Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Growth and grain yield changes in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as affected by different irrigation regimes and foliar application of ethanol

Reza Ahmadi Sharif[1], Hamid Reza Zakerin[2*], Marefat Mostafavi Rad[3], Saeed Sayfzadeh[4], Sayed Alireza Valadabady[4]

[1]PhD Student, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran, Email: hrahmadyshari@gmail.com
[2]Assistant Professor, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran, Email: drzakerin5@gmail.com
[3]Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran, Email: mmostafavirad@gmail.com
[4]Associate Professor, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran, Email: saeedsayfzadeh@yahoo.com
[5]Associate Professor, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran, Email: dr.valadabady@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022/08/07
Revised: 2022/10/15
Accepted: 2022/10/22

Keywords:
Drought stress
Ethanol alcohol
Groundnut
Plant growth
Pod yield

ABSTRACT

Background and objectives: Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is one of the most important legume crops and it is rich in oil (47-53 %) and protein (25-36%). Drought stress is the prime abiotic constraint, under the current and climate change scenario in future situation. Globally, abiotic stresses drastically affect crop productivity and cause to decline substantial yield. According to the reports, the decline of quantitative and qualitative yield in crops is primarily due to water deficit condition. Foliar applications of methanol and ethanol cause to increase CO_2 assimilation in plants. A wide range of C_3 crops have shown an increase in growth and seed yield after spraying with 10-50% methanol alcohol. Positive effects of methanol and ethanol on C_3 crops have been reported for wheat, soybean and oilseed rape.

Materials and methods: In order to evaluate of seed yield changes and some agronomic characteristics in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as affected by different irrigation regimes and foliar application of Ethanol Alcohol , this experiment was performed as split plot based on randomized complete block design with three replications in experimental field of Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan Province, Astara (Kanroud research station), Iran during 2018 and 2019 cropping seasons. Four level of irrigation regimes at 25, 50 and 75 and 100 mm evaporation from class A pan evaporation and three levels of ethanol such as 10, 20 and 30 % (v:v), comprised experimental treatments, as main factor and sub factor, respectively.

Results: All measured agronomic characteristics in groundnut were significantly influenced by the interaction effect between irrigation regimes and ethanol applications except the number of sub-branches per plant at 1% probability level (Table 2). In this experiment, the

greatest days number to the initial flowering (41.5 days), days number to the end of flowering (89 days), flowering period (49.5 days), days number to the maturity (139 days), plant height (65.85 cm), biological yield (8492 Kg ha^{-1}), pod yield (4067 Kg ha^{-1}), grain yield (Kg ha^{-1}), pods number per plant (49.26) and 100-seed weight (53.49 g) were obtained in response to the interaction effect between irrigation regime at 25 mm evaporation from class A pan evaporation and foliar application of ethanol at 20 % (v:v). But, drought stress significantly reduced all mentioned agronomic traits and foliar application of ethanol at 20 % (v:v) significantly improved these agronomic characteristics in both drought stress and irrigation conditions. In this experiment, the highest coefficient correlation was obtained between grain yield and agronomic traits such as plant height (r=0.95**), pod yield (r=0.97**), pods number per plant (r=0.92**) and 100-grain weight (0.91**).

Conclusion: Results of this experiment showed that irrigation and foliar application of ethanol caused to improve plant growth and grain yield of groundnut under region climatic condition. Hence, the foliar application of ethanol with 20% (v:v) does could be recommendable to enhance plant growth and grain yield of groundnut under region and similar climatic conditions.

Cite this article: Ahmadi Sharif, R., Zakerin, H.R., Mostafavi Rad, M., Sayfzadeh, S., Valadabady, S.A. 2023. Growth and grain yield changes in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as affected by different irrigation regimes and foliar application of ethanol. *Crop Production Journal*, 16 (1), 135-152.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2023.20469.2526
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۳-۲۰۰۸
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تغییرات رشد و عملکرد دانه بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و کاربرد برگی اتانول

رضا احمدی‌شریف[۱]، حمیدرضا ذاکرین[۲*]، معرفت مصطفوی‌راد[۳]، سعید سیف‌زاده[۴]، سیدعلیرضا ولدآبادی[۵]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران، رایانامه: hrahmadysharif@gmail.com

[۲] استادیار، گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران، رایانامه: drzakerin5@gmail.com

[۳] استادیار، بخش علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، رشت، ایران، رایانامه: mmostafavirad@gmail.com

[۴] دانشیار، گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران، رایانامه: saeedsayfzadeh@ yahoo.com

[۵] دانشیار، گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران، رایانامه: dr.valadabady@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۶
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰

واژه‌های کلیدی:
الکل اتانول
بادام زمینی
تنش خشکی
رشد گیاه
عملکرد غلاف

چکیده

سابقه و هدف: بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یکی از گیاهان زراعی مهم لگوم‌ها و غنی از روغن (۴۷ تا ۵۳ درصد) و پروتئین (۲۵ تا ۳۶ درصد) است. تنش خشکی اولین عامل محدودکننده غیرزیستی در شرایط فعلی و سناریوی تغییر اقلیم آینده است. به‌طور کلی، تنش‌های غیرزیستی شدیداً تولید گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب افت عملکرد پایدار می‌شود. مطابق گزارش‌ها، کاهش عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی نخست به دلیل شرایط کمبود آب است. کاربرد برگی الکل‌های متانول و اتانول موجب افزایش جذب دی‌اکسیدکربن در گیاهان می‌شوند. دامنه وسیعی از گیاهان سه کربنه افزایش رشد و عملکرد دانه پس از محلول‌پاشی با الکل متانول ۱۰ تا ۵۰ درصد نشان داده‌اند. اثرات مثبت متانول و اتانول بر گیاهان سه‌کربنه در گندم، سویا و کلزا گزارش شده است.

مواد و روش‌ها: این آزمایش، به‌منظور ارزیابی تغییرات عملکرد دانه و برخی صفات زراعی در بادام زمینی تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و کاربرد برگی اتانول، در طی فصل زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، آستارا (ایستگاه تحقیقاتی کانرود) اجرا شد. تیمارهای آزمایشی به ترتیب شامل چهار سطح رژیم آبیاری در ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌عنوان عامل اصلی و سه سطح الکل اتانول شامل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی به‌عنوان عامل فرعی بودند.

