

تأثیر کم آبیاری و اسید هیومیک بر عملکرد و کارایی مصرف آب در لوبیا

علی عبدالزادگوهری^{۱*} و امید صادقی پور

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران.

abdzadgohari_a@yahoo.com

دانشیار گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

osadeghipour@yahoo.com

چکیده

کمبود آب یکی از مهمترین عوامل محیطی محدودکننده در تولید محصولات کشاورزی است. مصرف کودهای طبیعی می-تواند باعث استفاده بهینه از آب در آبیاری شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر کم آبیاری و اسید هیومیک بر عملکرد و کارایی مصرف آب در لوبیا بود و به صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در استان گیلان در سال ۱۳۹۵ انجام شد. عامل اصلی شامل آبیاری در سه سطح (دیم، ۵۰٪ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) و عامل فرعی شامل محلول‌پاشی اسید هیومیک در چهار سطح (صفر، دو، چهار و شش لیتر در هکتار) بود. در تیمارهای آبیاری، بیشترین مقدار عملکرد دانه با میانگین ۲۶۱۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) بدست آمد. در محلول‌پاشی اسید هیومیک، بیشینه مقدار عملکرد دانه در سطح شش لیتر در هکتار با میانگین ۲۶۶۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. در اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک، بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل و مصرف شش لیتر در هکتار اسید هیومیک با میانگین ۳۵۴۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در شرایط ۵۰ درصد نیاز آبی و با مصرف شش لیتر در هکتار اسید هیومیک، بیشترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۳۰۳۰ کیلوگرم در هکتار ثبت شد. بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط دیم نیز، در مصرف چهار و شش لیتر در هکتار اسید هیومیک، به ترتیب با میانگین ۱۴۶۱ و ۱۴۰۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در تیمارهای مختلف آبیاری، بالاترین کارایی مصرف آب با میانگین ۱/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب در تیمار دیم بود. تیمارهای مصرف اسید هیومیک در مقایسه با عدم کاربرد آن، اثر مثبتی بر کارایی مصرف آب داشت، اما بین تیمارهای دو، چهار و شش لیتر در هکتار، اختلاف معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد مشاهده نشد. به طور کلی، نتایج این پژوهش، حاکی از اثرات مفید مصرف اسید هیومیک بر تنش کم آبی در کشت لوبیا در منطقه مورد مطالعه بود.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، صفات زراعی، محلول‌پاشی، نیاز آبی

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

* - دریافت: بهمن ۱۳۹۷ و پذیرش: مهر ۱۳۹۸

مقدمه

حبوبات از منابع مهم غذایی و سرشار از پروتئین برای تغذیه انسان و دام هستند و با دارا بودن ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین، سهم مهمی در برنامه غذایی افراد دارند (مک‌کلن و همکاران، ۲۰۰۴). در بین حبوبات، لوبیا با تولید بیش از ۲۰ میلیون تن در سال، مقام اول را در جهان دارا است (بب و همکاران، ۲۰۱۳). خشک‌سالی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاه و تولید محصول در سراسر نقاط جهان است (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵؛ گرگینی شبانکاره و همکاران، ۱۳۹۶). خشکی یک فرآیند فیزیوشیمیایی پیچیده است که بسیاری از مولکول‌های بزرگ و کوچک از قبیل اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، هورمون‌ها، یون‌ها، اسیدهای آزاد و عناصر معدنی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (شاو و همکاران، ۲۰۰۵). تنش آبی به طور مستقیم تعیین‌کننده رشد و نمو و محصول‌دهی گیاه می‌باشد (نوربخش و همکاران، ۱۳۹۴). لوبیا به شرایط آب در خاک حساس بوده و عملکرد این گیاه در دوره‌های نامناسب آب در خاک، دچار آسیب خواهد شد. لذا با توجه به محدودیت آب و سطح زیر کشت لوبیا در کشور باید در نظر داشت که رشد گیاه و تولید محصول، رابطه مستقیم با تنش آبی دارد (کیانی و صابری، ۱۳۹۳؛ نوربخش و همکاران، ۱۳۹۴). بوترا و ساندرز (۲۰۰۱) و نوربخش و همکاران (۱۳۹۴)، گزارش کردند که تنش آبی بر مراحل گلدهی و پر شدن دانه اثر گذاشته و عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا را کاهش می‌دهد.

یافتن راهکارهایی که بتواند امکان بهره‌برداری یا راندمان بالا از منابع آب را فراهم نماید، می‌تواند باعث ایجاد تحول قابل ملاحظه‌ای در تولید محصولات کشاورزی گردد. از این‌رو کم‌آبیری یکی از روش‌های مدیریت آبیاری است که جهت تأمین بخشی از آب مورد نیاز گیاهان به کار می‌رود، به طوری که حداکثر استفاده از واحد حجم آب در شرایط محدودیت منابع به دست آید و نهایتاً حداکثر سود حاصل شود (فیروزآبادی و پرویزی،

۱۳۹۷). یکی از شاخص‌های اساسی در تعیین استفاده کارا از آب جهت تولید محصولات کشاورزی، شاخص کارایی مصرف آب می‌باشد. افزایش کارایی مصرف آب می‌تواند با راهبردهای بسیاری حاصل گردد که یکی از آن‌ها تغییر توان گیاهان زراعی برای تولید عملکرد قابل قبول در شرایط کم آبی است (علی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶؛ هونگ، ۲۰۰۸). کارایی مصرف آب هم‌چنین یکی از خصوصیات مهم فیزیولوژیک است که نشان‌دهنده توانایی گیاه در مقابله با تنش آب می‌باشد. با توجه به محدودیت منابع آب در ایران، اعمال تنش آبی یا کم‌آبیری بر روی بعضی از محصولات زراعی امری اجتناب‌ناپذیر است (سبحانی و حمیدی، ۱۳۹۴). اگرچه نتیجه کم‌آبیری کاهش عملکرد در واحد سطح است، اما کارایی مصرف آب و کارایی آبیاری افزایش می‌یابد (سبحانی و حمیدی، ۱۳۹۴؛ شایان-نژاد و محرری، ۱۳۸۹).

استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و عدم استفاده از کودهای آلی طی سالیان اخیر، عامل کاهش چشمگیر میزان مواد آلی خاک‌های کشور و ایجاد مشکلات زیست‌محیطی از جمله تخریب فیزیکی خاک و عدم توازن عناصر غذایی است (نخعی‌نژاد و موسوی، ۱۳۹۶). استفاده از کودهای طبیعی مانند اسیدهیومیک بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی جهت بالا بردن عملکرد و میزان زیست‌توده ریشه گیاهان به خصوص در شرایط متغیر محیطی می‌تواند مؤثر باشد، لذا از اسید هیومیک به عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده می‌شود (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵). مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلفی است که از بقایای گیاهان و حیوانات حاصل می‌شود. این ترکیبات، خصوصیات فیزیوشیمیایی و حاصل‌خیزی خاک را تحت تأثیر قرار داده و اثر مستقیمی بر رشد گیاه و تولید محصولات کشاورزی دارند (نخعی‌نژاد و موسوی، ۱۳۹۶؛ ناسوتی و همکاران، ۱۳۹۰). اسیدهیومیک در فعال کردن میکروارگانیسم‌های موجود در خاک، از اهمیت بسیاری برخوردار است. میکروهیومات‌ها در مناطق کم‌آب و

