نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفدهم، شماره ۴(۶۸)، زمستان ۱۴۰۲، صفحه ۴۷۴-۴۶۱

مقاله پژوهشی DOI:

اثر رژیم‌های آبیاری و مقادیر اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمّی و کیفی بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)

سعید مهدوی[۱]، ناصر محمدیان روشن[۲*]، مجید عاشوری[۳]، ابراهیم امیری[۴] و حمیدرضا دورودیان[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر رژیم‌های آبیاری و مقادیر اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمّی و کیفی بادام‌زمینی، آزمایشی در مزرعه یکی از بادام‌کاران شهرستان آستانه‌اشرفیه استان گیلان به‌صورت یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل رژیم آبیاری (دیم و نیاز آبی ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد) به‌عنوان عامل اول (اصلی) و مقادیر اسید هیومیک (بدون کود، ۳، ۶ و ۹ لیتر در هکتار) به عنوان عامل دوم (فرعی) بودند. نتایج پژوهش نشان داد که اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد غلاف و دانه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی و با مصرف اسید هیومیک ۹ لیتر در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۲۵۶۲ و ۲۵۲۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. عملکرد بیولوژیک در شرایط ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب در ۶۷۱۴ و ۶۷۷۲ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین عملکرد بیولوژیک در مقادیر مختلف اسید هیومیک در تیمارهای ۹ لیتر در هکتار به مقدار ۷۴۳۶ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. عملکرد غلاف در تیمار ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب در ۲۴۲۷ و ۲۴۳۵ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین و بیشترین عملکرد غلاف در مقادیر مختلف اسیدهیومیک به‌ترتیب در تیمارهای بدون کود و ۹ لیتر در هکتار با میانگین ۱۴۵۳ و ۲۷۰۶ کیلوگرم در هکتار بودند. تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقدار اسید هیومیک مصرفی ۹ لیتر در هکتار با میانگین ۷۴۵/۵ کیلوگرم در هکتار، نسبت به سایر تیمارها، دارای بیشترین میزان بود. با توجه به نتایج پژوهش می‌توان مقدار مصرف ۹ لیتر اسیدهیومیک در هکتار را با تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی به‌عنوان شرایط مناسب برای منطقه مورد مطالعه پیشنهاد نمود.

واژگان کلیدی: بادام‌زمینی. پروتئین دانه. عملکرد. نیاز آبی.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۴- استاد گروه مهندسی آب، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

نگارنده مسئول nmroshan71@yahoo.com

مقدمه

بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) چهارمین گیاه روغنی در دنیا است که دارای روغن، پروتئین، فیبر و محتوای ویتامین بالایی می‌باشد. از بادام‌زمینی به‌صورت چند منظوره از جمله غذای انسان و دام و تولید سوخت زیستی استفاده می‌شود (Crus *et al*., 2021). بادام‌زمینی گیاهی است که در مناطق نیمه‌گرمسیری و گرمسیری کشت می‌شود و می‌تواند بخشی با ارزش از پروتئین برنامه غذایی را تشکیل دهد (Krishna *et al*., 2015). دانه بادام‌زمینی منبع غنی از روغن خوراکی بوده و حاوی ۳۶ تا ۵۵ درصد روغن، ۱۶ تا ۳۶ درصد پروتئین و ۱۰ تا ۲۰ درصد کربوهیدرات با مقادیر زیاد فسفر، منیزیم، کلسیم، ریبوفلاوین است (Singh *et al*., 2021). حدود دو سوم تولید جهانی بادام‌زمینی برای استخراج روغن به‌کار می‌رود که این نشانگر اهمیت این گیاه به‌عنوان یک گیاه روغنی است (Janila *et al*., 2013).

آب کالایی ارزشمند و غیرقابل جایگزین در توسعه بخش کشاورزی در کشورها است و یکی از مؤلفه‌های مهم در حفظ تعادل و پایداری اکوسیستم و محیط زیست است (Khoshakhlagh *et al*., 2012). یکی از دلایل عمده ناکافی‌بودن تولید محصولات کشاورزی در بسیاری از نقاط دنیا وجود پدیده‌های خشکی و خشک‌سالی ناشی از این تغییرات می‌باشد (Banavath *et al*., 2018). تنش خشکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که بر رشد و عملکرد بادام‌زمینی اثر می‌گذارد. علاوه بر این، کاهش جذب آب از ریشهٔ گیاه، کاهش تعرق، هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز و همچنین بهم خوردن موازنهٔ هورمونی را در گیاه باعث می‌شود (Janila *et al*., 2013). تنش طولانی مدت بر همه فرآیندهای متابولیک گیاه اثر می‌گذارد و در نتیجه، اغلب کاهش تولید غلاف در بادام‌زمینی را موجب می‌شود (El-Boraie *et al*., 2009). کمبود آب با افت پتانسیل آب منجر به کاهش اندازه و طول عمر برگ در بادام‌زمینی می‌شود (Haro *et al*., 2008). مراحل حساس گیاه بادام‌زمینی شامل مرحله گرده‌افشانی، مرحله شیری شدن دانه و مرحله خمیری است، آبیاری به هنگام و به‌میزان کافی در این مراحل از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد (Wang *et al*., 2015). در طی دوره رشد گیاه، تنش خشکی از همان ابتدا با کاهش سطح برگ و دوام سطح برگ، باعث اختلال در ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی می‌گردد که این امر در نهایت کاهش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در بادام‌زمینی را به‌دنبال خواهد داشت (Banavath *et al*., 2018). در طول دوره رشدی به‌ویژه مرحله گلدهی بادام زمینی باید آب کافی برای رسیدن به عملکرد مناسب، در اختیار گیاه قرار گیرد (Krishna *et al*., 2015). امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به‌دلیل آثار مخرب و مشکلات زیست محیطی آنها رو به کاهش بوده و اخیراً استفاده از اسید هیومیک برای بهبود کمّی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است (Barzegar *et al*., 2018). در بیشتر کشورهای اروپایی با وجودی که میزان ماده‌ی آلی در خاک نسبتاً بالا است، همچنان استقبال از اسید هیومیک بسیار گسترده و روزافزون است (Oveyssi and Ghorchi, 2012). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به‌دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند

