون‌ها به وسیله مقدار قند آن‌ها ارزیابی می‌شود. تجمع قندها نه تنها در طول نمو میوه و نیز در بازارپسندی آن تأثیر بسیار می‌گذارد، بلکه با تجمع در سلول‌های گیاهی میزان اسمولیت‌های مؤثر در وقوع تنظیمات اسمزی و مقاومت به تنش‌ها را افزایش می‌دهند (Zeinali et al., 2015).

امروزه با توجه به مشکلات زیست‌محیطی متعددی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به همراه داشته است استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی دوباره مطرح شده است (Kilic et al., 2021). استفاده از کودهای شیمیایی در ابتدای فصل زراعی، ممکن است بخشی از فرم شیمیایی قابل استفاده عناصر برای گیاه به فرم‌های دیگر تبدیل شود و یا از طریق آبشویی از دسترس گیاه خارج شوند. بنابراین جهت افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، روش‌های مصرف کود باید به گونه‌ای تغییر کند که مواد غذایی موردنیاز گیاه در طول یک مدت طولانی و بدون تلفات در اختیار گیاه قرار گیرد (Kennedy et al., 2004; Negi et al., 2021). استفاده از کودهای زیستی حل‌کننده فسفر و تثبیت‌کننده نیتروژن از جمله روش‌های عملیات زراعی بهینه است که می‌تواند این

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان فندهای میوه طالبی رقم احلام تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

خریزه در شرایط تنش زیستی شد (Nastari Nasrabadi *et al.*, 2020). سطوح مختلف آب آبیاری و کودهای زیستی باعث بهبود عملکرد، کیفیت میوه هندوانه در خاک شنی شد (Khalifa, 2020). عملکرد و ترکیبات زیست‌فعال میوه‌های توت‌فرنگی با استفاده از کودهای آلی و کودهای زیستی افزایش یافت (Negi *et al.*, 2021). در زمان تنش آبی جذب برخی عناصر به‌ویژه نیتروژن در خاک کاهش می‌یابد و حفظ تعادل بین میزان رطوبت خاک و مصرف نیتروژن ضروری می‌باشد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات سطوح کودهای شیمیایی و بیولوژیکی و معرفی بهترین تیمار کودی برای بهبود ویژگی‌های کیفی میوه و عملکرد طالبی رقم احلام در رژیم‌های مختلف آبیاری بود.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. مواد گیاهی و اعمال تیمارها

به‌منظور بررسی اثر کودهای شیمیایی و کود زیستی نیتروکسین در طی رژیم‌های آبیاری، روی ویژگی‌های رشدی و عملکرد طالبی رقم احلام (*Cucumis melo* L. cv. Ahlam)، آزمایشی در اراضی شهرستان خنج استان فارس (۲۹°۵۳'N, ۵۳°۲۶'E) در طول سال زراعی ۹۶-۹۷ اجرا شد. این شهرستان دارای تابستانی طولانی و زمستانی کوتاه و ارتفاع از سطح دریا ۱۰۴۴ متر است و ویژگی‌های هواشناسی در جدول (۱) ارائه شده است.

نقص را برطرف نماید (Wu *et al.*, 2005; Cvelbar Weber *et al.*, 2021). کودهای زیستی، حاوی مواد نگهدارنده با جمعیت مترکم از یک یا چند نوع میکروارگانیسم مفید خاک‌زی بوده و یا به‌صورت فرآورده متابولیکی این موجودات هستند که به‌منظور بهبود حاصل‌خیزی خاک در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می‌روند. باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن از قبیل *Azotobacter spp.* و *Azospirillum spp.* نه‌تنها باعث تثبیت نیتروژن می‌شوند، بلکه قادر به تولید فیتوهورمون‌هایی مثل اسید جیبرلیک و ایندول‌استیک‌اسید هستند (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). هم‌چنین Yuan *et al.* (2013) نشان دادند که کاربرد کودهای شیمیایی در ترکیب با کودهای زیستی به‌طور معنی‌داری فیزیولوژی گیاه را از طریق افزایش مواد فتوسنتزی و درنهایت جذب عناصر از خاک تحت تأثیر قرار می‌دهد. به جذب آسان‌تر مواد مغذی و سرعت بالاتر فتوسنتز کمک نموده که منجر به بهبود صفات گیاهی و وزن خشک گیاه تحت تنش آبی می‌شوند. برخی پژوهش‌گران گزارش نمودند که استفاده از کودهای شیمیایی و بیولوژیکی به‌صورت ترکیبی به‌طور قابل‌توجهی باعث افزایش عملکرد، افزایش تعداد برگ، سطح برگ، جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خیار (El-Sayed *et al.*, 2016)، طالبی (Al-Fraihat, 2011) و خربزه (Castellanos *et al.*, 2011) شده است. کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش میزان تولید پرولین، فندهای محلول و کاهش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی و محتوای رطوبت نسبی برگ گیاه

جدول ۱. ویژگی‌های هواشناسی شهرستان خنج در خلال ماه‌های دی تا اردیبهشت سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

ماه	میانگین دمای روزانه	متوسط رطوبت (%)	میانگین بارندگی (ml)	متوسط کمینه دما (C)	متوسط بیشینه دما (C)
دی	۱۴/۴	۴۱	۰	۵/۹	۲۸/۶
بهمن	۱۵/۸	۳۲/۴	۰	۷/۵	۳۲
اسفند	۱۹	۴۶/۱	۲۴/۶	۱۱/۸	۳۱/۴
فروردین	۲۴/۵	۲۷	۱/۳	۱۶/۲	۳۸/۲
اردیبهشت	۲۸/۶	۲۳/۲	۱/۲	۲۱/۳	۴۰/۸

ابتدا پس از کاشت بذر، اولین آبیاری همه تیمارها به صورت کامل صورت گرفت و پس از آن به مدت یک ماه آبیاری صورت نگرفت (به دلیل کشت زیر تونل و عدم نیاز به آبیاری) و سپس بعد از یک ماه، آبیاری به صورت پنج روز در میان و بعد از سه هفته، سه روز در میان به مدت سه هفته و پس از آن، دو روز در میان صورت گرفت. مدت زمان آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی ۴۰ دقیقه (۲۸/۷۵ لیتر برای هر کرت)، آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی ۶۰ دقیقه (۴۳/۱۲ لیتر برای هر کرت) و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی ۸۰ دقیقه (۵۷/۵ لیتر برای هر کرت) بود. در هر کرت ۵ بوته کشت شده بود. اعمال تیمار کود شیمیایی براساس نتیجه‌های تجزیه خاک، مصرف کودهای فسفره و پتاسه به همراه یک سوم کود نیتروژنه هم‌زمان با کاشت و یک سوم کود نیتروژنه در هنگام تنک‌کردن و یک سوم کود نیتروژنه باقیمانده قبل از گلدهی به مصرف رسید.

۲.۲ اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی و متوسط وزن میوه تک بوته

در طول دوره انجام آزمایش صفاتی شامل سطح برگ با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل CRLA1 ساخت کشور ایران)، شمارش تعداد شاخه اصلی، شاخه فرعی و تعداد گره، هم‌چنین طول و قطر شاخه با کولیس (مدل CE ساخت کشور چین) و وزن کل بوته با استفاده از ترازوی دیجیتالی (مدل SAS-3031 ساخت کشور ایران) انجام شد.