بود. میزان بارندگی در طول فصل رشد ۱۲۷/۲ میلی متر بود. داده‌های هواشناسی دوره مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. قبل از آماده‌سازی زمین، از خاک نقاط مختلف مزرعه در دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک به طور تصادفی نمونه‌برداری انجام شد. بافت خاک مزرعه در هر دو عمق، لومی بود (جدول ۲). به منظور آماده نمودن زمین، در فروردین‌ماه، با گاوآهن برگرداندار شخم نیمه عمیق زده و سپس با زدن دو دیسک عمود برهم، زمین تسطیح شد. هر واحد آزمایشی دارای ابعاد ۴×۲/۵ متر و دارای شش ردیف کشت بود. فاصله بین دو ردیف ۴۰ سانتی‌متر و فاصله گیاه روی هر ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. رقم کشت شده لوبیا در این تحقیق از نوع لوبیای محلی (دهسری) بود و کاشت بذر در پنج اردیبهشت ماه انجام گرفت. در طی عملیات داشت در سطح مزرعه، سه مرحله وجین برای کنترل علف‌های هرز انجام پذیرفت. منبع اسید هیومیک مورد استفاده به صورت مایع شامل ۱۲ درصد اسید هیومیک، سه درصد اسید فولیک و سه درصد اکسید پتاسیم بود. غلظت‌های موردنظر قبل از آغاز گلدی در دو نوبت به فاصله دو هفته اعمال گردید. عملیات محلول‌پاشی پس از غروب خورشید برای جلوگیری از تبخیر سریع محلول و یک تا دو روز قبل از آبیاری جهت به حداکثر رسیدن جذب محلول توسط گیاه صورت گرفت (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵). برای تعیین تیمارهای آبیاری از تخلیه رطوبتی خاک استفاده شد. نیاز آبی گیاه به عنوان تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری در نظر گرفته شد و سایر تیمارها به عنوان درصدی از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بود (نجفی‌مود، ۱۳۸۴). مدت زمان و میزان آبیاری در هر مرحله با تعیین عمق ریشه گیاه و اندازه-گیری رطوبت خاک به روش وزنی در لایه مربوطه در هر مرحله آبیاری انجام شد (معادله ۱).

$$d_n = (\theta_{fc} - \theta_i) \cdot \rho_b \cdot D_r \quad (1)$$

θ_{fc} : درصد وزنی رطوبت در ظرفیت زراعی، θ_i : درصد وزنی رطوبت موجود در خاک، ρ_b : جرم مخصوص

خشک به گیاه کمک کرده تا در طول دوره رشد توانایی جذب آب بالایی داشته باشد که این امر از ایجاد تنش آبی و کاهش عملکرد جلوگیری می‌کند (نخعی‌نژاد و موسوی، ۱۳۹۶). از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات-کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن و مس اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه‌های جانبی می‌شود (مظفری و همکاران، ۱۳۹۵؛ عابدی و پاک‌نیت، ۲۰۱۰؛ تان، ۲۰۰۳). اسید هیومیک باعث بهبود ساختار خاک، کمک به ریشه‌زایی بهتر، نگهداری بیشتر آب در خاک، کمک به رشد سریع باکتری‌های مفید در خاک و انحلال و آزادسازی عناصر ماکرو و میکرو و در نتیجه کاهش نیاز به کودهای شیمیایی و افزایش مقاومت به شوری و کم آبی و همچنین کاهش سمیت کودها می‌شود (نخعی‌نژاد و موسوی، ۱۳۹۶؛ اویسی و قوشچی، ۱۳۹۱؛ صالحی و همکاران، ۱۳۸۹). مولکول‌های اسید هیومیک با پیوند با مولکول‌های آب تا حد زیادی مانع از تبخیر آب می‌شوند (شاه‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کم‌آبیاری و کاربرد اسید هیومیک بر عملکرد و کارایی مصرف آب در لوبیا در استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر کم‌آبیاری و کاربرد سطوح مختلف اسید هیومیک بر عملکرد و کارایی مصرف آب در لوبیا، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۵ در استان گیلان (شهرستان آستانه‌اشرفیه) با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۹۶ دقیقه و ارتفاع متوسط ۵- متر از سطح دریا، انجام شد. این پژوهش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل آبیاری در سه سطح (دیم، ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) و عامل فرعی شامل محلول‌پاشی اسید هیومیک در چهار سطح (به میزان صفر، دو، چهار و شش لیتر در هکتار)

پلات ۱۲ گیاه به طور تصادفی انتخاب و ارتفاع آن با خط‌کش اندازه‌گیری شد. برای تعیین تعداد غلاف در هر بوته، تعداد غلاف‌های سالم از گیاه جدا و مورد شمارش قرار گرفتند. هنگام نمونه‌برداری، ریشه‌ها با رعایت کمترین آسیب دیدگی خارج و سپس با آب شسته و بلافاصله وزن تر ریشه (با دقت ۰/۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد (جیریایی و همکاران، ۱۳۹۳). مقدار کارایی مصرف آب از معادله (۲) به دست آمد (جونگرانک‌لانگ و همکاران، ۲۰۱۱؛ نیگام و همکاران، ۲۰۰۵).

ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب)، D_r : ارتفاع مؤثر ریشه (سانتی‌متر). روش آبیاری مورد استفاده در این پژوهش، روش سطحی (جویچه‌ای) بود و برای اندازه‌گیری مقدار آب تحویلی به هر واحد آزمایشی، از کنتور استفاده شد. مقدار آب آبیاری و تعداد دفعات آبیاری برای تیمارهای ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به ترتیب ۱۸۲ میلی‌متر و نه مرتبه و برای تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به ترتیب ۳۶۴ میلی‌متر و ۱۵ مرتبه انجام شد. برداشت محصول هنگامی که ۸۰ تا ۹۰ درصد غلاف‌ها رسیدند انجام شد. زمان برداشت محصول ۳۰ تیرماه بود. پس از رسیدگی کامل، از هر پلات، پس از حذف دو ردیف کشت از طرفین، ۱۲ بوته به طور تصادفی انتخاب گردید و در آن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شد. سپس عملکرد زیست توده، غلاف و دانه، با ترازو (دقت یک صدم) وزن شدند. برای تعیین وزن صددانه، به طور تصادفی صددانه انتخاب و وزن آن‌ها با ترازوی دیجیتالی (با دقت یک صدم) اندازه‌گیری شد. برای تعیین طول غلاف، ارتفاع بوته و عمق ریشه، از هر

$$\text{عملکرد (کیلوگرم در هکتار)} = \frac{\text{مقدار آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)}}{\text{مقدار کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)}} \quad (۲)$$

داده‌های حاصل از صفات اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار آماری MSTAT-C، آنالیز و مقایسه میانگین عوامل آزمایشی با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری دانکن در سطح احتمال پنج درصد ارزیابی شدند. برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