(Beheshti *et al.*, 2016). مواد آلی نقش مهمی در حفظ و بهبود ویژگی‌های خاک ایفا می‌کنند و باروری خاک‌های زراعی به شدت با سطح مواد آلی آنها مرتبط است. استفاده از کودهای شیمیایی در درازمدت موجب تخریب برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. بنابراین، به منظور افزایش عملکرد کودهای آلی دارای اهمیت است (Janila *et al.*, 2013). اسید هیومیک نقش مهمی در افزایش و بهبود توانایی گیاهان دارد و موجب افزایش توانایی جذب مواد مغذی از خاک توسط گیاهان می‌شود. رشد قسمت‌هوایی و ریشه گیاه توسط اسیدهومیک تحریک می‌شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر و باعث اثر بخشی سیستم ریشه می‌گردد (Celik *et al.*, 2010). کارکوت و همکاران (Karakurt *et al.*, 2008) اثر اسید هیومیک را در غلظت‌های مختلف بر عملکرد و کیفیت میوهای فلفل به‌صورت تیمار برگی و خاکی بررسی و اعلام کردند اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر طول و قطر میوه‌ها نداشت. میزان قند میوه‌ها با کاربرد اسید هیومیک به هر دو طریق به‌ترتیب ۳۳ و ۱۷ درصد افزایش یافت. همچنین، اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری در محتوی کلروفیل برگ‌ها مؤثر بوده و اثر خود را بر محتوی کلروفیل در برگ‌ها در تیمار برگی ۱۷ درصد و در تیمار خاک ۳۱ درصد داشت.

در گیاه ذرت نشان داده شده است که کاربرد اسیدهومیک سبب افزایش وزن خشک و جذب عناصر غذایی روی، مس، آهن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سایر عناصر غذایی می‌شود (Celik *et al.*, 2010).

هدف از این پژوهش اثر رژیم‌های آبیاری و مقادیر اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمّی و کیفی بادام‌زمینی می باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در استان گیلان و در شهرستان آستانه اشرفیه با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه با ارتفاع ۵ متر پایین‌تر از سطح دریا، در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار بود. عامل اصلی شامل دیم و نیاز آبی ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد و عامل فرعی مقادیر اسید هیومیک شامل بدون کود، ۳، ۶ و ۹ لیتر در هکتار به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. هر واحد آزمایشی دارای ابعاد ۲/۵×۴ متر و دارای ۵ ردیف کشت بود. برای تعیین تیمارهای آبیاری از تخلیه رطوبتی خاک استفاده شد و تأمین کامل نیاز آبی گیاه به‌عنوان تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری و سایر تیمارهای آبیاری به عنوان درصدی از این مقدار در نظر گرفته شدند. مدت زمان و میزان آبیاری در هر مرحله با تعیین عمق ریشه و اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش وزنی در لایه مربوطه محاسبه شد (Najafi Mode, 2006).

داده‌های هواشناسی دوره مورد مطالعه از ایستگاه هواشناسی شهرستان آستانه اشرفیه دریافت شد (جدول۱). بافت خاک محل آزمایش از جنس لومی بود (جدول۲). تاریخ کاشت بادام زمینی در هر دو سال، ۱۵ اردیبهشت‌ماه بود. رقم کشت شده در این تحقیق، از رقم محلی گیل بود. قبل از کشت، بذر در قارچ‌کش کربوکسین تیرام به نسبت دو در هزار ضدعفونی شد و در عمق ۳ سانتی‌متری خاک کشت گردید. طی دوره رشد گیاه و در مرحله داشت شامل مرحله وجین جهت کنترل علف‌های هرز و خاک‌دهی اطراف ریشه انجام پذیرفت. اسیدهیومیک در طی دو مرحله و

در زمان گلدهی و تشکیل غلاف به‌صورت محلول‌پاشی روی بوته انجام شد. روش آبیاری در این تحقیق، آبیاری سطحی بود. برای اندازه‌گیری مقدار آب آبیاری تحویلی به هر واحد آزمایشی از کنتور استفاده شد. پس از رسیدگی محصول، اقدام به اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد شد. در هر کرت پس از حذف دو ردیف کشت از طرفین، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب گردید. سپس غلاف‌ها، برگ‌ها و ساقه‌ها از گیاه جدا و در داخل آون الکتریکی و دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شدند. بعد از خشک شدن، نمونه‌ها به‌وسیله ترازوی دقیق یک صدم توزین گردید. از مجموع غلاف خشک (همراه با دانه)، وزن ساقه خشک و وزن برگ خشک، عملکرد بیولوژیک بر حسب گرم به‌دست آمده و به واحد کیلوگرم در هکتار تبدیل گردید. برای تعیین عملکرد دانه، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، غلاف‌های رسیده برداشت و پوست‌گیری شدند. سپس به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس و در آون الکتریکی خشک شدند (Maleki *et al*., 2016). در انتها، عملکرد دانه در هر کرت با استفاده از ترازوی با دقت یک صدم گرم محاسبه گردید. شاخص برداشت در هر پلات، از تقسیم وزن کل دانه خشک بر عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد. جهت تعیین تعداد غلاف در هر گیاه، ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شد، سپس تعداد غلاف‌های سالم، از گیاه جدا و مورد شمارش قرار گرفتند. جهت تعیین تعداد دانه در هر گیاه، ۱۲ گیاه به طور تصادفی انتخاب و سپس تعداد غلاف‌های سالم، از گیاه جدا و دانه‌های داخل آنها مورد شمارش قرار گرفتند. برای تعیین وزن صددانه، ۲۰۰ گرم غلاف خشک به عنوان نمونه انتخاب شدند. پس از آن، دانه‌های حاصله تا رسیدن به وزن خشک ثابت در آون الکتریکی و در دمای ۶۰ درجه سلسیوس نگه داشته شدند. آنگاه تعداد ۱۰۰ عدد دانه به‌طور تصادفی انتخاب و با ترازوی دارای دقت یک صدم گرم توزین و وزن صددانه تعیین گردید (Maleki *et al*., 2016). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال ۵ درصد) با نرم‌افزار MSTATC انجام شد. ترسیم شکل‌ها با نرم‌افزار EXCEL انجام گردید.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سال بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود. اثر ساده آبیاری، اثر ساده اسید هیومیک و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و با مصرف اسید هیومیک ۹ لیتر در هکتار به ترتیب با میانگین ۹۷۵۰ و ۹۵۶۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک در تیمار بدون آبیاری و بدون مصرف اسید هیومیک به مقدار ۲۴۵۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول۴). آرونیانارک و همکاران (Arunyanark *et al*., 2008) در تحقیقی، شرایط مختلف آبیاری را در بادام‌زمینی به مدت دو سال بررسی و گزارش نمودند که در شرایط آبیاری کامل مقدار عملکرد بیولوژیک ۳۴ تا ۶۷ درصد بیشتر از شرایط تنش آبیاری بود. سونگ‌سری و همکاران (Songsri *et al*., 2009) ارقام بادام‌زمینی را در شرایط تنش و آبیاری مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که مقدار عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش ۳۴ درصد کمتر از شرایط آبیاری کامل بود. مصرف اسید هیومیک

باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده و اگر گیاه زراعی در شرایط تنش آبی قرار گیرد، مصرف اسید هیومیک، از کاهش عملکرد جلوگیری می‌کند. از این‌رو در محلول‌پاشی اسید هیومیک، بهبود تحرک و جذب عناصر غذایی و افزایش رشد مشاهده می‌شود (Celik *et al.*, 2010). اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و جذب بهتر آب و مواد غذایی، موجب عملکرد بیولوژیک می‌شوند (Davoodifard *et al.*, 2012) و با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر در گیاه، گلدهی را افزایش داده و انتقال مواد فتوسنتزی را بیشتر می‌کند.

عملکرد غلاف: جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر عملکرد غلاف در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد غلاف در تیمار آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی و با مصرف اسید هیومیک ۹ لیتر در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۳۴۰۷ و ۳۴۱۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کمترین مقدار عملکرد غلاف در تیمار بدون آبیاری و بدون مصرف اسید هیومیک به مقدار ۷۱۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). اسید هیومیک با تأمین مواد غذایی در گیاه و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، سبب رشد غلاف در بادام‌زمینی می‌شود. سونگسری و همکاران (Songsri *et al.*, 2009)، دریافتند که در بادام زمینی اگر خشکی در زمان گلدهی رخ دهد، عملکرد غلاف بیش از ۵۰ درصد کاهش یافته و همچنین طول دوره پر شدن دانه را، دوره بحرانی نیاز آبی معرفی کرده‌اند. ووراسوت و همکاران (Vorasoot *et al.*, 2004) نیز در پژوهشی نشان دادند که کمبود رطوبت باعث کاهش ۲۵ درصدی عملکرد غلاف در بادام‌زمینی می‌شود.

عملکرد دانه: طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثرات متقابل آبیاری و اسید هیومیک روی عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول۳). بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی و با مصرف اسید هیومیک ۹ لیتر در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۲۵۶۲ و ۲۵۲۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کمترین مقدار عملکرد دانه در تیمار بدون آبیاری و بدون مصرف اسید هیومیک به مقدار ۵۵۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). محدودیت آب و ایجاد تنش خشکی سبب کاهش توسعه برگ و به دنبال آن کاهش عملکرد دانه می‌گردد. تنش‌خشکی منجر به کاهش شدید در عملکرد می‌شود و شدت این کاهش به رقم مورد استفاده وابسته است (Wang *et al.*, 2015). بونتانگ و همکاران (Boontang *et al.*, 2010) تأثیر آبیاری متناوب با دورهای روزانه، دو و سه روز یک‌بار در بادام‌زمینی بررسی و اظهار داشتند که مقدار عملکرد بادام‌زمینی در شرایط آبیاری هر روز، بیشترین افزایش عملکرد را داشت. با افزایش مقدار اسیدهیومیک، عملکرد دانه بادام زمینی به‌عنوان تابعی از عملکرد ماده خشک کل، افزایش یافت. استفاده از اسید هیومیک موجب افزایش عناصر غذایی و تحمل در برابر تنش کم آبی می‌شود (Abdzad Gohari and Sadeghipour, 2019). در تحقیقات مختلف کاربرد اسید هیومیک افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک آفتابگردان (*Helianthus annuus*)، ارتفاع، شاخه فرعی، عملکرد دانه و درصد روغن دانه شلغم روغنی (*Brassica napus* L.) و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص

برداشت بادام‌زمینی را در پی داشت (Tadayyon and Beheshti, 2016).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اسیدهیومیک و اثر متقابل آبیاری و اسیدهیومیک در سطح احتمال پنج درصد بر شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول۳). بیشترین شاخص برداشت در تیمارهای ۸۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۳ لیتر در هکتار اسید هیومیک با میانگین ۰/۳۲ مشاهده شد (جدول۴). لامب و همکاران (Lamb *et al.*, 2017) بیان داشتند که فرآیندهای رویشی و زایشی گیاه تحت تأثیر مدیریت‌های رطوبتی، متفاوت بوده و شاخص برداشت در وضعیت‌های مختلف رطوبتی از ثبات زیادی برخوردار نمی‌باشد و حساسیت زیست‌توده کل گیاه و عملکرد دانه در مقایسه با شاخص برداشت به تنش آب، بیشتر است. در تحقیقی سونگ‌سری و همکاران (Songsri *et al.*, 2009) نشان دادند که تنش خشکی منجر به کاهش شاخص برداشت ارقام مختلف بادام‌زمینی می‌شود.