یافته‌ها: تمامی صفات زراعی اندازه‌گیری شده در بادام زمینی تحت اثر برهم‌کنش عملیات رژیم آبیاری و محلول‌پاشی الکل اتانول به استثنای تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). در این آزمایش، بیش‌ترین تعداد روز تا شروع گل‌دهی (۴۱/۵

روز)، تعداد روز تا پایان گل‌دهی (۸۹ روز)، طول دوره گل‌دهی (٤۹/٥ روز)، تعداد روز تا رسیدگی (۱۳۹ روز)، ارتفاع بوته (٦٥/۸٥ سانتی‌متر)، عملکرد زیست‌توده (۸٤۹۲ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد غلاف (٤۰٦۷ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۳۲۷٥ کیلوگرم در هکتار)، تعداد غلاف در بوته (٤۹/۲٦ عدد) و وزن ۱۰۰ دانه (٥۳/٤٥ گرم) بادام زمینی در واکنش به اثر برهم‌کنش رژیم آبیاری پس از ۲٥ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و کاربرد برگی اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی به‌دست آمد. تنش خشکی تمامی صفات زراعی بیان شده را کاهش داد ولی کاربرد برگی اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی این صفات زراعی را تحت هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری متداول بهبود بخشید. در این آزمایش، بالاترین ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات زراعی نظیر ارتفاع بوته (**0.95 =r)، عملکرد غلاف (**0.97 =r)، تعداد غلاف در بوته (**0.92 =r)و وزن ۱۰۰ دانه (**0.91 =r) به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج این آزمایش نشان داد که عملیات آبیاری و محلول‌پاشی الکل اتانول سبب بهبود رشد و عملکرد دانه بادام زمینی تحت شرایط اقلیمی منطقه شد. بدین ترتیب، کاربرد برگی اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی می‌تواند برای افزایش رشد گیاه و عملکرد دانه بادام زمینی در منطقه و شرایط اقلیمی مشابه قابل توصیه باشد.

استناد: احمدی شریف،ر.، ذاکرین، ح.ر.، مصطفوی‌راد، م.، سیف‌زاده، س.، ولدآبادی، س.ع. (۱٤۰۲). تغییرات رشد و عملکرد دانه بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و کاربرد برگی اتانول. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱٦ (۱)، ۱٥۲-۱۳٥.

DOI: 10.22069/ejcp.2023.20469.2526

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

بادام زمینی یکی از گیاهان مهم روغنی و دانه آن حاوی ٤٠ الی ٥٠ درصد روغن و کنجاله آن دارای ٣٠ تا ٥٠ درصد پروتئین است که به ترتیب نقش بارزی در تغذیه انسان و تعلیف دام‌ها بازی می‌کند. امروزه، تنش خشکی تولید گیاهان زراعی را در گستره جهانی به‌شدت تهدید می‌کند (١) و بروز آن سبب کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و نقصان عملکرد دانه می‌شود (٢). پژوهش‌گران نشان دادند تنش خشکی عملکرد دانه لوبیا به میزان زیادی کاهش می‌دهد (٣). یافته‌های پژوهشی دیگر نشان دادند که کاربرد تنش خشکی تأثیر منفی بر عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، ارتفاع بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد غلاف در بوته، وزن ١٠٠ دانه و درصد پروتئین دانه بادام زمینی داشت (٤) و عملکرد دانه این گیاه را ٣٥ تا ٧٠ درصد کاهش می‌دهد (٥). گزارش شده است تنش خشکی از طریق کاهش فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه موجب کاهش اجزای عملکرد دانه و افت عملکرد در گیاهان زراعی مختلف (٦)، ذرت (٧)، سورگوم (٢) و گلرنگ (٨) می‌شود. یکی از راه‌کارهای کاهش تنفس نوری و افزایش فتوسنتز خالص در گیاهان سه‌کربنه افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن با استفاده از ترکیبات الکلی نظیر متانول و اتانول است. الکل‌های اتانول و متانول به‌ترتیب دارای فرمول شیمیایی CH_3CH_2OH و CH_3OH هستند که تفاوت اصلی آن‌ها تعداد کربن موجود در ساختار آنهاست. همچنین، اتانول در ساختار خود دارای یک حلقه اتیل و متانول دارای یک گروه متیل است. اتانول در مقایسه با متانول قدرت اسیدیته و سمیت کم‌تری دارد و موقع سوختن از خود شعله آبی روشن ساطع می‌کند. ولی، متانول هنگام سوختن شعله سفید روشن ایجاد می‌کند. الکل‌ها از طریق روزنه‌های برگ جذب و طی فرآیند اکسیداسیون به دی‌اکسیدکربن تبدیل و به‌عنوان منبع کربن مورد استفاده قرار می‌گیرد و موجب و کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی گیاهان می‌شود (٩). پژوهش‌گران نشان دادند که کاربرد اتانول سبب بهبود گل‌دهی و میوه‌دهی در کدوی تلخ (١٠) و استفاده توام از متانول و اتانول سبب افزایش رشد اندام‌های هوایی و عملکرد ماده موثره نعناع فلفلی (١١) شد. همچنین، گزارش شده است محلول‌پاشی متانول عملکرد غلاف و دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن ١٠٠ دانه، ارتفاع بوته، محتوای پروتئین و روغن دانه بادام زمینی (١٢، ١٣) و سویا (٤) را تحت شرایط تنش خشکی بهبود می‌دهد. گیاهان در مواجهه با تنش خشکی، ابتدا روزنه‌های برگ را بسته و یا نیمه باز نگه می‌دارند تا از تلفات آب گیاه به‌صورت تعرق جلوگیری شود. در چنین شرایطی، تبادل مولکول‌های دی‌اکسیدکربن از هوا به درون برگ‌ها با اختلال مواجه می‌شود و این پدیده منجر به افزایش تنفس نوری و کاهش فتوسنتز خالص گیاهان به‌ویژه در گیاهان سه کربنه می‌شود. در حالی که مولکول‌های الکل کوچک‌تر از مولکول‌های دی‌اکسیدکربن هستند و به‌راحتی وارد فضای داخلی برگ می‌شوند و در داخل برگ طی فرآیند اکسیداسیون به دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌شوند. بدین ترتیب، با افزایش فتوسنتز گیاه و کاهش تنفس نوری سبب بهبود عملکرد می‌شود (٩). در مطالعه مشابه‌ای، گزارش شده است کاربرد اتانول و متانول سبب افزایش تعداد شاخه‌های گل‌دهنده و تعداد گل در بوته گیاه دارویی همیشه بهار (١٠) و عملکرد زیست‌توده در بادرنجبویه (١٦) را افزایش داد. این آزمایش، با هدف بررسی اثر برهم‌کنش رژیم‌های مختلف آبیاری و کاربرد برگی اتانول بر رشد و عملکرد بادام زمینی تحت شرایط اقلیمی منطقه آستارا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی دو فصل زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، آستارا (ایستگاه تحقیقاتی کانرود) اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح رژیم آبیاری شامل ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و سه سطح الکل اتانول شامل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی به‌ترتیب به‌عنوان عامل اصلی و عامل فرعی بودند. عملیات آماده سازی زمین زراعی در فروردین ماه و کاشت بادام زمینی در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه انجام شد. در این آزمایش، از رقم NC_2 معروف به رقم محلی گلی استفاده شد که گل‌های زرد رنگ و سازگاری خوبی با شرایط اقلیمی منطقه دارد و سال‌های زیادی است که در منطقه کشت می‌شود. رقم NC_2 یا گلی نیمه برافراشته است و دارای دانه‌های نسبتا درشت با محتوای روغن بالا است و برای مصرف آجیلی و فرآیند روغن‌گیری مناسب است. قبل از عملیات کاشت به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در چند نقطه از خاک مزرعه نمونه‌برداری و به آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان ارسال شد و نتایج آزمون خاک در جدول ۱ درج شده است. کوددهی بر اساس نتایج آزمون خاک انجام شد و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۶۰ کیلوگرم اوره به‌عنوان نیتروژن آغازگر قبل از عملیات کاشت و به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پاشیده و به‌وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی.

