Vol 25, No. 4, Winter 2023

University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

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

Effect of Supplementary Irrigation and Foliar Application of Salicylic Acid on Growth, Grain Yield and Some Physiological Characteristics of Peanut (*Arachis hypogaea* L.)

Mehrab Mehri Charvadeh[1] | Hamid Reza Zakerin[2]✉ | Marefat Mostafavi Rad[3] | Saeed Sayfzadeh[4] | Sayed Alireza Valadabady[5]

1. Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran. E-mail: m.mehri1364@iau.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran. E-mail: h.zakerin@tiau.ac.ir
3. Crop and Horticultural Science Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. E-mail: m.mostafavirad@areeo.ac.ir
4. Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran. E-mail: s.sefzadeh@iau.ac.ir
5. Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran. E-mail: SA.Valadabdi@ iau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 29 July 2022
Received in revised form
14 December 2022
Accepted 18 December 2022
Published online 13 December 2023

Keywords:
Agronomic characteristics
Crop production
Deficite water
Growth hormone
Growth physiology

ABSTRACT

Objective: In order to evaluate peanut (*Arachis hypogaea* L.) NC_2 variety growth as affected by supplementary irrigation and salicylic acid, this experiment was performed as split plat based on randomized complete block design with three replications in experimental field of Agicutural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan Province (Kanroud research station of Astara), Iran, during 2018 and 2019 cropping seasons.

Methods: Four level of irrigation regimes: no irrigation (rainfed condition), supplementary irrigation at initial flowering stage, supplementary irrigation at pod formation stage and supplementary irrigation at initial flowering + pod formation stages and three levels of salicylic acid (SA): 100, 200 and 300 µmol/l comprised experimental treatments, as main and sub plot, respectively.

Results: Drought stress dercreased all measured characteristics in peanut and foliar application of SA at the rate of 300 µmol/l improved all studied characteristics under bath supplementary irrigation and rainfed condition. The greatest pods number per plant (51.57), grain yield (3450 kg/ha) and pod yield (4958 kg/ha) of peanut were obtained under supplementary irrigation at initial flowering + pod formation stages with SA and these agronomic traits increased 38.79, 70.8 and 57.6 percent compared to rainfed comdition, respectively.

Conclusion: Results of this reaserch indicated, two-stage supplementary irrigation of peanut and foliar application of SA at the rate of 300 µmol/l increased pod and seed yield and could be recommendable to enhance plant growth and grain yield of peanut under similar climatic condition.

Cite this article: Mehri Charvadeh, M., Zakerin, H. R., Mostafavi Rad, M., Sayfzadeh, S., & Valadabady, S. A. (2023). Effect of Supplementary Irrigation and Foliar Application of Salicylic Acid on Growth, Grain Yield and Some Physiological Characteristics of Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Crops Improvement*, 25 (4), 893-910. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.346492.2736

© The Authors.
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.346492.2736

دوره بیست و پنجم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۲

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

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

اثر آبیاری تکمیلی و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید بر رشد، عملکرد دانه و برخی صفات فیزیولوژیک بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)

محراب مهری چروده[۱] | حمیدرضا ذاکرین[۲]✉ | معرفت مصطفوی‌راد[۳] | سعید سیف‌زاده[۴] | سید علیرضا ولدآبادی[۵]

۱. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران. رایانامه: m.mehri1364@iau.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران. رایانامه: h.zakerin@tiau.ac.ir

۳. بخش علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، رشت، ایران. رایانامه: m.mostafavirad@areeo.ac.ir

۴. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران. رایانامه: s.sefzadeh@iau.ac.ir

۵. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران. رایانامه: SA.Valadabdi@ iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۹/۲۲

کلیدواژه‌ها:
تولید محصول
صفات زراعی
فیزیولوژی رشد
کم‌آبی
هورمون‌های رشد

چکیده

هدف: این آزمایش، به‌منظور ارزیابی رشد بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) رقم NC_2 تحت تأثیر آبیاری تکمیلی و سالیسیلیک‌اسید طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به‌صورت کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان (ایستگاه تحقیقاتی کانرود آستارا) اجرا شد.

روش پژوهش: تیمارهای آزمایشی شامل چهار رژیم آبیاری: عدم انجام آبیاری (شرایط دیم)، آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی، آبیاری تکمیلی در مرحله نمو غلاف‌ها، آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی+ مرحله نمو غلاف‌ها و سه سطح سالیسیلیک‌اسید: ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرومول در لیتر به‌ترتیب به‌عنوان کرت اصلی و فرعی بود.

یافته‌ها: تنش خشکی تمامی صفات زراعی اندازه‌گیری شده در بادام زمینی را کاهش داد و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۳۰۰ میکرومول در لیتر در هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی تمامی صفات موردمطالعه را بهبود بخشید. بیشترین تعداد غلاف در بوته (۵۱/۵۷ عدد)، عملکرد دانه (۳۴۵۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد غلاف بادام‌زمینی (۴۹۵۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل شروع گل‌دهی+ تشکیل غلاف‌ها با سالیسیلیک‌اسید به‌دست آمد و این صفات زراعی به‌ترتیب ۳۸/۷۹، ۷۰/۸ و ۵۷/۶ درصد در مقایسه با شرایط دیم افزایش پیدا کرد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد، آبیاری تکمیلی دو مرحله‌ای بادام‌زمینی و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۳۰۰ میکرومول در لیتر عملکرد غلاف و دانه را افزایش داد و می‌تواند برای ارتقای رشد و عملکرد دانه بادام‌زمینی تحت شرایط اقلیمی مشابه قابل‌توصیه باشد.

استناد: مهری چروده، محراب؛ ذاکرین، حمیدرضا؛ مصطفوی‌راد، معرفت؛ سیف‌زاده، سعید و ولدآبادی، سید علیرضا (۱۴۰۲). اثر آبیاری تکمیلی و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید بر رشد، عملکرد دانه و برخی صفات فیزیولوژیک بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.). *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۴)، ۹۱۰-۸۹۳.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.346492.2736

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

بادام زمینی یکی از گیاهان مهم روغنی خانواده لگوم‌ها و دارای عادت رشد نامحدود است که به دو صورت دیم و فاریاب قابل کشت می‌باشد (Kaba *et al*., 2014) و نقش بارزی در تغذیه انسان و تعلیف دام‌ها دارد. امروزه، کمبود آب مشکل بزرگی است که تولید گیاهان زراعی را در گستره جهانی به‌شدت تهدید می‌کند (Jabereldar *et al*., 2017). کم‌آبیاری یک استراتژی بهینه برای به‌عمل‌آوردن محصولات تحت شرایط کمبود آب است که برای گسترش سطح کشت و به حداکثر رساندن و یا تثبیت تولید محصولات یک منطقه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Geerts & Raes, 2009). در اکثر گیاهان زراعی آبیاری در مراحل رشد زایشی برای تولید محصول اقتصادی ضرورت دارد. در این راستا، پژوهش‌گران مرحله گل‌دهی پنبه (Ghorbani Nasrabad & Hezarjaribi, 2010) و مراحل گل‌دهی، تشکیل خورجین و پرشدن دانه کلزا (Eskandari & Alizadeh Amraei, 2015) را به‌عنوان حساس‌ترین مرحله رشد زایشی نسبت به تنش خشکی گزارش کرده‌اند. تنش‌های محیطی نظیر تنش کم‌آبی سبب بروز تنش اکسیداسیون در گیاهان می‌شوند. در چنین شرایطی مکانیسم دفاع آنتی اکسیدانتی گیاهان زراعی فعال می‌شود (Masoumi *et al*., 2010). سالیسیلیک‌اسید یک ترکیب فنلی و شبه‌هورمونی است که باعث افزایش فعالیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیداتیو و حفاظت از تمامیت غشای سلولی گیاه می‌گردد (Rajeshwari & Bhuvaneshwari, 2017). در حقیقت، سالیسیلیک‌اسید به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاهی عمل می‌کند (Hayata *et al*., 2010) و مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی نظیر تنش خشکی را افزایش می‌دهد (Elizabeth Abreu & Munne Bosch, 2008) و نقش مهمی در تنظیم فرایندهای زیستی و بیوشیمیایی گیاهان دارد تا فعالیت فیزیولوژیک گیاهان تا حد ممکن از حالت عادی خارج نشود (Peleg & Blumwald, 2011). پژوهش‌گران معتقدند که سالیسیلیک‌اسید باعث کاهش آثار تنش‌های محیطی می‌گردد (Hayat *et al*., 2010) و برخی دیگر بیان کردند که سالیسیلیک‌اسید به‌عنوان پیام‌رسان ثانویه عمل کرده و باعث به‌کار افتادن مکانیسم‌های دفاعی بعدی در گیاه می‌شود (Askari & Ehsanzadeh, 2015) و موجب محافظت از دستگاه فتوسنتزی گیاهان می‌گردد (Chen *et al*., 2016).

۲. پیشینه پژوهش

پژوهش‌گران نشان دادند که بروز تنش خشکی در مرحله پرشدن غلاف و در اواخر فصل زراعی منجر به کاهش عملکرد غلاف، عملکرد زیست‌توده و کمیت و کیفیت بادام زمینی گردید (Kambiranda *et al*., 2012). Eskandari & Alizadeh Amraei (2015) در مطالعه مشابه‌ای گزارش کردند که آبیاری تکمیلی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، میزان روغن دانه و عملکرد دانه و روغن کلزا داشت و عملکرد دانه کلزا با اعمال یک و دو بار آبیاری تکمیلی به‌ترتیب ۵۶ و ۹۱ درصد افزایش پیدا کرد. پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که تنش خشکی، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه سویا (Dimkpa *et al*., 2017) و تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه و تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه لوبیا (سبک‌دست و همکاران، ۱۳۹۶) را کاهش داد. پژوهش‌گران دیگری دریافتند که تنش خشکی شدید، متوسط و ملایم به‌ترتیب عملکرد غلاف بادام زمینی را ۷۰، ۵۵ و ۳۵ درصد کاهش داد (Ratnakumar & Vadez, 2011). به‌علاوه، گزارش شده است که اعمال سطوح مختلف آبیاری تأثیر مثبت بر عملکرد و صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، طول ساقه، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد غلاف در بوته و وزن صددانه بادام زمینی و درصد پروتئین دانه داشت (Aydinsakir *et al*., 2016). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که تنش خشکی از طریق

کاهش هدایت روزنه‌ای و محدودکردن تبادل گازی، کاهش متابولیسم گیاهان، نقصان ظرفیت فتوسنتزی و انتقال مواد پرورده به دانه و افت وزن ۱۰۰ دانه سبب تقلیل عملکرد دانه در گیاهان زراعی گردید (Sehga *et al*., 2018; Hussain *et al*., 2019). هم‌چنین، کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سویا (Masoumi *et al*., 2010) و لوبیا (سبک‌دست و همکاران، ۱۳۹۶) تحت تأثیر سطوح تنش کم‌آبی گزارش شده است.