تعداد غلاف در بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر تعداد غلاف در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۹ لیتر در هکتار اسید هیومیک به ترتیب با میانگین ۶۷۹ و ۶۴۹ عدد مشاهده شد (جدول ۴). ووراسوت و همکاران (Vorasoot *et al.*, 2004) ارقام بادام‌زمینی را در شرایط تنش آبی و بدون تنش مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد غلاف در بوته، در تمام ارقام در شرایط بدون تنش بیشتر بود. در مراحل رشدی بادام‌زمینی در مرحله رشد و توسعه غلاف‌ها، وجود رطوبت در منطقه رشد و توسعه غلاف‌ها ضروری است و حتی وجود رطوبت در منطقه ریشه کمبود رطوبت در منطقه توسعه غلاف‌ها را جبران نمی‌کند (Banavath *et al.*, 2018). اسید هیومیک با پیوند با مولکول‌های آب، تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردند. مولکول‌های اسیدهیومیک که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند در اثر ایجاد پیوند با مولکول‌های آب، تعرق گیاه را کاهش داده و به حفظ آب در گیاه کمک می‌کند (Barzegar *et al.*, 2018).

تعداد دانه در بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل آبیاری و اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول۳). بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی و با مصرف اسید هیومیک ۹ لیتر در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۱۱۴ و ۱۱۳ عدد به‌دست آمد و کمترین تعداد دانه در بوته در تیمار بدون آبیاری و بدون مصرف اسید هیومیک به مقدار ۲۶ عدد بود (جدول ۴). اسید هیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه بامیه (*Abelmoschus esculentus*) تأثیر مثبتی بر تعداد دانه در بوته و کیفیت محصول دارد (Barzegar *et al.*, 2018). اسیدهیومیک می‌تواند فتوسنتز را تقویت کرده و سبب بهبود رشد و نمو به‌ویژه زمانی که قبل از افزایش تنش مصرف گردد شده و تأثیر بسزایی در افزایش تعداد دانه در بوته دارد (Banavath *et al.*, 2018). پژوهش‌های جانیلا و همکاران (Janila *et al.*, 2013) حاکی از کاهش تعداد دانه در بوته با افزایش تنش رطوبتی بود. کریشنا و همکاران (Krishna *et al.*, 2015) نشان دادند که بیشترین میزان تعداد دانه در بوته در شرایط آبیاری کامل به تعداد ۸۵ عدد بود.

وزن صد دانه: جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده آبیاری و اثر ساده اسید هیومیک بر وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر وزن صد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین وزن صد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقادیر ۳ و ۶ لیتر اسید هیومیک در هکتار به‌ترتیب ۶۸/۹ و ۵۵/۸ گرم بود (جدول۴). در تحقیقی ووراسوت و همکاران (Vorasoot *et al.*, 2004) ارقام بادام‌زمینی را مورد ارزیابی قرار داده و مشاهده نمودند که در حالت تنش (۲۵ درصد رطوبت در دسترس خاک)، وزن صددانه نسبت به شرایط بدون تنش (ظرفیت زراعی خاک) با کاهش ۳۵ درصدی همراه می‌باشد. باناواس و همکاران (Banavath *et al.*, 2018) نشان دادند که تنش آبی باعث کاهش ۶۰ درصدی وزن صد دانه می‌شود.

ارتفاع بوته: طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده آبیاری و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد و اثر ساده اسید هیومیک در سطح احتمال پنج درصد روی ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول۳). حداکثر ارتفاع‌بوته در اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک، در ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تیمار ۳ لیتر در هکتار اسید هیومیک، با میانگین ۷۸/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول۴). مقادیر بسیار کم از اسید هیومیک اثرات زیادی در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به علت وجود ترکیبات هورمونی اثرات زیادی در افزایش ارتفاع بوته ذرت و تولید محصول نشان داده است (Celik *et al.*, 2010).

روغن دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده آبیاری، اثر ساده اسید هیومیک و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر درصد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). بیشترین مقدار درصد روغن دانه در تیمارهای ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقدار صفر، ۳ و ۶ لیتر در هکتار اسیدهیومیک به‌ترتیب با میانگین ۴۷/۸، ۴۸ و ۴۶/۴ درصد حاصل شد (جدول ۴). بنابراین با بهینه‌سازی مصرف اسیدهیومیک در بادام‌زمینی می‌توان درصد روغن دانه بادام‌زمینی را ارتقا داد. با کاربرد اسید هیومیک، ظرفیت فتوسنتزی گیاه و انرژی لازم برای سنتز روغن افزایش می‌یابد و به تبع آن درصد روغن دانه بادام‌زمینی افزایش پیدا می‌کند.

عملکرد روغن: طبق جدول تجزیه واریانس اثر ساده آبیاری بر عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر عملکرد روغن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقدار اسید هیومیک مصرفی ۹ لیتر در هکتار با میانگین ۷۴۵/۵ کیلوگرم در هکتار، نسبت به سایر تیمارها، دارای بیشترین میزان بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره رشد و رشد رویشی بادام‌زمینی، سنتز روغن کاهش پیدا می‌کند. به‌علاوه، نتایج نشان داد که عملکرد روغن دانه بادام‌زمینی بیشتر تابع عملکرد دانه می‌باشد و افزایش عملکرد دانه، روش مطمئن‌تری برای دست‌یابی به بالاترین عملکرد روغن می‌باشد. با افزایش مواد هیومیکی، درصد روغن کاهش یافت، ولی این کاهش منجر به کاهش عملکرد روغن نشد. کاربرد مواد هیومیکی بیشتر، برای دست‌یابی به عملکرد اقتصادی بالاتر مانعی ندارد و این به دلیل کاهش برخی مواد غذایی و در نتیجه افزایش درصد روغن، کاهش در عملکرد را نمی‌تواند جبران کند. عملکرد روغن با افزایش ۶۳ و ۵۳

درصدی به‌ترتیب با کاربرد ۶ لیتر اسید هیومیک نسبت به کاربرد ۱ لیتر در هکتار در گیاه دان‌سیاه (*Guizotia abyssinica* L.) مشاهده شد (Tadayyon and Beheshti, 2016).