Table 1. Physical and chemical properties of experimental field soil.

عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)	بافت خاک Soil Texture	رس (درصد) Clay(%)	سیلت (درصد) Silt(%)	شن (درصد) Sand (%)	اسیدیته خاک pH	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)	نیتروژن (درصد) N(%)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P(ppm)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K(ppm)
0-30	Sandy clay	30.7	27.1	41.2	5.7	1.79	0.171	9.3	210

فاصله ردیف‌های کاشت بادام زمینی ۵۰ و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر و هر کرت شامل ۶ خط به طول ۵ متر بود. دانه‌های بادام زمینی با تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار و با دست کشت شد. کنترل علف‌های هرز به‌روش وجین دستی در دو مرحله ۴ تا ۶ برگی و مرحله نمو غلاف‌ها و مصادف با خاک‌دهی پای بوته‌های بادام زمینی انجام شد. محلول‌پاشی اتانول یک‌بار در مرحله شروع گل‌دهی و بار دوم ۳۰ روز پس از محلول‌پاشی مرحله اول و مصادف با تشکیل و نمو غلاف‌های بادام زمینی صورت گرفت. ضمن کاربرد تیمارهای مورد مطالعه، مراقبت‌های زراعی در طی دوره رویش گیاه انجام شد و در پایان دوره رشد و هم زمان 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 ۱۰۰ دانه ثبت شد. بوته‌های بادام زمینی برای تعیین عملکرد زیست‌توده به‌مدت ۷۲ ساعت در داخل آون با دمای ۷۵ درجه

سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کاملا خشک و سپس وزن خشک بوته‌ها با ترازوی دقیق توزین شد. 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 پنج متر مربع از هر کرت برداشت شد و عملکرد غلاف و دانه پس از خشک کردن بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد و شاخص برداشت دانه از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیست‌توده بر حسب 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 ۹/٤ و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد روز تا شروع گل‌دهی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر برهم‌کنش رژیم آبیاری و محلول‌پاشی الکل اتانول بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در بادام زمینی به‌استثنای تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیش‌ترین تعداد روز تا شروع گل‌دهی (٤۱/۵ روز) تحت اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی با ۱۰ درصد حجمی اتانول به‌دست آمد و کم‌ترین تعداد روز تا شروع گل‌دهی (۳۳/۸ روز) به اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی اتانول با غلظت ۳۰ درصد حجمی اختصاص داشت (جدول ۳). کاربرد تنش خشکی و سطوح بالای اتانول سبب تسریع در گل‌دهی بوته‌های بادام زمینی شد. به‌طوری که کاربرد برگی اتانول تا سطح ۱۰ درصد حجمی سبب افزایش نسبی و در سطوح بالاتر سبب کاهش نسبی تعداد روز تا شروع گل‌دهی شد. در مطالعه مشابه‌ای گزارش کردند که تنش خشکی سبب کاهش تعداد روز تا شروع گل‌دهی در گلرنگ شد (۱۷). پژوهش‌گران دیگری دریافتند که محلول‌پاشی با الکل اتانول سبب گل‌دهی زودهنگام گیاه دارویی همیشه بهار شد (۱۵). نتایج دیگری نشان داد تنش خشکی سبب تسریع گل‌دهی در بوته‌های بادام زمینی شد که مکانیسمی برای فرار از مصادف شدن با شرایط نامساعد محیطی است و کاربرد برگی الکل اتانول سبب تقویت این مکانیسم در بوته‌های بادام زمینی شد و تاخیر در آغاز فرآیند گل‌دهی این گیاه عملکرد دانه در واحد سطح را کاهش داد. وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین تعداد روز تا شروع گل‌دهی با عملکرد دانه بادام زمینی (r=-0.70**) موید نتایج فوق است (جدول ٤).

تعداد روز تا پایان گل‌دهی: بیش‌ترین تعداد روز تا پایان گل‌دهی (۸۹ روز) به اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی اتانول و تنش خشکی سبب کاهش تعداد روز تا پایان گل‌دهی شد (جدول ۳). در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است تنش خشکی باعث کاهش تعداد روز تا پایان گل‌دهی در گلرنگ (۱۷) و کاربرد اتانول سبب بهبود فرآیند گل‌دهی (۱۰) شد. نتایج بیان‌گر آن است تحت شرایط تنش خشکی کاربرد برگی اتانول تا غلظت ۲۰ درصد حجمی سبب افزایش و سپس موجب کاهش نسبی تعداد روز تا پایان گل‌دهی و بهبودی نسبی عملکرد دانه بادام زمینی شد و غلظت‌های بالاتر اتانول به‌دلیل دارا بودن اثرات سمی بر روی گیاه سبب افت عملکرد دانه شد. در این آزمایش، همبستگی مثبت بین تعداد روز تا پایان و شروع گل‌دهی (r=0.63**) و عملکرد دانه (r= 0.82**) وجود داشت (جدول ٤) و نشان داد

که عملکرد دانه با تداوم فرآیند گل‌دهی افزایش می‌یابد. گیاه بادام زمینی دارای عادت رشد نامحدود می‌باشد و گل‌دهی آن به موازات رشد و نمو غلاف‌ها و دانه‌های بادام زمینی ادامه می‌یابد. گیاهان بادام زمینی حدود ۱۸ تا ۱۴۲ گل در هر بوته تولید می‌کنند و فقط تعداد ۱۵ تا ۲۰ تا از گل‌های تشکیل شده به غلاف بالغ تبدیل می‌شوند. بنابر این، در صورت مناسب بودن شرایط محیطی رشد، با افزایش تعداد روز تا پایان دوره گل‌دهی، تعداد گل‌های تشکیل شده بر روی بوته و به تبع آن تعداد گل‌های تبدیل شده به غلاف بالغ بادام زمینی افزایش می‌یابد (۱۸). بدین ترتیب، عملکرد غلاف و دانه بادام زمینی به ازای هر بوته افزایش می‌یابد و تولید محصول در هکتار بالا می‌رود.