به‌علاوه، نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده است که سالیسیلیک‌اسید منجر به بروز تغییراتی خاص در آناتومی برگ و ساختار کلروپلاست گیاهان می‌گردد و در رشدونمو گیاه، فتوسنتز، تعرق، جذب یون و انتقال مواد پرورده به مخازن فیزیولوژیک نقش به‌سزایی ایفا می‌کند (Zaki & Radwan, 2011). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کاربرد ۲۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر به‌صورت محلول‌پاشی سبب بهبود تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه کلزا در واحد سطح گردید (کشاورز و مدرس ثانوی، ۱۳۹۳). پژوهش‌گران دیگری دریافتند که کاربرد سالیسیلیک‌اسید موجب ایجاد مقاومت در برابر تنش گردید و رشد و عملکرد دانه کنجد را تحت شرایط تنش خشکی بهبود بخشید (Yasser *et al*., 2015). پژوهش‌گران متعددی، نقش مثبت کاربرد سالیسیلیک‌اسید در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد سویا (Krishna *et al*., 2004)، باقلا (Tammam, 2003)، گندم (Kaydan *et al*., 2007; Noreen *et al*., 2017)، ذرت (El-khallal *et al*., 2009)، لوبیا چشم بلبلی (Zaghlool, 2002) و کنجد (یوسف‌زاده نجف‌آبادی و احسان‌زاده، ۱۳۹۸) را گزارش کرده‌اند. این مطالعه، با هدف ارزیابی اثر آبیاری تکمیلی و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید بر رشد و عملکرد دانه بادام زمینی تحت شرایط اقلیمی آستارا انجام گردید.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان (ایستگاه تحقیقاتی کانرود آستارا) واقع در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع ۲۱- متر از سطح دریا اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح رژیم آبیاری از قبیل عدم انجام آبیاری (شرایط دیم)، یک‌بار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی، یک‌بار آبیاری تکمیلی در مرحله نمو غلاف‌ها، یک‌بار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی+ یک‌بار آبیاری تکمیلی در مرحله نمو غلاف‌ها و سه سطح سالیسیلیک‌اسید شامل ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میکرومول در لیتر به‌ترتیب به‌عنوان کرت اصلی و فرعی بودند. عملیات آماده‌سازی زمین زراعی در فروردین ماه و کاشت بادام زمینی در تاریخ ۲۰ اردیبهشت‌ماه انجام شد. قبل از عملیات کاشت جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در چند نقطه از خاک مزرعه نمونه‌برداری و به آزمایشگاه ارسال شد و نتایج آزمون خاک در جدول (۱) درج شده است. هم‌چنین، پارامترهای هواشناسی محل اجرای آزمایش در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در جدول (۲) ارایه گردیده است.

کوددهی براساس نتایج آزمون خاک انجام گردید و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۶۰ کیلوگرم اوره به‌عنوان نیتروژن آغازگر قبل از عملیات کاشت و به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پاشیده شد و به‌وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط گردید. فاصله ردیف‌های کاشت بادام زمینی ۵۰ و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر و هر کرت شامل شش خط به طول ۵ متر بود. دانه‌های بادام زمینی با تراکم صدهزار بوته در هکتار و با دست کشت گردید. کنترل علف‌های هرز به‌روش وجین دستی در دو مرحله چهار تا شش برگی و مرحله نمو غلاف‌ها و مصادف با خاک‌دهی پای بوته‌های بادام زمینی انجام شد.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	بافت خاک	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
صفر تا ۳۰	شنی رسی	۳۰/۷	۲۸/۱	۴۱/۲	۵/۶۲	۵/۷	۱/۷۹	۰/۱۷۱	۹/۳	۲۱۰

جدول ۲. پارامترهای اقلیمی منطقه اجرای آزمایش (آستارا) در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

سال زراعی ۱۳۹۸					سال زراعی ۱۳۹۹				
ماه	میانگین حداقل دما (سانتی گراد)	میانگین حداکثر دما (سانتی گراد)	میانگین دما (سانتی گراد)	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)	میانگین حداقل دما (سانتی گراد)	میانگین حداکثر دما (سانتی گراد)	میانگین دما (سانتی گراد)	میانگین طوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر)
فروردین	۹/۵	۱۳/۶	۱۱/۶	۸۸/۴	۲۰۷/۸	۸/۲	۱۳/۷	۱۱	۸۷	۲۳۹/۲
اردیبهشت	۱۳/۷	۲۰/۷	۱۷/۲	۷۹/۵	۹۱/۴	۱۲/۵	۱۹/۶	۱۶/۱	۸۳	۷۹/۹
خرداد	۱۸/۳	۲۹	۲۳/۷	۶۵/۵	۷	۱۷/۴	۲۸/۵	۲۳	۷۰	۱/۸
تیر	۲۱/۱	۳۰/۶	۲۵/۹	۶۷	۸/۴	۲۰/۷	۳۱/۵	۲۶/۱	۶۵	۱/۳
مرداد	۲۱/۳	۳۰/۶	۲۶	۶۸	۹۰/۸	۲۱	۲۹/۹	۲۵/۵	۷۲	۹۰
شهریور	۱۸/۱	۲۶/۵	۲۲/۸	۷۵	۴۰۰/۵	۱۸/۹	۲۷/۷	۲۳/۳	۷۸	۲۳۲/۲

در این آزمایش، آبیاری به‌روش سیفونی انجام گردید و تا غرقاب‌شدن کامل کرت‌های تحت آبیاری ادامه پیدا کرد. محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید یک‌بار در مرحله شروع گل‌دهی و دو بار با فاصله ۱۵ روز پس از محلول‌پاشی مرحله اول و مصادف با تشکیل و نمو غلاف‌های بادام زمینی در غلظت‌های موردمطالعه و با سمپاش پشتی صورت گرفت و اندام‌های هوایی بوته‌های بادام زمینی کاملاً با محلول سالیسیلیک‌اسید آغشته گردید. ضمن اعمال تیمارهای موردمطالعه، مراقبت‌های زراعی در طی دوره رویش گیاه انجام شد و در پایان دوره رشد و هم‌زمان با رسیدگی فیزیولوژیک دانه بادام زمینی (پیدایش رگه‌های قهوه‌ای رنگ بر روی غلاف‌ها)، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت و میانگین ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه ثبت گردید. بوته‌های بادام زمینی برای تعیین عملکرد زیست‌توده به‌مدت ۷۲ ساعت در داخل آون با دمای ۷۵ درجه قرار داده شدند تا کاملاً خشک و سپس وزن خشک بوته‌ها با ترازوی دقیق توزین گردید. برای محاسبه عملکرد غلاف و عملکرد دانه، پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کاشت (حذف اثر حاشیه‌ای) تعداد ۵۰ بوته به‌طور تصادفی از چهار ردیف وسطی در سطحی معادل ۵ مترمربع از هر کرت برداشت شد و عملکرد غلاف و دانه پس از خشک‌کردن برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید و شاخص برداشت دانه از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیست‌توده برحسب درصد به‌دست آمد. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها پس از جمع‌آوری و ثبت اطلاعات و انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی اشتباه آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)[1] و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

1. Least Significant Difference

۴. یافته‌های پژوهش

در این آزمایش، اثر متقابل رژیم آبیاری و سالیسیلیک‌اسید بر تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده به استثنای تعداد روز تا رسیدگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که در تیمار عدم آبیاری (شرایط دیم) و اعمال تنش خشکی در مرحله رشد رویشی سبب تسریع در رشد بوته‌های بادام زمینی و آغاز زودهنگام گلدهی در آن‌ها گردید. بیش‌ترین تعداد روز تا شروع گلدهی (۳۶/۹۵ روز) در واکنش به اثر متقابل آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مرحله گل‌دهی+ شروع مرحله غلاف‌دهی و کاربرد برگی ۳۰۰ میکرومول در لیتر سالیسیلیک‌اسید به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲۰۰ میکرومول در لیتر نداشت. کم‌ترین تعداد روز تا شروع گل‌دهی (۳۲/۸۸ روز) تحت شرایط اثر متقابل عدم آبیاری (تنش خشکی) و کاربرد ۱۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر مشاهده گردید (جدول ۳). هم‌چنین، همبستگی تعداد روز تا شروع گل‌دهی با عملکرد دانه (r=۰/۷۵**) منفی و معنی‌دار بود (جدول ۴). عدم انجام آبیاری و اعمال تنش خشکی سبب تسریع در خاتمه گل‌دهی بوته‌های بادام زمینی گردید و اثر متقابل آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مرحله گل‌دهی+ شروع مرحله غلاف‌دهی با کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید بیش‌ترین تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی (۸۳/۷۷ روز) و تحت شرایط عدم انجام آبیاری و کاربرد ۱۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید کم‌ترین تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی (۶۹/۷۲ روز) به‌دست آمد (جدول ۳) و همبستگی بین تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی با عملکرد دانه (r=۰/۸۲**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). در این آزمایش، طول دوره گل‌دهی بوته‌های بادام زمینی در واکنش به اعمال تنش خشکی کاهش پیدا کرد و آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مراحل گل‌دهی+ نمو غلاف‌ها همراه با کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید بیش‌ترین طول دوره گل‌دهی (۴۶/۷۷ روز) را نشان داد (جدول ۳). هم‌چنین، همبستگی طول دوره گل‌دهی با تعداد روز تا شروع گل‌دهی (r=۰/۶۸**) منفی و معنی‌داری و همبستگی بین طول دوره گل‌دهی با تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی (r=۰/۹۵**) و عملکرد دانه (r=۰/۸۸**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). در این آزمایش، تحت شرایط عدم انجام عملیات آبیاری کم‌ترین تعداد روز تا رسیدگی محصول (۱۲۳/۰۶ روز) به‌دست آمد (شکل ۱). به‌علاوه، محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک در لیتر سبب افزایش تعداد روز تا رسیدگی محصول (۱۲۳/۳۳ روز) گردید که تفاوت معنی‌داری با غلظت ۲۰۰ میکرومول سالیسیلیک در لیتر نداشت (شکل ۲) و همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد روز تا رسیدگی (دوره رویش گیاه) با عملکرد دانه (r=۰/۶۹**) وجود داشت (جدول ۴).