درصد پروتئین دانه: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثرات متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقدار اسید هیومیک مصرفی ۳ لیتر در هکتار با میانگین ۲۰/۴ درصد، نسبت به سایر تیمارها، دارای بیشترین میزان بود و تیمار شاهد بدون آبیاری و بدون مصرف اسید هیومیک به‌میزان ۱۱ درصد دارای کمترین مقدار بود (جدول ۴). با افزایش مقدار آبیاری، محتوای پروتئین دانه بادام‌زمینی افزایش پیدا کرد، اما آبیاری بیش از نیاز آبی موجب کاهش درصد پروتئین دانه گردید. بادام‌زمینی در شرایط کم آبی، در دوره پر شدن دانه با مشکل مواجه می‌شود. لذا چنین استنباط می‌شود که افزایش آب مصرفی محتوای دانه در بادام‌زمینی را کاهش می‌دهد و بدین ترتیب درصد پروتئین دانه افت پیدا می‌کند. بیشترین میزان پروتئین دان‌سیاه در تیمار کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک با ۳۱ درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده شد (Tadayyon and Beheshti, 2016).

عملکرد پروتئین دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر عملکرد پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). طبق جدول مقایسه میانگین، عملکرد پروتئین دانه تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقدار اسید هیومیک مصرفی ۳ لیتر در هکتار با میانگین ۳۶۱/۶ کیلوگرم در هکتار، نسبت به سایر تیمارها، دارای بیشترین میزان بود و تیمار شاهد بدون آبیاری و بدون مصرف اسید هیومیک به‌میزان ۱۸۳/۶ دارای کمترین مقدار بود (جدول ۴). با تأخیر در مراحل رشد و رسیدگی گیاه، عملکرد پروتئین بادام‌زمینی کاهش پیدا می‌کند. عملکرد پروتئین دانه بادام زمینی در واحد سطح وابستگی بالایی به عملکرد دانه داشت و افزایش عملکرد دانه در واحد سطح با افزایش درصد پروتئین دانه می‌تواند دست‌یابی به سطوح بالاتر عملکرد پروتئین در واحد سطح را تضمین کند. در آزمایشی پروتئین دانه بادام‌زمینی تحت شرایط بدون آبیاری و آبیاری در مرحله ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و مصرف ماده کندکننده رشد قرار نگرفت و تیمارها تأثیری روی پروتئین دانه نداشتند (Doroudian, 2010).

درصد فسفر و نیتروژن دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر درصد فسفر و نیتروژن دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین درصد فسفر دانه در تیمارهای ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و بدون اسید هیومیک و مصرف ۳ و ۶ اسید هیومیک به‌ترتیب با میانگین ۰/۳۲، ۰۱/۳۳ و ۰/۳۲ درصد نسبت به سایر تیمارها، حاصل شد (جدول ۴).

درصد نیتروژن دانه در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و مقدار اسید هیومیک مصرفی ۳ لیتر در هکتار با میانگین ۳/۴۵ درصد، نسبت به سایر تیمارها، دارای بیشترین میزان بود و تیمار شاهد بدون آبیاری و بدون مصرف اسید هیومیک به‌میزان ۱/۸۹ درصد دارای کمترین مقدار بود (جدول ۴). با افزایش تعداد دانه در غلاف، سهم هر دانه از نیتروژن قابل جذب گیاه کاهش و به تبع آن محتوای نیتروژن دانه گلرنگ کاهش پیدا می‌کند. با این توصیف، به نظر می‌رسد که هر عاملی که سبب بهبود شرایط برای افزایش سنتز روغن دانه

گردد، می‌تواند محتوای نیتروژن دانه و عملکرد پروتئین را ارتقاء بخشد (Rastgo *et al*., 2014). به علاوه، نتایج نشان داد که بین میزان نیتروژن و فسفر دانه بادام‌زمینی رابطه معکوس وجود دارد و با افزایش محتوای نیتروژن، میزان فسفر دانه بادام‌زمینی کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده افزایش شدت تنش آبی باعث کاهش صفات مورد بررسی شد و اگرچه تنش کم آبی باعث کاهش عملکرد دانه شد، اما محلول‌پاشی اسید هیومیک توانست اثرات منفی آن را کاهش دهد. اسیدهیومیک با بهبود عناصر غذایی و توسعه بخش‌های رویشی و زایشی، سبب افزایش گل گردید و تأثیر مثبت معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته داشت. با افزایش اسید هیومیک تا ۹ لیتر در هکتار، می‌توان از کاهش عملکرد و اجزای عملکرد جلوگیری نمود و از این ماده آلی برای مقابله با تنش استفاده نمود. به‌طورکلی و با توجه به نتایج، آبیاری با ۸۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۹ لیتر اسید هیومیک در هکتار به‌عنوان تیمار مناسب به کشاورزان منطقه توصیه می‌گردد.

جدول ۱- میانگین پارامترهای هواشناسی منطقه مورد آزمایش در طول دوره رشد

Table 1- Mean meteorological parameters of the tested area during the growth period

شهریور September		مرداد August		تیر July		خرداد June		
۱۳۹۸ (2019)	۱۳۹۷ (2018)	۱۳۹۸ (2019)	۱۳۹۷ (2018)	۱۳۹۸ (2019)	۱۳۹۷ (2018)	۱۳۹۸ (2019)	۱۳۹۷ (2018)	
58	23.7	0	0	12.2	30.7	10.9	11.3	بارندگی perception (mm)
75	64.5	77	57.2	69.1	62	64.2	58.9	متوسط‌رطوبت‌نسبی Average relative humidity (%)
3.1	2.5	2.8	2.7	2.3	3.3	2.5	2.6	سرعت باد Wind speed (m/s)
26.2	28.6	28.2	30.8	32	29	29.1	28.1	حداکثر دما Min of temperature (ºC)
18.8	19.4	20	22	20	21	18.7	19.3	حداقل دما Min of temperature (ºC)