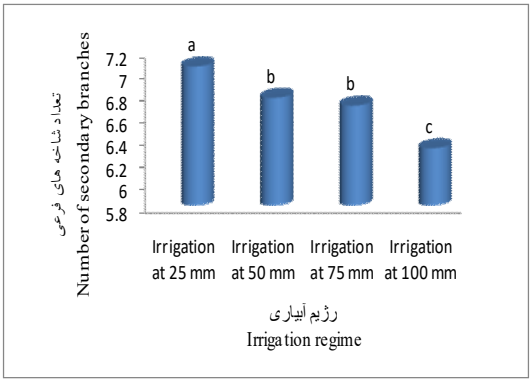
طول دوره گل‌دهی: نتایج نشان داد که بیش‌ترین طول دوره گل‌دهی (۴۹/۵ روز) به اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی اتانول اختصاص داشت (جدول ۳) که با نتایج مطالعه دیگر پژوهش‌گران بر روی گلرنگ مشابه بود (۱۷). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کاربرد اتانول سبب افزایش دوره گل‌دهی شد (۱۰). محلول‌پاشی با اتانول تداوم گل‌دهی و طول دوره گل‌دهی بوته‌های بادام زمینی را تا حدی افزایش داد. در واقع، تحت شرایط تنش خشکی، کاربرد برگی اتانول از طریق گل‌دهی زودهنگام و تأخیر در پایان گل‌دهی سبب افزایش طول دوره گل‌دهی و بهبودی نسبی عملکرد دانه شد. در این آزمایش، همبستگی بین طول دوره گل‌دهی با تعداد روز تا شروع گل‌دهی (r=0.56*)، تعداد روز تا پایان گل‌دهی (r=0.98**) و عملکرد دانه (r= 0.83**) بادام زمینی مثبت و معنی‌دار بود (جدول ٤) که نشان می‌دهد افزایش طول دوره گل‌دهی سبب ارتقای عملکرد دانه در هکتار می‌شود.

تعداد روز تا رسیدگی: در این آزمایش، بیش‌ترین تعداد روز تا رسیدگی (۱۳۹ روز) به اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی اتانول و کم‌ترین تعداد روز تا رسیدگی (۱۲۹ روز) به اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی اتانول با غلظت ۳۰ ٪ حجمی اختصاص داشت (جدول ۳). همبستگی بین تعداد روز تا رسیدگی با تعداد روز تا شروع گل‌دهی (r=0.60**)، تعداد روز تا پایان گل‌دهی (r=0.99**)، طول دوره گل‌دهی (r=0.99**) و عملکرد دانه (r= 0.83**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ٤). پژوهش‌گران گزارش کردند تنش خشکی باعث کاهش تعداد روز تا رسیدگی گلرنگ (۱۷) و استفاده از متانول موجب تسریع در رسیدگی و کاهش اثر تنش خشکی بر روی گیاهان زراعی (۱۹) شد. از نتایج استنباط می‌شود که کاربرد اتانول تا غلظت معینی بسته به شدت تنش خشکی، عادت رشد نامحدود بادام زمینی را تحریک و طول مراحل رشد گیاه را به‌طور نسبی افزایش می‌دهد. علت این پدیده می‌تواند افزایش قابلیت دسترسی به دی‌اکسیدکربن و بهبود فتوسنتز خالص در برگ‌های بادام زمینی تحت تأثیر الکل اتانول باشد.

ارتفاع بوته: بلندترین بوته (٦٥/٨٥ سانتی‌متر) بادام زمینی تحت اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی اتانول تولید شد و ارتفاع بوته تحت تأثیر تنش خشکی با کاهش مواجه شد (جدول ۳). پژوهش‌گران نشان دادند که تنش خشکی سبب کاهش ارتفاع بوته بادام زمینی شد (٤) و اثر محلول‌پاشی متانول بر ارتفاع بوته بادام زمینی (۱۲)، سویا (١٤) و بادرنجبویه (١٦) مثبت بود. به‌علاوه، ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه

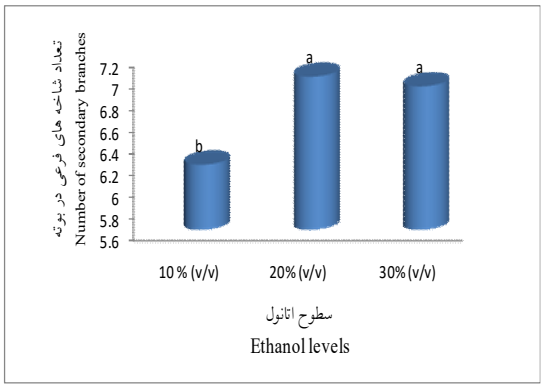
(r= 0.95**) نشان داد (جدول ٤). نتایج بیان‌گر آن است که انجام آبیاری سبب افزایش ارتفاع بوته و کاربرد تنش‌های خشکی بسته به شدت تنش سبب کاهش ارتفاع بوته‌های بادام زمینی می‌شود که علت آن می‌تواند دیررسی و زودرسی و افزایش و کاهش طول مراحل رشد گیاه به ترتیب در واکنش به شرایط آبیاری و تنش خشکی باشد. عملکرد دانه بادام زمینی با افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته‌های بادام زمینی تحت تنش خشکی در پاسخ به کاربرد برگی اتانول بهبودی نسبی پیدا می‌کند.

تعداد شاخه‌های فرعی: اثر ساده رژیم آبیاری بر تعداد شاخه‌های فرعی در بوته بادام زمینی نشان داد که بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی (٧/٠٦ عدد) در واکنش به آبیاری پس از ٢٥ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و کم‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی (٦/٣٢ عدد) تحت شرایط آبیاری پس از ١٠٠ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌دست آمد (شکل ١). کاربرد اتانول با غلظت ٢٠ درصد حجمی سبب افزایش تولید تعداد شاخه‌های فرعی (٧/٠٢ عدد) در بوته بادام زمینی شد (شکل ٢). در این آزمایش، بین تعداد شاخه‌های فرعی در بوته با ارتفاع بوته (r= 0.52*) و عملکرد دانه (r= 0.58*) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جدول ٤). در این راستا، گزارش شده است که تنش خشکی باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته کلزا (٢٠) و بادام زمینی (٤) شد و محلول‌پاشی با متانول تعداد شاخه‌های فرعی در بوته سویا (٤)، بادام زمینی (١٣) و بادرنجبویه (١٦) را بهبود بخشید. نتایج نشان داد که تنش خشکی از طریق کاهش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته موجب نقصان عملکرد دانه در هکتار می‌شود. افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته در واکنش به کاربرد برگی الکل اتانول سبب افزایش گل‌دهی و ضریب تبدیل گل‌ها به غلاف کامل و ارتقای نسبی عملکرد بادام زمینی در واحد سطح می‌شود.