آزمایش به صورت آزمایش اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سه سطح آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و فاکتور فرعی به صورت فاکتوریل شامل کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی شامل چهار سطح کود شیمیایی NPK، صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (به نسبت مساوی شامل نیتروژن از منبع اوره، فسفر از منبع سوپرفسفات‌تریپل و پتاسم از منبع سولفات‌پتاسیم) و کود زیستی نیتروکسین (شرکت فناوری زیستی مهرآسیا، ایران) در دو سطح (عدم استفاده کود زیستی و مصرف ۱۰۰ درصد کود زیستی یک لیتر در هکتار) بود. کود زیستی نیتروکسین ترکیبی از گونه‌های باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن (10^8 واحد تشکیل کلونی در میلی‌لیتر) شامل سودوموناس (*Pseudomonas ssp.*)، آزوتوباکتر (*Azotobacter ssp.*) و انتروباکترکلوآک (*Enterobacter cloacae*) بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم، تسطیح در اواخر دی‌ماه سال ۱۳۹۶ انجام و در ۱۵ بهمن‌ماه کشت انجام شد. برای آگاهی از وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک دو نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری پروفیل خاک تهیه شد (جدول ۲).

کاشت بذور به صورت کپه‌ای انجام و فاصله خطوط کشت دو و نیم متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. نحوه اعمال نیاز آبی براساس فرمول تشتک تبخیر و به صورت دو روز یکبار محاسبه و از طریق کنتورهای حجمی به روش آبیاری قطره‌ای اعمال شد که تا زمان برداشت ادامه داشت (Farshi, 1998).

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	pH	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت خاک
۰-۳۰	۷/۸	۰/۷	۰/۰۷	۶	۲۰۰	۳۴	۴۸/۶	۱۷/۴	لومی
۳۰-۶۰	۷/۵	۰/۵	۰/۰۴	۴	۱۸۰	۴۰/۲	۴۸	۱۱/۸	لومی

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان فندهای میوه طالبی رقم احلام تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

۴.۲. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

جهت تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه، از رادیکال آزاد DPPH استفاده شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی مقدار ۸۰ میکرولیتر از عصاره به ۱۶۰ میکرو لیتر از محلول متانولی DPPH با غلظت ۰/۰۰۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول اضافه نموده و سپس در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریکی نگهداری شد. برای تهیه شاهد یا بلانک به جای عصاره از متانول استفاده شد. میزان جذب هر نمونه با استفاده از روش طیف‌سنجی در طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله دستگاه میکروپلیت ریدر (مدل Epoch ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد (Tepe et al., 2005).

۴.۵. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنزیم‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-6505 Jenway ساخت کشور انگلستان) در دمای آزمایشگاه (۲۵±۲) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز به روش نانومتر (Cakmak & Horst, 1991) براساس میزان تجزیه شدن H_2O_2 در طول موج ۲۴۰ نانومتر تعیین شد. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز از طریق اندازه‌گیری توانایی آن در جلوگیری از احیای نوری نیتروبلوتترازولیم کلراید (NBT) به روش Giannopolitis & Ries (1977) در طول موج ۵۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز به روش Ghanati et al. (2002) براساس میزان اکسید شدن گایاکول در طول موج ۴۷۰ تعیین شد. مقدار فعالیت آنزیم‌های فوق برحسب تغییرات جذب نور بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

۴.۶. محاسبات آماری

برای تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) استفاده شد و در

برای اندازه‌گیری متوسط وزن میوه تک‌بوته، ابتدا وزن کل میوه هر پلات برداشت شده و پس از توزین میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال، وزن کل میوه‌های به‌دست‌آمده تقسیم بر تعداد کل میوه هر پلات شد. عدد به‌دست‌آمده به‌عنوان متوسط وزن تک میوه منظور شد (Zahedyan et al., 2021).

۴.۳. اندازه‌گیری مواد جامد محلول میوه و قندها

اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) میوه توسط دستگاه شکست‌سنج (رفراکتومتر) دستی (مدل Kruss ساخت کشور آلمان)، انجام شد. بدین صورت که تکه‌ای از گوشت میوه با آب میوه‌گیر برقی تهیه شد و چند قطره از عصاره آن روی صفحه منشور شکست‌سنج قرارداد شد. مواد جامد محلول به‌صورت درصد بیان شد (Zahedyan et al., 2021). جهت اندازه‌گیری قندها نمونه‌هایی با حجم مساوی از گوشت میوه با استوانه نمونه‌برداری جدا شد و سپس با دستگاه انجماد خشک (مدل Alpha 1-4 LSCbasic ساخت کشور آلمان) در طی چهار روز خشک شدند. ۳۰ میلی‌گرم از این نمونه پودر شده به لوله‌های دو میلی‌لیتری منتقل و سپس یک میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها افزوده شد. لوله‌های حاوی نمونه به مدت یک ساعت درون یخ قرار گرفتند و هر ۱۰ دقیقه یک‌بار تکان داده شدند تا محلول سوسپانسیون یکنواخت حاصل شود. پس از آن نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه با ۱۴۰۰۰ دور در دمای پنج درجه سانتی‌گراد سانتریفیوز شدند. فاز رویی جدا و به لوله‌های جدید منتقل شد. نمونه‌های محلول توسط فیلترهای میلی پور ۰/۴ میکرومتری صاف شدند و غلظت قندها با روش Peiris et al. (1999) به کمک دستگاه HPLC (شیمادزو مدل LC-2030C NT ساخت کشور ژاپن) با ستون کربوهیدرات (۵ میکرومتر، C18) قرائت شد و به‌صورت قسمت‌درمیلیون بیان شدند.

صورت معنی‌دار بودن نتیجه تجزیه واریانس، میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شد.

۳. نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و کودهای شیمیایی و بیولوژیکی بر روی برخی صفات مورفولوژیکی اثر معنی‌داری داشته است. اثرهای ساده رژیم‌های مختلف آبیاری، کود شیمیایی و نیتروکسین برای سطح برگ، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه فرعی، وزن تر کل بوته، تعداد گره، طول و قطر شاخه اصلی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (داده‌ها نشان داده نشده است). نتایج نشان داد که اثرات متقابل سه‌گانه رژیم‌های مختلف آبیاری و کود شیمیایی و کود نیتروکسین تنها برای تعداد شاخه فرعی، وزن کل بوته، طول و قطر شاخه اصلی و متوسط وزن میوه تک‌بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی و وزن تر بوته در تیمار کود شیمیایی ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌همراه استفاده از کود نیتروکسین در شرایط ۱۰۰ درصد آبیاری و کم‌ترین تعداد شاخه و وزن تر بوته در تیمار ۵۰ درصد آبیاری بدون استفاده از کودهای شیمیایی و نیتروکسین بود. بیش‌ترین طول و قطر شاخه در تیمار کود شیمیایی ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌همراه استفاده از کود نیتروکسین در شرایط ۱۰۰ درصد آبیاری به‌دست آمد. کم‌ترین طول و قطر شاخه تیمار ۵۰ درصد آبیاری بدون استفاده از کودهای شیمیایی و نیتروکسین به‌دست آمد. کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی به‌همراه نیتروکسین در ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه دارای بالاترین وزن میوه (۱/۸۴ کیلوگرم) بود؛ اگرچه با تیمارهای

صفر و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی به‌همراه نیتروکسین در ۱۰۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌دار نشان نداد. کم‌ترین وزن محصول در تیمار صفر کیلوگرم در هکتار بدون استفاده از نیتروکسین در ۵۰ درصد تنش آبی گیاه (۰/۶۱ کیلوگرم) مشاهده شد؛ اگرچه تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در همین تیمار نداشت (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری با کودهای شیمیایی و نیتروکسین برای تعداد شاخه اصلی تأثیر معنی‌دار نداشته است. تنها اثر دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری با کود بیولوژیک نیتروکسین برای سطح برگ و تعداد گره اصلی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین میزان سطح برگ و تعداد گره در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کم‌ترین میزان سطح برگ در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بدون استفاده از کود نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس اثر دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری با کودهای شیمیایی برای سطح برگ و تعداد گره در سطح یک درصد معنی‌دار شد. برهم‌کنش اثر دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری و کودهای شیمیایی نشان داد که بیش‌ترین میزان سطح برگ (۱۸۳/۷۶) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه ۱۸۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار و کم‌ترین میزان سطح برگ در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه غلظت‌های مختلف کود شیمیایی به‌دست آمد (جدول ۴). برهم‌کنش اثر دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری و کودهای شیمیایی نشان داد که بیش‌ترین تعداد گره در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار و کم‌ترین تعداد گره در تیمار در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه غلظت‌های مختلف کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۴).

