

واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و بازدهی مصرف آب برخی بوم‌گونه‌های رازیانه (*Foeniculum vulgare L.*) به رژیم‌های آبیاری و محلول پاشی هیومیک‌اسید

سمانه کیانی^{۱*}، سید عطاءاله سیادت^۲، محمدرضا مرادی تلاوت^۳ و عادل پشت‌دار^۴

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

پست الکترونیک: kiani_sama@yahoo.com

۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۴- دکترای زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۶

تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۶

چکیده

برای ارزیابی محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و قطع آبیاری در مراحل زایشی سه بوم‌گونه رازیانه (*Foeniculum vulgare L.*)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپلیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۹۵ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان انجام گردید. رژیم‌های مختلف آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله گلدهی، قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه) و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و بوم‌گونه (اصفهان، همدان و بوشهر) در کرت‌های فرعی بررسی شدند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در شرایط آبیاری کامل (۱۵۷/۸۶ سانتی‌متر) و بوم‌گونه اصفهان (۱۵۳/۶ سانتی‌متر) بدست آمد. بیشترین تعداد شاخه فرعی نیز با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (۱۰/۱۴) و بوم‌گونه اصفهان (۱۰/۱۶) بدست آمد. قطع آبیاری از گلدهی وزن هزاردانه را کاهش داد. همچنین بیشترین تعداد چترک در چتر (۲۴/۵۲)، عملکرد دانه (۱۸۷۶/۹۵ کیلوگرم در هکتار) و بازدهی آبیاری تولید دانه (۵۳۱/۹۹ گرم بر مترمکعب) در شرایط آبیاری کامل به همراه محلول‌پاشی بدست آمد. بیشترین تعداد چتر نیز از بوم‌گونه بوشهر با آبیاری کامل حاصل شد. به‌طور کلی بوم‌گونه بوشهر با آبیاری کامل و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به دلیل دارا بودن بالاترین عملکرد دانه، اجزای عملکرد و بازدهی آبیاری قابل توصیه در منطقه مورد آزمایش است.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی، ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، تعداد چتر، پر شدن دانه.

مقدمه

تنش آب از بزرگترین مشکلات در تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، از جمله ایران به شمار می‌رود، از این جهت شناخت واکنش‌های متفاوت گیاهان دارویی به کمبود آب از اهمیت خاصی برخوردار است (Heydari, 2001). بروز تنش کم‌آبی در مراحل مختلف نموی، به‌ویژه در مرحله زایشی به علت کاهش طول دوره فتوسنتزی و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه است که این امر ناشی از پیری زودرس برگ‌ها و کاهش سطح برگ و نیز کاهش سهم انتقال دوباره مواد ذخیره شده در ساقه به دانه بوده و موجب کاهش عملکرد به دلیل کاهش وزن دانه‌ها می‌شود (Ramroudi et al., 2011). در این مورد محققان در ارزیابی اثر تنش خشکی و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و بازدهی مصرف آب رازیانه دریافتند که تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و عملکرد دانه کاهش یافت (Mousavi et al., 2012). نتایج تحقیقات موجود حکایت از این دارد که خواص کمی و کیفی بسیاری از گیاهان دارویی متعلق به خانواده چتریان از جمله انیسون و رازیانه به شدت تحت تأثیر کم‌آبی قرار می‌گیرد (Heydari et al., 2012). افزایش مصرف گیاهان دارویی و محدودیت منابع آبی برای تولید بسیاری از این گیاهان، ضرورت شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار به کمبود آب را در شرایط زراعی آشکار می‌کند. مطالعات پژوهشگران روی ۵۰ بوم‌گونه رازیانه ایران در شرایط آبیاری نرمال نشان داد که وزن خشک بیوماس، شاخص برداشت، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد برگ، طول پدانکل و تعداد پنجه به ترتیب عامل‌های مؤثر در تغییرات عملکرد و تعداد برگ، طول پدانکل، وزن زیست‌توده خشک و طول میانگره وسط به ترتیب از عوامل مؤثر در تغییر اسانس رازیانه است (Bahmani et al., 2011). امروزه کاربرد کودهای آلی همانند اسید هیومیک برای بهبود و افزایش کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی (El-Sherbeny et al., 2012) و همچنین کاهش اثرات