شکل ١- مقایسه میانگین تعداد شاخه‌های فرعی در بوته تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری.

Figure 1- Mean comparison of number of secondary branches per plant as affected by different irrigation regimes.



شکل ٢- مقایسه میانگین تعداد شاخه‌های فرعی در بوته تحت تأثیر سطوح مختلف اتانول.

Figure 2- Mean comparison of number of secondary branches per plant as affected by different levels of Ethanol.

جدول ۲ – تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در بادام زمینی تحت تأثیر رژیم آبیاری و الکل اتانول

Table 3. Combined variance analysis of (mean square) measured traits in peanut as affected by irrigation regime and Ethanol alcohol

منابع تغییر s.o.v	درجه آزادی df	تعداد روز تا شروع گلدهی Days to the end of flowering	طول دوره گلدهی Flowering period	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant hieght	تعداد شاخه‌های فرعی Number of secondary branches	عملکرد غلاف Pod yield	عملکرد زیست توده Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Grain number per pod	وزن ۱۰۰ دانه 100- grain weight
سال (Year) Y	1	474.07**	477.04**	0.56^{ns}	6.00**	14.02*	0.04^{ns}	5950104**	19470011**	1230046**	37.23**	152.12**	0.018**	93.50**
تکرار (سال) Block (Y)	4	18.07	136.04	86.64	28.85	255.49	1.81	461979	2462789	924178	782.43	278.76	0.15	65.64
آبیاری Irrigation (I)	3	239.46**	153.26**	13.94**	597.59*	283.11**	5.08**	38530783**	159726061**	16776095**	22.32**	1562.60**	0.19**	3364.81**
سال × آبیاری Y × I	3	0.03^{ns}	0.01^{ns}	0.23^{ns}	0.09^{ns}	0.66^{ns}	0.160^{ns}	2820^{ns}	27665**	1651^{ns}	0.36^{ns}	0.003^{ns}	0.01^{ns}	0.07^{ns}
خطای اصلی Erroe a	12	0.111	0.041	0.359	2.239	2.159	0.347	1361	7789	1477	17.97	0.27	0.01	1.58
اتانول Ethanol (E)	2	27.94**	378.51**	481.33**	3.75**	59.68**	14.68**	1462951**	6493831**	4495219**	1098.18**	201.04**	0.44**	329.25**
سال × اتانول Y × E	2	0.14^{ns}	0.01^{ns}	0.36^{ns}	0.08^{ns}	2.65^{ns}	0.12^{ns}	3159^{ns}	8344^{ns}	1817^{ns}	0.30^{ns}	0.02^{ns}	0.001^{ns}	0.03^{ns}
آبیاری × اتانول I × E	6	0.25*	0.18**	1.46*	0.97**	18.87**	0.40^{ns}	142611**	153445**	157797**	55.82**	4.46**	0.031**	18.80**
سال × آبیاری × اتانول Y × I × E	6	0.08^{ns}	0.01^{ns}	1.17^{ns}	0.03^{ns}	17.41**	0.22^{ns}	1801^{ns}	2249^{ns}	783ns	0.41^{ns}	0.01^{ns}	0.001^{ns}	0.05^{ns}
خطای فرعی Erroe b	64	0.081	0.010	0.576	0.101	2.095	0.193	2037	5497	824	1.340	0.058	0.002	1.055
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	7.56	12.9	10.83	2.37	2.5	6.54	17.55	13.85	16.86	3.63	6.32	4.35	2.76

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: non significant, significant at 5 and 1 probability level, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در بادام زمینی تحت تأثیر رژیم آبیاری و اتانول

Table 3. Mean comparison of measured traits in peanut as affected by irrigation regime and Ethanol alcohol

رژیم آبیاری Irrigation regimes	سطوح اتانول Ethanol levels	تعداد روز تا شروع گل‌دهی Days to flowering	تعداد روز تا پایان گل‌دهی Days to the end of flowering	طول دوره گل‌دهی Flowering period	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار) Pod yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg ha^{-1})	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Grain number per pod	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100-grain weight (g)
آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر Irrigation at 25 mm evaporation	۱۰ درصد حجمی 10 % (v/v)	41.50a	80.16d	39.66f	137.00ab	60.13c	3533.33d	7250.00c	2208.33e	30.55e	42.73e	1.21de	42.88d
	۲۰ درصد حجمی 20 % (v/v)	39.50a	89.00a	49.5a	139.33a	65.85a	4066.66a	8491.66a	3275.00a	38.72c	49.26a	1.64a	53.45a
	۳۰ درصد حجمی 30 % (v/v)	39.50a	80.16d	40.66d	137.33b	62.38b	3833.33b	7850.00b	2358.33d	30.11f	44.33c	1.15e	46.40c
آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation at 50 mm evaporation	۱۰ درصدحجمی 10 % (v/v)	38.50c	79.16e	40.66d	136.00c	57.23de	3083.33f	6100.00f	1758.33g	28.94f	38.88g	1.18de	38.16f
	۲۰ درصد حجمی 20 % (v/v)	37.50d	86.16b	47.00b	135.33d	54.44f	3633.33c	7308.33c	2900.00b	39.78b	45.28b	1.32bc	48.44b
	۳۰ درصد حجمی 30 % (v/v)	37.50d	79.16e	41.66c	135.33d	59.97c	3283.33e	6641.66d	2008.33f	30.35e	40.24f	1.22d	41.07e
آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر Irrigation at 75 mm evaporation	۱۰ درصد حجمی 10 % (v/v)	37.50d	78.16e	40.66d	135.16d	57.81d	2333.33i	4883.33h	1458.33h	30.04f	36.91h	1.13e	34.84g
	۲۰ درصد حجمی 20 % (v/v)	36.50e	83.16g	47.16b	134.33e	61.75bc	2933.33g	6100.00e	2525.00c	41.51a	43.18d	1.29c	45.44c
	۳۰ درصد حجمی 30 % (v/v)	36.50e	78.16c	41.66c	134.50e	58.81cd	2633.33h	5500.00g	1408.33i	25.74g	38.14i	1.36b	38.30f
آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation at 100 mm evaporation	۱۰ درصد حجمی 10 % (v/v)	35.50f	76.16g	40.66d	131.66f	53.99g	1616.66l	3333.33k	997.00k	29.63e	30.96k	0.96f	23.14i
	۲۰ درصد حجمی 20 % (v/v)	34.50g	83.16c	47.66b	130.45	59.15cd	2033.33j	4150.00i	1406.33i	33.89d	35.11j	1.24cd	23.11i
	۳۰ درصد حجمی 30 % (v/v)	33.80h	74.01h	41.66e	129.00h	56.00e	1833.33k	3750.00j	1075.00j	28.91f	31.23k	1.33bc	25.81h

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

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level in LSD test.

