



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵
صفحه‌های ۶۲۳-۶۰۹

اثر اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پرولین برگ گلرنگ در سطوح مختلف آبیاری

اسماعیل کریمی^۱، علی تدین^{۲*} و محمودرضا تدین^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۱۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۲۲

چکیده

جهت بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر اجزای عملکرد و میزان پرولین برگ گلرنگ بهاره رقم محلی اصفهان، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام گرفت. فاکتور اصلی این آزمایش شامل چهار سطح مختلف آبیاری (پس از ۵۰، ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر آب از تشتک تبخیر کلاس A) و فاکتور فرعی شامل محلول‌پاشی اسید هیومیک (به میزان صفر، ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار) بود. صفات مورد ارزیابی در این آزمایش شامل تعداد طبق در بوته، وزن هزاردانه، درصد روغن، عملکرد دانه، میزان پرولین و عملکرد روغن بودند. سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی اسید هیومیک به صورت معنی‌داری بر صفات فوق‌الذکر اثرگذار بودند. براساس نتایج مقایسات میانگین، آبیاری کمتر باعث کاهش معنی‌دار و محلول‌پاشی اسید هیومیک نیز سبب افزایش معنی‌دار صفات تعداد طبق در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن گردید. با افزایش دور آبیاری و همچنین افزایش میزان محلول‌پاشی اسید هیومیک، صفات درصد روغن و میزان پرولین نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری را نشان دادند. ضمناً افزایش دور آبیاری درصد روغن دانه را از ۲۲/۲۲ به ۲۵/۴۳ درصد ارتقا داده است. عملکرد روغن نیز در اثر افزایش دور آبیاری از ۳۹۳/۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۵۰ میلی‌متر، به ۲۸۹/۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر رسید.

کلیدواژه‌ها: پرولین، درصد روغن، عملکرد دانه، عملکرد روغن، محلول‌پاشی، وزن هزاردانه

۱. مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی یک‌ساله است [۴۲]. این گیاه تحمل نسبتاً بالایی به خشکی دارد [۵۰]. امروزه اهمیت این گیاه به عنوان یک گیاه دانه روغنی افزایش یافته، زیرا درصد روغن دانه گلرنگ در شرایط مساعد تا ۴۵ درصد نیز می‌باشد [۲۰]. گیاهان روغنی، به دلیل توانایی تأمین انرژی مورد نیاز انسان در بین گیاهان زراعی جایگاه ویژه‌ای دارند و به همین دلیل یکی از بارزترین محصولات کشاورزی به شمار می‌روند [۴۲]. حجم صادرات دانه‌های روغنی در دنیا در سال ۲۰۱۱ حدود ۱۲۲ میلیون تن گزارش شده که سهم ایران در این سال تنها ۰/۰۰۳۲ درصد بوده است [۴۵]. به دلیل اقلیم خشک و نیمه خشک، ایران نیازمند گسترش برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه کشت دانه‌های روغنی در این مکان‌هاست و گلرنگ گزینه‌ای مناسب برای این امر به شمار می‌رود، زیرا ضمن قابلیت انجام تناوب با جو و گندم، روغنی با کیفیت مطلوب (تا ۹۳ درصد چربی غیراشباع) تولید می‌کند [۱]. با توجه به محدودیتی که از لحاظ منابع آبی و خاکی در کشور وجود دارد، به‌کارگیری اراضی جدید برای توسعه کشت دانه‌های روغنی، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست، لذا بیشتر فعالیت‌ها باید بر روی افزایش عملکرد روغن در واحد سطح متمرکز گردد [۴۱].

ایران دارای اقلیمی خشک با نوسانات شدید بارندگی در مقیاس‌های روزانه، فصلی و سالانه است که این مسئله موجب عدم اطمینان کافی نسبت به دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی می‌شود [۱۸]. حدود دو سوم از زمین‌های زیر کشت ایران در مناطق نیمه خشک قرار دارند [۲۷]. بر همین اساس، کمبود آب و تنش حاصل از آن یکی از رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در ایران با محدودیت روبرو می‌سازد [۴]. کاهش رشد قسمت‌های مختلف گیاه گلرنگ اعم از اندام

هوایی، سطح برگ، ارتفاع بوته، وزن خشک و اجزای عملکرد در اثر تنش ناشی از کمبود آب توسط محققین گزارش شده است [۸]. در آزمایشی که با اعمال تنش خشکی ناشی از فواصل آبیاری روی گیاه گلرنگ انجام گرفت مشخص گردید، با افزایش دور آبیاری صفات ارتفاع بوته، فاصله محل انشعاب شاخه‌ها از سطح زمین، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاهش یافت [۹].

افزایش مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصل‌خیزی خاک‌ها گردیده است [۵۳]. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی نیتروژنه سبب می‌شود حتی گیاهانی که در شرایط عادی نیترات را در اندام‌های خود ذخیره نمی‌کنند، این ماده را به مقدار زیاد در اندام‌های خود تجمع دهند [۳۲]. این مسئله سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازد، زیرا گیاه مقدار زیادی از نیتروژن را به صورت نیترات جذب می‌کند که می‌تواند سرطان‌زا باشد [۱۰]. از مجموع نکات مطرح شده چنین بر می‌آید که تجدید نظر در نظام‌های رایج کشاورزی و روش‌های تولید مواد غذایی اجتناب‌ناپذیر بوده و بر این اساس مدیریت نظام‌های کشاورزی باید مورد بازنگری جدی قرار گیرد تا نظام‌های نوینی که اولویت آن‌ها پایداری درازمدت و در عین حال تولید قابل قبول در کوتاه‌مدت باشد، پایه‌ریزی گردد [۲۱]. مواد هیومیک^۱ که بخش عمده‌ای از مواد آلی را تشکیل می‌دهند، شامل سه بخش فولویک‌اسید^۲، هیومیک‌اسید^۳ و هومین^۴ می‌باشند [۴۸]. اسید هیومیک و اسید فولویک به

1. Humic substances
2. Fulvic acid
3. Humic acid
4. Humin

مختلف آبیاری و با محلول پاشی اسید هیومیک، مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