تنش‌های غیرزیستی (Turan et al., 2011) در حال توسعه است. مهمترین خاصیت اسید هیومیک این است که از یکسو به انحلال و آزادسازی عناصر تثبیت شده به‌ویژه در خاک‌های قلیایی کمک می‌کند (Ozdamar Unlu et al., 2011) و از سوی دیگر همانند یک مخزن عناصر اضافی موجود در محیط را در خود ذخیره نموده و به‌موقع در اختیار ریشه قرار می‌دهد (Turan et al., 2011) و بدین ترتیب محیط متعادلی را برای رشد گیاه به وجود می‌آورد. در شرایط تنش خشکی محلول‌پاشی اسید هیومیک باعث افزایش نگهداری آب برگ و میزان فتوسنتز شده و متابولیسم آنتی‌اکسیدانی را کاهش می‌دهد (Fujii et al., 1995). اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس از طریق افزایش زیست‌توده ریشه و اندام هوایی منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Sabzevari & Khazaei, 2009). Heidari و Minaie (۲۰۱۴) در ارزیابی تأثیر تنش خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی بر مصرف در گیاه دارویی گل گاوزبان دریافتند که اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر عملکرد گل، عملکرد زیست‌توده، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و عملکرد سرشاخه‌ها در دو اندام گل و برگ معنی‌دار بود و سبب افزایش آنها تنها تا سطح یک و نیم لیتر در هزار لیتر آب شد. رازیانه گیاهی علفی، معطر و چندساله از تیره چتریان با نام علمی *Foeniculum vulgare* است و با توجه به اینکه گیاهی گرمسیری است و در مناطق گرم کشور کشت می‌شود، عمدتاً با تنش خشکی روبروست. در خوزستان نیز کشت پاییزه رازیانه با تداخل دوره زایشی گیاه با شروع گرما و قطع بارندگی‌ها (اواسط اسفندماه) همراه است که دوره خشکی در منطقه آغاز می‌شود، از این‌رو باید در صدد مقابله و چاره‌اندیشی از جمله تعیین سطوح کم‌آبیاری و ارائه راهکارهایی برای کاهش اثر تنش خشکی در تولید محصول بود. موفقیت برای دستیابی به بوم‌گونه‌های سازگار به شرایط محیطی تنش‌دار مستلزم مقایسه مواد ژنتیکی و معرفی بوم‌گونه

شدن دانه) و هیومیک اسید (عدم محلول پاشی و محلول پاشی ۴۰۰ میلی گرم در لیتر) به صورت فاکتوریل در کرت های اصلی قرار گرفتند، در نتیجه در هر تکرار شش کرت اصلی تشکیل شد. بوم گونه های رازیانه (اصفهان، همدان، بوشهر) نیز در کرت های فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. بوم گونه های مورد ارزیابی در این آزمایش به دلیل متفاوت بودن از نظر مشخصات اقلیمی و منطقه جغرافیایی مختلف انتخاب شدند. خصوصیات خاک مورد آزمایش، آمار هواشناسی منطقه و خصوصیات اقلیمی بوم گونه ها به ترتیب در جداول ۱ تا ۳ آورده شده است.

برتر می باشد. بنابراین، این آزمایش با هدف بررسی رژیم های آبیاری و محلول پاشی هیومیک اسید در مورد بوم گونه های رازیانه در شرایط آب و هوایی اهواز طراحی گردید.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۶-۹۵ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، به صورت فاکتوریل اسپلیت در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۸ تیمار انجام گردید. رژیم های آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله گلدهی و قطع آبیاری از مرحله پر

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه پژوهشی در زمان شروع آزمایش (۹۶-۱۳۹۵)

عمق نمونه برداری (cm)	نیترژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی ($\mu\text{mhos.cm}^{-1}$)	ماده آلی (%)	بافت خاک
۰-۳۰	۰/۰۷	۷/۲	۲۱۴	۷/۴	۳/۶	۰/۷۶	رسی-سیلتی

جدول ۲ - آمار هواشناسی منطقه اجرای آزمایش (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵)