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان فندهای میوه طالبی رقم احلام تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر کودهای شیمیایی، نیتروکسین و رژیم‌های مختلف آبیاری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و میانگین وزن میوه در بوته

کود شیمیایی (kg/ha)	رژیم‌های مختلف آبیاری (FC %)	کود بیولوژیک	تعداد ساقه فرعی Brunch No.	وزن تر کل بوته (kg)	طول ساقه (cm)	قطر ساقه (mm)	میانگین وزن میوه در بوته (kg)
صفر	۵۰	عدم استفاده	۴/۶۶h	۱/۱۲l	۱۴۰n	۱۴/۱۳l	۰/۶۱ ^l
۶۰	۵۰	استفاده	۶/۳۳fg	۲/۵۳hi	۲۵۶/۶۷klm	۱۴/۸۹kl	۱/۱۴ ^{ij}
۱۲۰	۵۰	عدم استفاده	۵/۶۶gh	۱/۸۸ijkl	۱۴۱mn	۱۴/۶۶kl	۰/۷۳ ^{kl}
۱۸۰	۵۰	استفاده	۷/۳۳ef	۲/۴۳hij	۱۷۱/۳۳jik	۱۴/۹۲kl	۱/۳۸ ^{fg}
	۵۰	عدم استفاده	۶/۶۷efg	۱/۴۰kl	۱۵۰lm	۱۴/۴۵kl	۰/۷۹ ^{kl}
	۵۰	استفاده	۵/۶۷gh	۲/۲۱hijk	۱۷۳/۶۶ij	۱۴/۸۵kl	۱/۲۰ ^{hi}
	۵۰	عدم استفاده	۶/۶۷efg	۱/۳۵kl	۱۶۰/۶۷jkl	۱۴/۲۳l	۰/۸۳ ^k
	۵۰	استفاده	۴/۶۶h	۱/۵۵jkl	۱۵۳/۶۷lmn	۱۴/۰۶l	۱/۲۹ ^{gh}
صفر	۷۵	عدم استفاده	۷/۳۳ef	۲/۷۵ghi	۱۸۶/۳۳i	۱۵/۳۴jk	۱/۱۱ ⁱ
۶۰	۷۵	استفاده	۷/۳۳ef	۴/۰۲ef	۲۳۵/۳۳fg	۱۷/۲۱gh	۱/۴۷ ^{d-f}
۱۲۰	۷۵	عدم استفاده	۷/۳۳ef	۲/۹۸gh	۲۰۳/۳۳h	۱۶/۰۶ij	۱/۱۴ ^{ij}
۱۸۰	۷۵	استفاده	۸/۶۶cd	۴/۸۲cde	۲۴۴/۳۳f	۱۸/۰۰fg	۱/۵۹ ^{b-c}
	۷۵	عدم استفاده	۷/۶۶de	۳/۵۸gf	۲۲۰/۳۳g	۱۷/۰۳hj	۱/۴۲ ^{ef}
	۷۵	استفاده	۹/۶۶bc	۴/۷۴cde	۲۶۱/۶۷e	۱۷/۵۷fgh	۱/۵۷ ^{b-c}
	۷۵	عدم استفاده	۷/۶۶de	۴/۰۶ef	۲۲۵/۶۷g	۱۶/۸۵ih	۱/۳۹ ^{fg}
	۷۵	استفاده	۹/۶۶bc	۴/۴۱def	۲۶۲/۶۷e	۱۸/۰۴efg	۱/۵۴ ^{c-c}
صفر	۱۰۰	عدم استفاده	۹/۳۳bc	۴/۳۸def	۲۶۷/۳۳de	۱۸/۴۰def	۱/۱۷ ⁱ
۶۰	۱۰۰	استفاده	۹/۶۶bc	۴/۹۸cde	۲۹۲/۶۷b	۲۰/۴b	۱/۷۴ ^{ab}
۱۲۰	۱۰۰	عدم استفاده	۱۰/۳۳b	۵/۲۰cd	۲۸۶/۶۷bc	۱۹/۰۱cde	۱/۶۱ ^{b-d}
۱۸۰	۱۰۰	استفاده	۱۰/۳۳b	۶/۸۰b	۳۱۱/۶۶a	۲۳/۳۷a	۱/۶۸ ^{a-c}
	۱۰۰	عدم استفاده	۹/۶۶bc	۵/۰۸cd	۲۷۴cde	۱۹/۲۲cd	۱/۳۵ ^{f-h}
	۱۰۰	استفاده	۱۱/۶۶a	۸/۸۰a	۳۱۸/۳۳a	۲۳/۱۳a	۱/۸۴ ^a
	۱۰۰	عدم استفاده	۱۰b	۵/۵۹c	۲۸۱/۶۷bcd	۱۹/۹۰bc	۱/۲۸ ^{g-i}
	۱۰۰	استفاده	۱۲a	۸/۷۲a	۳۲۸a	۲۳/۴۰a	۱/۴۹ ^{d-f}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴. برهم‌کنش اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود بیولوژیک نیتروکسین بر برخی صفات مورفولوژیکی، قند و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

صفات	رژیم‌های مختلف آبیاری (FC %)	عدم استفاده کود بیولوژیک	استفاده کود بیولوژیک
سطح برگ (cm ²)	٪۵۰	۷۲/۰۴f	۷۹/۵۴e
	٪۷۵	۱۱۵/۹۷d	۱۴۲/۲۲c
	٪۱۰۰	۱۶۶/۰۸b	۱۹۲/۳۵a
تعداد گره Node No.	٪۵۰	۲۲/۲۵f	۲۴/۸۳e
	٪۷۵	۳۴/۵۸d	۴۲/۴۱c
	٪۱۰۰	۵۳/۰۰b	۵۹/۴۱a
قند مانوز (ppm)	٪۵۰	۱۲۳/۶۰۹b	۱۱۹/۳۶۳b
	٪۷۵	۲۸۶/۷۳۳a	۱۱۶/۲۰۵b
	٪۱۰۰	۱۰۷/۰۷b	۱۵۱/۹۱۷b
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (%DPPHsc)	٪۵۰	۴۹/۵a	۴۱/۵b
	٪۷۵	۴۰/۲b	۳۳/۶c
	٪۱۰۰	۱۸/۶d	۱۵/۶c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

کاهش مقدار آب، پتانسیل کل آب، پژمردگی، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش در بزرگ شدن سلول‌ها و رشد رویشی می‌شود. کیفیت و کمیت رشد رویشی گیاه بستگی به تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و تمایز دارد و کلیه این اتفاقات متأثر از تنش خشکی می‌باشند (Kusaka et al., 2005). از نشانه‌های کمبود آب کاهش فشار آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول‌ها به‌ویژه در ساقه و برگ‌ها است. کاهش در بزرگ شدن سلول‌ها و تقسیم سلولی موجب کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز و اجزای رشد رویشی می‌شود. با کاهش رشد و نمو سلول، اندازه اندام محدود می‌شود در واقع کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به علت کاهش سطح برگ و کاهش انتقال مواد آسمیلاتی به سمت اندام‌های زایشی در اثر تنش کمبود آب سبب کاهش رشد و عملکرد می‌شود. به همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کم‌تر گیاهان تشخیص داد. در شرایط کم‌آبی، همچنین جذب مواد و عناصر معدنی نیز کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌شود. کاهش سطح برگ، جذب نور نیز کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد و با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و در نهایت عملکرد آن دچار کاهش می‌شود (Omidbaygi et al., 2003).

براساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان بیان کرد که با به‌کارگیری کود زیستی به‌ویژه در سطوح بالای تنش آبی تا حدی از بروز اثرات سوء تنش بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه کاست که این مسأله را می‌توان به تأثیر مثبت کودهای زیستی در بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاهان در شرایط تنش در نظر گرفت. کودهای زیستی با افزایش جذب نیتروژن و افزایش کارایی این عنصر در فرایند فتوسنتز و تولید سطح سبز، نقش به‌سزایی ایفا می‌نمایند که افزایش رشد را به‌دنبال خواهند داشت. گزارش شده که تلقیح گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری با کودهای شیمیایی و نیتروکسین برای سطح برگ، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنزیم آسکوربات پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری به‌همراه تیمارهای کودی مختلف بر روی فندهای مختلف تأثیر معنی‌داری نداشته است. برهم‌کنش اثر دوگانه کودهای شیمیایی و بیولوژیک نشان داد که بیش‌ترین میزان سطح برگ با استفاده ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی همراه با کود نیتروکسین که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های کود شیمیایی وجود نداشت و کم‌ترین میزان سطح برگ در بدون کود شیمیایی و عدم استفاده از کود نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۴).

با توجه به نتایج مشخص شد که ویژگی‌های رشد رویشی با افزایش تنش آبی کاهش می‌یابد، اما با کاربرد کودهای شیمیایی به‌همراه کود بیولوژیک اثرات تنش آبی را کم‌تر کرده است. در مطالعه‌ای از اثرات تنش خشکی، کاهش وزن متوسط میوه، کاهش عملکرد و کاهش طول بوته طالبی با شدت تنش خشکی گزارش شده است (Keshavarzpour & Rashidi, 2011). که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش تحمل بوته طالبی خربزه در شرایط تنش کم‌آبیاری شد (Zahedyan et al., 2021). کودهای زیستی بر عملکرد ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط تنش خشکی باعث افزایش عملکرد و کاهش اثرات مضر تنش شد (Farokhian et al., 2021). کاهش رشد و عملکرد در طی افزایش سطح تنش خشکی طبق گزارش‌های Sreevalli et al. (2000) می‌تواند مربوط به افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش‌های هوایی گیاه باشد. کاهش طول بوته در اثر تنش کم‌آبی را می‌توان به‌عنوان فرایندی که در آن افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول که به آب بیش‌تری نیاز دارد را توضیح داد (Abou El-Yazied et al., 2012). تنش خشکی موجب

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان قندهای میوه طالبی رقم احلام تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

خشک قسمت‌های هوایی گیاه در مدت دو فصل رشد شد (Youssef et al., 2004).

پژوهش‌گران طی آزمایشی روی نقش کود زیستی بر عملکرد و صفات مورفولوژیکی گندم نشان دادند که کود زیستی تأثیر معنی‌داری روی وزن خشک ساقه‌ها، نسبت ریشه به ساقه و محتوای آب نسبی داشته و موجب افزایش آن‌ها شد (Kader et al., 2002). علت این امر می‌تواند به این دلیل باشد که کودهای بیولوژیک از طریق فراهم کردن فسفر و نیتروژن سبب بهبود رشد رویشی و توسعه برگ‌ها شده و به دنبال آن محتوای آب نسبی برگ نیز افزایش می‌یابد (Mishra et al., 2010). براساس نتایج، می‌توان اظهار داشت که تنش خشکی می‌تواند مقدار آب مصرفی را کاهش داده و در نتیجه رشد و عملکرد را کاهش دهد. با این حال، استفاده از کودهای زیستی نیتروکسین می‌تواند اثرات تنش خشکی بر رشد و عملکرد به‌ویژه در سطوح بالای تنش خشکی را خنثی کند، که به‌عنوان یک اثر مثبت کودهای زیستی در بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاهان در شرایط تنش در نظر گرفته می‌شود (Javan Gholiloo et al., 2019).

بررسی نتایج تجزیه واریانس، نشان داد که داده‌های مربوط به اثرهای ساده رژیم‌های مختلف آبیاری، کود شیمیایی و کود نیتروکسین برای میزان قندهای ساکارز، مانوز، زایلوز و فروکتوز تأثیر معنی‌داری نداشت (داده‌ها نشان داده نشده است). اثرات متقابل سه‌گانه سطوح مختلف رژیم‌های مختلف آبیاری و کودهای شیمیایی و کود بیولوژیک نیتروکسین بر مواد جامد محلول و قندهای زایلوز و فروکتوز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌داری شد. بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول (۱۴) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه ۱۲۰ کیلوگرم کود شیمیایی و کود بیولوژیک نیتروکسین و کم‌ترین میزان آن (۱۱/۰۶) در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه ۱۲۰ کیلوگرم کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین

ریحان با گونه‌های مختلف باکتری ازتوباکتر و قارچ گلواموس سبب افزایش زیست‌توده، سرعت رشد و میزان اسانس گیاه شده است (Vinutha, 2005). همچنین Azab (2016) گزارش نمود که تحت تنش آبی، کودهای زیستی به گیاه کمک می‌کنند تا بر اثرات منفی تنش آبی غلبه کنند و شاخص‌های رشدی و ترکیبات شیمیایی و درنهایت عملکرد گیاه به‌طور معنی‌داری بهبود یابند. همچنین نشان داده شده که کود فسفات زیستی دارای تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک رازیانه دارد (Darzi et al., 2008). در مطالعه‌ای گزارش شده که با استفاده از کودهای زیستی سبب افزایش باروری خاک می‌شود و این کودها سبب بهبود ویژگی‌های رشد مانند ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه در گیاه سیاه دانه شدند (Shaan, 2005).

کودهای زیستی از طریق تولید ترشحات حل‌کننده و کاهش اسیدیته، عناصر مختلف غذایی را به‌صورت محلول در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Han & Lee, 2006; Kader, 2002). باکتری‌های موجود در کود زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه با ساخت و ترشح مواد محرک رشد گیاه و همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع آنتی‌بیوتیک‌ها موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی می‌شوند (Han & Lee, 2006; Gutierrez-Manero et al., 2001). تیمار کود زیستی نیتروکسین به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجب افزایش دسترسی به عناصر معدنی و درنهایت رشد رویشی را فراهم آورده است (Tilak et al., 2005). بیان شده استفاده از کود بیولوژیکی در گیاه مریم‌گلی باعث افزایش ارتفاع گیاه و وزن تر و

زراعی به همراه ۶۰ کیلوگرم کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کمترین میزان آن به ترتیب در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی به همراه ۶۰ کیلوگرم کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و هم‌چنین تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به همراه ۱۲۰ کیلوگرم کود شیمیایی با استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین (۱/۱۰ و ۱/۱۹ قسمت در میلیون) مشاهده شد (جدول ۵).