جهت مطالعه اثر سطوح مختلف آبیاری و اسید هیومیک روی عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بهاره، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، در بهار و تابستان سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل چهار سطح آبیاری (پس از ۵۰ (شاهد)، ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر آب از تشتک تبخیر کلاس A) و فاکتور فرعی آزمایش شامل چهار سطح کاربرد اسید هیومیک (صفر، ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار) به صورت محلول پاشی بر روی گیاه بوده است. ترکیب به کار رفته جهت محلول پاشی حاوی ۸۰ درصد اسید هیومیک، ۱۵ درصد اسید فولویک و ۱۲ درصد K_2O با نام تجاری هیومکس-۹۵ و ساخت شرکت 'جی اچ بیوتک' ایالات متحده آمریکا بوده است. برای محاسبه مقدار اسید هیومیک جهت محلول پاشی، با در نظر گرفتن مساحت زمین تیمار مورد نظر، براساس مقادیر عددی آن تیمار (صفر، ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار)، ابتدا مقدار اسید هیومیک مورد نیاز محاسبه شد. در ادامه این مقدار به دقت با ترازوی دیجیتال وزن شده و برای کلیه تیمارها در حجم ثابتی از آب به صورت کامل حل گردید. به دلیل احتمال اثرگذاری بیشتر و مؤثرتر محلول پاشی به واسطه تبخیر کمتر آب به کار رفته جهت انحلال اسید هیومیک و ماندگاری بیشتر آن (پرهیز از خشک شدن سریع و از دست دادن رطوبت)، محلول پاشی در ساعات پایانی روز و نزدیک به غروب آفتاب، توسط سمپاش دستی انجام شد.

دلیل قابلیت انحلال در آب، از اهمیت بالایی برخوردارند [۴۸]. کاربرد اسید هیومیک در گیاه به صورت محلول پاشی و خاکی، موجب افزایش هورمون های اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در گیاه می شود [۴۴]. کاربرد برگگی (محلول پاشی) اسید هیومیک، غلظت آنتی اکسیدان ها را به طور معنی داری افزایش می دهد و سبب افزایش در فتوسنتز، تنفس، سنتز اسیدهای نوکلئیک و جذب یون ها می شود [۵۱]. از مزایای مهم اسید هیومیک می توان به قابلیت کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد [۳۳].

مقادیر بسیار کم اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارند، همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می گردد [۱۷]. محلول پاشی اسید هیومیک باعث ۲۹ درصد افزایش عملکرد در گیاه نخود گردیده است و جذب عناصر پرمصرفی همانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم را در این گیاه افزایش داده است. همچنین استفاده از اسید هیومیک روی رشد و جذب مواد غذایی در گیاه گندم در غلظت های مختلف شوری، جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم، منگنز و روی را افزایش داده، لذا شوری با وجود اسید هیومیک، رشد محصول و جذب مواد غذایی را در گندم کاهش نداده است [۳].

اهمیت گیاه گلرنگ به دلیل مقاومت بالای این گیاه به شرایط نامساعد محیطی از جمله خشکی و نیز قابلیت بالای این گیاه در تولید روغن بر کسی پوشیده نیست، لذا با توجه به اثرات مثبت مشاهده شده از کاربرد هیومیک اسید روی برخی گیاهان و همچنین انجام تحقیقات بسیار اندک در این زمینه (به خصوص روی گیاه گلرنگ)، در این آزمایش برخی صفات مرتبط با عملکرد گلرنگ در سطوح

آماده‌سازی زمین، ۱۰ نمونه خاک به صورت زیگزاگ (Z) شکل) از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری مزرعه برداشت و با یکدیگر مخلوط شدند. سپس یک نمونه مرکب خاک از آن‌ها تهیه شده و جهت به دست آوردن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال گردید. نتیجه تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است:

آمار تبخیر، به صورت روزانه از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به مزرعه تحقیقاتی (ایستگاه هواشناسی سینوپتیک واقع در فرودگاه شهرکرد) دریافت گردید. سطوح مختلف آبیاری پس از مرحله رویت طبق گیاه گلرنگ تا آخر دوره رشد و تیمارهای محلول‌پاشی اسید هیومیک پس از مرحله رویت طبق تا آغاز مرحله گل‌دهی در دو نوبت با فاصله ۱۵ روزه اعمال شدند. قبل از

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

خصوصیات شیمیایی					خصوصیات فیزیکی
EC (ds/m)	pH	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	۱۷ درصد رس، ۴۲ درصد سیلت و ۴۱ درصد شن
۱/۱	۷/۷۰	۰/۰۹	۷/۱	۲۹۶	لوم

قسط دوم زمان ساقه‌دهی و قسط سوم زمان گل‌دهی) بود که در این مطالعه مبنای کار قرار گرفت [۳۸]. علف‌های هرز باریک برگ به همراه دو علف‌هرز پهن برگ سلمه‌تره^۱ و تاج‌خروس^۲ گسترش زیادی داشتند. حذف کلیه علف‌های هرز در واحدهای آزمایشی دو مرتبه (یک مرحله قبل از اعمال تیمارهای آبیاری و مرحله دیگر قبل از دوره گل‌دهی) به صورت دستی صورت پذیرفت. اولین آبیاری پس از اتمام عملیات کاشت و در کلیه کرت‌ها به صورت یکسان انجام گرفت. آبیاری‌های بعدی نیز هر پنج روز یکبار در کلیه تیمارها، تا رسیدن به مرحله استقرار گیاه ادامه یافت. پس از آن به منظور اعمال تیمارهای آبی، آبیاری (هر کرت براساس سطوح مختلف آبیاری مربوطه، پس از رسیدن میزان تبخیر از تحت تبخیر کلاس A به تیمار رطوبتی کرت موردنظر)، تا پایان دوره رشد انجام شد.

مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم با گاواهن برگردان‌دار، خرد نمودن کلوخه‌ها با دیسک و ایجاد جوی و پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر توسط فاروور بود. بذور گواهی شده گلرنگ رقم محلی اصفهان از مرکز جهاد کشاورزی شهرکرد تهیه و قبل از کشت با قارچ‌کش بنومیل جهت کنترل احتمالی قارچ‌ها ضدعفونی گردید، سپس با فاصله روی ردیف هفت و بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر با عمق سه سانتی‌متر و به صورت دستی روی پشته‌ها در ابتدای خرداد ماه سال زراعی ۱۳۹۲ کاشته شدند. ابعاد هر کرت آزمایشی ۵/۵ × ۳ متر بوده و آبیاری مزرعه به صورت جوی و پشته‌ای (آبیاری نشتی) انجام گرفت. تغذیه گیاه گلرنگ شامل کوددهی (کود پایه: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم) و همچنین ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع کود اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص) در سه قسط (قسط اول زمان دو تا چهار برگی،

1. *Chenopodium* Sp.
2. *Amaranthus* Sp.

نتایج و بحث

تعداد طبق در بوته

اثر سطوح مختلف آبیاری با سطح احتمال یک درصد و تیمار محلول پاشی اسید هیومیک با سطح احتمال پنج درصد بر صفت تعداد طبق در بوته معنی دار شد. با افزایش دور آبیاری، تعداد طبق در بوته به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین تعداد طبق در بوته در تیمار آبی شاهد (۵۰ میلی متر تبخیر) و کمترین آن در تیمار آبی ۱۸۰ میلی متر با ۴۴ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید.