جدول ۱- میانگین داده‌های هواشناسی در ماه‌های مورد مطالعه

ماه	حداکثر دما (C°)	حداقل دما (C°)	سرعت باد (m/s)	حداکثر رطوبت (%)	حداقل رطوبت (%)
اردیبهشت	۱۸/۹	۱۵/۷	۰/۹	۸۹	۶۳
خرداد	۲۷/۶	۲۹/۳	۱/۶	۸۷	۶۷
تیر	۳۱/۲	۲۴/۶	۱/۳	۸۴	۵۸

جدول ۲- خصوصیات مربوط به خاک مزرعه مورد مطالعه

عمق خاک سانتی متر	رطوبت در ظرفیت زراعی (%)	رطوبت در نقطه پژمردگی (%)	جرم مخصوص ظاهری (g/cm)	هدایت الکتریکی (ds/m)	کربن آلی (%)	نیترژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	رشد (cm)	پهلو (cm)	تعمق (cm)
۲۰ - ۰	۱۸/۳	۱۱/۶	۱/۴۰	۰/۳۱۵	۲/۳۶	۰/۰۱	۱۲/۵	۱۱۹	۱۷	۳۸	۴۵
۴۰ - ۲۰	۱۶/۴	۹/۷	۱/۳۸	۰/۳۲۳	۲/۳۱	۰/۰۱	۱۰/۹	۱۲۳	۱۹	۲۸	۵۳

شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی دارای کاهش ۲۴/۴ درصدی بود (جدول ۴). اسید هیومیک مصرفی به میزان شش لیتر در هکتار به ترتیب با افزایش ۲۴/۷ و ۶۰/۸ درصدی نسبت به تیمارهای چهار و دو اسید هیومیک لیتر در هکتار در عملکرد زیست‌توده همراه بود (جدول ۴). در اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک، کمترین میزان عملکرد زیست‌توده

نتایج و بحث

عملکرد زیست‌توده: اثر آبیاری در سطح پنج درصد و اثر اسید هیومیک و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک در سطح یک درصد بر عملکرد زیست‌توده معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد زیست‌توده در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی نسبت به

غلاف جلوگیری می‌شود. گزارش پژوهش بهشتی و همکاران، (۱۳۹۵) نشان داد که بیشترین عملکرد در تیمار شش لیتر اسید هیومیک در هکتار با افزایش ۴۶ درصدی نسبت به عدم کاربرد اسید هیومیک به دست آمد.

عملکرد دانه: اثر آبیاری در سطح پنج درصد و

اثر اسید هیومیک در سطح یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار شد؛ اما اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با کاهش ۳۳/۵ درصدی همراه بود (جدول ۴). در تیمار شش لیتر اسید هیومیک در هکتار، عملکرد دانه به ترتیب افزایش ۲۴/۷ و ۴۰/۷ درصدی نسبت به تیمارهای چهار و دو لیتر در هکتار را نشان داد (جدول ۴). با وقوع تنش، از عملکرد دانه کاسته شد، به طوری که گیاه در سطوح مختلف تنش، عملکرد کمتری نسبت به آبیاری کامل داشت. ایجاد اختلال در متابولیسم گیاه از دلایل کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش آبی است، به علاوه تأثیر کاهش انتقال مواد غذایی تحت تأثیر کمبود آب، از جمله عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد دانه لوبیا تحت شرایط تنش آبی است (عمادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ ژو، ۲۰۰۲؛ ویر و همکاران، ۲۰۰۶). در پژوهشی جهان و همکاران (۱۳۹۲)، محلول‌پاشی اسید هیومیک را موجب افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون کود دانستند که دلیل آن افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای اسید هیومیک بیان شد. بهشتی و همکاران (۱۳۹۵)، تنش آبی با سطوح ۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشک و محلول‌پاشی اسید هیومیک با سطوح صفر، یک، سه و شش لیتر در هکتار را در لوبیا بررسی کردند و گزارش نمودند که اثرات متقابل تنش و اسید هیومیک بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و در شرایط ۵۰ میلی‌متر تبخیر و سطح شش لیتر اسید هیومیک در هکتار، مقدار عملکرد به میزان ۳۷ درصد افزایش یافت.

در تیمار دیم و بدون مصرف اسید هیومیک با میانگین ۲۰۰۷ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین میزان عملکرد زیست‌توده در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مصرف شش لیتر اسید هیومیک در هکتار، با میانگین ۱۴۰۳۱ کیلوگرم در هکتار همراه بود (جدول ۵). در پژوهشی امیری و عبدزادگوهری (۱۳۹۴) دریافتند که آبیاری بیش از نیاز آبی، سبب کاهش عملکرد لوبیا می‌شود. مظفری و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی نشان دادند که محلول‌پاشی با اسید هیومیک، سبب افزایش پروتئین و سرعت جذب مواد غذایی در گیاه لوبیا شده و در نهایت عملکرد زیست‌توده افزایش می‌یابد. ال باسونی و همکاران، (۲۰۱۰) گزارش کردند که اسید هیومیک، محتوای نیتروژن گیاه را بالا برده و تولید زیست‌توده در لوبیا را ۱۵ درصد افزایش داد. **عملکرد غلاف:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری در سطح پنج درصد و اثر اسید هیومیک در سطح یک درصد و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک در سطح پنج درصد بر عملکرد غلاف معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که عملکرد غلاف در تیمار ۵۰ درصد (میانگین ۵۷۸۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (میانگین ۷۱۵۵ کیلوگرم در هکتار) با کاهش ۲۳/۸ درصدی همراه بود (جدول ۴). عملکرد غلاف با مصرف اسید هیومیک به میزان شش لیتر در هکتار، به ترتیب افزایش ۲۵ و ۶۲/۴ درصدی را نسبت به تیمارهای چهار و دو لیتر در هکتار داشت (جدول ۴). اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک نشان داد که کمترین مقدار عملکرد غلاف در شرایط دیم و بدون مصرف اسید هیومیک (با میانگین ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. در حالی که بیشینه میزان عملکرد غلاف در تیمار ۱۰۰ نیاز آبی و مقدار شش لیتر اسید هیومیک در هکتار با میانگین ۱۰۱۸۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). امیری و عبدزادگوهری (۱۳۹۴) گزارش کردند که به اعمال تنش آبی در مرحله رویشی، ارتفاع بوته‌ها کوتاه می‌ماند، اما با تأمین نیاز آبی در طی گلدهی، از کاهش عملکرد

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر آبیاری و اسید هیومیک بر صفات اندازه‌گیری شده لوبیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد زیست‌توده (kg/ha)	عملکرد غلاف (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن صدانه (g)	تعداد غلاف در بوته
تکرار	۲	۳۲۴۱۲۳۶۳/۵۸ ^{NS}	۱۸۰۴۷۱۰۶/۱۹ ^{NS}	۲۲۸۹۴۵۸/۵۳ ^{NS}	۶۳۶/۹۵ ^{NS}	۱۷۸/۹۵ ^{NS}
آبیاری	۲	۷۶۰۶۷۳۵۶*	۴۱۷۳۰۳۳۴/۰۳*	۶۲۱۵۶۴۵/۴۴*	۱۷۲۹/۰۶*	۴۹۶/۸۶*
خطا	۴	۱۶۰۵۲۰۴۹/۲۱	۹۰۷۸۸۲۵/۴۹	۹۷۵۵۷۶/۳۶	۲۷۲/۲۲۷	۸۱/۶۹
اسید هیومیک	۳	۷۳۳۸۷۲۱۴/۶۲**	۴۱۱۶۶۹۰۸/۹۳**	۴۵۳۳۳۹۰/۲۵**	۱۲۶۲/۲۶**	۳۵۹/۸۱۵**
اثر متقابل	۶	۶۱۳۷۷۴۳/۲۶**	۳۴۶۱۱۶۹/۴۷*	۴۷۲۶۸۵/۸۹ ^{NS}	۱۳۱/۷۷ ^{NS}	۳۸/۵۶۵ ^{NS}
خطا	۱۸	۱۸۳۲۱۳۹/۶۳	۹۹۷۰۹۳/۸۷	۲۹۴۸۵۱/۱۲	۸۱/۷۰۹	۲۴/۴۲۶
ضریب تغییرات (%)		۸/۴۷	۸/۲۷	۷/۵۴	۸/۳۶	۹/۱۷