عملکرد غلاف: نتایج نشان داد که عملکرد غلاف بادام زمینی در واکنش به تنش خشکی کاهش پیدا کرد و بیش‌ترین عملکرد غلاف بادام زمینی (٤٠٦٧ کیلوگرم در هکتار) تحت اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول-پاشی با ۲۰ درصد حجمی اتانول به‌دست آمد (جدول ۳). به‌علاوه، همبستگی عملکرد غلاف با ارتفاع بوته (r= 0.52*)، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته (r= 0.69**) و عملکرد دانه (r= 0.97**) مثبت و معنی-دار بود (جدول ٤). در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است که عملکرد غلاف بادام زمینی تحت تنش خشکی کاهش پیدا کرد (۵، ۲۱) و محلول‌پاشی با متانول سبب افزایش نسبی عملکرد غلاف بادام زمینی شد (۱۲). پژوهش‌گران دیگری دریافتند که کاربرد متانول موجب بهبود عملکرد غلاف در بادام زمینی شد (۱۳). براساس نتایج این آزمایش، کاربرد برگی اتانول سبب افزایش طول مراحل رشد گیاه و افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته بادام زمینی شد. با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد گل‌های تشکیل شده بر روی هر بوته و به تبع آن تولید غلاف در هر بوته افزایش پیدا کرد. به همین دلیل، محلول‌پاشی اتانول منجر به بهبود عملکرد غلاف بادام زمینی در واحد سطح شد (۱۸) و وجود همبستگی مثبت بین عملکرد غلاف با ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته موید این موضوع است. بدین ترتیب، علت کاهش عملکرد غلاف بادام زمینی تحت تنش خشکی، زودرسی محصول در مواجهه با تنش خشکی، کاهش ارتفاع و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته است. در رژیم‌های مختلف آبیاری، کاربرد برگی اتانول تا ۲۰ درصد حجمی سبب افزایش و سپس موجب کاهش نسبی عملکرد غلاف بادام زمینی شد و نشان داد که سطوح بالاتر اتانول سبب بروز مسمومیت در گیاهان و بروز آثار منفی بر روی آنها می‌شود. بنابراین، کاربرد برگی اتانول با غلظت مناسب از از طریق افزایش رشد و نمو اندام‌های هوایی و ارتقای گل‌دهی سبب بهبودی نسبی عملکرد غلاف می‌شود.

عملکرد زیست‌توده: بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده (۸٤۹۲ کیلوگرم در هکتار) بادام زمینی تحت شرایط آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی اتانول به‌دست آمد، همچنین، عملکرد زیست‌توده در تنش خشکی کاهش پیدا کرد (جدول ۳).

عملکرد زیست‌توده با ارتفاع بوته (r= 0.890*)، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته (r= 0.65**)، عملکرد غلاف (r= 0.71**) و عملکرد دانه (r= 0.82**) همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (جدول ٤). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد زیست‌توده بادام زمینی بادام زمینی شد (۲) و استفاده از الکل‌های متانول و اتانول عملکرد زیست‌توده نعناع فلفلی (۱۱) و بادرنجبویه (۱۷) را افزایش داد. بر اساس نتایج این آزمایش، بروز تنش خشکی از طریق کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته و عملکرد غلاف موجب کاهش زیست‌توده بادام زمینی می‌شود. علت این پدیده می‌تواند افزایش تنفس و کاهش سنتز و انتقال مواد فتوسنتزی و تجمع ماده خشک در اندام‌های هوایی گیاه باشد. نتایج بیانگر آن است که با افزایش کاربرد برگی اتانول تا غلظت ۲۰ درصد حجمی، رشد اندام‌های هوایی و به تبع آن عملکرد زیست‌توده بهبودی نسبی پیدا می‌کند و در غلظت بالاتر به دلیل بروز آثار سمی الکل بر روی گیاه سبب کاهش تولید ماده خشک در بوته‌های بادام زمینی می‌شود.

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات زراعی اندازه‌گیری شده در بادام زمینی تحت تأثیر رژیم آبیاری و اتانول

Table 4 – Correlation coefficient beween grain yield and measured traits in peanut as affected by irrigation regime and Ethanol

صفات Traits	تعداد روز تا شروع گل‌دهی Days to flowering	تعداد روز تا پایان گل‌دهی Days to the end of flowering	طول دوره گل‌دهی Flowering period	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه‌های فرعی Nnmber of secondary branches	عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار) Pod yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg ha^{-1})	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Grain number per pod	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100- grain weight (g)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1												
2	0.63**	1											
3	0.56*	0.98**	1										
4	0.60**	0.99**	0.99**	1									
5	0.69**	0.90**	0.91**	0.91**	1								
6	-0.65**	0.14^{ns}	0.66**	0.76**	0.52*	1							
7	-0.90**	0.91**	0.92**	0.89**	0.52*	0.69**	1						
8	0.71**	0.90**	0.86**	0.88**	0.89**	0.65**	0.71**	1					
9	-0.71**	0.82**	0.83**	0.83**	0.95**	0.58*	0.97**	0.82**	1				
10	-0.71**	0.87**	0.87**	0.87**	0.90**	0.39^{ns}	0.81**	0.90**	0.82**	1			
11	-0.71**	0.89**	0.90**	0.90**	0.99**	0.65**	0.77**	0.89**	0.95**	0.92**	1		
12	0.11^{ns}	-0.21^{ns}	-0.16^{ns}	-0.18^{ns}	0.10^{ns}	-0.64**	0.40^{ns}	-0.07^{ns}	0.15^{ns}	0.08^{ns}	0.13^{ns}	1	
13	-0.67**	-0.71**	-0.74**	0.73**	-0.92**	-0.72**	0.69**	0.77**	0.91**	0.85**	-0.94**	0.45^{ns}	1

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: non significant, significant at 5 and 1 probability level, respectively.