صفات اندازه گیری شده در این آزمایش شامل تعداد طبق در بوته، وزن هزاردانه، درصد روغن دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن بود، که پس از رسیدگی کامل گیاه و برداشت آن در ابتدای شهریور ماه مورد ارزیابی قرار گرفتند. عملکرد روغن از ضرب درصد روغن در عملکرد دانه محاسبه گردید [۳۵]. درصد پرولین نیز در مرحله گل دهی گیاه اندازه گیری شد. درصد روغن به روش سوکسله [۲۳] و میزان پرولین به روش بیتس [۴۶] توسط آزمایشگاه انجام گرفت. آنالیز واریانس داده با نرم افزار آماری SAS انجام شد و میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با نرم افزار Mstat-C مورد مقایسه قرار گرفتند. رسم نمودار نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات تعداد طبق در بوته، وزن هزاردانه، پرولین برگ، عملکرد دانه و عملکرد روغن گلرنگ در

تیمارهای سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی اسید هیومیک

تیمارها	تعداد طبق در بوته	وزن هزاردانه (g)	پرولین برگ (mg/g)	عملکرد دانه (kg/h)	عملکرد روغن (kg/h)
پس از ۵۰ میلی متر تبخیر	۱۳/۹۲ ^a	۳۹/۰۹ ^a	۹/۰۹ ^d	۱۶۸۷ ^a	۳۹۳/۷ ^a
پس از ۸۰ میلی متر تبخیر	۱۲/۵۸ ^b	۳۸/۰۴ ^a	۱۱/۱۷ ^c	۱۶۳۰ ^a	۳۸۳/۷ ^a
پس از ۱۳۰ میلی متر تبخیر	۱۰/۳۳ ^c	۳۵/۳۴ ^b	۱۵/۵۴ ^b	۱۳۲۷ ^b	۳۱۵/۳ ^b
پس از ۱۸۰ میلی متر تبخیر	۷/۷۵ ^d	۳۳/۹۴ ^c	۱۸/۳۷ ^a	۱۱۹۱ ^c	۲۸۹/۷ ^c
شاهد	۱۰/۵ ^b	۳۵/۴۹ ^b	۱۲/۳۷ ^c	۱۳۹۴ ^b	۳۱۱/۹ ^c
۱ لیتر در هکتار	۱۰/۹۲ ^b	۳۶/۳۷ ^{ab}	۱۳ ^{bc}	۱۴۴۶ ^{ab}	۳۳۸/۸ ^b
۳ لیتر در هکتار	۱۱/۰۸ ^{ab}	۳۷/۰۶ ^a	۱۳/۷۵ ^b	۱۴۸۰ ^a	۳۵۸/۶ ^a
۶ لیتر در هکتار	۱۲/۰۸ ^a	۳۷/۴۹ ^a	۱۵/۰۴ ^a	۱۵۱۵ ^a	۳۷۳/۳ ^a

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون در هر تیمار، بیانگر عدم اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد (LSD) می باشند.

طبق در بوته به ترتیب ۹۳، ۸۵ و ۷۸ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون تنش کاهش نشان داد [۱۱]. با افزایش فواصل آبیاری گیاه گلرنگ از صفت تعداد طبق در بوته کاسته شد [۹]. هر عاملی که فرصت رشد بیشتری در اختیار گیاه قرار

تعداد طبق در بوته گلرنگ، مهم ترین جزء از اجزای عملکرد این گیاه محسوب می شود [۲۴]. در آزمایشی با چهار تیمار آبیاری (آبیاری براساس ۶۰، ۱۰۰، ۱۴۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A)، تعداد

وزن هزاردانه

اثر سطوح مختلف آبیاری بر صفت وزن هزاردانه در سطح احتمال ۱ درصد و در تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. براساس مقایسه میانگین وزن هزاردانه، بین سطوح آبیاری ۵۰ و ۸۰ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲). وزن هزاردانه در تیمارهای آبیاری ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی‌متر به ترتیب با ۱۰ و ۱۳ درصد کاهش، اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان می‌دهد (جدول ۲).

تنش خشکی رشد گیاه گلرنگ را کاهش داده و تولید اندام‌های زایشی و همچنین پر شدن دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، لذا با افزایش رطوبت، آسیمسلاسیون کربن با سهولت بیشتری امکان‌پذیر بوده و سبب بهبود رشد گیاه و پر شدن دانه و افزایش عملکرد دانه می‌گردد [۱۳]. کاهش وزن هزاردانه در گیاه سویا، ناشی از کوچک بودن سطح برگ‌ها در اثر تنش خشکی و در نتیجه ساخته شدن مواد فتوسنتزی کمتر بوده و تنش خشکی سبب کاهش طول دوره پر شدن دانه می‌شود که این مسئله به نوبه خود بر کاهش وزن هزاردانه مؤثر است [۹].

در بین تیمارهای اسید هیومیک، بیشترین وزن هزاردانه در تیمار ۶ لیتر حاصل شد که با تیمار ۱ و ۳ لیتر در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). محلول‌پاشی اسید هیومیک با مقادیر ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۲، ۴ و ۶ درصدی وزن هزاردانه نسبت به تیمار شاهد گردید و بین تیمارهای محلول‌پاشی یک لیتر در هکتار با تیمار شاهد، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

نتایج آزمایشی بر روی گیاه لوبیا با محلول‌پاشی اسید هیومیک، گویای تأثیرات معنی‌دار اسید هیومیک بر وزن هزاردانه بود، به طوری که انجام محلول‌پاشی اسید هیومیک به میزان ۳ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۱۵ درصدی این صفت گردید [۱۵]. با بررسی نقش اسید هیومیک روی

دهد (مانند آبیاری)، موجب شکل‌گیری مکان‌های بالقوه بیشتری جهت تولید طبق در روی گیاه، از طریق افزایش ارتفاع، انشعابات جانبی و دوره رشد گیاه می‌گردد و افزایش تنش خشکی از طریق کاهش تعداد شاخه فرعی، منجر به کاهش تعداد طبق در بوته می‌شود.