NS, ***, * به ترتیب فاقد تفاوت معنی دار، معنی دار در سطح یک و پنج درصد

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس اثر آبیاری و اسید هیومیک بر صفات اندازه‌گیری شده لوبیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در غلاف	طول غلاف (cm)	ارتفاع بوته (cm)	وزن ریشه (g)	طول ریشه (cm)	کارایی مصرف آب (kg/m ³)	
							زیست توده	غلاف
تکرار	۲	۲۹/۸۷ ^{NS}	۶/۵۶۴ ^{NS}	۲۴۳/۶۲۳ ^{NS}	۱۲/۸۷۱ ^{NS}	۱۵/۵۳۳ ^{NS}	۱۰/۶۵۳ ^{NS}	۵/۹۰۷ ^{NS}
آبیاری	۲	۲۱۴/۳۳*	۸۴/۱۴۸*	۵۸۵/۱۵۵*	۳۲/۱۰۹*	۱۸/۵۶۱*	۷۸/۹۶۲**	۴۴/۲۵۸**
خطا	۴	۳۲/۴۸	۱۱/۶۲۸	۱۷۷/۴۸۳	۶/۹۵۴	۱۸/۱۰۸	۶/۷	۳/۷۵۴
اسید هیومیک	۳	۱۹۱/۸۱۸**	۶۶/۷۲۶**	۶۶۵/۱۷۹**	۳۰/۰۶۴**	۴۵/۷۲۲**	۲۱/۸۳۴**	۱۲/۲۰۴**
اثر متقابل	۶	۱۳/۴۹۶ ^{NS}	۳/۷۷۷**	۴۰/۸۹۹ ^{NS}	۳/۳۰۱ ^{NS}	۰/۹۶۷ ^{NS}	۴/۰۵۶ ^{NS}	۲/۲۷۵ ^{NS}
خطا	۱۸	۱۰/۲۲۶	۱/۰۱۴	۳۹/۰۸۴	۲/۷۹۰	۵/۴۱۲	۱/۹۰۲	۱/۰۶۱
ضریب تغییرات (%)		۵/۷۹	۳/۳۴	۴/۵۵	۳/۰۴	۳/۹۲	۳/۳۲	۳/۳۳

NS, ***, * به ترتیب فاقد تفاوت معنی دار، معنی دار در سطح یک و پنج درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر آبیاری و اسید هیومیک بر صفات اندازه‌گیری شده لوبیا

عامل	عملکرد زیست‌توده (kg/ha)	عملکرد غلاف (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن صدانه (g)	تعداد غلاف در بوته
مدیریت	۴۶۳۷c	۳۴۶۵b	۱۱۷۲b	۱۹/۵b	۱۰b
آبیاری	۷۷۳۴b	۵۷۸۰ab	۱۹۵۵ab	۳۲/۶ab	۱۷ab
	۹۶۲۴a	۷۱۵۵a	۲۶۱۰a	۴۳/۵a	۲۳a
صفر (لیتر در هکتار)	۳۸۱۰d	۲۸۴۷d	۹۶۳d	۱۶/۰c	۸c
اسید هیومیک	۶۵۴۶c	۴۸۴۳c	۱۸۹۱c	۳۱/۵b	۱۷b
	۸۴۴۳b	۶۳۰۹b	۲۱۳۴b	۳۵/۶ab	۱۹ab
	۱۰۵۲۷a	۷۸۶۷a	۲۶۶۱a	۴۴/۴a	۲۴a

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین اثر آبیاری و اسید هیومیک بر صفات اندازه‌گیری شده لوبیا

عامل	تعداد دانه در غلاف	طول غلاف (cm)	ارتفاع بوته (cm)	وزن ریشه (g)	طول ریشه (cm)	کارایی مصرف آب (kg/m ³)	
						عملکرد زیست توده	عملکرد غلاف
مدیریت	۸b	۴/۶b	۱۳/۴c	۳/۷b	۵/۴b	۷/۰۶a	۵/۲۷a
آبیاری	۱۴ab	۸/۲ab	۲۵/۸b	۵/۶ab	۷/۴a	۳/۱۲b	۲/۳۳b
	۱۶a	۹/۸a	۲۹/۱a	۶/۹a	۷/۷a	۲/۲۴b	۱/۶۷b
صفر (لیتر در هکتار)	۷c	۴/۵c	۱۳/۴c	۳/۰c	۳/۶b	۱/۹۸b	۱/۴۸c
اسید هیومیک	۱۲b	۶/۴b	۲۵/۸b	۵/۱b	۷/۳a	۴/۰۹a	۳/۰۵b
	۱۳b	۸/۶ab	۲۹/۱ab	۶/۲ab	۷/۸a	۴/۹۷a	۳/۷۱ab
	۱۸a	۱۰/۸a	۳۳/۵a	۷/۳a	۸/۸a	۵/۵۲a	۴/۱۳a

جدول ۵- اثر متقابل آبیاری و اسیدهیومیک بر صفات اندازه‌گیری شده در لوبیا

طول غلاف (cm)	عملکرددانه (kg/ha)	عملکردغلاف (kg/ha)	عملکرد زیست توده (kg/ha)	اثرات متقابل
۲/۸g	۵۰۷d	۱۵۰۰e	۲۰۰۷e	صفر (لیتر در هکتار)
۴/۱fg	۱۳۱۴cd	۳۸۸۶d	۵۱۹۹d	۲ (لیتر در هکتار)
۵/۳۸	۱۴۶۱cd	۴۳۱۹d	۵۷۷۹d	۴ (لیتر در هکتار)
۶/۴e	۱۴۰۶cd	۴۱۵۷d	۵۵۶۲d	۶ (لیتر در هکتار)
۵/۰ef	۱۰۰۷d	۲۹۷۶de	۳۹۸۲de	صفر (لیتر در هکتار)
۶/۵e	۱۴۷۹cd	۴۳۷۲d	۵۸۵۰d	۲ (لیتر در هکتار)
۹/۷cd	۲۳۰۴bc	۶۸۱۲c	۹۱۱۵c	۴ (لیتر در هکتار)
۱۱/۶b	۳۰۳۰ab	۹۸۵۸a	۱۱۹۸۷ab	۶ (لیتر در هکتار)
۵/۶ef	۱۲۷۵cd	۴۰۶۶d	۵۴۴۰d	صفر (لیتر در هکتار)
۸/۶d	۲۸۷۹ab	۶۲۷۲c	۸۵۸۹c	۲ (لیتر در هکتار)
۱۰/۴b	۲۶۳۷ab	۷۷۹۷b	۱۰۴۳۴b	۴ (لیتر در هکتار)
۱۴/۳a	۳۵۴۷a	۱۰۱۸۶a	۱۴۰۳۱a	۶ (لیتر در هکتار)

بر فتوستتزر گذاشته و محتوای غذایی محصول را افزایش می‌دهد (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵).