ماه های سال	دمای حداقل (°C)	دمای حداکثر (°C)	میانگین دما (°C)	بارندگی (mm)	میانگین رطوبت نسبی (%)	مجموع تبخیر (mm)
مهر	۱۴/۱	۲۹	۲۷/۸	۱/۱	۴۵/۱	۷/۵
آبان	۱۴/۱	۳۱/۸	۲۳	۰	۴۸/۷۸	۵/۴
آذر	۶/۷	۲۱	۱۳/۹	۰/۶	۵۶/۷	۳/۱
دی	۷/۶	۲۰/۲	۱۳/۹	۱/۲	۶۸/۶	۲/۲
بهمن	۵/۶	۱۹/۵	۱۲/۵	۰/۲	۵۸/۷	۲/۸
اسفند	۱۰/۱	۲۵/۴	۱۷/۷	۰/۴	۵۳/۲	۴/۱
فروردین	۱۶/۵	۳۱	۲۳/۸	۰/۱	۵۰/۵	۷/۱
اردیبهشت	۲۲	۴۰/۵	۳۱/۳	۰/۱	۳۶/۳	۱۲/۶

جدول ۳- مشخصات اقلیمی و جغرافیایی بوم گونه‌های رازیانه

عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع محل (m)	بوم گونه
۳۲ ۳۷	۵۱ ۴۰	۱۵۵۰	اصفهان
۲۸ ۹۱	۵۰ ۸۳	۱۸	بوشهر
۳۴ ۵۱	۴۸ ۳۲	۱۷۴۹	همدان

استفاده گردید. به منظور محاسبه حجم آب آبیاری در هر کرت آزمایشی، آبیاری با استفاده از سیستم تحت فشار مجهز به شیلنگ و کنتور انجام شد. حجم آب ورودی به کرت‌های آزمایشی در تیمارهای آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله گلدهی و قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به ترتیب به میزان ۳۰۸۷/۱۴، ۲۸۶۶/۶۳ و ۳۵۲۸/۱۶ مترمکعب در هکتار بود. پس از رسیدگی دانه، برداشت و نمونه‌برداری برای ارزیابی صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و بازدهی آب تولید دانه انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژی ۵ بوته به صورت تصادفی انتخاب شد و برای تعیین عملکرد دانه نمونه‌برداری از یک مترمربع پس از حذف حاشیه‌ها انجام گردید. چترها پس از جداسازی از ساقه در سایه خشک شده و پس از جداسازی و بوجاری، دانه‌ها توزین و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. بازدهی مصرف آب برای تولید دانه نیز از رابطه زیر بدست آمد (Mousavi et al., 2012). تجزیه و تحلیل آماری، شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار سیستم آنالیز آماری SAS۹/۲ و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵٪ انجام گردید.

رابطه ۱

$$\text{عملکرد دانه} = \frac{\text{بازدهی مصرف آب دانه}}{\text{میزان مصرف آب}}$$

هر واحد آزمایش شامل شش خط کاشت به طول سه متر، فاصله بین دو خط کشت ۴۰ سانتی‌متر و تراکم گیاهی اعمال شده برای رازیانه ۱۳ بوته در مترمربع لحاظ گردید. کود فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار (P₂O₅) به هنگام آماده‌سازی زمین اعمال شد. نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره به میزان ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن استفاده گردید. تاریخ کاشت ۲۲ آبان‌ماه بود و کاشت به صورت دستی و بذره‌های هر بوم‌گونه در عمق یک سانتی‌متری خاک کشت شدند. یک سوم از سطوح تیمار نیتروژن در ابتدای کاشت و باقی‌مانده نیز در مرحله ساقه‌دهی اعمال گردید. از زمان کاشت تا مرحله آغاز رشد زایشی و شروع گلدهی، آبیاری به صورت معمول و تأمین ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه انجام شد. سپس رژیم‌های آبیاری (آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله گلدهی، قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه) اعمال گردید. در زمان اعمال تیمار آبیاری نیز برای ممانعت از ورود آب باران به واحدهای آزمایش از محافظ نایلونی برای حفظ دوره‌های قطع آبیاری مدنظر استفاده گردید. محلول‌پاشی هیومیک‌اسید نیز طی سه مرحله در طول دوره رشد گیاه انجام شد، بدین صورت که دو مرحله از محلول‌پاشی در طول دوره رویشی (شروع از ابتدای رشد طولی ساقه) و مرحله سوم در زمان ظهور چترها و آغاز گلدهی و همزمان با اعمال تیمار کم‌آبیاری بود. هیومیک‌اسید مورد استفاده با نام تجاری هیومکس که دارای ۸۰٪ اسید هیومیک و ۱۵٪ فولیک‌اسید است، با توجه به مقدار توصیه شده ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر

نتایج

ارتفاع بوته

محلول پاشی بود و نسبت به عدم محلول پاشی ۹٪ افزایش داشت (جدول ۵). در میان بوم‌گونه‌های مورد مطالعه نیز بوم‌گونه اصفهان با ۱۰/۱۶ عدد بیشترین تعداد شاخه فرعی را داشت و پس از آن بوشهر و همدان در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵).