نتایج این آزمایش نشان داد که ارتفاع بوته‌های بادام زمینی تحت شرایط عدم آبیاری (تنش خشکی) با کاهش مواجه گردید و بلندترین بوته بادام زمینی (۷۶/۸۷ سانتی‌متر) تحت شرایط آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مرحله گل‌دهی و مرحله نمو غلاف‌ها توام با کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر به‌دست آمد و در مقایسه با شرایط دیم حدود ۳۹/۲ درصد افزایش رشد نشان داد (جدول ۳). در این آزمایش، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته بادام زمینی و عملکرد دانه (r=۰/۹۳**) مشاهده گردید (جدول ۴). بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی (۹/۹۳ عدد) در بوته بادام زمینی تحت شرایط آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مرحله گل‌دهی و نمو غلاف‌ها همراه با کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر به‌دست آمد و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته بادام زمینی نسبت به اعمال تنش خشکی (شرایط دیم) حدود ۴۱/۳ درصد افزایش یافت (جدول ۳) و همبستگی مثبت بین تعداد شاخه‌های فرعی با ارتفاع بوته (r=۰/۷۴**) و عملکرد دانه (r=۰/۶۶**) وجود داشت (جدول ۴). در این آزمایش، عملکرد غلاف بادام زمینی در واحد سطح تحت شرایط اعمال تنش خشکی با کاهش مواجه گردید و تحت شرایط آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مرحله گل‌دهی و نمو غلاف‌ها هم‌زمان با کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید

در لیتر بیش‌ترین عملکرد غلاف بادام زمینی (۴۹۵۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد و عملکرد غلاف به‌میزان ۵۷/۶ درصد در مقایسه با شرایط دیم افزایش نشان داد (جدول ۳). به‌علاوه، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد غلاف بادام زمینی با ارتفاع بوته (r=۰/۶۹**)، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته (r=۰/۶۶**) و عملکرد دانه (r=۰/۹۱**) بادام زمینی وجود داشت (جدول ۴). بیش‌ترین میزان عملکرد زیست‌توده بادام زمینی (۱۰۸۲۵ کیلوگرم در هکتار) تحت اثر متقابل شرایط آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مرحله گل‌دهی و مرحله نمو غلاف‌ها و کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر به‌دست آمد و تولید ماده خشک و عملکرد زیست‌توده در مقایسه با اعمال تنش خشکی (شرایط دیم) به‌میزان ۶۴/۷ درصد افزایش یافت (جدول ۳). هم‌چنین، بین عملکرد زیست‌توده بادام زمینی با ارتفاع بوته (r=۰/۸۵**)، تعداد شاخه فرعی در بوته (r=۰/۵۰*)، عملکرد غلاف (r=۰/۸۹**) و عملکرد دانه (r=۰/۹۷**) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴). یافته‌های این آزمایش نشان داد که انجام آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مراحل گل‌دهی و نمو غلاف‌ها همراه با کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر منجر به تولید بیش‌ترین میزان دانه بادام زمینی (۳۴۵۰ کیلوگرم در هکتار) گردید و عملکرد دانه بادام زمینی در هکتار حدود ۷۰/۸ درصد نسبت به شرایط عدم انجام آبیاری (شرایط دیم) افزایش پیدا کرد (جدول ۳). به‌علاوه، عملکرد دانه بادام زمینی با صفاتی نظیر تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی (r=۰/۸۲**)، طول دوره گل‌دهی (r=۰/۸۷**)، تعداد روز تا رسیدگی (r=۰/۶۹**)، ارتفاع بوته (r=۰/۹۳**)، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته (r=۰/۸۵**)، عملکرد غلاف (r=۰/۹۱**) و عملکرد زیست‌توده (r=۰/۹۷**) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۴).

اثر متقابل آبیاری تکمیلی در مرحله آغاز گل‌دهی و کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر بالاترین شاخص برداشت دانه بادام زمینی (۳۵/۸۲ درصد) را نشان داد. کم‌ترین شاخص برداشت دانه بادام زمینی (۲۳/۳۷ درصد) تحت اثر متقابل عدم انجام عملیات آبیاری (تنش خشکی) و کاربرد ۱۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر به‌دست آمد (جدول ۳). هم‌چنین، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص برداشت دانه با عملکرد غلاف (r=۰/۸۰**) و عملکرد دانه (r=۰/۹۴**) بادام زمینی وجود داشت و رابطه بین شاخص برداشت دانه با عملکرد زیست‌توده (r=-۰/۹۱**) منفی و معنی‌دار بود (جدول ۴). در این آزمایش، بالاترین تعداد غلاف در بوته بادام زمینی (۵۱/۵۷ عدد) تحت اثر متقابل رژیم آبیاری تکمیلی دوگانه در مراحل شروع گل‌دهی و نمو غلاف‌ها با کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر به‌دست آمد و در مقایسه با عدم انجام عملیات آبیاری (شرایط دیم) حدود ۳۸/۷۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). به‌علاوه، همبستگی تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه (r=۰/۷۹**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که تحت شرایط عدم انجام عملیات آبیاری کم‌ترین تعداد دانه در غلاف (۱/۱۹ عدد) مشاهده گردید و اثر متقابل تیمار آبیاری تکمیلی دوگانه در مراحل شروع گل‌دهی و نمو غلاف‌ها و کاربرد ۳۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف بادام زمینی (۲/۰۲ عدد) را نشان داد و حدود ۴۴/۶ درصد نسبت به شرایط دیم افزایش یافت (جدول ۳). همبستگی تعداد دانه در غلاف بادام زمینی با عملکرد دانه بادام زمینی (r=۰/۹۳**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). براساس نتایج مقایسه میانگین این آزمایش، بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه بادام زمینی (۵۱/۲۸ گرم) به اثر متقابل عملیات آبیاری تکمیلی در مرحله شروع گل‌دهی و کاربرد ۱۰۰ میکرومول در لیتر سالیسیلیک‌اسید مشاهده گردید و حدود ۵۹/۳ درصد نسبت به شرایط دیم افزایش نشان داد و کم‌ترین وزن ۱۰۰ دانه بادام زمینی (۲۰/۹۵ گرم) به اثر متقابل عدم انجام عملیات آبیاری (تنش خشکی) و کاربرد ۳۰۰ میکرومول در لیتر سالیسیلیک‌اسید اختصاص داشت (جدول ۳). در این آزمایش، همبستگی معنی‌داری بین وزن صددانه و عملکرد دانه بادام زمینی مشاهده نگردید (جدول ۴).

۵. بحث

۵. ۱. تعداد روز تا شروع گل‌دهی

تعداد روز تا شروع گل‌دهی بادام زمینی در واکنش به تنش خشکی کاهش پیدا کرد. پژوهش‌گران در مطالعه بر روی گلرنگ گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش تعداد روز تا شروع گل‌دهی گردید (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج نشان داد که با انجام دو بار آبیاری تکمیلی در طی مراحل آغاز گل‌دهی و مرحله نمو غلاف‌ها با تحریک عادت رشد نامحدود بادام زمینی رشد رویشی در مقایسه با شرایط تنش شدید خشکی (شرایط دیم) تداوم پیدا کرد و روند گل‌دهی زمان بیش‌تری ادامه یافت. بروز تنش خشکی (شرایط دیم) سبب تسریع در شروع گل‌دهی بادام زمینی گردید و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید تا سطح ۳۰۰ میکرومول در لیتر در سطوح مختلف رژیم آبیاری و بسته به شدت تنش خشکی سبب تداوم رشد رویشی گیاه، تأخیر در آغاز گل‌دهی و افزایش تعداد روز تا گل‌دهی بادام زمینی گردید. در حقیقت، تحت شرایط تنش خشکی، زودرسی و کاهش تعداد روز تا گل‌دهی سبب افت عملکرد دانه بادام زمینی می‌شود و در چنین شرایطی، سالیسیلیک‌اسید از طریق تحریک تقسیم سلولی در مریستم انتهایی ساقه بادام زمینی سبب تحریک و بهبود رشد گیاهان می‌شود (Mandhanis *et al*., 2006).