مشاهده شد. بیشترین قند زایلوز (۳۶۰/۰۱) قسمت در میلیون) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به همراه ۶۰ کیلوگرم کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کمترین میزان آن (۳۱/۸۱) قسمت در میلیون) در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی به همراه ۶۰ کیلوگرم کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین مشاهده شد و هم‌چنین بیشترین میزان قند فروکتوز (۸/۷۲) قسمت در میلیون) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر کودهای شیمیایی، نیتروکسین و رژیم‌های مختلف آبیاری بر مواد جامد محلول، محتوی قندها و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

پراکسیداز ($\mu\text{m}/\text{min}/\text{mg Pro}$)	سوپراکسیداز ($\mu\text{m}/\text{min}/\text{mg Pro}$)	کاتالاز ($\mu\text{m}/\text{min}/\text{mg Pro}$)	فرمکوز (ppm)	زایلوز (ppm)	مواد جامد محلول (%)	کود بیولوژیک	رژیم‌های مختلف آبیاری (FC%)	کود شیمیایی (kg/ha)
۱/۴۱b	۲۷۶/۸ c	۲۳/۵۷ c	۲/۶۶cde	۷۹/۲۴bcde	۱۱/۴ c-g	عدم استفاده	۵۰٪	صفر
۱/۱ c	۲۲۹/۱ d	۲۴/۱۸ c	۲/۷۴cde	۸۱/۷۸bcde	۱۲/۹ ab	استفاده		
۰/۸ d	۲۴۱/۱ d	۲۴/۶۳ bc	۸/۷۳a	۲۶۰/۰۱a	۱۲/۲ b-h	عدم استفاده	۵۰٪	۶۰
۰/۱ f	۲۲۴/۶ d	۱۱/۶۱ e	۲/۲۱cde	۶۵/۷۸cde	۱۳/۱ ab	استفاده		
۱/۸ a	۲۵۸/۳ b	۳۳/۹۸ a	۲/۰۲cde	۶۰/۱۳cde	۱۲/۱ b-h	عدم استفاده	۵۰٪	۱۲۰
۱/۴ b	۲۸۶/۱ c	۲۶/۷۵ b	۳/۲۷bcde	۹۷/۳۵۹bcde	۱۴a	استفاده		
۱/۸ a	۳۷۵/۸ a	۳۴/۵۷ a	۲/۶۶cde	۷۹/۳۴bcde	۱۲/۴ b-f	عدم استفاده	۵۰٪	۱۸۰
۱/۱۲ c	۲۷۸/۳ c	۲۶/۷۸ b	۷/۰۴ab	۱۷۸/۶۰۵abc	۱۳ ab	استفاده		
۰/۱۱ ef	۶۵/۲ f	۱۰/۲۶ e	۷/۰۴ab	۲۰۲/۲۶ab	۱۱/۲ fgh	عدم استفاده	۷۵٪	صفر
۰/۰۹ f	۵۳/۳ f	۱۱/۰۲ e	۲/۱۸cde	۶۵/۰۰cde	۱۲/۴ b-f	استفاده		
۰/۱۵ e	۵۶/۳ f	۱۱/۲۶ e	۱/۱۰e	۳۱/۸۱e	۱۱/۰۶ c-h	عدم استفاده	۷۵٪	۶۰
۰/۰۰۸ g	۵۲/۱ f	۴/۷ fgh	۲/۱۴cde	۶۴/۳۴cde	۱۲/۵ bcd	استفاده		
۰/۱۵ e	۸۵/۶ e	۱۵/۹ d	۱/۹۰de	۵۶/۸۱cde	۱۱/۳ efgh	عدم استفاده	۷۵٪	۱۲۰
۰/۱۱ ef	۶۷/۵ f	۱۲/۳۱ e	۲/۱۵cde	۶۴/۱۵cde	۱۲/۱ b-h	استفاده		
۰/۱۵ e	۸۹/۹ e	۱۲/۳۲ e	۵/۸۰abcd	۱۷۲/۸۷۹abcd	۱۲/۳ b-g	عدم استفاده	۷۵٪	۱۸۰
۰/۰۹ f	۶۵/۶ f	۱۲/۳۲ e	۱/۹۲cde	۵۷/۳۰cde	۱۲/۵ b-d	استفاده		
۰/۰۰۹ g	۲۸/۲ g	۴/۰۶ gh	۲/۰۴cde	۵۱/۴۸de	۱۱/۴ d-h	عدم استفاده	۱۰۰٪	صفر
۰/۰۰۷ g	۲۸/۳ g	۳/۶ h	۲/۳۶cde	۹۱/۵۸bcde	۱۲/۰۶ b-h	استفاده		
۰/۰۰۶ g	۲۸/۳ g	۳/۷ h	۱/۹۷cde	۶۶/۵۰cde	۱۱/۶ c-g	عدم استفاده	۱۰۰٪	۶۰
۰/۰۰۷ g	۲۸/۳ g	۰/۱۴ i	۲/۲cde	۸۳/۱۴۹bcde	۱۲/۷ bc	استفاده		
۰/۰۱۲ g	۲۸/۳ g	۶/۳ fg	۲/۷۴cde	۱۰۵/۵۳۳bcde	۱۱/۰۶ h	عدم استفاده	۱۰۰٪	۱۲۰
۰/۰۰۹ g	۲۸/۳ g	۴/۳ fgh	۱/۱۹e	۳۵/۵۸e	۱۱/۶ c-g	استفاده		
۰/۰۱۳ g	۲۸/۳ g	۶/۵ f	۱/۹۶cde	۶۲/۹۵cde	۱۱/۱ gh	عدم استفاده	۱۰۰٪	۱۸۰
۰/۰۰۷ g	۲۸/۳ g	۴/۳۶ fgh	۳/۰۵bcde	۱۰۶/۴۷۲bcde	۱۱/۷ c-h	استفاده		

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان قندهای میوه طالبی رقم احلام تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

می‌یابد. در تنش خشکی بیان ژن‌های کدکننده آنزیم‌های (فروکتوز ۱ و ۶ بیس فسفات‌آلدولاز، فروکتوز بیس فسفاتاز و فسفوگلوکوموتاز) درگیر در تولید گلوکز از تریوز فسفات‌ها کاهش می‌یابد. کاهش بیان این ژن‌ها احتمالاً به علت کاهش مقدار تولید تریوز فسفات‌ها و انتقال آن‌ها از کلروپلاست می‌باشد در صورتی‌که بیان ژن‌های مربوط به هیدرولیز ساکارز افزایش می‌یابد که منجر به افزایش گلوکز و فروکتوز و کاهش ساکارز در برگ‌ها می‌شود (Xue et al., 2008).

بررسی نتایج تجزیه واریانس، نشان داد که داده‌های مربوط به اثرهای ساده رژیم‌های مختلف آبیاری، کود شیمیایی و کود نیتروکسین برای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثرات متقابل سطوح مختلف رژیم‌های آبیاری و کودهای شیمیایی و کود بیولوژیک نیتروکسین تنها برای فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری نشان داد. بیش‌ترین میزان کاتالاز (۳۴/۵۷ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی با ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کم‌ترین میزان آن (۰/۰۰۷ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی به همراه کود بیولوژیک نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۴). اثر سه‌گانه برهم‌کنش رژیم‌های مختلف آبیاری، کود بیولوژیک و کود شیمیایی نشان داد که بیش‌ترین میزان سوپراکسید دیسموتاز (۳۷۵/۸ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کم‌ترین میزان

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری با کود نیتروکسین تنها برای قند مانوز در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۵). به طوری‌که مشخص شد که بیش‌ترین میزان قند مانوز (۲۸۶/۷۳۳ قسمت در میلیون) در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کم‌ترین میزان آن (۱۰۷/۰۷ قسمت در میلیون) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین مشاهده شد؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت. براساس نتایج این پژوهش، با افزایش تنش آبی (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) همراه با کودهای شیمیایی و بدون استفاده کود زیستی، میزان قندهای فروکتور و زایلوز افزایش یافته است. مشاهده شد که کودهای زیستی تأثیر چندانی بر میزان قندها ندارد، اما گزارش شده گیاهان تلقیح‌شده با کودهای زیستی از آب و روابط تغذیه‌ای بهتری استفاده می‌کنند و می‌توانند به طور موقت از شرایط تنش خشکی فرار کنند و آسیب کم‌تری ببینند، مقدار قندهای محلول و پرولین در مقایسه با گیاهان غیرتلقیح‌شده در این گیاهان تلقیح‌شده با کود زیستی کاهش کم‌تری داشته است (Javan Gholiloo et al., 2019)، که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت.