تعداد غلاف در بوته: اثر آبیاری در سطح پنج

درصد و اثر اسیدهیومیک در سطح یک درصد بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شد؛ اما اثر متقابل آن‌ها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تعداد غلاف در بوته در به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی با کاهش ۳۵/۳ درصدی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی همراه بود (جدول ۴). تعداد غلاف در بوته با مصرف شش لیتر اسید هیومیک در هکتار به ترتیب با افزایش ۲۶/۳ و ۴۱/۲ درصدی نسبت به تیمارهای چهار و دو اسیدهیومیک لیتر در هکتار بود (جدول ۴). تعداد غلاف در بوته بیشترین کاهش را در اثر کمبود آب دارد (رامیز و کلی، ۱۹۹۸). خسته‌بند و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که تنش آبی در مراحل قبل از گلدهی، تعداد غلاف‌ها را کاهش می‌دهد. آبیاری در زمان گلدهی به تشکیل گل و تداوم گلدهی کمک می‌کند و از ریزش گل‌ها و غلاف‌ها جلوگیری می‌کند (نخزری‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). محلول‌پاشی اسیدهیومیک در شرایط تنش خشکی در لوبیا توانست تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته را به طور معنی‌داری افزایش دهد (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵).

وزن صددانه: اثر آبیاری در سطح پنج درصد و

اثر اسیدهیومیک در سطح یک درصد بر وزن صددانه معنی‌دار شد؛ اما اثر متقابل آن‌ها بر وزن صددانه معنی‌دار نشد (جدول ۳). وزن صددانه در شرایط ۵۰ درصد نیاز آبی نسبت به شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی با کاهش ۳۳/۴ درصدی همراه بود (جدول ۴). اگر تنش در دوره رشد گیاه لوبیا، شدید و مداوم باشد، وزن بذر کاهش می‌یابد و در نتیجه، کاهش وزن صددانه را به همراه خواهد داشت (امیری و عبدزادگوهری، ۱۳۹۴). تنش آبی منجر به کاهش فتوستتزر در گیاه شده که نتیجه آن کاهش تولید مواد غذایی می‌باشد. تنش آبی همچنین، انتقال مواد غذایی را از برگ‌ها به دانه‌ها کاهش داده و موجب رسیدگی سریع دانه‌ها و در نهایت کاهش وزن دانه خواهد داشت (همتی نفر و رحیمی، ۱۳۹۶). پژوهشگران متعددی به افزایش وزن صددانه در شرایط تنش آبی با کاربرد اسیدهیومیک در گیاه لوبیا اذعان دارند (جهان و همکاران، ۱۳۹۲؛ بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵). وزن صددانه با مصرف شش لیتر اسیدهیومیک در هکتار به ترتیب با افزایش ۲۴/۷ و ۴۱ درصدی نسبت به تیمارهای چهار و دو لیتر اسیدهیومیک در هکتار همراه بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد اسیدهیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رویسکو سبب افزایش فعالیت فتوستتزی گیاه شده (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵؛ دلفین و همکاران، ۲۰۰۵) و احتمالاً با تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه، اثر مثبتی

می دهد (امیری و عبدزادگوهری، ۱۳۹۴). با توجه به ریزش گل‌ها طی وقوع تنش آبی و کاهش تعداد غلاف با افزایش شدت تنش خشکی، شاخص‌های فیزیولوژیکی کاهش یافته و در نتیجه تقسیم مواد فتوسنتزی بین غلاف-های کمتری صورت می‌گیرد. این امر روند نزولی کاهش طول غلاف را در پی داشته و باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بین سطوح تنش خواهد گردید (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵). با مصرف شش لیتر اسید هیومیک در هکتار، طول غلاف به ترتیب ۲۵/۶ و ۶۸/۸ درصد، بیشتر از تیمارهای چهار و دو اسید هیومیک لیتر در هکتار بود (جدول ۴). با افزایش غلظت اسید هیومیک، بر طول غلاف در لوبیا افزوده شد که با پژوهش بهشتی و همکاران (۱۳۹۵) یکسان است. اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک نشان داد که تیمار ۱۰۰ نیاز آبی و مقدار شش لیتر اسید هیومیک در هکتار، بیشترین طول غلاف را با میانگین ۱۴/۳ سانتی‌متر داشت (جدول ۵).

ارتفاع بوته: اثر آبیاری در سطح پنج درصد و اثر اسید هیومیک در سطح یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد؛ اما اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۳). ارتفاع بوته در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (۲۵/۸ سانتی-متر) با کاهش ۱۲/۸ درصدی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۲۹/۱ سانتی‌متر) همراه بود (جدول ۴). ارتفاع بوته با مصرف شش لیتر اسید هیومیک در هکتار به ترتیب نشان دهنده افزایش ۱۵/۱ و ۲۹/۸ درصدی نسبت به تیمارهای چهار و دو لیتر اسید هیومیک در هکتار بود (جدول ۴). کاهش ارتفاع بوته لوبیا در اثر شرایط تنش آبی در آزمایش‌های دیگر نیز تأیید شده است (عمادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ ژو، ۲۰۰۲). اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم‌های سلولی گیاهان و همچنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش ارتفاع در گیاه می‌شود (دادنیا، ۱۳۹۶).

وزن و طول ریشه: اثر آبیاری در سطح پنج درصد و اثر اسید هیومیک در سطح یک درصد بر وزن

تعداد دانه در غلاف: اثر آبیاری در سطح پنج درصد و اثر اسید هیومیک در سطح یک درصد بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار شد؛ اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تعداد دانه در غلاف در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (میانگین ۱۴ عدد) نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (میانگین ۱۶ عدد) با کاهش ۱۴/۳ درصدی همراه بود (جدول ۴). تعداد دانه در غلاف با مصرف ۶ لیتر اسید هیومیک در هکتار به ترتیب با افزایش ۳۸/۵ و ۵۰ درصدی نسبت به تیمارهای چهار و دو اسید هیومیک لیتر در هکتار همراه بود (جدول ۴). در تیمار عدم استفاده از اسید هیومیک و دیم، کمترین تعداد دانه در غلاف تولید شد. پژوهش‌های حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) و بابازاده و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که تعداد دانه در غلاف در اثر شرایط کم‌آبی با کاهش مواجه خواهد شد. دلیل عمده کاهش تعداد دانه در غلاف در شرایط تنش آبی، عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد جنین و تکامل بذر می‌باشد (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۵). استفاده از اسید هیومیک و آبیاری کامل در زمان گل‌دهی و تشکیل غلاف، موجب تولید بیشتر تعداد دانه در غلاف می‌شود (نخزری مقدم و همکاران، ۱۳۹۶).