جدول ۲. تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام زمینی در واکنش به رژیم آبیاری و سالیسیلیک‌اسید

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا خاتمه گلدهی	طول دوره گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته
سال (Y)	۱	۱۷۷/۸۵**	۴۱۹/۴۴۱**	۳۳/۴۴۹**	۲۵/۳۵۱**	۱۱۵/۸۰۸ns	۶/۰۰**
تکرار (سال)	۴	۳۰/۵۱۱۶	۷۸/۳۹۲	۱۰/۸۹۳	۴/۰۳۷	۱۲۳۵/۸۲۱	۰/۴۳
رژیم آبیاری (I)	۳	۶۸/۴۲۳۳**	۹۰۷/۴۸۴**	۵۳۵/۵۹۷**	۱/۹۰۷*	۳۵۱۷/۵۰۱**	۵۵/۰۱۵**
سال × (I)	۳	۰/۰۳۷۴۱ns	۰/۱۱۵ns	۰/۱۱۵ns	۰/۴۱۳ns	۱/۹۹۱ns	۰/۰۰۰۱ns
اشتباه اصلی	۱۲	۰/۰۵۷۳۷	۰/۰۷۸	۰/۰۷۸	۰/۴۷۱	۱/۹۲۲	۰/۰۰۵۴
سالیسیلیک‌اسید (SA)	۲	۴۱/۲۵۴۳**	۴۴۵/۰۳۲**	۲۱۷/۰۳۲**	۱/۵۰۰*	۱۰۱۴/۶۲۰**	۳۲/۲۸۰**
(SA) × (Y)	۲	۰/۰۰۴۶ns	۰/۰۶۰ns	۰/۰۶۰ns	۰/۰۷۴ns	۲/۰۶۵ns	۰/۰۰۰۱ns
I ×SA	۶	۲/۴۷۶۸**	۲/۱۶۲**	۴/۹۳۹**	۰/۰۱۸ns	۱۴۱/۲۷۴**	۱/۱۴۸۳**
Y×I ×SA	۶	۰/۰۰۴۶ns	۰/۰۴۱ns	۰/۰۴۱ns	۰/۰۲۴ns	۱/۹۲۷ns	۰/۰۰۰۱ns
اشتباه فرعی	۱۲۸	۰/۰۴۲۸	۰/۰۵۳ns	۰/۰۵۳	۰/۴۲۱	۱/۸۰۴	۰/۰۰۲۸
ضریب تغییرات (درصد)	–	۵/۸۸	۲/۹۵	۵/۳۹	۵/۲۶	۲/۵۲	۷/۱۴

ns، ** و *: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ادامه جدول ۲. تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام زمینی در واکنش به رژیم آبیاری و سالیسیلیک‌اسید

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد غلاف	عملکرد زیست‌توده	عملکرد دانه	شاخص برداشت دانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صددانه
سال (Y)	۱	۱۰۶۹۶۲۹/۶**	۹۶۰۰۰۰**	۳۷۹۱۷۸/۲۴ns	۳۲/۳۰۲ns	۲۳۱/۶۳۳ns	۰/۸۴۲ns	۴۸۹/۰۰۴**
تکرار (سال)	۴	۴۱۶۰۱۸/۵	۶۹۵۱۳۸/۹	۴۱۵۹۹۵/۳۷	۱۱۶/۹۲۹	۵۸۰/۴۲	۲/۰۲۵	۳۱۵/۳۲۳
رژیم آبیاری (I)	۳	۳۶۰۲۴۰۷۴/۱**	۱۶۹۸۷۹۳۰۵/۶**	۱۹۶۸۱۲۱۵/۲۸**	۲۸۸/۰۱۲**	۴۶۹/۰۰۵**	۰/۱۷۴**	۳۹۷۴/۵۳۰**
سال × (I)	۳	۱۰۴۹/۴ns	۵۸۵۸۰/۲ns	۱۱/۵۷ns	۴/۰۳۶*	۰/۱۶۴ns	۰/۰۰۱ns	۰/۷۴۳ns
اشتباه اصلی	۱۲	۱۰۸۰/۲	۵۱۸۸۲/۷	۱۶۲۰/۰۴	۵/۲۴۵	۰/۳۵۱۸	۰/۰۰۷۳	۱/۱۸۷
سالیسیلیک‌اسید (SA)	۲	۳۷۴۹۸۴۸۳/۸**	۱۰۱۶۵۲۶۳۸/۹**	۱۸۹۶۶۳۵۴/۱۷**	۳۹۷/۵۲۸**	۱۳۲۰/۲۳۷**	۷/۴۷۰**	۱۷۰۵/۱۶۸**
(SA) × (Y)	۲	۸۴۴/۹ns	۵۵۱۳۸/۹ns	۱۱/۵۷ns	۳/۲۸ns	۰/۵۰۶ns	۰/۰۴۱**	۰/۳۳۰ns
I ×SA	۶	۶۴۵۰۱۱/۶**	۱۱۵۲۱۲۹/۶**	۷۳۷۳۷۲/۶۹**	۱۸۰/۲۵۴**	۲۴/۷۵۷**	۰/۰۹۶**	۳۷/۷۰۱**
Y×I ×SA	۶	۴۵۹/۱ns	۴۴۵۰۶/۲ns	۱۱/۵۷ns	۰/۶۶۲ns	۰/۱۵۰ns	۰/۰۰۱ns	۰/۶۹۰ns
اشتباه فرعی	۱۲۸	۷۷۸/۴	۴۲۲۲۸	۶۰۴/۷	۱/۲۱۳	۰/۲۶۲۹	۰/۰۰۵۱	۰/۷۶۷۵
ضریب تغییرات (درصد)	–	۹/۱۸	۲/۹۷	۱۲/۲۴	۳/۸۵	۱۳/۵۶	۵/۰۸	۲/۲۷

ns، ** و *: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام زمینی تحت اثر متقابل رژیم آبیاری و سالیسیلیک‌اسید

آبیاری	سالیسیلیک‌اسید	تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا خاتمه گلدهی	طول دوره گلدهی (روز)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار)
عدم انجام آبیاری (شرایط دیم)	۱۰۰ میکرومول در لیتر	۳۲/۸۸e	۶۹/۷۲i	۳۶/۷۲i	۴۶/۸۶i	۵/۹j	۲۱۰۵k
	۲۰۰ میکرومول در لیتر	۳۳/۸۸d	۷۱/۷۲h	۳۷/۷۲h	۴۹/۱۱h	۶/۷۳i	۲۳۶۷j
	۳۰۰ میکرومول در لیتر	۳۴/۸۸c	۷۴/۷۲g	۳۹/۷۲g	۵۲/۱۱e	۶/۸h	۳۰۰۸g
آبیاری تکمیلی در مرحله آغاز گلدهی	۱۰۰ میکرومول در لیتر	۳۳/۸۸d	۷۶/۸۸e	۴۲/۸۸e	۴۸/۲۶g	۶/۸۶g	۲۵۴۲i
	۲۰۰ میکرومول در لیتر	۳۴/۸۸c	۷۸/۷۲d	۴۳/۷۲d	۵۲/۱۶e	۷/۸۶e	۲۹۱۷h
	۳۰۰ میکرومول در لیتر	۳۵/۸۸b	۸۱/۷۲b	۴۵/۷۲b	۵۰/۹۴f	۸/۲۳c	۳۳۶۷f
آبیاری تکمیلی در مرحله نمو غلاف‌ها	۱۰۰ میکرومول در لیتر	۳۴/۸۸c	۷۶/۷۲f	۴۱/۷۲f	۴۹/۰۵g	۶/۹g	۲۹۱۷h
	۲۰۰ میکرومول در لیتر	۳۴/۸۸c	۷۹/۷۲c	۴۴/۷۲c	۵۲/۷۴d	۷/۶۶f	۳۷۲۵d
	۳۰۰ میکرومول در لیتر	۳۵/۹۴b	۸۱/۷۷b	۴۵/۷۷b	۶۲/۹۴c	۸/۰۶d	۴۴۴۲b
آبیاری تکمیلی در مراحل آغاز گلدهی+ مرحله نمو غلاف‌ها	۱۰۰ میکرومول در لیتر	۳۵/۹۴b	۷۸/۷۷d	۴۲/۷۷e	۶۱/۱۴c	۸/۰۳d	۳۴۳۳e
	۲۰۰ میکرومول در لیتر	۳۶/۹۴a	۸۱/۷۷b	۴۴/۷۷c	۶۵/۲۲b	۸/۹b	۴۳۲۵c
	۳۰۰ میکرومول در لیتر	۳۶/۹۵a	۸۳/۷۷a	۴۶/۷۷a	۷۶/۸۷a	۹/۹۳a	۴۹۵۸a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و هر تیمار اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD ندارند.

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام زمینی تحت اثر متقابل رژیم آبیاری و سالیسیلیک‌اسید

آبیاری	سالیسیلیک‌اسید	عملکرد زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت دانه (درصد)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صددانه (گرم)
عدم انجام آبیاری (شرایط دیم)	۱۰۰ میکرومول در لیتر	۳۸۲۵h	۱۰۰۸j	۲۳/۳۷f	۳۱/۵۷j	۱/۱۹ef	۲۶/۹۲i
	۲۰۰ میکرومول در لیتر	۵۰۲۵g	۱۳۵۸i	۲۷/۰۴f	۳۹/۵۴g	۱/۷۴c	۲۲/ ۲۹j
	۳۰۰ میکرومول در لیتر	۶۴۵۸f	۱۵۰۸h	۲۸/۳۶g	۴۱/۶۹e	۱/۷۷bc	۲۰/۹۵k
آبیاری تکمیلی در مرحله آغاز گلدهی	۱۰۰ میکرومول در لیتر	۶۳۴۲f	۲۰۰۸g	۳۱/۶۸cd	۳۴/۶۰i	۱/۱۵f	۵۱/۲۸a
	۲۰۰ میکرومول در لیتر	۷۱۱۷e	۲۲۵۸f	۳۱/۷۴cd	۳۹/۷۵g	۱/۶۰d	۳۹/۱۱f
	۳۰۰ میکرومول در لیتر	۸۱۶۷d	۲۹۲۵c	۳۵/۸۲a	۴۴/۸۸c	۱/۷۰c	۳۸/۸۴e
آبیاری تکمیلی در مرحله نمو غلاف‌ها	۱۰۰ میکرومول در لیتر	۷۱۵۰e	۲۱۵۸g	۳۰/۱۹de	۳۸/۵۴h	۱/۱۶g	۴۸/۸۹b
	۲۰۰ میکرومول در لیتر	۸۰۸۳d	۲۳۷۵e	۲۹/۳۹e	۴۰/۴۹f	۱/۷۲c	۳۴/۹۵g
	۳۰۰ میکرومول در لیتر	۹۲۸۳c	۳۱۹۲b	۳۴/۳۹b	۴۶/۳۳b	۱/۸۴b	۳۳/۰۱e
آبیاری تکمیلی در مراحل آغاز گلدهی + مرحله نمو غلاف‌ها	۱۰۰ میکرومول در لیتر	۸۰۹۲d	۲۳۷۵e	۲۹/۳۶e	۴۰/۶۶f	۱/۲۴e	۴۷/۳۵d
	۲۰۰ میکرومول در لیتر	۹۵۲۵b	۲۵۵۸d	۲۶/۸۶f	۴۳/۷۴d	۱/۷۴c	۳۴/۶۶h
	۳۰۰ میکرومول در لیتر	۱۰۸۲۵a	۳۴۵۰a	۳۱/۸۷cd	۵۱/۵۷a	۲/۰۲a	۳۳/۶۵c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و هر تیمار اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD ندارند.