افزایش تجمع قندها در شرایط تنش به تنظیم اسمولالیت‌ها در سلول‌های گیاه کمک می‌کنند و باعث حفظ مولکول‌ها و غشای بیولوژیکی می‌شود. گیاهان هم‌چنین می‌توانند با افزایش قندهای محلول در شرایط تنش، ظرفیت ذخیره قندهای محلول خود را برای متابولیسم سلولی حفظ کنند (Sadras & Milroy, 1996; Javan Gholiloo et al., 2019). بیان شده است که کاهش تثبیت کربن در طی تنش خشکی به علت بسته‌شدن روزنه‌ها و کاهش بیان ژن‌های مربوط به سیکل کلونین، میزان گلوکز و فروکتوز در برگ‌ها افزایش

و کم‌ترین میزان آن (۱۵/۶) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس اثر دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری با کودهای شیمیایی برای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آسکوربات پراکسیداز در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین میزان آنتی‌اکسیدان (۵۲/۵) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و کم‌ترین میزان آن (۱۴/۶) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۶).

مشخص شد که بیش‌ترین میزان آسکوربات پراکسیداز (۹۰۹/۹) میکرومول آب در دقیقه در واحد در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و کم‌ترین میزان آن (۸۲/۶) میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به‌همراه ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی به‌دست آمد (جدول ۶).

آن (۲۸/۲) میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بدون استفاده از کود شیمیایی و بیولوژیک مشاهده شد (جدول ۴). هم‌چنین مشخص شد که بیش‌ترین میزان پراکسیداز (۱/۸) میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی با ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کم‌ترین میزان آن (۰/۰۰۷) میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی به‌همراه کود بیولوژیک نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری با کود نیتروکسین برای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری داشته است. به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۴۹/۵) در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بدون کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین

جدول ۶. برهم‌کنش اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود شیمیایی بر برخی صفات مورفولوژیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنزیم آسکوربات پراکسیداز

صفات	کود شیمیایی (kg/ha)				رژیم‌های مختلف آبیاری (FC %)	صفات
	۱۸۰	۱۲۰	۶۰	۰		
سطح برگ (cm ²)	۷۲/۶۶e	۷۵/۷۸e	۷۸/۹۱ ^c	۷۵/۸۰e	%۵۰	
	۱۴۲/۰۶c	۱۳۴/۴۶c	۱۲۳/۰۰ ^d	۱۱۶/۸۶d	%۷۵	
	۱۸۳/۷۶a	۱۷۹/۲۰ab	۱۷۹/۳۱ ^{ab}	۱۷۴/۶۰b	%۱۰۰	
تعداد گره Node No.	۲۲/۰۰f	۲۴/۱۶f	۲۴/۶۶ ^f	۲۳/۳۳f	%۵۰	
	۴۱/۸۳c	۴۰/۰۰cd	۳۷/۵۰ ^{dc}	۳۴/۶۶e	%۷۵	
	۵۹/۳۳a	۵۸/۵۰a	۵۴/۵۰ ^b	۵۲/۵۰b	%۱۰۰	
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (%DPPHsc)	۴۹/۸ b	۵۲/۵ a	۳۸/۶ ^d	۴۰/۹ cd	%۵۰	
	۴۰/۶ cd	۴۲/۶ c	۳۱/۳ ^c	۳۲/۲ e	%۷۵	
	۱۸/۷ f	۱۹/۷ f	۱۴/۶ ^e	۱۵/۳ g	%۱۰۰	
آسکوربات پراکسیداز (μm/min/mg Pro)	۹۰۹/۹ a	۹۰۳/۱ a	۷۱۵/۶ ^c	۷۵۲/۲ b	%۵۰	
	۲۲۳/۵ d	۲۲۱/۸ d	۱۷۴/۹ ^e	۱۸۴/۳ e	%۷۵	
	۱۱۴/۹ f	۱۱۳/۹ f	۸۲/۶ ^e	۸۸/۸ g	%۱۰۰	

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان فندهای میوه طالبی رقم احلام تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

مشاهده شد. مشاهده شد که کودهای زیستی تأثیر چندانی بر میزان فعالیت آنزیم‌ها ندارد، اما با افزایش تنش آبی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد. بیان شده که توانایی گیاه در مواجهه با تنش خشکی با تغییر در ترکیبات شیمیایی و تولید طیف متنوعی از متابولیت‌های ثانویه رخ می‌دهد. گیاهان برای کاهش آسیب‌هایی غشای سلولی ناشی از رادیکال‌های آزاد با افزایش تجمع ترکیبات ثانویه از یک سیستم آنتی‌اکسیدانی استفاده می‌کنند تا شرایط تنش را کاهش دهند (Terzi et al., 2010). با تجمع رادیکال‌های آزاد در شرایط تنش گیاه آسیب می‌بیند و ترکیباتی که اغلب متابولیت‌های ثانویه هستند را تولید می‌کنند که این ترکیبات آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد را کاهش می‌دهند (Gharibi et al., 2015). در واقع ROS تولیدی توسط تنش‌های مختلف از جمله خشکی از طریق تخریب نوکلئیک اسیدها، اکسیداسیون پروتئین‌ها و پراکسیداسیون لیپیدها روی بسیاری از جنبه‌های عملکردی سلول‌ها اثر می‌گذارند (Zhanassova et al., 2021). بنابراین گیاه برای مقابله با این گونه‌های فعال اکسیژن و حفظ بقا مجبور به استفاده از یک سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دوگانه رژیم‌های مختلف آبیاری با کودهای شیمیایی و نیتروکسین برای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنزیم آسکوربات پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. بیش‌ترین میزان آنتی‌اکسیدانی (۵۲/۵) با استفاده ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بدون و با استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کم‌ترین میزان آن (۳۱/۲ و ۳۲/۲) در بدون کود شیمیایی و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی با استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۷).

در نتایج برهم‌کنش اثر دوگانه کودهای شیمیایی و بیولوژیک بیش‌ترین میزان آسکوربات پراکسیداز (۴۴۷/۶) میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) در ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بدون استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و کم‌ترین میزان آن (۲۹۶/۹) میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) با استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین با کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۷). تنش خشکی موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان میوه شد، به طوری‌که بیش‌ترین میزان آن در آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی

جدول ۷. برهم‌کنش اثر کود بیولوژیک نیتروکسین و کود شیمیایی بر میزان سطح برگ، ظرفیت آنتی‌اکسیدان و آنزیم آسکوربات پراکسیداز

کود شیمیایی (kg/ha)				کود بیولوژیک	صفات
۱۸۰	۱۲۰	۶۰	صفر		
۱۲۶/۶۶b	۱۲۰/۵۴bc	۱۱۵/۵۸cd	۱۰۹/۳۳d	عدم استفاده کود بیولوژیک	سطح برگ (cm ²)
۱۳۹/۰a	۱۳۹/۰۸a	۱۳۸/۵۶a	۱۳۵/۵۱a	استفاده کود بیولوژیک	
۴۹/۸ b	۵۲/۵ a	۳۸/۶ d	۴۰/۹ cd	عدم استفاده کود بیولوژیک	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (%DPPHsc)
۴۰/۶ cd	۴۲/۶ c	۳۱/۲ e	۳۲/۲ e	استفاده کود بیولوژیک	
۴۴۷/۶ a	۴۴۲/۶ a	۳۵۱/۶ c	۳۷۶/۸ b	عدم استفاده کود بیولوژیک	آسکوربات پراکسیداز (μm/ min/ mg Pro)
۳۸۴/۸ b	۳۸۳/۶ cd	۲۹۶/۹ d	۳۰۷/۶ d	استفاده کود بیولوژیک	

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

کاهش میزان هیدروژن پراکسید حاصل از متابولیسم سلولی از آسیب رسیدن به بافت جلوگیری می‌کند. آنزیم پراکسیداز نقش جاروب کردن هیدروژن پراکسید به عهده دارد و می‌تواند نقش ویژه‌ای در تنظیم میزان ROS در شرایط تنش داشته باشند (Gill & Tuteja, 2010). پژوهش‌گران نشان داده‌اند که غلظت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در شرایط تنش دو برابر شده و لذا باعث افزایش مقاومت به تنش‌های اکسیداتیو می‌شوند و از طرفی تنش کم‌آبی میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز را افزایش می‌دهد که مطابق با نتایج این پژوهش است (Lascano et al., 2005).