عملکرد دانه: در این آزمایش، بروز تنش خشکی عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح را کاهش داد و اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی با غلظت ۲۰ درصد حجمی اتانول بیش‌ترین عملکرد دانه (۳۲۷۵ کیلوگرم در هکتار) بادام زمینی را تولید کرد (جدول ۳). به‌علاوه، عملکرد دانه همبستگی مثبت با صفاتی از قبیل تعداد روز تا پایان گل‌دهی (**0.82 =r)، طول دوره گل‌دهی (**r=0.83)، تعداد روز تا رسیدگی (**r=0.83)، ارتفاع بوته (*0.950 =r)، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته (*0.58 =r)، تعداد غلاف در بوته (**0.95 =r)، وزن ۱۰۰ دانه (**0.91 =r)، عملکرد زیست‌توده (**0.82 =r) و عملکرد غلاف (**0.97 =r) داشت (جدول ٤). پژوهش‌گران در مطالعه مشابه‌ای دریافتند که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد بادام زمینی (۵) و سویا (۲۲) شد و محلول‌پاشی متانول عملکرد بادام زمینی را بهبود بخشید (۱۲، ۱۳). کاهش عملکرد دانه بادام زمینی در مواجهه با تنش خشکی می‌تواند ناشی از بسته شدن روزنه‌ها، کاهش تبادل دی‌اکسیدکربن، کاهش فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه باشد. در چنین شرایطی، کاربرد اتانول تا غلظت ۲۰ درصد حجمی سبب افزایش نسبی و سپس موجب کاهش نسبی عملکرد دانه شد که می‌تواند ناشی از سمیت الکل اتانول برای گیاه زراعی در سطوح بالاتر باشد. نتایج بیانگر آن است که کابرد برگی اتانول تحت شرایط تنش خشکی از طریق افزایش طول مراحل نموی گیاه، زیست‌توده گیاهی به‌عنوان منابع فتوسنتزی و بهبود ظرفیت مخازن فیزیولوژیک (عملکرد غلاف) موجب ارتقای نسبی عملکرد دانه در هکتار می‌شود.

شاخص برداشت دانه: بالاترین شاخص برداشت دانه (٤١/٥١ ٪) بادام زمینی در واکنش به اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی به‌دست آمد (جدول ۳) و همبستگی شاخص برداشت دانه با عملکرد زیست‌توده (**0.90 =r) و عملکرد دانه (**0.82 =r) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ٤). پژوهش‌گران گزارش کردند که تنش خشکی سبب کاهش شاخص برداشت در ارقام مختلف سویا (۲۲) و بادام زمینی (۲۱) شد. نتایج نشان داد که استفاده از اتانول سبب بهبود شاخص برداشت دانه بادام زمینی شد که بیان‌گر افزایش رشد زایشی در مقایسه با رشد رویشی بادام زمینی در واکنش به کاربرد برگی اتانول است. شایان ذکر است که شاخص برداشت در بادام زمینی نسبت به گیاهان دیگر کم‌تر است و به‌نژادی بادام زمینی در راستای افزایش شاخص برداشت دانه در آینده می‌تواند راه‌کار مناسبی برای ارتقای عملکرد دانه در واحد سطح باشد. با این توصیف، در این آزمایش، حداکثر شاخص برداشت دانه با حداکثر عملکرد دانه همراه نبود و نشان داد که صرف بالا بودن شاخص برداشت دانه نمی‌تواند دستیابی به حداکثر عملکرد دانه را تضمین نماید. بدین ترتیب، شاخص برداشت دانه تنها زمانی می‌تواند منجر به تولید حداکثر محصول شود که عملکرد زیست‌توده به موازات عملکرد دانه افزایش پیدا کند.

تعداد غلاف در بوته: اثر برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی اتانول بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) و آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌علاوه محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی اتانول بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته (٤٩/٢٦ عدد) بادام زمینی را نشان داد و تنش خشکی به‌طور معنی‌داری تعداد غلاف در بوته را کاهش داد (جدول ۳). گزارش شده است که تنش خشکی تعداد غلاف در بوته بادام زمینی را کاهش (٤) و محلول‌پاشی با متانول تعداد غلاف در

بوته بادام زمینی را افزایش داد (۱۳). همبستگی تعداد غلاف در بوته بادام زمینی با عملکرد غلاف (r= 0.77**)، عملکرد زیست‌توده (r= 0.89**) و عملکرد دانه (r= 0.95**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ٤). کاربرد اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی بسته به شدت تنش خشکی، سبب افزایش و سپس موجب کاهش نسبی تعداد غلاف در بوته شد. از نتایج چنین استنباط می‌شود که محلول‌پاشی اتانول از طریق افزایش فراهمی CO_2، بهبود رشد زایشی گیاه و تبدیل تعداد بیش‌تری از گل‌ها به غلاف بالغ موجب افزایش نسبی تعداد غلاف در بوته می‌شود که یکی از شاخص‌های مهم افزایش عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح محسوب می‌شود.

تعداد دانه غلاف: بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۱/٦۷ و ۰/۹٦ عدد) بادام زمینی تحت اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و به ترتیب در پاسخ به محلول‌پاشی اتانول با غلظت‌های ۲۰ و ۱۰ درصد حجمی به‌دست آمد (جدول ۳) که با نتایج گزارش شده در زمینه کلزا (۵) و لوبیا (۲٤) مشابه بود. پژوهش‌گران دیگری نشان داد که محلول‌پاشی متانول سبب افزایش تعداد دانه در غلاف بادام زمینی (۱۲، ۱۳) و سویا (۱٤) شد. نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش تعداد دانه در غلاف بادام زمینی شد و کاربرد اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی سبب بهبود نسبی تعداد دانه در غلاف بادام زمینی شد. با این توصیف، همبستگی معنی‌دار بین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه وجود نداشت (جدول ٤).

وزن ۱۰۰ دانه: در این آزمایش، بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه (۵۳/٤۵ گرم) بادام زمینی به اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و کاربرد برگی اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی اختصاص داشت و اثر برهم‌کنش آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محلول‌پاشی اتانول با غلظت ۱۰ درصد حجمی کم‌ترین وزن ۱۰۰ دانه (۲۳/۱۰ گرم) بادام زمینی را نشان داد (جدول ۳). پژوهش‌گران دیگری دریافتند که وزن ۱۰۰ دانه بادام زمینی (٤)، کلزا (۲۲، ۲۳) و لوبیا (۲٤) در واکنش به تنش خشکی کاهش پیدا کرد و محلول‌پاشی متانول اثر مثبت بر وزن ۱۰۰ دانه بادام زمینی داشت (۱۲). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن ۱۰۰ دانه بادام زمینی با عملکرد دانه (r= 0.91**) به‌دست آمد (جدول ٤). به‌طورکلی، نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش خشکی کاربرد برگی الکل اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی سبب بهبود اجزای عملکرد دانه و افزایش غلظت مصرف اتانول از ۲۰ تا ۳۰ درصد حجمی سبب افت صفات زراعی در بادام زمینی شد. از نتایج این آزمایش، چنین استنباط می‌شود که تنش خشکی احتمالا از طریق کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و نقصان انتقال مواد پرورده به دانه سبب کاهش وزن ۱۰۰ دانه بادام زمینی می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج نشان داد که تمامی صفات اندازه گیری شده در بادام زمینی در پاسخ به تنش خشکی کاهش پیدا کرد و محلول‌پاشی الکل اتانول در هر دو شرایط آبیاری و بروز تنش خشکی سبب بهبود نسبی رشد گیاه و ارتقای نسبی عملکرد دانه بادام زمینی شد. بر اساس یافته‌های این آزمایش، کاربرد برگی اتانول با غلظت ۲۰ درصد حجمی برای بهبود عملکرد دانه بادام زمینی تحت هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری در منطقه و شرایط اقلیمی مشابه قابل توصیه است.