۵. ۲. تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی

اعمال تنش خشکی سبب تسریع در خاتمه گل‌دهی بوته‌های بادام زمینی گردید و پژوهش‌گران در مطالعه مشابهی گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش چشم‌گیر تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی در گلرنگ گردید (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۴) و هنگام وقوع تنش خشکی کاربرد سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی در گیاه روغنی کنجد گردید (Prakash *et al.*, 2003). نتایج بیانگر آن است که تنش خشکی بسته به شدت تنش سبب خاتمه زودهنگام گل‌دهی بادام زمینی گردید و در چنین شرایط کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید تا سطح ۳۰۰ میکرومول در لیتر سبب بهبود تداوم گل‌دهی بوته‌های بادام زمینی گردید که این امر می‌تواند ناشی از تعدیل آثار نامطلوب تنش خشکی بر گیاهان و در نتیجه آن بهبود وضعیت رشد رویشی و زایشی و ارتقای ظرفیت فتوسنتزی بوته‌های بادام زمینی باشد. وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و تعداد روز تا خاتمه

گل‌دهی نشان داد که تداوم گل‌دهی و افزایش تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی سبب بهبود عملکرد دانه و زودرسی محصول و خاتمه زودهنگام گل‌دهی در واکنش به تنش خشکی سبب افت عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح می‌گردد.

جدول ٤. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام زمینی تحت اثر رژیم آبیاری و سالیسیلیک‌اسید

صفات	تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا خاتمه گلدهی	طول دوره گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	عملکرد غلاف خشک	عملکرد زیست‌توده	عملکرد دانه	شاخص برداشت دانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صددانه
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	۱												
۲	−۰/۸۶**	۱											
۳	−۰/۶۸**	۰/۹۵**	۱										
۴	۰/۹۰**	۰/۸۴**	۰/۵۵*	۱									
۵	۰/۵۶*	۰/۵۷*	۰/۵۱*	۰/۸۱**	۱								
۶	−۰/۵۴*	۰/۷۵**	۰/۸۰**	۰/۷۴**	**۰/۷۴	۱							
۷	−۰/۷۰**	۰/۸۴**	۰/۸۳**	۰/۷۵**	۰/۶۹**	۰/۶۶**	۱						
۸	۰/۶۷**	۰/۸۷**	۰/۸۹**	۰/۸۶**	۰/۸۵**	۰/۵۰*	۰/۸۹**	۱					
۹	−۰/۷۵**	۰/۸۲**	۰/۸۷**	۰/۶۹**	**۹۳/۰	۰/۸۵**	۰/۹۱**	۰/۹۷**	۱				
۱۰	۰/۲۲ ns	۰/۴۴**	۰/۵۲*	۰/۲۴ ns	**۹۲/۰	*۵۳/۰	**۸۰/۰	−۰/۹۱**	**۹۴/۰	۱			
۱۱	−۰/۷۱**	۰/۷۵**	۰/۷۳**	۰/۶۷**	**۷۴/۰	۰/۷۱**	**۶۷/۰	۰/۶۶**	**۷۹/۰	**۸۳/۰	۱		
۱۲	۰/۰۳ ns	۰/۱۹ ns	۰/۲۷ ns	۰/۵۵*	**۹۸/۰	**۶۸/۰	**۷۱/۰	۰/۵۱*	**۹۳/۰	**۹۴/۰	**۸۳/۰	۱	
۱۳	۰/۳۶ ns	۰/۵۳*	۰/۵۵*	۰/۶۴**	ns۲۷/۰	ns۲۱/۰	ns۱۹/۰	**۶۷/۰-	ns۱۶/۰	ns۳۶/۰	ns۲۴/۰	ns۲۷/۰	۱

ns، ** و *: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

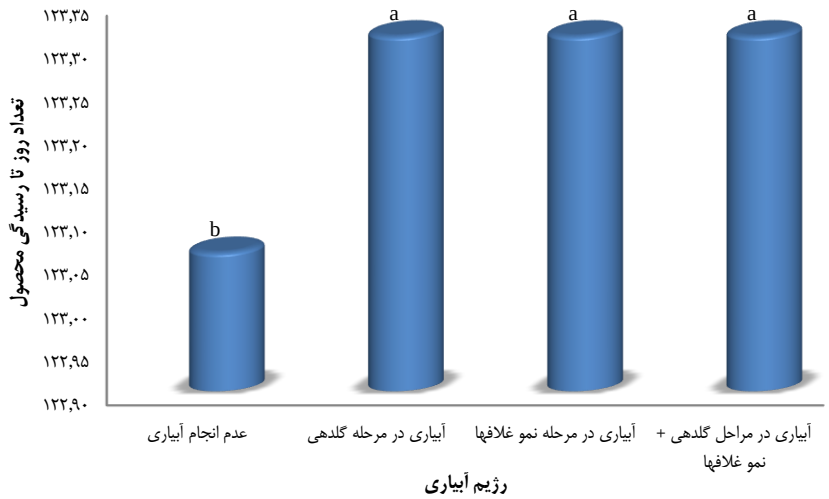
۵. ۳. طول دوره گل‌دهی

در این آزمایش، طول دوره گل‌دهی بوته‌های بادام زمینی در واکنش به اعمال تنش خشکی کاهش پیدا کرد که با یافته‌های تحقیقاتی دیگر پژوهش‌گران در مطالعه اثر تنش خشکی بر طول دوره گل‌دهی گلرنگ (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۴) و اثر کاربرد سالیسیلیک‌اسید بر طول دوره گل‌دهی کنجد (Prakash *et al*., 2003) مطابقت داشت. هم‌چنین، وجود همبستگی مثبت بین طول دوره گل‌دهی با تعداد روز تا خاتمه گل‌دهی و عملکرد دانه، نتایج نشان داد که که هرچه شروع گل‌دهی تسریع شود و خاتمه گل‌دهی به تعویق بیافتد طول دوره گل‌دهی افزایش و عملکرد دانه بهبود پیدا می‌کند و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید بر روی بوته‌های بادام زمینی در سطوح مختلف رژیم آبیاری با تعدیل اثرات نامطلوب تنش خشکی، بهبود وضعیت رشد گیاه، افزایش طول دوره گل‌دهی عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح را ارتقا می‌بخشد.

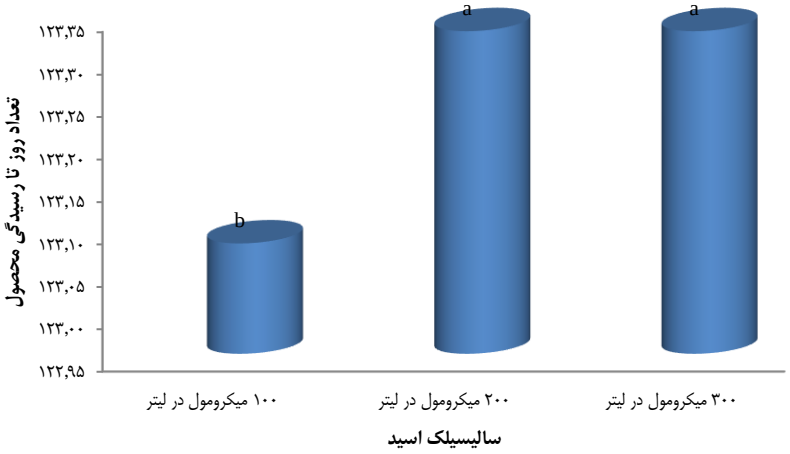
۵. ۴. تعداد روز تا رسیدگی

مشابه نتایج این مطالعه، پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش تعداد روز تا رسیدگی و زودرسی بوته‌های گلرنگ گردید (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش دوره رویش و رسیدگی محصول و کاربرد سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط تنش خشکی سبب بهبود طول دوره رشد بوته‌های بادام زمینی گردید و

رسیدگی محصول را به تعویق انداخت و وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد روز تا رسیدگی با عملکرد دانه مؤید آن است که عملکرد دانه بادام زمینی با افزایش نسبی دوره رشد گیاه و دوره پرشدن دانه بهبود پیدا می‌کند و وقوع تنش خشکی از طریق زودرسی و کاهش دوره رویش گیاهان سبب افت عملکرد بادام زمینی می‌گردد.