با افزایش غلظت محلول‌پاشی اسید هیومیک روی گیاه گلرنگ، تعداد طبق در بوته به صورت معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۲). بیشترین تعداد طبق در بوته با افزایش ۱۵ درصدی این صفت در تیمار ۶ لیتر حاصل شد که با تیمار ۳ لیتر در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بین تیمارهای محلول‌پاشی ۱ و ۳ لیتر در هکتار با تیمار شاهد نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

صفت تعداد سنبل‌چه گیاه گندم، با تیمارهای کاربرد اسید هیومیک، تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد [۲۲]. بررسی مصرف اسید هیومیک (۰، ۱، ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در هکتار) بر روی صفت تعداد میوه گیاه گوجه‌فرنگی نشان می‌دهد، محلول‌پاشی اسید هیومیک به میزان دو لیتر در هکتار، با افزایش تعداد میوه در بوته به میزان ۲۷ درصد، اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد به وجود آورده است [۲۸]. استفاده از اسید هیومیک با افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس باعث افزایش رشد اندام هوایی و تولید می‌شود، همچنین اسید هیومیک با اثرات شبه هورمونی خود، اثرات مفیدی در افزایش تولید گیاه دارد [۲۹] زیرا، بدیهی است زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، به دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده در مقاصد گیاه (طبق)، به میزان کافی صورت خواهد گرفت [۳۶]. اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و اسید هیومیک بر صفت تعداد طبق در بوته در این آزمایش معنی‌دار نگردید. لذا تغییرات این صفت در هر دو تیمار سطح آبیاری و هیومیک اسید به‌طور مستقل عمل نموده است.

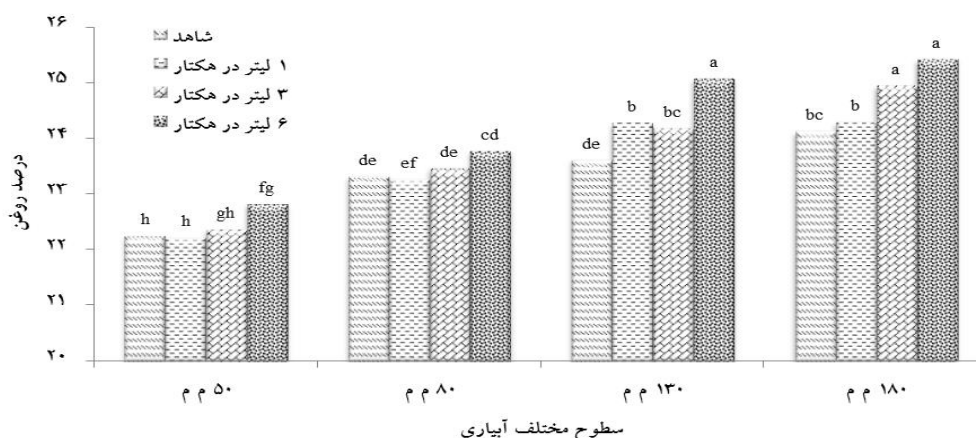
اثر اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پرولین برگ گلرنگ در سطوح مختلف آبیاری

تبخیر با کاربرد ۶ لیتر هیومیک اسید در هکتار و حداقل آن در تیمار ۵۰ میلی متر تبخیر بدون محلول پاشی اسید هیومیک مشاهده شد. روند تغییرات درصد روغن در شرایط آبیاری پس از ۸۰ و ۱۳۰ میلی متر تبخیر متفاوت بود (شکل ۱). در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر، بیشترین درصد روغن در کاربرد شش لیتر اسید هیومیک در هکتار بود که با تیمار سه لیتر هکتار در این سطح آبیاری اختلاف معنی داری نداشت. به علاوه در این سطح آبیاری بین کاربرد سه سطح صفر، یک و سه لیتر اسید هیومیک در هکتار، اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (شکل ۱). در تیمار آبیاری پس از ۱۳۰ میلی متر تبخیر، بیشترین درصد روغن در کاربرد ۶ لیتر هیومیک اسید و کمترین آن در تیمار شاهد بدون اسید هیومیک مشاهده گردید (شکل ۱). ضمناً مطابق این شکل کاربرد یک و سه لیتر هیومیک اسید (بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر)، درصد روغن بیشتری را نسبت به تیمار شاهد هیومیک اسید در این سطح آبیاری داشتند.

گیاه گندم مشخص شده است، کاربرد اسید هیومیک نسبت به عدم کاربرد آن، ۶/۵ درصد وزن هزاردانه را افزایش می دهد، طبق این گزارش اسید هیومیک با تأثیر بر انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی از برگ ها به دانه ها، وزن هزاردانه را در گندم افزایش داده است [۱۷]. نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج سایر محققین مبنی بر افزایش وزن هزاردانه با کاربرد محلول پاشی اسید هیومیک مطابقت دارد. ضمناً، اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی اسید هیومیک روی صفت وزن هزاردانه معنی دار نگردید.

درصد روغن دانه

اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی اسید هیومیک روی درصد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. ضمناً اثر متقابل سطح آبیاری و اسید هیومیک در سطح احتمال پنج درصد، نیز روی صفت درصد روغن معنی دار گردید. لذا اختلاف درصد روغن علاوه بر سطح آبیاری، به مقدار اسید هیومیک مصرف شده بستگی دارد (شکل ۱). بیشترین درصد روغن در تیمار ۱۸۰ میلی متر



شکل ۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای سطوح آبیاری و اسید هیومیک روی درصد روغن دانه حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد (LSD) می باشند.

عملکرد دانه

عملکرد دانه در سطوح مختلف آبیاری در سطح احتمال یک درصد و در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد. بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۵۰ میلی متر و کمترین آن در تیمار ۱۸۰ میلی متر مشاهده گردید (جدول ۲). تیمارهای آبیاری پس از ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر، به ترتیب با ۳، ۲۱ و ۲۹ درصد کاهش در عملکرد دانه، اختلاف معنی داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند.

تنش خشکی در مرحله گل دهی و گرده افشانی آفتابگردان، باعث کاهش شدید عملکرد دانه در این گیاه می شود [۱۴]. در آزمایش ارزیابی معیار تحمل به خشکی در گیاه آفتابگردان نیز مشخص شد، در شرایط آبیاری محدود، صفت عملکرد دانه بیشترین کاهش را نشان می دهد، این موضوع بیانگر این نکته است که صفات مرتبط با مرحله زایشی گیاه بیشتر تحت تأثیر خشکی قرار می گیرند [۲۵].

کمبود آب در مراحل مختلف رشد، فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه (نظیر تشکیل و پر شدن دانه) را کاهش داده و از این طریق عملکرد دانه را می کاهش دهد [۱۳]. در آزمایشی با تیمارهای مختلف تنش خشکی (براساس قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه) روی سه رقم گلرنگ، کاهش عملکرد دانه در تیمارهای تنش خشکی، به کاهش محتوای آب نسبی برگ در مقایسه با تیمار شاهد نسبت داده شده است [۶]. خشکی باعث کاهش نسبی آماس سلول های محافظ روزنه و در نتیجه کاهش دی اکسید کربن از طریق برگ گشته و از طریق کاهش فتوسنتز بر عملکرد دانه اثر گذاشته و از این طریق عملکرد دانه را کاهش داده است.