جدول۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 2- Physico-chemichal characteristics of the soil

شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	پتاسیم Potassium ($mg.kg^{-1}$)	فسفر Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل Total Nitrogen (%)	کربن آلی Organic Carbon (%)	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity ($dS.m^{-1}$)	عمق نمونه برداری Sampling Depth(cm)
47	32	21	181	6.17	0.33	0.65	0.646	0-30
48	32	20	176	3.18	0.23	0.67	0.652	30-60

جدول۳- تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده در شرایط آبیاری و مقادیر مختلف اسید هیومیک در بادام‌زمینی

Table 3 - Combined analysis of variance of measured traits under irrigation conditions and different amounts of humic acid in peanut

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	عملکرد غلاف Pod Yield	عملکرد دانه Seed Yield	شاخص برداشت Harvest Index	غلاف در بوته Pod Number in shrub	تعداد دانه در بوته Seed number in shrub	وزن صددانه 100-weight seed
سال (Year)	1	689068.351	56618.995	35654.882	0.003	29.371	64.846	110.296
بلوک در سال R(Y)	4	7074935.475	224450.808	1182175.419	0.017	903.789	3055.623	3575.592
آبیاری (Irrigation)	3	68968265.330**	348842.308*	5755370.949**	0.010	3815.880**	11200.56**	3699.142**
سال×آبیاری (Y×I)	3	570011.797	72238.822	48784.357	0.002	30.605	82.78	68.873
خطای۱ ($Error_1$)	12	2569413.544	299986.902	260388.764	0.005	67.146	242.964	92.660
اسیدهیومیک (Humic Acid)	3	49449160.26**	912522.956**	3782162.994**	0.006**	2153.63**	8290.342**	209.842**
سال×اسیدهیومیک (Y× HA)	3	3616.6	1624.36	636.473	0.0001	0.321	0.547	0.304
آبیاری×اسیدهیومیک (I×HA)	9	4687459.376**	396817.575**	171122.953**	0.006**	158.903**	525.370**	116.441**
سال×آبیاری×اسیدهیومیک (Y×I×HA)	9	31884.365	4796.752	3223.602	0.001	1.517	5.42	0.304
خطای۲ $Error_2$	48	1389822.726	367452.34	208997.801	0.002	126.414	424.932	46.454
ضریب تغییرات C.V. (%)		2.36	3.15	3.57	8.14	7.32	3.38	2.24

** , * به ترتیب فاقد تفاوت معنی دار ، معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

*, ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

ادامه جدول۳-

Table 3- Continued

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	روغن دانه Seed oil	عملکرد روغن Seed oil yield	پروتئین دانه Seed protein	عملکرد پروتئین دانه Seed protein yield	فسفردانه Seed phosphorus	نیتروژن دانه Seed nitrogen
سال (Year)	1	88.743	68.513	1874.482	8.760	2535.870	0.003	0.252
بلوک در سال R(Y)	4	498.618	199.445	4173.516	44.135	13846.676	0.009	1.252
آبیاری (Irrigation)	3	3722.467**	884.950**	1893.652**	258.52**	83939.795**	0.0041	7.184**
سال×آبیاری (Y×I)	3	58.377	35.138	7919.606	5.718	1680.4	0.002	0.166
خطای۱ ($Error_1$)	12	61.679	34.297	8299.703	12.234	4539.657	0.002	0.337
اسیدهیومیک (Humic Acid)	3	189.132**	1.623**	3871.577**	0.449	304.250**	0.0001	0.011**
سال×اسیدهیومیک (Y× HA)	3	0.144	0.79	15.704	0.10	1.657	0.0001	0.0001
آبیاری×اسیدهیومیک (I×HA)	9	167.834**	44.153**	14516.8**	13.363**	4560.277**	0.002**	0.374**
سال×آبیاری×اسیدهیومیک (Y×I×HA)	9	0.612	0.204	132.734	0.77	28.677	0.0001	0.002
خطای۲ $Error_2$	48	54.563	22.648	8186.547	8.768	3269.986	0.001	0.241
ضریب تغییرات C.V. (%)		3.34	11.94	14.82	18.35	20.64	12.74	17.89

** , * به ترتیب فاقد تفاوت معنی دار ، معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

*, ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively

جدول۴- اثر متقابل صفات اندازه‌گیری شده در شرایط آبیاری و مقادیر مختلف اسید هیومیک در بادام‌زمینی

Table 4- Interaction of measured traits under irrigation conditions and different amounts of humic acid in peanut

نیاز آبی Water requirements	اسید هیومیک Humic acid	عملکردبیولوژیک Biomass yield (kg/ha)	عملکرد غلاف Pod yield (kg/ha)	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	شاخص برداشت HI(%)	تعداد غلاف در بوته Pod in plants	وزن صد دانه 100-weight seed (g)	ارتفاع بوته Plant height (cm)
بدون آبیاری No irrigation	0	2453g	717e	551f	0.22ef	18f	34.8c	36.2g
	3 (lit.ha^{-1})	2941fg	1015d	785de	0.25bcdef	23def	35.7c	38.9g
	6 (lit.ha^{-1})	3090efg	813de	626ef	0.19f	22ef	35.6c	39.5g
	9 (lit.ha^{-1})	4114def	1616cd	1256cde	0.29abcd	28de	42.8c	40.0g
60%	0	4512de	1628c	1331cd	0.29abcd	33d	67.7a	61.0b-e
	3 (lit.ha^{-1})	5256cd	1777bc	1387cd	0.25bcdef	42c	57.6b	60.6cde
	6 (lit.ha^{-1})	5668bcd	1736bc	1328cd	0.24cdef	41c	56.9b	66.0bc
	9 (lit.ha^{-1})	6318bc	2388b	1922b	0.30abc	55b	56.4b	55.5def
80%	0	4670d	1724bc	1373cd	0.30abc	37cd	62.9ab	49.7f
	3 (lit.ha^{-1})	5341cd	2251b	1730bc	0.32a	44bc	68.9a	52.0ef
	6 (lit.ha^{-1})	7097b	2318b	1822b	0.26abcde	53b	55.8a	56.0def
	9 (lit.ha^{-1})	9750a	3412a	2526a	0.27abcde	64a	61.5ab	59.6cde
100%	0	4489de	1742bc	1355cd	0.31ab	36cd	69.2a	58.1c-f
	3 (lit.ha^{-1})	6416bc	1949bc	1468c	0.23def	39c	64.7ab	78.5a
	6 (lit.ha^{-1})	6622bc	2643b	1907b	0.29abcd	56b	58.3b	64.6bcd
	9 (lit.ha^{-1})	9563a	3407a	2562a	0.26abcde	67a	62.2ab	70.2ab