شکل ۱. مقایسه میانگین تعداد روز تا رسیدگی تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری



شکل ۲. مقایسه میانگین تعداد روز تا رسیدگی تحت تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک‌اسید

۵. ۵. ارتفاع بوته

در این آزمایش، ارتفاع بوته‌های بادام زمینی تحت شرایط تنش خشکی کاهش یافت. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که طولانی‌شدن دوره‌های آبیاری و وقوع تنش خشکی سبب کاهش ارتفاع بوته گلرنگ گردید (فرخی‌نیا و همکارن، ۱۳۹۰). هم‌چنین، گزارش شده است که سالیسیلیک‌اسید از طریق تقسیم سلولی در درون مریستم انتهایی ارتفاع بوته‌های

خیار (Singh *et al*., 2010) و گندم (Mandhanis *et al*., 2006) را تحت شرایط تنش خشکی افزایش داد. کاربرد سالیسیلیک‌اسید بسته به شدت تنش خشکی سبب افزایش نسبی ارتفاع بوته‌های بادام زمینی گردید و علت آن می‌تواند تعدیل آثار نامطلوب تنش خشکی، تحریک رشد سلول‌های مریستم انتهایی ساقه بادام زمینی و تداوم رشد رویشی بوته‌های بادام زمینی در واکنش به کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید باشد. به‌علاوه، مطالعه ضرایب همبستگی نشان داد که با افزایش ارتفاع بوته‌های بادام زمینی تحت تأثیر سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط تنش خشکی عملکرد دانه بادام زمینی بهبودی نسبی پیدا می‌کند.

۵. ۶. تعداد شاخه‌های فرعی در بوته

همانند نتایج این پژوهش، در آزمایش مشابهی گزارش شده است که تنش خشکی باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته کلزا (Youssefi *et al*., 2011)، بادام زمینی (Aydinsakir *et al*., 2016) و بوته گلرنگ (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۴) گردید. هم‌چنین، گزارش شده است که که افزایش رشد و بهبود فرایند فتوسنتزی تحت اثر سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته بادام زمینی گردید (Bakry Ahmed Bakry *et al*., 2020) نتایج نشان داد که تنش خشکی به‌وسیله کاهش ارتفاع بوته‌های بادام زمینی سبب کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته می‌شود و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط اعمال تنش خشکی از طریق افزایش طول دوره رویش گیاه، تحریک رشد سلول‌های مریستم انتهایی و افزایش ارتفاع ساقه موجب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته بادام زمینی سبب می‌گردد. به‌علاوه، نتایج بیانگر آن است که بهبود ارتفاع بوته‌های بادام زمینی در اثر کاربرد سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط تنش خشکی سبب افزایش افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تولید گل بر روی شاخه‌های فرعی و درصد تبدیل گل‌ها به غلاف بالغ و در نتیجه آن موجب ارتقای نسبی عملکرد دانه می‌شود و وجود همبستگی مثبت بین تعداد شاخه‌های فرعی با ارتفاع بوته و عملکرد دانه موید ادعای مزبور می‌باشد (جدول ۴).

۵. ۷. عملکرد غلاف

در این آزمایش، عملکرد غلاف بادام زمینی تحت شرایط اعمال تنش خشکی با کاهش مواجه گردید و به کاربرد سالیسیلیک‌اسید پاسخ مثبت نشان داد. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که تنش خشکی به‌دلیل کاهش عرضه مواد فتوسنتزی سبب ریزش گل و خورجین‌های در حال نمو و کاهش عملکرد خورجین کلزا (فیاض و همکاران، ۱۳۸۶) و عملکرد غلاف بادام زمینی (Kambiranda *et al*., 2012) در واحد سطح گردید. یوسف‌زاده نجف‌آبادی و احسان‌زاده (۱۳۹۸) نیز نشان دادند که سالیسیلیک‌اسید از طریق بهبود فعالیت‌های فتوسنتزی و افزایش انتقال مواد پرورده از منابع فتوسنتزی به مخازن فیزیولوژیک (دانه‌ها) سبب افزایش عملکرد غلاف در کنجد گردید. نتایج بیانگر آن است که تنش خشکی از طریق زودرسی محصول، کاهش طول مراحل نموی، کاهش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، کاهش تعداد و درصد تبدیل گل به غلاف بالغ موجب افت عملکرد غلاف و انجام آبیاری تکمیلی سبب افزایش عملکرد غلاف می‌شود و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید تحت هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی سبب بهبود عملکرد غلاف بادام زمینی در واحد سطح می‌گردد. با توجه به ضرایب همبستگی به‌دست‌آمده، از علت‌های مهم افزایش عملکرد غلاف در واحد سطح می‌توان به افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته تحت تأثیر محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید اشاره نمود که سبب تشکیل گل‌ها و غلاف‌های بیش‌تری بر روی بوته و بهبود عملکرد غلاف در هکتار می‌شود.

۵. ۸. عملکرد زیست‌توده

عملکرد زیست‌توده بادام زمینی به آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مرحله گل‌دهی و مرحله نمو غلاف‌ها و کاربرد سالیسیلیک‌اسید واکنش مثبت نشان داد. نتایج پژوهش‌های پیشین حاکی است که اعمال سطوح مختلف آبیاری تأثیر مثبت بر وزن خشک اندام‌های هوایی داشت و تنش خشکی سبب کاهش عملکرد زیست‌توده بادام زمینی گردید (Aydinsakir *et al*., 2016). پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که تنش خشکی در مرحله پرشدن غلاف‌ها منجر به کاهش عملکرد زیست‌توده بادام زمینی گردید (Kambiranda *et al*., 2012). به‌علاوه، گزارش شده است که سالیسیلیک‌اسید در گیاهان مواجه با تنش‌های محیطی سبب افزایش رشد اندام‌های گیاه دارویی مریم گلی گردید (Elizabeth Abreu & Munne-Bosch, 2008). نتایج این آزمایش، بیانگر آن است که انجام آبیاری تکمیلی سبب افزایش اندام‌های هوایی و عملکرد زیست‌توده بادام زمینی و در نتیجه آن موجب افزایش منابع فتوسنتزی گیاه می‌شود. درحالی‌که تنش خشکی از طریق کاهش طول دوره مراحل رشد بادام زمینی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته سبب نقصان عملکرد زیست‌توده می‌شود و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید در چنین شرایطی با القای عادت رشد نامحدود در بادام زمینی سبب افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه و ارتقای نسبی عملکرد زیست‌توده در واحد سطح می‌شود (Kaba *et al*., 2014) و موجب بهبودی نسبی عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود. به‌علاوه، مطالعه ضرایب همبستگی نشان می‌دهد که افزایش عملکرد زیست‌توده (منابع فتوسنتزی) و عملکرد غلاف (مخازن فیزیولوژیک) برای ارتقای عملکرد دانه بادام زمینی ضرورت دارد.

۵. ۹. عملکرد دانه

یافته‌های این آزمایش بیانگر واکنش مثبت عملکرد دانه به انجام آبیاری تکمیلی دوگانه در شروع مراحل گل‌دهی و نمو غلاف‌ها همراه با کاربرد سالیسیلیک‌اسید بود. در آزمایش‌های مشابه گزارش شده است که تنش خشکی منجر به کاهش عملکرد دانه ذرت گردید (Hussain *et al*., 2019). محققان دیگری نشان دادند که تنش‌های خشکی از طریق کاهش فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه سبب کاهش عملکرد دانه گیاهان زراعی گردید (Sehga *et al*., 2018). هم‌چنین، اثر منفی تنش خشکی بر عملکرد دانه کلزا (Youssefi *et al*., 2011)، سویا (Masoumi *et al*., 2010) و کنجد (Kim *et al*., 2007) گزارش شده است. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش فعالیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیداتیو در گیاهان مواجه با تنش خشکی و بهبود عملکرد گیاه در واحد سطح گردید (Rajeshwari & Bhuvaneshwari, 2017). هم‌چنین، یوسف‌زاده نجف‌آبادی و احسان‌زاده (۱۳۹۸) دریافتند که کاربرد سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط تنش خشکی عملکرد دانه کنجد را بهبود بخشید. نتایج نشان داد که انجام عملیات آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید به‌صورت مجزا و یا ترکیبی سبب بهبود عملکرد دانه بادام زمینی در هکتار گردید و وقوع تنش خشکی از طریق کاهش رشد اندام‌های هوایی، کاهش عملکرد زیست‌توده و نقصان عملکرد غلاف سبب افت عملکرد دانه در هکتار گردید. در حقیقت، آبیاری تکمیلی و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید از طریق تعدیل آثار نامطلوب تنش خشکی بر روی گیاه، افزایش تولید زیست‌توده گیاهی و عملکرد غلاف سبب افزایش نسبی عملکرد دانه بادام زمینی می‌شود. مطالعه ضرایب همبستگی نیز بیانگر آن است که طولانی‌تر شدن مراحل رشد و نمو و افزایش عملکرد زیست–توده در واکنش به عملیات آبیاری تکمیلی و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید موجب بهبودی نسبی عملکرد دانه بادام زمینی می‌گردد.

۵. ۱۰. شاخص برداشت دانه

نتایج این آزمایش با یافته‌های دیگر پژوهش‌گران مطابقت داشت که نشان دادند که شاخص برداشت دانه کلزا (Eskandari & Alizadeh Amraei, 2015) و سویا (Masoumi *et al*., 2010) در مواجهه با تنش خشکی کاهش پیدا کرد و کاربرد سالیسیلیک‌اسید با بهبود ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تخصیص بیش‌تر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها سبب بهبود شاخص برداشت دانه کنجد گردید (یوسف‌زاده نجف‌آبادی و احسان‌زاده، ۱۳۹۸). در این آزمایش، تنش خشکی سبب افت شاخص برداشت دانه گردید و کاربرد سالیسیلیک‌اسید در تمامی سطوح آبیاری و متناسب با شدت تنش سبب بهبودی شاخص برداشت دانه گردید. در این مطالعه، با وجود همبستگی مثبت بین شاخص برداشت دانه و عملکرد دانه، رابطه افزایش شاخص برداشت دانه بادام زمینی با عملکرد دانه در واحد سطح مستقیم نبود و نشان داد که بهبود شاخص برداشت دانه بادام زمینی تنها زمانی منجر به افزایش عملکرد دانه بادام زمینی می‌شود که عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه بادام زمینی به موازات هم افزایش پیدا کنند و افزایش شاخص برداشت دانه به بهای کاهش عملکرد زیست‌توده نمی‌تواند دستیابی به حداکثر عملکرد دانه در هکتار را تضمین نماید.