محلول پاشی اسید هیومیک، تأثیر معنی داری بر صفت عملکرد دانه داشته است (جدول ۲). بین تیمارهای اسید

در آزمایشی روی سه رقم گلرنگ و تیمار تنش رطوبتی، محتوای روغن دانه به طور معنی داری تحت تأثیر سطوح خشکی، رقم و اثر متقابل آن ها قرار گرفت. در بین ارقام این آزمایش، رقم محلی اصفهان با میانگین ۲۷/۷ درصد بیشترین و رقم آی ال^۱ با میانگین ۱۹/۸ درصد کمترین درصد روغن را دارا بودند [۶]. درصد روغن گلرنگ در تیمارهای تنش خشکی تغییرات نسبتاً کمی دارد، زیرا کنترل درصد روغن دانه توسط ژن های متعددی صورت می گیرد، به همین علت تغییرات این صفت در اثر تنش خشکی، محدود خواهد بود [۲]. اعمال تنش خشکی (با سطوح آبیاری پس از تخلیه ۳۵، ۵۵ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده) در گیاه گلرنگ، اثر معنی داری را روی درصد روغن نداشته است [۴۳]. درصد روغن در اثر تنش خشکی در گیاه آفتابگردان نیز آسیب چندانی نمی بیند، زیرا روغن دانه صفتی است که با تعداد زیادی ژن کنترل می شود [۳۹]. اسید هیومیک باعث افزایش جذب عناصر غذایی می شود [۳۲]. اسید هیومیک به طور معنی داری جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزوم را در گیاه گندم افزایش داد، به صورتی که این افزایش جذب، به افزایش عملکرد در این گیاه منجر می گردد [۵۲]. اثرات تحریک کنندگی مواد هیومیکی با نگهداری آهن و روی در غلظت های مناسب همبستگی مثبتی دارد [۴۷]. نتایج مطالعه اثر مواد هیومیکی بر روی جذب نیترات در ریشه ذرت نشان می دهد، اسید هیومیک جذب نیترات را در سلول های ریشه ذرت افزایش داده است [۴۹]. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر، به نظر می رسد افزایش درصد روغن در گیاه گلرنگ با محلول پاشی اسید هیومیک، به دلیل بهبود جذب عناصر غذایی و همچنین اثرات مثبت بر فتوسنتز برگ، رخ داده است.

هیومیک، بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۶ لیتر حاصل شد که با تیمار ۱ و ۳ لیتر در هکتار اختلاف معنی داری نداشت، همچنین بین تیمارهای محلول پاشی ۱ لیتر در هکتار با تیمار شاهد، اختلاف معنی داری وجود مشاهده نشد. محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۴، ۶ و ۹ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردیدند (جدول ۲).

در آزمایشی بر روی گیاه لوبیا، محلول پاشی اسید هیومیک روی عملکرد دانه موجب افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شده است که دلیل آن افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای هیومیک بیان شده است [۱۵]. در مطالعه‌ای بر گیاه ذرت، عملکرد دانه به صورت معنی داری در تیمارهای محلول پاشی اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد، افزایش یافت که دلیل آن حصول زودهنگام حداکثر سطح برگ، افزایش دوام سطح برگ و در نتیجه طولانی تر شدن تجمع ماده خشک معرفی شده است [۳۴]. ضمناً در آزمایش حاضر، اثر متقابل تیمار تنش خشکی و محلول پاشی اسید هیومیک روی صفت عملکرد دانه معنی دار نگردید.

پرولین

تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تیمار محلول پاشی اسید هیومیک بر میزان پرولین در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. کمترین میزان پرولین در تیمار شاهد (۵۰ میلی‌متر) و بیشترین میزان آن در تیمار ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده گردید و بین کلیه سطوح آبیاری اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۲). میزان پرولین در تیمارهای ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی‌متر به ترتیب با ۲۳، ۷۱ و ۱۰۲ درصد افزایش، اختلاف معنی داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان می‌دهد (جدول ۲). انباشته شدن و تجمع پرولین باعث کاهش آسیب به

غشا در شرایط تنش می‌شود [۱۶]. تجمع مواد اسمزی در سلول‌های گیاهی باعث ایجاد پتانسیل منفی تر گردیده و در نتیجه به گیاه کمک می‌شود تا از طریق تنظیم اسمزی با تنش مقابله نماید [۵]. کاهش محتوای رطوبت نسبی گیاه و تنش خشکی موجب افزایش معنی دار میزان پرولین در گیاه گلرنگ گشته و تجمع پرولین به گیاه کمک می‌کند که در دوره کوتاهی بعد از اعمال تنش خشکی زنده مانده و پس از رفع تنش رشد خود را بازیابی کند [۴۰]. در بررسی ۱۱ ژنوتیپ سویا در مرحله رشد رویشی گزارش شده است، تنش خشکی بر روی صفت پرولین موجود در بافت گیاهی معنی دار گردید، در این گزارش با افزایش تنش خشکی میزان پرولین به صورت معنی داری در این گیاه افزایش یافت [۳۱]. در آزمایشی بر روی گیاه گلرنگ با اعمال تنش رطوبتی (بر اساس قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه)، میزان اسید آمینه پرولین برگ در تیمار تنش شدید (قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی)، در مقایسه با تیمار شاهد ۶۶/۳ درصد افزایش یافت [۶]. افزایش پرولین در دوره تنش ممکن است نتیجه تجزیه پروتئین‌ها و نیز کاهش استفاده از آن‌ها به دلیل کاهش رشد گیاه باشد [۲۶].

با افزایش میزان محلول پاشی اسید هیومیک روی گیاه، پرولین به صورت معنی داری در گیاه افزایش یافته است (جدول ۲). تیمار محلول پاشی ۱ لیتر در هکتار، با وجود افزایش ۵ درصدی میزان پرولین، اختلاف معنی داری را در این صفت با تیمار شاهد نشان نمی‌دهد (جدول ۲). محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۱ لیتر در هکتار، اختلاف معنی داری را با تیمار محلول پاشی ۳ لیتر در هکتار نشان نداد. همچنین، محلول پاشی ۳ و ۶ لیتر در هکتار به ترتیب با افزایش ۱۱ و ۲۲ درصدی پرولین برگ، اختلاف معنی داری با تیمار شاهد بدون اسید هیومیک دارند. کمترین میزان پرولین در تیمار شاهد اسید هیومیک و بالاترین آن در تیمار محلول پاشی ۶ لیتر در هکتار مشاهده می‌گردد (جدول ۲).

کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار میزان پرولین در گیاه میخک نسبت به تیمار شاهد شده است [۷]، پرولین انباشت شده می‌تواند در مواقعی که گیاه در شرایط تنش قرار گرفته است، میزان آسیب وارده به گیاه را کاهش دهد. نتایج آزمایشی روی گیاه گندم نیز نشان داده است که بین کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک روی میزان پرولین برگ تفاوت معنی‌داری وجود دارد و بیشترین میزان پرولین مربوط به کاربرد اسید هیومیک بوده است [۱۲]. در مطالعه‌ای، با تیمار اسید هیومیک روی گیاه گاوزبان، میزان پرولین با افزایش میزان محلول‌پاشی روند صعودی داشت، به‌صورتی که تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک با میزان ۴/۵ لیتر در هزار لیتر، موجب افزایش ۱۵/۵ درصدی مقدار پرولین در گیاه گردید [۱۹]. در این آزمایش، دلیل افزایش میزان پرولین با محلول‌پاشی اسید هیومیک از طریق ایجاد شرایط مناسب برای افزایش در محتوای نیتروژن گزارش شده که می‌تواند سبب افزایش رشد و عملکرد گردد، همچنین کاربرد اسید هیومیک می‌تواند میزان تولید ترکیبات آلی نیتروژن‌دار همانند پروتئین و اسیدهای آمینه (مانند پرولین) را در گیاه افزایش دهد. ضمناً در آزمایش حاضر، اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر میزان پرولین معنی‌دار نگردید.

عملکرد روغن

اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی اسید هیومیک با سطح احتمال یک درصد بر عملکرد روغن معنی‌دار شد. با افزایش دور آبیاری، عملکرد روغن به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین عملکرد روغن در تیمار آبی شاهد (۵۰ میلی‌متر تبخیر) مشاهده گردید که با تیمار ۸۰ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار عملکرد روغن نیز در تیمار آبی ۱۸۰ میلی‌متر با ۲۶ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید.

در آزمایشی که با تیمارهای سطوح مختلف آبیاری براساس ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی بر روی گلرنگ انجام گرفت، بیشترین عملکرد روغن به مقدار ۴۰۷/۲ کیلوگرم در هکتار با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین عملکرد روغن نیز به مقدار ۲۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار با تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد [۳۰]. با اعمال تنش خشکی در گلرنگ، عملکرد روغن به شدت کاهش می‌یابد، ولی با افزایش شدت تنش، در سطوح بعدی افت عملکرد روغن با شدت کمتری انجام می‌گیرد.

با افزایش غلظت محلول‌پاشی اسید هیومیک روی گیاه گلرنگ، عملکرد روغن به صورت معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۲). بیشترین عملکرد روغن با در تیمار ۶ لیتر به دست آمد که با تیمار ۳ لیتر در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). کمترین مقدار عملکرد روغن نیز در تیمار شاهد اسید هیومیک مشاهده گردید، ضمناً تیمار ۶ لیتر در هکتار، عملکرد روغن را در به میزان ۲۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است.

باتوجه به افزایش ناچیز درصد روغن در تیمار ۱۸۰ میلی‌متر نسبت به تیمار ۵۰ میلی‌متر و به این دلیل که در صفت عملکرد روغن دو عامل درصد روغن و عملکرد دانه مؤثر هستند، به نظر می‌رسد در تعیین عملکرد روغن در این آزمایش، فاکتور عملکرد دانه اهمیت بیشتری نسبت به درصد روغن دارا باشد. لذا در ادامه به ذکر دلایلی که منجر به کاهش عملکرد دانه در اثر افزایش دور آبیاری و افزایش عملکرد دانه در اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک گشته است، پرداخته می‌شود.

کمبود آب در مراحل مختلف رشد، فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه (نظیر تشکیل و پر شدن دانه) را کاهش داده و از این طریق عملکرد دانه گلرنگ را می‌کاهد [۱۳]. نتایج آزمایشی روی گلرنگ با چهار تیمار آبیاری (آبیاری براساس ۶۰، ۱۰۰، ۱۴۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تجمعی از

نشان دادند. لذا، محلول پاشی اسید هیومیک سبب تخفیف تأثیر افزایش دور آبیاری بر اجزای عملکرد گیاه گلرنگ شده و اثرات مثبتی را بر روی اجزای عملکرد گیاه گلرنگ داشته است، به صورتی که این صفات را نسبت به تیمار شاهد به صورت معنی داری متمایز ساخته است. رویکرد استفاده از کودهای با منشا آلی و طبیعی همانند محلول پاشی اسید هیومیک، ضمن حفظ عملکرد محصول، مانع آلودگی محیط زیست می‌گردد. با توجه به عدم مشاهده اثرات سوء اسید هیومیک بر گیاه و افزایش اجزاء عملکرد، به نظر می‌رسد بهتر است در صورتی که برخورد گیاه با شرایط آبیاری محدود در طول دوره رشد محتمل است، جهت افزایش عملکرد در گیاه گلرنگ محلول پاشی اسید هیومیک روی این گیاه انجام گیرد.

منابع

۱. اصغری میدانی ج کریمی ا و پورمحمد ع (۱۳۹۲) تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر رطوبت خاک و عملکرد گلرنگ در تناوب با گندم در مناطق دیم. آب و خاک. ۲۳(۱): ۲۴۵-۲۳۷.
۲. امید ا ح (۱۳۹۰) اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش در سه رقم گلرنگ. علوم زراعی ایران. ۱۳(۱): ۱۳۰-۱۱۶.
۳. امیری م، عرب م، آزادگان ب و مطلبی ا (۱۳۹۲) بررسی تأثیر اسید هیومیک بر اجزای عملکرد و دوام عمر گل شاخه بریده ژبرا. نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۴۲): ۴۹-۴۶.
۴. امینی ف سعیدی ق و ارزانی ا (۱۳۸۳) روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گلرنگ. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۵: ۵۳۵-۵۲۵.
۵. آلیاری ه، شکاری ف و شکاری ف (۱۳۷۹) دانه‌های

تشت تبخیر کلاس A) نشان داده است، با افزایش تنش رطوبتی، عملکرد دانه کاهش پیدا می‌کند، به صورتی که بیشترین مقدار این صفت در تیمار رطوبتی ۶۰ و کم‌ترین آن در تیمار رطوبتی ۱۸۰ میلی‌متر به دست آمده است [۱۱]. سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی داری را بر عملکرد دانه آفتابگردان بر جای گذاشت و دلیل این امر، کاهش سطح برگ و افزایش سرعت پیری برگ در شرایط آبیاری نامطلوب بیان شده است [۳۷].