تعداد چتر در بوته

رژیم‌های آبیاری، محلول پاشی هیومیک‌اسید، بوم‌گونه و همچنین اثر متقابل بوم‌گونه در رژیم‌های آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد چتر در بوته نشان دادند (جدول ۴). به طوری که بیشترین و کمترین تعداد چتر در بوته به ترتیب از آبیاری کامل (۵۴/۴۷ عدد) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی (۳۲/۱۶ عدد) بدست آمد. تعداد چتر در بوته با محلول پاشی هیومیک‌اسید (۴۷/۲۵ چتر) نسبت به عدم محلول پاشی (۳۹/۵۵ چتر) تفاوت معنی‌داری را نشان داد، به گونه‌ای که محلول پاشی هیومیک‌اسید نسبت به عدم محلول پاشی ۱۶٪ تعداد چتر در بوته را افزایش داد. در میان سه بوم‌گونه مورد مطالعه نیز بوم‌گونه بوشهر بیشترین تعداد چتر در بوته را داشت (جدول ۵). اثر متقابل رژیم‌های آبیاری در بوم‌گونه نیز نشان داد که بیشترین تعداد چتر در بوته مربوط به بوم‌گونه بوشهر با ۶۶ چتر در شرایط آبیاری کامل بود، در حالی که کمترین آن به بوم‌گونه همدان با ۲۸/۵ چتر در بوته در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی تعلق داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطوح قطع آبیاری تعداد چتر در بوته هر سه بوم‌گونه کاهش یافت و در میان بوم‌گونه‌ها نیز بوشهر بالاترین تعداد چتر را در بوته داشت (شکل ۱).

نتایج تجزیه واریانس اثر معنی‌دار رژیم‌های آبیاری ($P < 0.01$) و بوم‌گونه ($P < 0.05$) را بر ارتفاع بوته نشان داد. محلول پاشی هیومیک‌اسید و سایر برهم‌کنش فاکتورها در این مورد اثر معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۴). مقایسه میانگین ارتفاع بوته نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته در شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به ترتیب ۱۵۷/۸۶ و ۱۳۹/۲۷ سانتی‌متر بدست آمد. ارتفاع گیاه در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی نسبت به آبیاری کامل ۱۳/۳٪ کاهش داشت. همچنین در بین بوم‌گونه‌ها نیز اختلاف ارتفاع بوته مشاهده شد، به گونه‌ای که بیشترین ارتفاع به بوم‌گونه اصفهان (۱۵۳/۶۹ سانتی‌متر) و کمترین نیز به بوم‌گونه همدان (۱۴۴/۸۳ سانتی‌متر) تعلق داشت (جدول ۵).

تعداد شاخه فرعی

اثر رژیم‌های آبیاری، محلول پاشی هیومیک‌اسید ($P < 0.01$) و بوم‌گونه ($P < 0.05$) در مورد تعداد شاخه‌های فرعی تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. برهم‌کنش‌های دوگانه و سه‌گانه نیز در این صفت اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). بیشترین تعداد شاخه‌فرعی در آبیاری کامل به میزان ۱۱/۰۵ عدد مشاهده شد. قطع آبیاری از مرحله گلدهی نیز بیشترین اثر کاهشی را (۸/۴۴ عدد) به میزان ۳۰٪ نسبت به شرایط آبیاری کامل داشت (جدول ۵). محلول پاشی هیومیک‌اسید نیز بر تعداد شاخه فرعی اثر معنی‌داری نشان داد و بیشترین شاخه فرعی حاصل از

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر عملکرد، اجزای آن و بازدهی آبیاری تولید دانه سه بوم‌گونه رازیانه