۵. ۱۱. تعداد غلاف در بوته

در این آزمایش، آبیاری تکمیلی دوگانه در مراحل شروع گل‌دهی و نمو غلاف‌ها همراه با کاربرد سالیسیلیک‌اسید سبب بهبود تعداد غباف در بوته گردید. پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که تنش خشکی تعداد غلاف در بوته سویا (Masoumi *et al*., 2010)، کنجد (فیاض و همکاران، ۱۳۸۶ و مهرابی و احسان‌زاده، ۱۳۹۰) و کلزا (Youssefi *et al*., 2011) را کاهش داد. به‌علاوه، گزارش شده است که محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید در سطوح مختلف تنش خشکی تعداد کپسول در بوته کنجد را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (یوسف‌زاده نجف‌آبادی و احسان‌زاده، ۱۳۹۸). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که بیش‌ترین تعداد خورجین در بوته کلزا با غلظت ۲۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر به‌دست آمد (کشاورز و مدرس ثانوی، ۱۳۹۳). نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش خشکی کاهش طول مراحل نموی گیاه، کاهش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته سبب کاهش تعداد غلاف در بوته گردید و انجام عملیات آبیاری تکمیلی و کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید به‌صورت مجزا و یا ترکیبی با بهبود شرایط محیطی رشد، افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی و تحریک سلول‌های مریستم انتهایی ساقه موجب افزایش رشد اندام‌های هوایی در بوته‌های بادام زمینی و در نتیجه آن سبب تشکیل گل‌های بیش‌تری بر روی شاخه‌های فرعی و تبدیل درصد بالایی از گل‌ها به غلاف‌های بالغ گردید و بدین ترتیب تعداد غلاف در بوته بادام زمینی افزایش پیدا کرد. هم‌چنین، وجود همبستگی مثبت بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه نشان داد که مولفه تعداد غلاف در بوته از شاخص‌های مهم افزایش عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح می‌باشد.

۵. ۱۲. تعداد دانه در غلاف

در این آزمایش، تحت شرایط عدم انجام عملیات آبیاری تعداد دانه در غلاف کاهش یافت مشابه با نتایج به‌دست‌آمده، کاهش تعداد دانه در غلاف سویا (Ohashi *et al*., 2006)، تعداد دانه در کپسول کنجد (مقدم خمسه و همکاران، ۱۳۹۰) و تعداد دانه در خورجین کلزا (Youssefi *et al*., 2011) تحت شرایط تنش خشکی گزارش شده است. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که بیش‌ترین تعداد بذر در خورجین کلزا با غلظت ۲۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر به‌دست آمد (کشاورز و مدرس ثانوی، ۱۳۹۳). پژوهش‌گران دیگری دریافتند که تعداد دانه در کپسول کنجد تحت شرایط تنش خشکی در واکنش به کاربرد سالیسیلیک‌اسید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (یوسف‌زاده نجف‌آبادی و احسان‌زاده، ۱۳۹۸). به‌علاوه، نقش مثبت کاربرد سالسیلیک اسید تحت شرایط تنش خشکی بر تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم بلبلی نیز گزارش

شده است (Zaghlool, 2002). همبستگی تعداد دانه در غلاف بادام زمینی با عملکرد دانه بادام زمینی (r=۰/۹۳**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴) و نشان داد که افزایش تعداد دانه در غلاف نیز یکی از مولفه‌های مهم جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه در هکتار می‌باشد. تنش خشکی بسته به شدت آن موجب کاهش و آبیاری تکمیلی سبب افزایش تعداد تعداد دانه در غلاف بادام زمینی گردید و کاربرد سالیسیلیک‌اسید در تمامی سطوح تنش خشکی تعداد دانه در غلاف بادام زمینی را بهبود بخشید که ناشی از بهبود فرایند فتوسنتزی گیاه و تخصیص بیش‌تر مواد پرورده به دانه‌های در حال نمو در پاسخ به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید می‌باشد.

۵. ۱۳. وزن صددانه

در این آزمایش، وزن صددانه بادام زمینی به اثر متقابل عملیات آبیاری تکمیلی در مرحله شروع گل‌دهی و کاربرد سالیسیلیک‌اسید واکنش مثبت نشان داد. نتایج پژوهش‌های پیشین بیانگر آن است که سطوح تنش خشکی وزن ۱۰۰۰ دانه سویا (Masoumi *et al*., 2010; Ohashi *et al*., 2006) و کنجد (مقدم خمسه و همکاران، ۱۳۹۰) را کاهش داد. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که تحت شرایط تنش خشکی وزن دانه ۱۰۰۰ کلزا کاهش پیدا کرد (فیاض و همکاران، ۱۳۸۶). هم‌چنین، گزارش شده است که کاربرد سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۲۰۰ میکرومول در لیتر موجب بهبود وزن ۱۰۰۰ دانه کلزا گردید (کشاورز و مدرس ثانوی، ۱۳۹۳). پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط تنش خشکی از طریق بهبود ظرفیت فتوسنتزی گیاه و انتقال مواد پرورده از منابع فتوسنتزی به مخازن فیزیولوژیک موجب افزایش وزن هزاردانه کنجد گردید (یوسف‌زاده نجف‌آبادی و احسان‌زاده، ۱۳۹۸). در این آزمایش، همبستگی معنی‌داری بین وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه بادام زمینی مشاهده نگردید (جدول ۴). نتایج نشان داد که وزن صددانه بادام زمینی در واکنش به تنش خشکی کاهش پیدا کرد و کاربرد سالیسیلیک‌اسید تا سطح ۱۰۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید در لیتر در تمامی سطوح آبیاری سبب افزایش وزن ۱۰۰ دانه و کاربرد سطوح بالاتر سالیسیلیک‌اسید موجب افت وزن صددانه بادام زمینی گردید و براساس مطالعه ضرایب همبستگی، افزایش وزن صددانه را نمی‌توان شاخص مطمئنی برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح برشمرد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طور کلی نتایج نشان داد که تمامی صفات زراعی اندازه‌گیری‌شده در بادام زمینی به استثنای تعداد روز تا رسیدگی تحت اثر متقابل رژیم آبیاری و کاربرد سالیسیلیک‌اسید قرار گرفت. انجام عملیات آبیاری تکمیلی سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد دانه بادام زمینی در مقایسه با تیمار عدم انجام آبیاری (شرایط دیم) گردید. هم‌چنین، کاربرد سالیسیلیک‌اسید به‌صورت محلول‌پاشی بر روی بوته‌ها، عملکرد دانه بادام زمینی و اجزای وابسته به آن را در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی بهبود بخشید. در این آزمایش، آبیاری تکمیلی دوگانه شامل آبیاری در مرحله شروع گلدهی و آبیاری در مرحله نمو غلاف‌ها هم‌زمان با کاربرد برگی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۳۰۰ میکرومول در لیتر بالاترین رشد گیاه و عملکرد دانه بادام زمینی را در شرایط اقلیمی منطقه نشان داد.

۷. تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مساعدت و همکاری مدیریت و اعضای محترم هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان در اجرای این پروژه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

فرخی‌نیا، مریم؛ رشدی، محسن؛ پاسبان اسلام، بهمن و ساسان‌دوست، رضا (۱۳۹۰). بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب. *مجله علوم گیاهان زراعی ایران (علوم کشاورزی ایران)*. ۴۲ (۳)، ۵۴۵-۵۵۳.

فیاض، فیروزه؛ نادری درباغشاهی؛ محمدرضا و شیرانی راد، امیرحسین (۱۳۸۶). تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پیشرفته کلزا در منطقه اصفهان. *فصلنامه یافته‌های نوئین کشاورزی*. ۱ (۳)، ۱۷۷-۱۸۹.

قربانی نصرآباد، قربان و هزارجریبی، ابوطالب (۱۳۸۹). واکنش پنبه به کم آبیاری در مراحل مختلف رشد. *مجله پژوهش‌های تولید گیاهی*. ۱۷ (۴)، ۱۲۹-۱۴۱.

کشاورز، حامد، و مدرس ثانوی، سید علی محمد (۱۳۹۳). اثر سالیسیلیک‌اسید بر کلروفیل، برخی خصوصیات رشدی و عملکرد دو رقم کلزا. *نشریه تولید گیاهان زراعی*. ۷ (۴)، ۱۶۱-۱۷۶.

خلیلی، معروف؛ نقوی، محمدرضا و ابوقداره، علیرضا (۱۳۹۴). ارزیابی عملکرد دانه و برخی از صفات زراعی و مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره در شرایط آبیاری و دیم. *پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی*. ۷ (۱۶)، ۱۳۹-۱۴۸.

مهرابی، زهرا، و احسان‌زاده، پرویز. (۱۳۹۰). بررسی خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد چهار رقم کنجد تحت رژیم‌های رطوبتی خاک. *مجله به‌زراعی کشاورزی*. ۱۳، ۸۸-۷۵.

مقدم خمسه، علیرضا؛ دانشیان، جهانفر؛ جباری، حمید؛ امینی دهقی، مجید و مدرس ثانوی، سید علی محمد (۱۳۹۰). اثر تراکم بوته و تنش کم آبی بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* (L.) Merrill). *دانش زراعت*. ۴ (۶)، ۲۷-۴۰.

سبک‌دست، منیژه، دشتکی، محمد، ساسانی، یوسف و رضایی‌زاده، احمد (۱۳۹۶). ارزیابی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی در نژادگان‌های لوبیا. *علوم گیاهان زراعی ایران*. ۴۸ (۴)، ۱۲۰۱-۱۲۰۹.

یوسف‌زاده نجف‌آبادی، مریم و احسان‌زاده، پرویز (۱۳۹۸). بررسی اثر سالیسیلیک‌اسید بر رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و اجزای عملکرد سه ژنوتیپ کنجد تحت شرایط مختلف رطوبتی. *فرایند و کارکرد گیاهی*. ۹(۳۳)، ۱۳۷-۱۵۱.