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

Means with the same letter are not significantly different.

ادامه جدول۴-

Table 4- Continued

نیاز آبی Water requirements	اسید هیومیک Humic acid (L.ha^{-1})	تعداد دانه در بوته Seed in plants	روغن دانه Seed oil (%)	عملکرد روغن Seed oil yield (kg.ha^{-1})	پروتئین دانه Seed protein(%)	عملکرد پروتئین دانه Seed protein yield (kg.ha^{-1})	فسفردانه Seed phosphorus(%)	نیتروژن دانه Seed nitrogen(%)
بدون آبیاری No irrigation	0	26g	30.8g	445.7f	11f	183.6g	0.21g	1.89f
	3	37f	30.9g	464.9ef	11.3ef	190fg	0.21g	1.94ef
	6	33fg	32.5fg	513.1def	12.1def	205.2efg	0.22fg	2.07def
	9	50def	34.2efg	552.7cef	13de	223.2ef	0.23efg	2.33cde
60%	0	53de	36.7defg	612.9bcd	14.3cd	245.2def	0.25defg	2.43cd
	3	68c	36.8defg	637.9abc	14.5cd	256.1de	0.25defg	2.48cd
	6	64cd	40bcde	703.3ab	16.2bc	283cd	0.27bcde	2.76bc
	9	93b	43.4abc	718.5ab	17.8b	303.5bcd	0.3abc	3.03abc
80%	0	61d	47.8a	649.4abc	19.9a	351.2ab	0.32a	3.38a
	3	69c	48a	696.4ab	20.4a	361.6a	0.33a	3.45a
	6	90b	46.4a	669.5abc	19.7a	342.6abc	0.32a	3.33a
	9	113a	44.8ab	745.5a	18.8ab	319.2bc	0.31ab	3.18ab
100%	0	56de	44.5abc	643abc	18.5ab	307bcd	0.3ab	3.14ab
	3	64cd	42.7abcd	572.2cde	18.6ab	305.4bcd	0.3ab	3.16ab
	6	92b	40bcde	572.4cde	16.7bc	283cd	0.27bcde	2.83bc
	9	114a	38.3cdef	571.2cde	15.2c	256.4de	0.26cef	2.58bcd

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

Means with the same letter are not significantly different.

References منابع مورد استفاده

- Abdzad Gohari, A., and A. Sadeghipour. 2019. The effect of poor irrigation and humic acid on yield and water use efficiency in beans. *Journal of Water Research in Agriculture*. 33(3). 383-396 (In Persian).
- Arunyanark, A., S. Jogloy, C. Akkasaeng, N. Vorasoot, T. Kesmala, R.C. Nageswara Rao, G.C. Wright, and A. Patanothai. 2008. Chlorophyll stability is an indicator of drought tolerance in peanut. *Journal Agronomy Crop Science*. 194: 113–125.
- Banavath, J.N., Ch. Thammineni, P. Varakumar, K. Sravani, K. Krishna, Ch. Guduru, S. Akila, P. Sudhakar, and O. Chandra. 2018. Stress inducible overexpression of AtHDG11 leads to improved drought and salt stress tolerance in peanut (*Arachis hypogaea* L). *Frontiers in Chemistry*. 6: 1-21.
- Barzegar, T., P. Moradi, Z. Hassanzadeh, Z. Qahramani, and J. Nikbakht. 2018. Evaluation of growth, yield and amount of vitamin C in okra using putrescine and humic acid under low water stress. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*. 28(1). 54-62. (In Persian).
- Beheshti, S., A. Tadayon, and S. Fallah. 2016. Effect of humic acid levels on yield and yield components of Lima beans under drought stress**.** *Iranian Journal of Cereals Research*. 7(2): 175-187. (In Persian).
- Boontang, S., T. Girdthai, S. Jogloy, C. Akkasaeng, N. Vorasoot, A. Patanothai, and N. Tantisuwichwong. 2010. Responses of released cultivars of peanut to terminal drought for traits related to drought tolerance. *Asian Journal Plant Science*. 9: 423–431.
- Celik, H., A.V. Katkat, B.B. Asik, and M.A.Turan. 2010. Effect of foliar-applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions. *Commun Soil Science Plant Analysis*. 42(1): 29-38.
- Crus, R.I.F., G.F. Silva, M.M.D. Silva, A.H.S. Silva, J.T.S. Junior, and E.F.D.F. Silva. 2021. Productivity of irrigated peanut plants under pulse and continuous deipping irrigation with brackish wate. *Revista Caatinga*. 34(1): 208-218.
- Davoodifard, M., D. Habibi, and F. Davoodi. 2012. Evaluation of the effect of salinity stress on cytoplasmic membrane stability, chlorophyll content, and yield components in wheat inoculated with growth-promoting bacteria and humic acid. *Journal of Agriculture and Plant Breeding*. 8(2): 71-78. (In Persian).
- Doroudian, H.R. 2010. The effect of drought stress and growth retardants on oil, protein and peanut yield in Guilan province. *National Conference on Drought Stress and Water Deficiency Management in Agriculture*. 1-9.
- El-Boraie, F.M., H.K. Abo-El-Ela, and A.M. Gaber. 2009. Water requirements of peanut grown in sandy soil under drip irrigation and biofertilization. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(1): 55-65.
- Haro, R., J. Dardanelli, M. Otegui, and D. Collino. 2008. Seed yield determination of peanut crops under water deficit: Soil strength effects on pod set, the source sink ratio and radiation use efficiency. *Field Crops Research*. 109: 24-33.
- Janila, P., S.N. Nigam, K. Manish, P. Pandey, N. Nagesh, and K. Varshney. 2013. Groundnut improvement: use of genetic and genomic tools. *Plant Science.* 25:125-136.