طول غلاف: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری در سطح پنج درصد و اثر اسید هیومیک و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک در سطح یک درصد بر طول غلاف معنی‌دار شد (جدول ۳). طول غلاف در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (۸/۲ سانتی‌متر) با کاهش ۱۹/۵ درصدی نسبت به شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۹/۸ سانتی‌متر) همراه بود (جدول ۴). در اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک، کمترین طول غلاف در تیمار دیم و شرایط بدون مصرف اسید هیومیک با میانگین ۲/۸ سانتی‌متر مشاهده شد. حداکثر طول غلاف در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مصرف شش لیتر اسید هیومیک در هکتار با میانگین ۱۴/۳ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۵). دوره طولانی تنش آبی در طی گلدهی، طول غلاف‌ها و تعداد دانه را کاهش

۱۰۰ درصد نیاز آبی، میزان کارایی مصرف آب در عملکرد زیست توده، غلاف و دانه به ترتیب با میانگین ۲/۲۴، ۱/۶۷ و ۰/۶۱ کیلوگرم بر متر مکعب بود (جدول ۴). میزان کارایی مصرف آب در عملکرد زیست توده، غلاف و دانه با مصرف شش لیتر اسیدهیومیک در هکتار به ترتیب با میانگین ۵/۵۲، ۰/۱۳ و ۱/۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب همراه بود (جدول ۴). در شرایط تنش کم آبی، گیاهان به ازای تولید هر واحد ماده خشک، آب کمتری مصرف نموده و در نتیجه کارایی مصرف آب بالاتری دارند (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۶). وکریم و همکاران (۲۰۰۵)، در پژوهشی مقدار کارایی مصرف آب در عملکرد غلاف لوبیا را در شرایط آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی، به ترتیب ۱/۹۱ و ۲/۸۵ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش کردند.

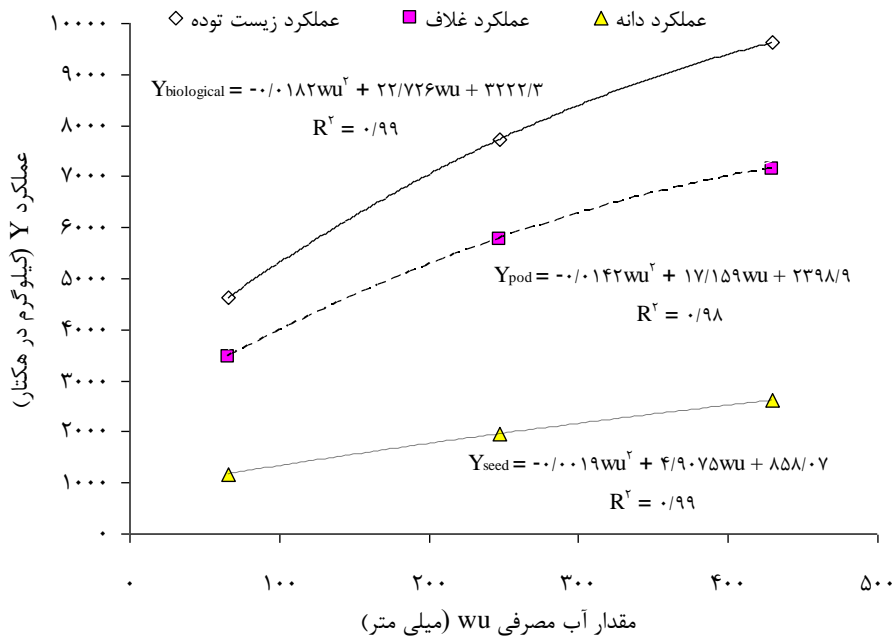
ارتباط مقدار آب مصرفی و عملکرد: کاهش

عملکرد در اثر کم آبی را می توان به حساس بودن گیاه به تنش آبی و در نتیجه کاهش فتوسنتز و انتقال مواد به غلاف دانست (برزگر و همکاران، ۱۳۹۷؛ ماهجن و تاتجا، ۲۰۰۵؛ سارکر و همکاران، ۲۰۰۵). روابط به دست آمده بیانگر چگونگی ارتباط بین آب مصرفی و عملکرد متناظر با آن بود. با توجه به شکل (۱) مشاهده شد که در مقادیر کم آبیاری، شیب عملکرد زیاد بوده و میزان عملکرد با مقدار آب مصرفی، به صورت غیرخطی افزایش یافت. توابع بدست آمده نیز از نوع درجه دوم بود که با پژوهش وبر و همکاران (۲۰۰۶) که رابطه آب مصرفی و عملکرد محصول را به صورت غیرخطی و از نوع درجه دوم گزارش نمودند، مطابقت داشت. در پژوهشی دیگر، هونگ و همکاران (۲۰۰۸) روابط بین آب مصرفی و عملکرد را بررسی نمودند و نشان دادند که رابطه بین آب مصرفی و عملکرد به صورت تابع درجه دو می باشد.

ریشه و طول ریشه معنی دار شد؛ اما اثر متقابل آن ها معنی دار نشد (جدول ۳). وزن ریشه در تیمار ۵۰ درصد آبی با کاهش ۲۳/۲ درصدی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی همراه بود (جدول ۴). مصرف شش لیتر اسیدهیومیک در هکتار به ترتیب نشان دهنده افزایش ۱۷/۷ و ۴۳/۱ درصدی وزن ریشه نسبت به تیمارهای ۴ و ۲ لیتر اسیدهیومیک در هکتار بود (جدول ۴). طول ریشه در تیمار دیم، ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با ۵/۴، ۷/۴ و ۷/۷ سانتی متر مشاهده شد (جدول ۴). طول ریشه با مصرف شش لیتر اسیدهیومیک در هکتار به ترتیب نشان دهنده افزایش ۱۲/۸ و ۲۰/۵ درصدی نسبت به تیمارهای ۴ و ۲ لیتر اسیدهیومیک در هکتار بود (جدول ۴). در شرایط تنش رطوبتی، وزن ریشه کاهش یافت و کمبود آب، رشد و توسعه ریشه ها را نیز محدود نمود. عکس العمل ریشه ها به علت نزدیک بودن به آب و مواد غذایی، کاملاً مشهود است. از این رو با مصرف سطوح مختلف اسید هیومیک در شرایط تنش آبی، می توان کاهش وزن و رشد ریشه را جبران نمود.

کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد زیست-

توده، غلاف و دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آبیاری و اسیدهیومیک بر کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد زیست توده، عملکرد غلاف و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار بود، اما اثر متقابل آن ها بر این صفات معنی دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین میزان کارایی مصرف آب در عملکرد زیست توده، غلاف و دانه در تیمار دیم به ترتیب با میانگین ۷/۰۶، ۵/۲۷ و ۱/۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب بود. در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی، میزان کارایی مصرف آب در عملکرد زیست توده، غلاف و دانه به ترتیب با میانگین ۳/۱۲، ۲/۳۳ و ۰/۷۹ کیلوگرم بر متر مکعب بود. در تیمار



شکل ۱- رابطه مقدار آب مصرفی و عملکرد زیست توده، غلاف و دانه در لوبیا

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصله مشخص شد که تنش-آبی بر عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا اثر منفی داشت و استفاده از اسید هیومیک، ضمن کاهش صدمات ناشی از کمبود آب، می تواند موجب بهبود رشد و عملکرد در گیاه شود. در این بررسی، محلول پاشی در سطح شش لیتر اسید هیومیک در هکتار موجب بیشینه مقدار عملکرد دانه با میانگین ۲۶۶۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. در شرایط ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، مقدار عملکرد دانه به ترتیب با میانگین ۱۹۵۵ و ۲۶۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. در اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک، بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مصرف شش لیتر در هکتار

اسید هیومیک با میانگین ۳۵۴۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بالاترین میزان شاخص کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد زیست توده، غلاف و دانه، در تیمار دیم به ترتیب با میانگین ۷/۰۶، ۵/۲۷ و ۱/۷۸ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. تیمارهای مصرف اسید هیومیک نیز اثر مثبتی بر کارایی مصرف آب داشتند اما بین تیمارهای ۲، ۴ و ۶ لیتر در هکتار، اختلاف معنی داری مشاهده نشد. با توجه به نتایج، تمام رژیم های آبیاری و مصرف اسید هیومیک، اثر مثبتی بر افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف آب داشتند؛ بنابراین می توان در شرایط دیم با مصرف اسید هیومیک، به عملکرد بیشتری در کشت لوبیا در منطقه مورد مطالعه دست یافت.

فهرست منابع

۱. امیری، ا. و عبدزادگوهری، ع. ۱۳۹۴. تأثیر مدیریت آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد، کارایی مصرف آب و تخمین تابع تولید در لوبیا (مطالعه موردی: شهرستان آستانه اشرفیه). نشریه مدیریت آب در کشاورزی. جلد ۲، شماره ۲: ۱-۱۰.
۲. اویسی، م. و ف. قوشچی. ۱۳۹۱. بررسی اجمالی نقش اسید هیومیک در تخفیف اثرات تنش کمبود آب در گیاهان زراعی. دو ماهنامه کشاورزی و توسعه پایدار. شماره ۴۳: ۱۶-۲۱.

۳. بابازاده، ح. عبدزادگوهری، ع. خنک، آ. ۱۳۹۴. اثر مدیریت آبیاری و سطوح مختلف مالچ کاه بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا. مجله پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۹. شماره ۲. ۱۲۹-۱۴۰.
۴. برزگر، ط. مرادی، پ. حسن‌زاده، ز. قهرمانی، ز. نیکبخت، ج. ۱۳۹۷. ارزیابی رشد، عملکرد و میزان ویتامین «ث» بامیه با کاربرد پوترسین و اسید هیومیک تحت تنش کم‌آبی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد- ۲۸. شماره ۱، ۵۴-۶۲.
۵. بهشتی، ص. علی تدین، ع. و فلاح، س. ۱۳۹۵. اثر سطوح اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا لیما در شرایط تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. جلد ۷، شماره ۲. ۱۷۵-۱۸۷.
۶. جهان، م. سهرابی، ر. دعایی، ف. و امیری، م. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد هیدروژل سوپرجاذب رطوبت در خاک و محلول پاشی اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های آگرواکولوژیکی لوبیا در شرایط مشهد. کشاورزی بوم شناختی. ۳(۲): ۷۱-۹۰.
۷. جیریایی، م. فاتح، ا. آینه‌بند، ا. ۱۳۹۳. ارزیابی برخی ویژگی‌های ریشه گندم های تیمار شده با میکوریزا و آزوسپیریولوم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۶۱-۷۳.
۸. حسین‌زاده، ح. مبصر، ح. م. امیری، ا. و عبدزادگوهری، ع. ۱۳۹۰. عکس‌العمل گیاه لوبیا تحت مقادیر مختلف مدیریت آبیاری و کود نیتروژن. ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.
۹. دادنیا، م. ر. ۱۳۹۶. اثر هیومیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و عملکرد کرچک در شرایط کمبود آب. نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۱. ۸۵-۹۸.
۱۰. سبحانی، ع. ل. و حمیدی، ح. ۱۳۹۴. مطالعه تأثیر تنش آبی و مقادیر مختلف کود پتاسیم بر عملکرد، کارایی مصرف آب و شاخص برداشت سیب‌زمینی. فنآوری تولیدات گیاهی. جلد ۱۵. شماره ۱. ۹۹-۱۱۲.
۱۱. شاه‌حسینی، ز. غلامی، ا. اصغری، ا. ۱۳۹۱. تأثیر همزیستی میکوریزایی و اسید هیومیک بر کارایی مصرف آب و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد ذرت در شرایط کم‌آبیاری. دو فصلنامه علمی-پژوهشی خشک‌بوم. جلد ۲. شماره ۱. ۳۹-۵۷.
۱۲. شایان‌نژاد، م و محرری، ع. ۱۳۸۹. تأثیر تنش آبی بر خصوصیات کیفی گندم و سیب زمینی در شهرکرد مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۴. (۱). ۶۵-۷۱.
۱۳. صالحی، ب. ع. باقرزاده و م. قاسمی. ۱۳۸۹. تأثیر ماده آلی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گوجه فرنگی. : نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۲، شماره ۴: ۶۴۷-۶۴۰.
۱۴. عزیزی، ز. طاهر برزگر، ط. قهرمانی، ز. ۱۳۹۶. تأثیر اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک بر عملکرد و کیفیت میوه خربزه زرد جلالی تحت تنش کم‌آبی. مجله به زراعی کشاورزی. دوره ۱۹. شماره ۲. ۳۸۷-۴۰۰.
۱۵. علی‌نژاد، س. سینکی، ج. م. زارعی، م. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر محلولپاشی اسید هیومیک و بیومین بر عملکرد و اجزای عملکرد جو در شرایط قطع آبیاری. پژوهش‌های زراعی در حاشیه کویر جلد ۱۴ شماره ۳. ۱۹۳-۲۰۳.
۱۶. عمادی، ن. بلوچی، ح. ر. و جهانبین، ش. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی خصوصیات ریخت‌شناسی لوبیا چیتی در منطقه یاسوج. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی جلد پنجم، شماره دوم. ۱-۱۷.