۴. نتیجه‌گیری

براساس نتایج می‌توان بیان کرد رژیم‌های مختلف آبیاری سبب کاهش رشد و عملکرد شد. با کاربرد کودهای زیستی همراه کودهای شیمیایی اثرات مضر تنش آبی روی گیاه طالبی کاهش یافت و موجب تعدیل اثرات تنش کم‌آبی شد. با توجه به این‌که صفات مورفولوژیکی در تیمار کود شیمیایی به همراه استفاده از کود نیتروکسین در شرایط ۱۰۰ درصد آبیاری به دست آمد و هم‌چنین کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی میزان قند میوه را افزایش داد، بنابراین استفاده از کودهای شیمیایی به همراه کاربرد کود زیستی نیتروکسین در کشت طالبی توصیه می‌شود. هم‌چنین کودهای زیستی به‌عنوان یک راهبرد مناسب در جهت افزایش کیفیت میوه در نظر گرفته می‌شود. با توجه به نتایج این پژوهش، به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که برای عملکرد بهتر در تنش آبی، مصرف کودهای شیمیایی و کودهای زیستی می‌تواند اثربخش باشد، به‌طوری‌که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی به همراه کود زیستی اثر معنی‌داری بر صفات مورفولوژیک، قند میوه و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان داشتند.

به عبارت دیگر، تجمع گونه‌های فعال اکسیژن القاشده توسط تنش به‌وسیله سیستم آنتی‌اکسیدانی خنثی می‌شود. نتایج این پژوهش با یافته‌های Klunklin & Savage (2017) روی گوجه‌فرنگی، Mohamed & Akladios (2014) روی سویا مطابقت دارد. آن‌ها نیز افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان در اثر تنش خشکی را گزارش کردند. براساس نتایج این پژوهش، با افزایش تنش آبی (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) همراه با کودهای شیمیایی و بدون استفاده کود زیستی، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی POD، APX، SOD و CAT افزایش یافته است. هم‌چنین Turkan et al. (2005) گزارش کردند که در تنش خشکی تعداد آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان باعث محافظت بیشتر از گیاه در شرایط تنش می‌شود. کاتالاز و SOD رادیکال‌های سمی O_2 را به H_2O_2 تبدیل می‌کنند. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پراکسید هیدروژن را به آب و اکسیژن تجزیه کرده و اثرات مضر آن را کاهش می‌دهند (Ozkur et al., 2009).

در شرایط تنش‌های محیطی تولید ROS در گیاهان افزایش می‌یابد که به غشای سلولی صدمه وارد کرده و باعث از بین رفتن ساختار کلروفیل می‌شود. گیاهان یکسری مکانیسم‌های آنزیمی و غیرآنزیمی برای از بین بردن این رادیکال‌های آزاد یا غیرفعال کردن این رادیکال‌ها دارند. در سلول‌های گیاهی، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از قبیل سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز فعالیت دارند که به‌عنوان یک سیستم دفاعی عمل می‌کنند و رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برند و سلول را در برابر آسیب اکسیداتیو حفاظت می‌کنند (Zahedyan et al., 2021). آنزیم کاتالاز عمل دیسموتاسیون هیدروژن پراکسید به اکسیژن و آب را کاتالیز می‌کند. افزایش فعالیت کاتالاز در گیاهان یک ویژگی سازشی بوده و با

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان فندهای میوه طالبی رقم احلام تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

- oil of fennel. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24, 396-413.
- El-Sayed, S.F., Abdel-Wahab, A., & El-Taweel, H. H. (2016). Effect of bio-fertilization and sterilization on cucumber production under plastic house conditions. *Middle East Journal*, 5(2), 186-200.
- Fariduddin, Q., Varshney, P., Yusuf, M. & Ahmad, A. (2013). Polyamines: potent modulations of plant responses to stress. *Journal of Plant Interactions*, 8, 1-16.
- Farokhian, S., Tohidi Nejad, E., & Mohamadi Nejad, G. (2021). Studying the effect of bio-fertilizers on the yield of *Sesamum indicum* genotypes under drought stress. *Central Asian Journal of Plant Science Innovation*, 1(1), 32-38.
- Farshi, A.A. (1998). *An estimate of water requirement of main field crops and orchards in Iran*. Agriculture Education Press, Volume 2. 648 P. (in Persian)
- Garibi, S., Sayed-Tabatabaei, B. E., & Saeidi, G. (2015). Comparison of essential oil composition, flavonoid content and antioxidant activity in eight achillea species. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 18(6), 1382-1394.
- Ghanati, F., Morita, A., & Yokota, H. (2002). Induction of suberin and increase of lignin content by excess boron in tobacco cells. *Soil Science and Plant Nutrition*, 48, 357-364.
- Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010) Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48, 909-930.
- Gutierrez-Manero, F. J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouchi, J., Tadeo, F. R., & Talon, M. (2001). The plant-growth promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiologia Plantarum*, 111, 206-211.
- Han, H. S., & Lee, K. D. (2006). Effect of inoculation with phosphate and potassium co-insolubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant, Soil and Environment* 52, 130-136.
- Javan Gholiloo, M., Yarnia, M., Ghortapeh, A. H., Farahvash, F., & Daneshian, A. M. (2019). Evaluating effects of drought stress and bio-fertilizer on quantitative and qualitative traits of valerian (*Valeriana officinalis* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 42(13), 1417-1429.
- Kader, M. A. (2002). Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Sciences*, 2, 259-261.