References

1. Jabereldar, A.A., El Naim, A. M., Abdalla, A.A. and Dagash, Y.M. 2017. Effect of water stress on yield and water use efficiency of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in semi-arid environment. Int. J. Agric. Forest. 7: 1. 1-6.
2. Karimi, R., Hadi, H. and Tajbakhsh Shishavan, M. 2016. Exploring the possibility of reducing deficit water stress damage on yield of forage sorghum by foliar application of salicylic acid and zinc sulphate. J. Crop Improv. 18:2. 507-520. (In Persian)
3. Ghanbari, A.A., Mousavi, S. H., Mousapour Gorgi, A. and Rao, I.M. 2013. Effects of water stress on leaves and seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Turk. J. Field Crops. 181: 73–77.
4. Aydinsakir, k., Nazmi, D., Dursun B., Ruhi B. and Ramazan T. 2016. Assessment of different irrigation levels on peanut crop yield and quality components under Mediterranean conditions. J. Irri. Drain. Engin. 142: 9. https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001062
5. Ratnakumar, P. and Vadez, V. 2011. Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes tolerant to intermittent drought maintain a high harvest index and have small leaf canopy under stress. Func. Plant Biol. 38: 12. 1016-1023.
6. Sehga, A., Kumari, S., Kadambot, H.M., Siddique, R.K., Sailaja, B., Rajeev, K. V., Bindumadhava H., Ramakrishnan M. Nair, P. V. V. P. and Harsh, N. 2018. Drought or/and heat-stress effects on seed filling in food crops: Impacts on functional biochemistry, seed yields and nutritional quality. Fron. Plant Sci. 27: https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01705.
7. Hussain, H. A., Men, S., Hussain, S., Chen, Y., Ali, S., Zhang. S., Zhang, K., Li, Y., Xu, Q., Liao. C. and 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.
8. Movahhedi Dehnavi, M., Niknam, N., Behzadi, Y., Mohtashami, R. and Bagheri, R. 2017. Comparison of physiological responses of linseed (*Linum usitatissimum* L.) to drought and salt stress and salicylic acid foliar application. Ir. J. Plant Biol. 9: 3. 39-62. (In Persian)
9. Ganjeali, A. 2012. Effects of foliar application of methanol on growth and root characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Eur. J. Experim. Biol. 2: 1697-1702.
10. Shyamalee, K., Rajapaksha1, R. G. A. S. and Rathnasekara N. 2019. Effects of foliar application of beer (ethanol) on the growth, flowering and fruit setting of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) Plants. Int. J. Res. 6: 1. 501-505.
11. Nourafcan, H. and Kalantar, Z. 2017. The effect of methanol and ethanol foliar application on peppermint morpho-physiological characteristics. Agroeco. J. 12: 4. 1-9. (In Persian)
12. Moradi Tochaee, M., Sayfzadeh, S., Zakerin, H. R. and Valadabadi, S. A. 2017. Study the effect of methanol and ascorbic acid foliar application on yield and physiological traits related to water relationships under rainfed condition. Ir. J. Plant Ecophysiol. 11: 229-242. (In Persian)
13. Babaei, F., Heydari shrifabad, H., Safarzadeh Vishekaei, M.N., Normohammadi, G. and Majidi Harvan, I. 2014. Effect of foliar application of methanol and ascorbic acid on physiological characteristics and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Adva. Environ. Biol. 8: 16. 280-285.
14. Dawood, M.G., El-Lethy, S.R. and Sadak, M.S. 2013. Role of methanol and yeast in improving growth, yield, nutritive value and antioxidants of soybean. World Applied Sci. J. 26: 1. 6-14.
15. Ardalani, H., Hadipanah, A. and Pourrezvani, S.M. 2014. Foliar Application Gibberellic acid and ethanol on flower yield and phenolic compositions in marigold (*Callendula officinalis* L.). Elect. J. Biol. 10: 3. 73-78.

16. Samadimatin, A. and Hani, A. 2017. Effect of ethanol and humic acid foliar spraying on morphological traits, photosynthetic pigments and quality and quantity of essential oil content of Dracocephalum moldavica L.. Ir. J. Plant Physiol. 8:1. 2299-2306. (In Persian)
17. Khalili, M., Naghavi, M.R. and Pour-Aboughadareh, A. 2015. Evaluation of grain yield and some of agro-morphological characters in spring Safflowers genotypes under irrigated and rainfed conditions. Ir. J. Crop Breed. 7: 139-148. (In Persian)
18. Kaba, J. S., Ofori, K. and Kumaga, F. K. 2014. Inter-relationships of yield and components of yield at different stages of maturity in three groundnuts (*Arachis hypogea* L.) varieties. Int. J. Life Sci. Res. 2: 1. 43-48.
19. Ramroudi, M. and Khamr, A. R. 2013. Interaction effects of salicylic acid spraying and different irrigation levels on some quantity and quality traits, and osmoregulators in basil (Ocimum *basilicum*). J. Applied Res. Plant Ecophysiol. 1: 1. 19-31. (In Persian)
20. Youssefi, A., Nshanian, A. and Azizi, M., 2011. Evaluation of influences of drought stress in terminal growth duration on yield and yield components of different spring Brassica oilseed species. Amer-Eur. J. Agri. Environ. Sci. 11: 406-410.
21. Hamidou, F., Halilou, O. and Vadez, V. 2012. Assessment of groundnut under combined heat and drought stress. International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Greater Hyderabad 502 324, Andhra Pradesh, India. https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2012.00518.x.
22. Masoumi, H., Masoumi, M., Darvishi, F., Daneshian, J., Nourmohammadi, G. and Habibi, D. 2010. Change in several antioxidant enzymes activity and seed yield by water deficit stress in soybean (*Glycine max* L.) cultivars. Notulae Botan. Horti Agrobo. Cluj-Napoca. 38: 3. 86-94.
23. Fayaz, F., Naderi Darbaghshahi, M. and Shirani Rad, A. H. 2007. Evaluation of drought stress effects on yield and yield components of advanced rapeseed varieties at Esfahan region. Ir. J. New Find. Agri. 1: 177-189. (In Persian)
24. Sabokdast, M., Dashtaki, M., Sasani, Y. and Rezaizadeh, A. 2017. Effect of drought stress on some agronomic characteristics, grain yield and its components in bean genotypes, Ir. J. Field Crop Sci. 48: 4. 1201-1209. (In Persian)