۱۷. فیروزآبادی، ع. و خسرو پرویزی، خ. (۱۳۹۷). مدیریت کم آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای در زراعت سیب‌زمینی. مجله سیب‌زمینی. سال ۱. شماره ۱. ۱۹-۲۴.
۱۸. کیانی، ع.ر. صابری، ع. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد و مصرف آب در ذرت شیرین تحت تأثیر شیوه های مختلف کم آبیاری در دو الگوی کاشت. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک. جلد بیست و یکم، شماره ششم. ۱۷۱-۱۵۵.
۱۹. گرگینی شبانکاره، ح. صبوری، ف. ساعدی، ف. فاخری، ب. ۱۳۹۶. اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر شاخص های رشد و اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه تحت رژیم‌های خشکی. جلد ۱. شماره ۲. ۱۶۶-۱۷۶.
۲۰. مظفری، س. خراسانی‌نژاد، س. گرگینی شبانکاره، ح. ۱۳۹۵. اثر مقادیر آبیاری بر اساس درصد ظرفیت زراعی و کاربرد اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی خرفه. نشریه تولید گیاهان زراعی جلد ۹. شماره ۳. ۱۷۵-۱۵۳.
۲۱. ناسوتی میان‌دوب، ر.، س. سماوات، و م. م. م. م. تهران. ۱۳۹۰. خواص کود اسید هیومیک بر گیاه و خاک. ماهنامه کشاورزی و غذا. ۱۰۱: ۵۳-۵۵.
۲۲. نجفی‌مود، م. ۱۳۸۴. طراحی سیستم های آبیاری تحت فشار (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۷۸ صفحه.
۲۳. نخزری‌مقدم، ع. پارسا، ن. صبوری، ح. سعید بختیاری، س. ۱۳۹۶. تأثیر اسید هیومیک، تراکم و آبیاری تکمیلی بر صفات کمی و کیفی نخود محلی نیشابور. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. جلد ۱۰. شماره ۲. ۱۸۳-۱۹۲.
۲۴. نخعی‌نژاد، ب.ا. موسوی، س.غ. ۱۳۹۶. تأثیر دور آبیاری، اسید هیومیک و نوع کود گوگردی بر صفات مورفولوژیکی و عملکردی شنبلله. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی سال هشتم، شماره ۳۰. ۴۰-۵۱.
۲۵. نوربخش، س. قبادی‌نیا، م. دانش شهرکی، ع. نوری امام زاده‌ئی، م.ر. فتاحی نافچی، ر. ۱۳۹۴. اثر زمان و میزان آب آبیاری بر کارایی مصرف آب و عملکرد لوبیا در شرایط خشک و نیمه خشک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۹، شماره ۱. ۳۵-۴۷.
۲۶. همتی نفر، ک. رحیمی، م.م. ۱۳۹۶. تأثیر سطوح مختلف سوپرچادب بر کارایی مصرف آب و صفات کمی سورگوم در رژیم‌های مختلف آبیاری. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی سال نهم، شماره سی و یک. ۴۰-۳۱.
27. Abedi, T., and Pakniyat, H. 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus L.*). Czech J.Genet. Plant Breed. 46: 27-34.
28. Beebe, S.E., Rao, I.M., Blair, M.W., and Acosta- Gallegos, J.A. 2013. Phenotyping common beans for adaptation to drought. Journal of Frontiers in Plant Physiology 4(35): 1-20.
29. Boutraa T., and Sanders F.E. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris L.*), Agronomy and Crop Science. 187:251-257.
30. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain. Dev., 25: 183-191.
31. El-Bassiony, Fawzy, A.M., Abd El-Baky, Z.F., Mahmoud M.M.H., and Asmaa, R. 2010. Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Research Journal of Biological Sciences. 6(2): 169-175.
32. Hong-Bo, S., Li-Ye, C., Jaleel, C.A. and Chang-Xing, Z. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Comptes rendus Biologies. 331, 215-22.

33. Jongrunklang, N., Toomsan, B., Vorasoot, N., Jogloy, S., Boote, K.J., Hoogenboom, G., and A., Patanothai. 2011. Rooting traits of peanut genotypes with different yield responses to pre-flowering drought stress. *Field Crops Research*. 120, 262–270.
34. Khastehband, N. Amiri, E. and Abdzad Gohari, A. 2013 Reaction of Common bean Crop (*Phaseolus vulgaris L.*) under Irrigation Intervals and Green manure. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 2 (1): 6-10.
35. Mahajan S and Tuteja N, 2005. Cold, salinity and drought stresses. *Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
36. McClean P, J. Kami, P. Gepts., 2004; Genomic and genetic diversity in common bean. In RF Wilson, HT Stalker, EC Brummer, Eds, *Legume Crop Genomics*. AOCs Press, Champaign, IL. pp 60–82.
37. Nigam, S.N., Chandra, S., Rupa Sridevi, K., Manoha Bhukta, A., Reddy, G.S., Nageswara Rao, R.C., Wright, G.C., Reddy, P.V., Deshmukh, M.P., Mathur, R.K., Basu, M.S., Vasundhara, S., Vindhiya Varman, P., and A.K., Nagda. 2005. Efficiency of physiological trait-based and empirical selection approaches for drought tolerance in groundnut. *Annals of Applied Biology*. 146, 433-439.
38. Ramirez-Vallejo, P. and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean, *Euphytica*. 99:127-13
39. Sarker BC, Hara M and Uemura M, 2005. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. *Scientia Horticulturae*. 103(4): 387-402.
40. Shao, H.B., Liang, M.A., Shao, B., and Sun, Q. 2005. Dynamic changes of anti oxidative enzymes of ten wheat genotypes at soil water deficits. *Colloids and surfaces*. B.42:187-195.
41. Tan, K.H. 2003. *Humic Matter in Soil and Environment*. Marcel Dekker, New York. P408.
42. Wakrim, R., S. Wahbi, H. Tahi, B. Aganchich and R. Serraj. 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 106:275-287.
43. Webber, H.A., Madramootoo, C.A., Bourgault, M., Horst, M.G., Stulina, G., and Smith, D.L. 2006. Water use efficiency of common bean and green gram grown using alternate furrow and deficit irrigation. *Agricultural Water Management*. 10:259-268.
44. Zhu, J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*. 53: 247-316.

Effect of Deficit Irrigation and Humic Acid on Yield and Water Use Efficiency in Common Bean

A. Abdzad Gohari^{1*} and O. Sadeghipour

Young Researchers Club, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran.

abdzadgohari_a@yahoo.com

Associate Professor, Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

osadeghipour@yahoo.com

Abstract

Water scarcity is one of the most important environmental factors limiting crop production. Consumption of natural fertilizers can make optimal use of water in irrigation. The aim of this study was to investigate the effect of deficit irrigation and humic acid on yield and water use efficiency in common bean. The experiment was conducted in split plots based on randomized complete block design, with three replications in Guilan province, in 2016. The main factor was irrigation at three levels (rainfed, 50%, and 100% water requirement) and the sub factor included humic acid spraying at four levels (0, 2, 4, and 6 L.ha⁻¹). In irrigation treatments, highest average seed yield (2610 kg.ha⁻¹) was obtained in full irrigation conditions (100% water requirement). In the humic acid spraying applications, maximum seed yield was observed at 6 L.ha⁻¹ with average of 2661 kg.ha⁻¹. In interaction of irrigation and humic acid, the highest seed yield was obtained in full irrigation and 6 L ha⁻¹ humic acid with an average of 3547 kg.ha⁻¹. The highest seed yield (3030 kg.ha⁻¹) was obtained in 50% water requirement and 6 L.ha⁻¹ humic acid. The highest seed yield in rainfed conditions was obtained at 4 and 6 L.ha⁻¹ of humic acid, with an average of 1461 and 1406 kg.ha⁻¹, respectively. In different irrigation treatments, the highest water use efficiency was obtained with the mean of 1.78 kg.m⁻³ in rainfed treatment. The humic acid treatments had a positive effect on water use efficiency in comparison with the non-humic acid treatments, but there was no significant difference between treatments 2, 4, and 6 L.ha⁻¹. Altogether, the results of this study indicate the beneficial effects of humic acid on water deficit stress in common bean cultivation in the study area.

Keywords: Agronomic characteristics, Spraying fertilizer, Water deficit stress, Water requirement

¹ - Corresponding author, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran.

*- Received: February 2019, and Accepted: October 2019