۵. تشکر و قدردانی

از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و هم‌چنین از تمام افرادی که ما را در انجام این طرح پژوهشی یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Abou El-Yazied, A., El-Kassas, A., Abdalla, M. Y. H., & El-Moslemany, M. Z. M. (2012). Response of cantaloupe hybrids to nitrogen fertilization levels under natural infection with *Monosporascus cannonballus*. *Australian Journal of Basic and Applied Science*, 6(3), 1-11.
- Adibah, M. S. R., & Ainuddin, A. N. (2011). Epiphytic plants responses to light and water stress. *Asian Journal of Plant Sciences*. 10, 97-107.
- Azab, E. (2016). Effect of Water Stress and Biological Fertilization on Maize Growth, Chemical Composition and Productivity in Calcareous Soil. *American Journal of Plant Physiology*, 11, 1-11.
- Barbara, E. K., Nora, L. E., & Edith, S. (2014). Compartment specific response of antioxidants to drought stress in Arabidopsis. *Plant Science*, 227, 133-144.
- Cakmak, I., & Horst, W. (1991). Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities in root tip of soybean (*Glycine max* L.). *Plant Physiology*, 83, 463-468.
- Castellanos, M.T., Cabello, M.J., Cartagena, M.D.C., Tarquis, A.M., Arce, A., & Ribas, F. (2011). Growth dynamics and yield of melon as influenced by nitrogen fertilizer. *Journal of Agricultural Science*, 68(2), 191-199.
- Cvelbar Weber, N., Koron, D., Jakopič, J., Veberič, R., Hudina, M., & Baša Česnik, H. (2021). Influence of nitrogen, calcium and nano-fertilizer on strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.) fruit inner and outer quality. *Agronomy*, 11(5), 997.
- Darzi, M. T., Ghalavand, A., Sefidkan, F., & Rejali, F. (2008). Effect of mycorrhiza, vermicompost and biological phosphate fertilizer on the quality and quantity of essential

- Kader, M. K., Mmian, H., & Hoyue, M.S. (2002). Effects of Azotobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Sciences*, 2, 250-261.
- Kennedy, I. R., Choudhury, M. A., & Kecskes, M. L. (2004). Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. *Soil Biology Biochemistry*, 36, 1229-1244.
- Keshavarzpour, F., & Rashidi, M. (2011). Response of crop yield and Yield Components of Cantaloupe to Drought Stress. *World Applied Sciences Journal*, 15(3), 382-385.
- Khalifa, R. M. (2020). Effect of different irrigation water levels and bio-minerals fertilization on fruit yield, quality and water productivity of watermelon grown on sandy soil, Egypt. *Egyptian Journal of Soil Science*, 60(3), 231-246.
- Khan, S., Bano, A., Ud-din, J., & Gurmani, A. (2012). Abscisic acid and salicylic acid seed treatment as potent inducer of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 44, 43-49.
- Kilic, N., Burgut, A., Gündesli, M. A., Nogay, G., Ercisli, S., Kafkas, N. E., & Szopa, A. (2021). The effect of organic, inorganic fertilizers and their combinations on fruit quality parameters in strawberry. *Horticulturae*, 7(10), 354.
- Kirkham, M. B. (2016). *Elevated carbon dioxide: impacts on soil and plant water relations*. Boca Raton. CRC Press. 415 pages.
- Klunklin, W., & Savage, G. (2017). Effect on quality characteristics of tomatoes grown under well-watered and drought stress conditions. *Foods*, 6(56), 1-10.
- Kusaka, M., Lalusin, A. G., & Fujimura, T. (2005). The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum*) cultivars with different root structures and osmo-regulation under drought stress. *Plant Science*, 168, 1-14.
- Lascano, H. R., Antonicelli, G. E., Luna, C. M., Melchiorre, M. N., Gomez, L. D., Racca, R. W., Trippi, V. S., & Casano, L. M. (2005). Antioxidant system response of different wheat cultivars under drought: field and in vitro studies. *Functional Plant Biology*, 28, 1095-1102.
- Mahfouz, S. A., & Sharaf-Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21, 361-366.
- Mishra, A., Prasad, K., & Rai, G. (2010). Effect of biofertilizer inoculations on growth and yield of dwarf field pea (*Pisum sativum* L.) in conjunction with different doses of chemical fertilizers. *Journal Agronomy*, 9, 163-168.
- Mohamed, H. I., & Akladios, S. A. (2014). Influence of garlic extract on enzymatic and non-enzymatic antioxidants in soybean plants (Glycine max) grown under drought stress. *Life Science*, 11(3), 46-58.
- Nastari Nasrabadi, H., & Saberali, S. F. (2020). Effect of bio-fertilizer and salicylic acid on some physiological traits of melon under salinity stress. *Journal of Horticultural Science*, 34(1), 131-144 (in Persian).
- Negi, Y. K., Sajwan, P., Uniyal, S., & Mishra, A. C. (2021). Enhancement in yield and nutritive qualities of strawberry fruits by the application of organic manures and biofertilizers. *Scientia Horticulturae*, 283, 110038.
- Omidbaygi, R., Hassani, A., & Sefidkon, F. (2003). Essential oil content and composition of sweet Basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 6, 104-108.
- Ozkur, O., Ozdemir, F., Bor, M., & Turkan, I. (2009). Physiochemical and antioxidant responses of the perennial xerophyte *Capparis ovata* to drought. *Environmental and Experimental Botany*, 66(3), 487-492.
- Peiris, H. S., Dull, G. C., Leffler, R. G., & Kays, S. J. (1999). Spati variability of soluble solids or drymatter content within individual fruits, bulbs, or tubers: implication for the development and use of NIR spectrometric techniques. *Horticultural Science*, 34, 114-118.
- Penella, C., Nebauer, S. G., San Bautista, A., López-Galarza, S., & Calatayud, Á. (2014). Rootstock alleviates induced water stress in grafted pepper seedlings: physiological responses. *Journal of Plant Physiology*, 171(10), 842-851.
- Sadras, V. O., & Milroy, S. P. (1996). Soil-water thresholds for the responses of leaf expansion and gas exchange: A review. *Field Crops Research*, 47(2-3), 253-266.
- Shalan, M. N. (2005). Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83, 811-28.
- Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R. S., & Kulkarni, R. N. (2000). Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle. *Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle*. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 22(4a), 356-358.

کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان فندهای میوه طالبی رقم احلام
تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

- Terzi, R., Sağlam, A., Kutlu, N., Nar, H., & Kadioğlu, A. (2010). Impact of soil drought stress on photochemical efficiency of photosystem II and antioxidant activities of *Phaseolus vulgaris*. *Turkish Journal of Botany*, 34(1), 1-10.
- Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K., De, R., Saxena, A. K., Nautiyal, C. S., ... & Johri, B. N. (2005). Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current science*, 89(1), 136-150.
- Vinutha, T. (2005). *Biochemical studies on Ocimum species inoculated with microbial inoculants* (Doctoral dissertation, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India).
- Wang, W. B., Kim, Y. H., Lee, H. S., Kim, K. Y., Deng, X. P., & Kwak, S. S. (2009). Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought. *Plant physiology and Biochemistry*, 47(7), 570-577.
- Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C., & Wong, M. H. (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125(1-2), 155-166.
- Xue, G. P., McIntyre, C. L., Glassop, D., & Shorter, R. (2008). Use of expression analysis to dissect alterations in carbohydrate metabolism in wheat leaves during drought stress. *Plant Molecular Biology*, 67(3), 197-214.
- Youssef, A. A., Edris, A. E., & Gomaa, A. M. (2004). A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. *Plant Annual Agricultural Science*, 49, 299-311.
- Yuan, J., Ruan, Y., Wang, B., Zhang, J., Waseem, R., Huang, Q., & Shen, Q. (2013). Plant growth-promoting rhizobacteria strain *Bacillus amyloliquefaciens* NJN-6-enriched bio-organic fertilizer suppressed *Fusarium* wilt and promoted the growth of banana plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(16), 3774-3780.
- Zahedian, A., Jahromi, A. A., Zakerin, A., Abdossi, V., & Torkashvand, A. M. (2022). Nitroxin bio-fertilizer improves growth parameters, physiological and biochemical attributes of cantaloupe (*Cucumis melo* L.) under water stress conditions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(1), 8-20.
- Zeinali, N., Haghbeen, K., & Delasd, M. (2015). Water deficit effects on some physiological characteristics, sugars and proline in *Cucumis melo* cv. Samsoury. *Journal of Plant Process and Function*, 5 (16), 105-116 (in Persian).
- Zhanassova, K., Kurmayeva, A., Gadilgerayeva, B., Yermukhambetova, R., Iksat, N., Amanbayeva, U. & Masalimov, Z. (2021). ROS status and antioxidant enzyme activities in response to combined temperature and drought stresses in barley. *Acta Physiologiae Plantarum*, 43(8), 1-12.