- Karakurt, Y., Ha. Unlu, and H. Padem. 2008. The influence of foliar and soil fertilization humic acid on yield and quality of pepper. *Plant Soil Science*. 14. 137–152.
- Khoshakhlagh, R., M.S. Sajadi, and M. Rajabi. 2012. Evaluate the overall water demand function. *Journal of Natural Resources Economics.* 1(1): 1-19.
- Krishna, G., K. Singh, E.K. Kim, K. Morya, and P.R. Ramteke. 2015. Progress in genetic engineering of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant Biotechnology Journal*. 13: 147–162.
- Lamb, M.C., R.B. Sorensen, C.L.Butts, P.M. Dang, C.Y. Chen, and R.S. Arias. 2017. Chemical interruption of late season flowering to improve harvested peanut maturity. *Peanut Science*. 44: 60–65.
- Maleki, S., H.A. Pirdashti, and M.N. Safarzadeh Vishkaei. 2016. Yield reaction and yield components of peanut to the simultaneous use of iron and sulfur. *Applied Research of Plant Ecophysiology*. 3(1): 59-74.
- Najafi Mode, M. 2006. Pressurized irrigation systems (translation). University of Mashhad. Pp:378. (In Persian).
- Oveyssi, M., and A. Ghorchi. 2012. Overview of the role of humic acid in mitigating the effects of water deficit stress on crops. *Bimonthly Journal of Agriculture and Sustainable Development.* 43: 16-21. (In Persian).
- Rastgo, B., A. Ebadi, and Gh. Parmon. 2014. Investigation of the effect of nitrogen consumption on yield and composition of safflower seed reserves.*Crop Physiology Journal*. 6(21): 85-102.
- Singh, A., S.N. Rania, M. Sharma, M. Chaudhary, S. Sharma, and V.R. Rajpal. 2021. Functional uses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed storage proteins. Spanish National Research Council (CSIC) Handbook. DOI: 10.5772/intechopen.96871.
- Songsri, P., S. Jogloy, C.C. Holbrook, N. Vorasoot, T.C. Kesmala, C. Akkasaeng, and A. Patanothai. 2009. Association of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. *Agricultural Water Management.* 14: 790-798.
- Tadayyon, A., and S. Beheshti. 2016. Effect of foliar applications of humic acid, Iron and Zinc on some Ccaracteristics of negro (*Guizotia abyssinica* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*. 10(2): 283-296. (In Persian).
- Vorasoot, N., C. Akkasaeng, P. Songsri, S. Jogloy, and A. Patanothai. 2004. Effect of available soil water on leaf development and dry matter partitioning in 4 cultivars of peanut (*Arachis hypogaea* L). *Songklanakarin Journal Science Technology*. 26(6): 787-794.
- Wang, H., Y. Lu, Y. Liu, X. Han, S. Qiaobo, and Sh. Shi. 2015. Effects of different planting modes on peanut photosynthetic characteristics, leaf area index and yield in the sandy area. International Conference on Mechatronics, Electronic, Industrial and Control Engineering. 14: 982-986.

Research Article DOI:

The Effect of Irrigation Regims and Humic Acid Levels on Quantitative and Qualitative Characteristics of Peanut (*Arachis hypogaea* L.)

Saeed Mahdavi [1], Naser Mohammadian Rowshan[2*], Majid Ashouri[3], Ebrahim Amiri[4] and Hamidreza Doroudian[2]

Received: July 2021 , Revised: 20 April 2022, Accepted: 17 June 2022

Abstract

In order to investigate the effect of irrigation regimes and amounts of humic acid on the quantitative and qualitative characteristics of peanuts, an experiment was conducted a split in a randomized complete block design. It was performed with three replications in the cropping years of 2018 and 2019 in Astana-Ashrafieh city of Guilan province. Experimental treatments included irrigation regime (rainfed and water requirement of 60, 80 and 100%) as the first factor and humic acid (without fertilizer, 3, 6 and 9 $L.ha^{-1}$) as the second (secondary) factor. The results showed that the interaction of irrigation and humic acid on biological yield and pod and grain yield was significant. The highest grain yield was obtained in the irrigation treatment of 100 and 80% of water requirement and with the use of humic acid 9 $L.ha^{-1}$ with an average of 2562 and 2526 $kg.ha^{-1}$, respectively. Biological yield under 80 and 100% water requirement was 6714 and 6772 $kg.ha^{-1}$, respectively. The highest biological yield was observed in different amounts of humic acid in treatments of 9 $L.ha^{-1}$ at the amount of 7436 $kg.ha^{-1}$. Pod yield in the treatment of 80 and 100% of water requirement were 2427 and 2435 $kg.ha^{-1}$, respectively. The lowest and highest pod yields in different amounts of humic acid were in the treatments without fertilizer and 9 $L.ha^{-1}$ with an average of 1453 and 2706 $kg.ha^{-1}$, respectively. Treatment of 80% of plant water requirement and the amount of humic acid consumed at 9 $L.ha^{-1}$ with an average of 745.5 $kg.ha^{-1}$, had the highest rate compared to other treatments. According to the research results, the use of humic acid 9 $L.ha^{-1}$ can be suggested by providing 80% of water requirement as suitable conditions for the study area.

Key words: Grain protein Yield, Peanut, Water requirement.

1- Ph.D. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
3- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
4- Professor, Department of Water Engineering, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
**Corresponding Authors: nmroshan71@yahoo.com*