در یک آزمایش مزرعه‌ای، تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک روی عملکرد دانه موجب افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد در گیاه لوبیا شده است که دلیل آن افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای اسید هیومیک عنوان گردید [۱۵]. در مطالعه‌ای بر روی گیاه ذرت، عملکرد دانه به صورت معنی داری در تیمارهای محلول پاشی اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد، افزایش یافت [۳۴]. افزایش عملکرد دانه در گیاهان تیمار شده با اسید هیومیک، باعث حصول زودهنگام حداکثر سطح برگ، افزایش دوام سطح برگ و در نتیجه طولانی‌تر شدن تجمع ماده خشک و نهایتاً افزایش عملکرد دانه عنوان شده است. ضمناً اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و اسید هیومیک بر صفت عملکرد روغن در آزمایش حاضر معنی دار نگردید.

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج تحقیق حاضر، افزایش دور آبیاری سبب کاهش معنی دار و محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش معنی دار صفات تعداد طبق در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن در گیاه گلرنگ رقم محلی اصفهان گردید. ضمناً با افزایش دور آبیاری و همچنین افزایش میزان محلول پاشی اسید هیومیک، صفات درصد روغن و میزان پرولین نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری را

- روغنی. زراعت و فیزیولوژی. انتشارات امیددی تبریز. ۱۸۲ ص.
۶. باغخانی ف و فرحبخش ح (۱۳۸۷) اثرات تنش خشکی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۸(۲): ۴۵-۵۷.
۷. بوروبور، مطلبی ا و اردبیلی ز (۱۳۹۲) بررسی کاربرد کودهای آلی و معدنی بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی در گل میخک. دومین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. ۷ ص.
۸. بهدانی م ع و جامی‌الاحمدی م (۱۳۸۷) ارزیابی رشد و عملکرد ارقام گلرنگ در تاریخ‌های مختلف کاشت. پژوهش‌های زراعی ایران. ۶(۲): ۲۴۵-۲۵۴.
۹. بهدانی م ع و جامی‌الاحمدی م (۱۳۸۹) عکس‌العمل ارقام گلرنگ بهاره به فواصل مختلف آبیاری در شرایط بیرجند. پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۲): ۳۱۵-۳۲۳.
۱۰. بیگی س، گلچین ا و شفیعی س (۱۳۹۰) تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیدن محلول غذایی بر صفات کمی و کیفی غلظت نترات در خیار سبز در محیط آبکشت. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۲(۶): ۳۷-۴۸.
۱۱. پالیزدار م، دلخوش ب، شیرانی‌راد ا ح و نورمحمدی ق (۱۳۹۱) بررسی اثر رژیم‌های آبیاری و مقادیر پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۸(۴): ۶۲۸-۶۴۵.
۱۲. پروازی‌شندی س، پازکی ع، اصغرزاده ا، آزادی ا و پاک‌نژاد ف (۱۳۹۲) اثر دور آبیاری، اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی
- گندم رقم کویر در منطقه شهر ری. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۵(۱۸): ۳۳-۱۹.
۱۳. جباری اورنج م و عبادی ع (۱۳۹۰) تأثیر آبیاری تکمیلی بر جذب عناصر، روابط آبی و ارزیابی تحمل به خشکی در گلرنگ در شرایط اردبیل. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۳(۲): ۱۱۵-۱۲۷.
۱۴. جعفرزاده کنارسری م و پوستینی ک (۱۳۷۷) بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر برخی ویژگی‌های مرفولوژیکی و اجزای عملکرد آفتابگردان (رقم رکورد). علوم کشاورزی ایران. ۲۹(۲): ۳۶۱-۳۵۳.
۱۵. جهان م سهرابی ر، دعایی ف و امیری م ب (۱۳۹۲) تأثیر کاربرد هیدروژل سوپرجاذب رطوبت در خاک و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های آگرواکولوژیکی لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*) در شرایط مشهد. کشاورزی بوم‌شناختی. ۳(۲): ۷۱-۹۰.
۱۶. چراتی‌آرائی ع و خانلریان‌خطیری م (۱۳۸۷) بررسی تأثیر سرب بر جوانه‌زنی، مقدار پروتئین و پرولین و ارزش تحمل به سرب در دو رقم کلزا (*Brassica napus L.*). علوم محیطی. ۵(۳): ۴۱-۵۲.
۱۷. چمانی ف، خدابنده ن، حبیبی د، اصغرزاده ا و داودی‌فرد م (۱۳۹۱) بررسی تأثیر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد در گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر کروکوم، آزوسپیریلیوم لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) و اسید هیومیک. زراعت و اصلاح نباتات. ۸(۱): ۳۷-۲۵.
۱۸. حامدی س، مهرگان ع و ملکوتی م ج (۱۳۸۴) نقش تغذیه متعادل در کاهش اثرات سوء خشکسالی در گیاهان. نشریه فنی. ۴۲۴: ۲۱-۱۴.
۱۹. حیدری م، میری ح ر و مینایی آ (۱۳۹۲) فعالیت