References

Askari, E., & Ehsanzadeh, P. (2015). Drought stress mitigation by foliar application of salicylic acid and their interactive effects on physiological characteristics of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) genotypes. *Acta Physiologiae Plantarum*, *37*, 4-14.

Aydinsakir, K., Nazmi, D., Dursun, B., Ruhi, B., & Ramazan, T. (2016). Assessment of Different Irrigation Levels on Peanut Crop Yield and Quality Components under Mediterranean Conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, *142*(9), https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001062

Bakry Ahmed Bakry, M. A., Mervat Shamoon, S., Amany, A., & El-Monem, A. (2020). Physiological aspects of tyrosine and salicylic acid on morphological, yield and biochemical constituents of peanut plants. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, *23*(3), 375-384.

Chen, Y. E., Cui, J. M., Li, G. X., Yuan, M., Zhang, Z. W., Yuan, S., & Zhang, H. Y. (2016). Effect of salicylic acid on the antioxidant system and photosystem II in wheat seedlings. *Biologia Plantarum*, 60, 139-147.

Dimkpa, C. O., Bindraban, P. S., Fugice, J., Agyin-Birikorang, S., Singh, U., & Hellums, D. (2017) Composite micronutrient nanoparticles and salts decrease drought stress in soybean. *Agronomy for Sustainable Development*, *37*(1), 5.

Elizabeth Abreu, M., & Munne-Bosch, S. (2008). Salicylic acid may be involved in the regulation of droughtinduced leaf senescence in perennials: A case study in field-grown *Salvia officinalis* L. plants. *Environmental and Experimental Botany*, 64, 105-112.

El-Khallal, S., Hathout, M., Ashour, T., & Kerrit, A. (2009). Brassinolideand salicylic acid induced growth, biochemical activities and productivity of maize plants grown under salt stress. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5, 380-390.

Eskandari, H., & Alizadeh Amraei, A. (2015). Effect of complementary irrigarion during reproductive growth period on grain yield, oil and energy efficiency of rapeseed under dry land farming system. *Journal of Crop Improvement, 18*(4), 907-919.

Farokhnia, M., Roshdi, M., Pasban Eslam, B., & Sasandoust, R. (2011). Study of some physiological characteristics and spring safflower yield under water deficit stress. *Iranian Journal of Crop Science, 42*(3), 545-553. (In Persian)

Fayaz, F., Naderi Darbaghshahi, M., & Shirani Rad, A. H. (2007). Evaluation of drought stress effects on yield and yield components of advanced Rapeseed varieties at Esfahan region. *New Finding in Agriculture*, 1, 177-189. (In Persian)

Geerts, S., & Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agr. *Water Management, 96*(9), 1275-1284.

Ghorbani Nasrabad, G., & Hezarjaribi, A. (2010). Cotton Response To Deficit Irrigation During Different Growth Stages. *Journal of plant production, 17*(4), 129-141. (In Persian)

Hayata, Q., Hayata, Sh., Irfan, M. & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68, 14-25.

Hussain, H. A., Men, S., Hussain, S., Chen, Y., Ali, S., Zhang, S., Zhang, K., Li, Y., Xu, Q., Liao. C., & Wang, L. (2019). Interactive effects of drought and heat stresses on morpho-physiological attributes, yield, nutrient uptake and oxidative status in maize hybrids. *Scientific reports, 9*(1), https://doi.org/10.1038/s41598-018-37186-2 PMID: 30626917.

Jabereldar, A. A., El Naim, A. M., Abdalla, A. A., & Dagash, Y. M. (2017). Effect of Water Stress on Yield and Water Use Efficiency of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in Semi-Arid Environment. *International Journal of Agriculture and Forestry, 7*(1), 1-6.

Kaba, J. S., Ofori, K. & Kumaga, F. K. (2014). Inter-Relationships of Yield and Components of Yield at Different Stages of Maturity in Three Groundnuts (*Arachis hypogea* L.) Varieties. *International Journal of Life Science Research, 2*(1), 43-48.

Kambiranda, D. M., Vasanthaiah, H. K. N., Katam, R., Ananga, A., Basha, S. M., & Naik, N. (2012). Impact of drought stress on peanut (*Arachis hypogaea* L.) productivity and food safety. *Plants and Environment*, Rijeka, Croatia: InTech, pp. 249-272.

Kaydan, D., Yagmur, M., & Okut, N. (2007). Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarim Bilimleri Dergisi*, 13, 114-119.

Keshavarz, H., & Modarres Sanavy, S. A. M. (2014). Effect of salicylic acid on chlorophyll, some growth characteristics and yield of two canola varieties. *Electronic Journal of Crop Production, 7*(4), 167-178. (In Persian)

Khalili, M., Naghavi, M. R., & Pour-Aboughadareh, A. (2015). Evaluation of grain yield and some of agro-morphological characters in spring Safflowers genotypes under irrigated and rainfed conditions. *Journal of Crop Breeding* , 7, 139-148. (In Persian)

Kim, K. S., Park, S. H., & Jenks, M. A. (2007) Changes in leaf cuticular waxes of sesame (*Sesamum indicum* L.) plants exposed to water deficit. *Journal of Plant Physiology*, 164, 1134-1143.

Krishna, S., Surinder, K., Thind, S.K., & Gurpreet, K. (2004). Interactive effects of phenolics and light intensity on vegetative parameters and yield in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Environemental Ecology*, 22, 390-394.

Mandhanis, S., Madan, S., & Whney, V. (2006). Antioxidant defence mechanism under salt stress in wheat seedling. *Biologia plantarum, 52*(6), 22-27.

Masoumi, H., Masoumi, M., Darvishi, F., Daneshian, J., Nourmohammadi, G., & Habibi, D. (2010). Change in several antioxidant enzymes activity and seed yield by water deficit stress in soybean (*Glycine max* L.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38*(3), 86-94.

Mehrabi, Z., & Ehsanzadeh, P. (2011). A study on physiological attributes and grain yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under different soil moisture regimes. *Journal of Crops Improvement, 13*(2), 75-88. (In Persian)

Moghaddam Khamseh, A., Daneshian, J., Amini Dehghi, M., Jabbari, H. & Modarres Sanavy, S. A. M. (2011). Effect of Plant Density and Water Deficit on the Growth, Yield and Yield Component of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jouran of Agronomy Sciences, 4*(6), 27-40. (In Persian)

Noreen, S., Fatima, K., Athar, H. U. R., Ahmad, S., & Hussain, K. (2017). Enhancement of physio-biochemical parameters of wheat through exogenous application of salicylic acid under drought stress. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 27, 153-163.

Ohashi, Y., Nakayama, N., Saneoka, H., & Fujita, K. (2006). Effects of drought stress on photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and stem diameter of soybean plants. *Biologia Plantarum*, 50, 138-141.

Peleg, Z., & Blumwald, E. (2011). Hormone balance and abiotic stress tolerance in crop plants. *Current Opinion in Plant Biology, 14*(3), 290-295.

Prakash, M., Saravanan, K., Sunil-Kumar, B., & Jayaclesan Sand Ganesan, J. (2003). Effect of plant growth regulators and micronutrients on yield attributes of sesame. Food and Agric. Orgو an. Sesame and Safflower Newsletter, 18, 188.

Rajeshwari, V., & Bhuvaneshwari, V. (2017). Salicylic acid induced salt stress tolerance in plants. *International Journal of Plant Biology and Research, 5*(3), 1067.

Ratnakumar, P., & Vadez, V. (2011). Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes tolerant to intermittent drought maintain a high harvest index and have small leaf canopy under stress. *Functional Plant Biology, 38*(12), 1016-1023.

Sabokdast, M., Dashtaki, M., Sasani, Y., & Rezaizadeh , A. (2017). Effect of drought stress on some agronomic characteristics, grain yield and its components in bean genotypes, *Iranian Journal of Field Crop Science, 48*(4), 1201-1209. (In Persian)

Sehga, A., Kumari, S., Kadambot, H., Siddique, M., Kumar, R., Bhogireddy, S., Varshney, R. K., Hanumantha Rao, Ramakrishnan, B., Nair, M., Prasad, P. V. V., & Nayyar, H. (2018). Drought or/and Heat-Stress Effects on Seed Filling in Food Crops: Impacts on Functional Biochemistry, Seed Yields, and Nutritional Quality. *Frontiers in Plant Science*, 27, https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01705.

Singh, P. K., Chaturvedi, V. K., & Bose, B. (2010). Effect of salicylic acid on seeding growth and nitrogen metabolism in cucumber (*Cucumber sativus* L.). *Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 6*(3), 102-113.

Tammam, A.A. (2003). Response of Vicia faba plants to the interactive effect of sodium chloride salinity and salicylic acid treatment. *Acta Agronomica Hungarica*, *51*(3), 239-248.

Yasser, H., Amin, G., Azab, A., & Gahin, H. (2015) Induction of drought stress resistance in sesame (*Sesamum indicum* L.) plant by salicylic acid and kinetin. *Journal of Plant Science, 10*, 128-141.

Youssefi, A., Nshanian, A., & Azizi, M., (2011). Evaluation of influences of drought stress in terminal growth duration on yield and yield components of different spring Brassica oilseed species. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 11, 406-410.

Yousefzadeh Najafabadi, M., & Ehsanzadeh, P. (2019). Effect of salicylic acid on photosynthetic pigments content, antioxidant enzyme activity and yield components of three sesame genotypes under different irrigation regimes. *Journal of Plant Process and Function, 8*(33), 137-152. (In Persian)

Zaghlool, S. A. M. (2002). Effect of salicylic and Jasmonic acids on the response of tomato plants to root knot nematode Meloidogene incognita, infection. Ain-shamsuni., cairo. Egypt. *AGRIS*, *47*(3), 1107-1119.

Zaki, R. N., & Radwan, T. E. (2011). Improving wheat grain yield and its quality under salinity conditions at a newly reclaimed soil by using different organic sources as soil or foliar applications. *Journal of Applied Sciences Research, 7*, 42-55.