- تنظیم‌کننده‌های اسمزی ریحان. تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان. ۱(۱): ۳۲-۱۹.
۲۷. سرمدنیاغ و کوچکی ع (۱۳۷۸) جنبه‌های فیزیولوژیک زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جاد دانشگاهی مشهد. ۴۲۴ صفحه.
۲۸. صالحی ب، باقرزاده ع و قاسمی ب (۱۳۸۹) تأثیر ماده آلی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. ۲(۴): ۶۴۰-۶۴۷.
۲۹. صالحی ب، باقرزاده چهارجویی ع و پاکدلین ع (۱۳۸۹) بررسی سودمندی مصرف ماده آلی هیومیک اسید بر خصوصیات کمی سه رقم گوجه‌فرنگی. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. ۵ صفحه.
۳۰. فراست م، ساجدی ن و میزاخانی م (۱۳۸۷) واکنش صفات گیاهی چهار ژنوتیپ گلرنگ در شرایط تنش کمبود آب. یافته‌های نوین کشاورزی. ۳(۱): ۸۱-۶۷.
۳۱. فرخی ا، گالشی س، زینلی ا و عبدالزاده (۱۳۸۳) بررسی تحمل به خشکی ۱۱ ژنوتیپ سویا در مرحله رشد رویشی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۴): ۵۹-۶۹.
۳۲. قاسمی ا توکل م ر و ذبیحی ح ر (۱۳۹۱) تأثیر نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک بر رشد رویشی، جذب عناصر نیتروژن و پتاسیم در مینی تیوبر سیب‌زمینی تحت شرایط گلخانه‌ای. زراعت و اصلاح نباتات. ۸(۱): ۵۶-۳۹.
۳۳. قربانی ص، خزاعی ح ر، کافی م و بنایان‌اول م (۱۳۸۹) اثر کاربرد هیومیک اسید در آب آبیاری بر
- آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و ترکیبات بیوشیمیایی گیاه گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) در واکنش به تیمارهای تنش خشکی و اسید هیومیک. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۶(۲): ۱۷۰-۱۵۹.
۲۰. خواجه‌پور م (۱۳۸۳) گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.
۲۱. دامغانی ع، کوچکی ع و زند ا (۱۳۸۵) طراحی و مدیریت بوم‌نظام در کشاورزی پایدار. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. صص. ۳۶-۵۹.
۲۲. داودی‌فرد م، حبیبی د و داودی‌فر ف ا (۱۳۹۱) بررسی اثر تنش شوری بر پایداری غشاء سیتوپلاسمی، میزان کلروفیل و اجزای عملکرد در گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک. زراعت و اصلاح نباتات. ۸(۲): ۸۶-۷۱.
۲۳. ذولفقاری ب و یکدانه ا (۱۳۸۹) پیشرفت‌های اخیر در زمینه روش‌های استخراج ترکیب گیاهی. داروهای گیاهی. ۱(۱): ۵۵-۵۱.
۲۴. رامشک نیای، صباغ تازه ا و طهماسب‌پور ب (۱۳۹۰) بررسی صفات مهم زراعی ارقام گلرنگ بهاره از طریق روش‌های آماری چند متغیره. اولین همایش تخصصی توسعه کشاورزی استان‌های شمال غرب کشور. ۹ ص.
۲۵. رفیعی ف، کاشانی ع، مامقانی ر و گلچین ا (۱۳۸۴) تأثیر مراحل آبیاری و کاربرد نیتروژن بر عملکرد و برخی خصوصیات مرفولوژیکی هیبرید گلشید آفتابگردان. علوم زراعی ایران. ۷(۱): ۵۴-۴۴.
۲۶. رم‌رودی م و خمرع (۱۳۹۲) اثرات متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و

جلالی م (۱۳۸۳) تغییرات میزان پرولین، فنلدهای محلول کل، کلروفیل (Spad) و فلورسانس کلروفیل در ارقام گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی و محلولپاشی روی و منگنز. بیابان. ۴(۱): ۹۳-۱۰۹.

۴۱. نارکی ف (۱۳۸۱) زراعت گلرنگ. نشریه ترویجی وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، ایستگاه تحقیقاتی گچساران. ۳(۳): ۴۲-۶۱.

۴۲. یاری پ، کشتکار ا ح، سپهری ع و مظاهری لقب ح (۱۳۹۲) بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره با استفاده از شاخص‌های تحمل در منطقه همدان. دومین همایش توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم. ۱۵ ص.

۴۳. یداللهی پ، اصغری پور م، خیری ن و قادری ا (۱۳۹۳) اثر تنش خشکی و انواع کود آلی بر عملکرد روغن و ویژگی‌های بیوشیمیایی گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) تولید گیاهان روغنی. ۱(۲): ۲۷-۴۰.

44. Abdel-Mawgoud AMR, El-Greadly NHM, Helmy YI and Singer SM (2007) Responses of tomato plants to different rates of humic based Fertilizer and NPK Fertilization. Journal of Applied Sciences Research. 3(2): 169-174.

45. Anonymous FAO (2014) Statistical Yearbook [Online]. Available at: <http://www.Fao.org>. (accessed 15 May 2014).

46. Bates IS, Waldern RP and Tear ID (1973) Rapid determination of free praline for water stress studies. Plant And Soil. 39:205-207.

47. Clapp CE, Chen Y, Hayes MHB and Cheng HH (2001) Plant growth promoting activity of humic substances. International Humic Science Society. 243-255.

عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. بوم‌شناسی کشاورزی. ۲(۱): ۱۳۱-۱۲۳.

۳۴. قربانی ص، خزاعی ح، کافی م، بنایان اول م و صادقی شعاع م (۱۳۹۲) تأثیر محلولپاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت. پژوهش‌های به‌زراعی. ۵(۴): ۳۲۵-۳۳۷.

۳۵. گل‌پرور ا و قاسمی ع (۱۳۸۹) بررسی تجزیه همبستگی و علیت عملکرد دانه و روغن در ارقام گلرنگ بهاره تحت شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی. یافته‌های نوین کشاورزی. ۴(۳): ۲۴۸-۲۵۹.

۳۶. محسن‌نیا ا و جلیلیان ج (۱۳۹۱) اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) بوم‌شناسی کشاورزی. ۴(۳): ۲۳۵-۲۴۵.

۳۷. مظاهری لقب ح، نوری ف، زارع‌ابتهان ح و وفایی م ح (۱۳۸۰) اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتابگردان در زراعت دیم. پژوهش کشاورزی. ۳(۱): ۳۱-۴۱.

۳۸. مظفری ح و حسن‌پور درویشی ح (۱۳۹۲) بررسی تأثیر استفاده از آبیاری با آب شور بر درصد و عملکرد روغن ارقام گلرنگ. زراعت و اصلاح نباتات. ۹(۱): ۴۹-۶۱.

۳۹. مظفری ک، عرشی ی و زینالی‌خانقاه ح (۱۳۷۵) بررسی اثر خشکی در برخی از صفات مرفوفیزیولوژیکی و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان. نهال و بذر. ۱۲(۳): ۲۴-۳۳.

۴۰. موحدی‌دهنوی م، مدرس‌ثانوی ع م، سروش‌زاده ع و

48. Pena-Mendez EM Havel J and Patocka J (2005) Humic substances. compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *Journal of Applied Biomedicine*. 3: 13-24.
49. Pinton R Cesco S Lacoletting G Astolfi S and Varanini Z (1999) Modulation of NO₃- uptake by water extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺ ATPase. *Plant and Soil*. 215: 155-161.
50. Rameshknia Y Tahmasebpoor B and SabbaghTazeh E (2013) Investigation the Important Traits of Spring Safflower Varieties through Multivariate Statistical Methods. *Bulletin of Environment, Pharmacology And Life Sciences*. 2(8): 29-34.
51. Schmidt RE and Zhang X (1998) How humic substances help turfgrass grow. *Golf Course Management*. Pp. 65-68.
52. Shabban SHA Manal FM and Afifi MHM (2009) Humic acid foliar application to minimize soil applied fertilization of surface irrigated wheat. *Agriculture Sciences*. 5(2): 207-210.
53. Sharma AK (2002) *A Handbook Of Organic Farming*. Agrobios, India. Pp. 627.