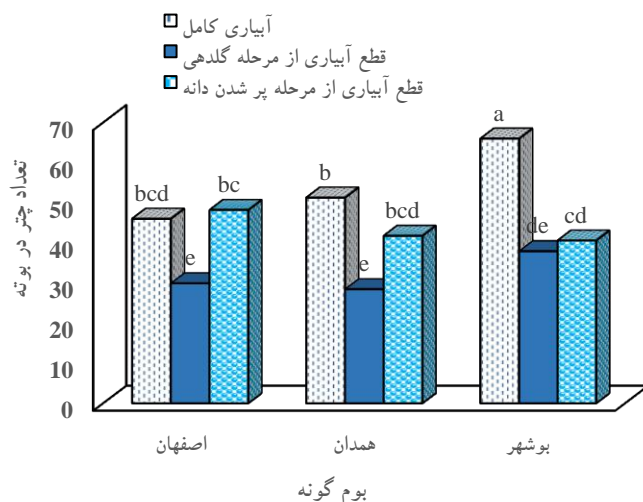
میانگین مربعات Ms								درجه آزادی	منابع تغییرات
بازدهی آبیاری	عملکرد	وزن	تعداد دانه	تعداد چترک	تعداد چتر	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع بوته		
تولید دانه	دانه	هزاردانه	در چتر	در چتر	در بوته				
۴۵/۰۹ ns	۵۷/۳۲ ns	۰/۲۴۲ ns	۲۰۳۶/۴۸ ns	۰/۳۷۴ ns	۵۵/۶۸۰ ns	۷/۸۷**	۳۶۱/۲۸ ns	۲	تکرار
۳۵۶۱/۵۱ ns	۷۸۵۱۳۹/۷۴ **	۷/۸۳ **	۱۳۸۶۴۱/۵۰**	۲۴/۲۵ **	۲۲۳۹/۳۳**	۳۰/۸۴ **	۱۵۶۲ **	۲	رژیم‌های آبیاری
۵۴۴۸۸/۲۰ **	۵۱۹۰۷۴/۰۰۸**	۰/۷۵۶ *	۳۸۳۰۵۶/۱۴**	۲۰۵/۷۲**	۸۰۱/۱۸ **	۱۱/۱۱ **	۷۸۲/۰۴ ns	۱	هیومیک‌اسید
۷۰۲۰/۹۷ *	۵۱۷۵۲/۴۷ *	۰۳۵ ns	۹۷۸۵/۴۴ ns	۱۴/۰۲ **	۶۷/۱۱ ns	۰/۶۴۳ ns	۴۴/۰۹ ns	۲	رژیم‌های آبیاری×هیومیک‌اسید
۱۰۳۲/۳۲	۱۱۰۲۵/۲۴	۰/۱۲۹	۸۱۵۷/۵۳	۰/۹۲۶	۷۰/۰۷	۰/۹۱۹	۲۲۷/۴۴	۱۰	خطای رژیم‌های آبیاری×هیومیک‌اسید
۳۸۳۳۹/۱۵ **	۳۸۸۱۲۴/۴۸ **	۰/۰۰۶ ns	۷۲۵۳۹/۱۲ **	۸/۶۶ *	۳۱۶/۵۱ *	۴/۰۱ *	۳۵۸/۵۳ *	۲	بوم‌گونه
۲۹۱/۱۲ ns	۷۴۴۱/۵۳ ns	۰/۰۷۳ ns	۱۳۹۴۲/۹۳*	۲/۲۲ ns	۲۸۹/۶۸**	۰/۸۱۹ ns	۶۲/۴ ns	۴	بوم‌گونه× رژیم‌های آبیاری
۹۵۲/۹۶ ns	۸۳۵۹/۲۱ ns	۰/۰۷۱ ns	۲۳۸۶۹/۵ **	۱/۴۲ ns	۱۲/۹۶ ns	۱/۶۹ ns	۱۴۷/۵۱ ns	۲	بوم‌گونه×هیومیک‌اسید
۳۴۸/۰۶ ns	۲۸۵۷/۷۹ ns	۰/۰۰۷ ns	۱۰۸۹/۸۱ ns	۰/۹۰۴ ns	۱۵۶/۵۱ ns	۰/۵۶۰ ns	۲۹/۳۸ ns	۴	بوم‌گونه×هیومیک‌اسید× رژیم‌های آبیاری
۱۵۰۴/۵۰	۱۵۶۴۶/۲۶	۰/۱۵۱	۴۰۵۱/۰۳	۲/۱۱	۶۵/۳۱	۱/۰۰۹	۱۰۳/۷۵	۲۴	خطای بوم‌گونه
۷/۸۷	۸/۰۱	۱۰/۱۸	۱۲/۳۸	۶/۵۸	۱۸/۶۱	۱۰/۳۶	۶/۸۳		ضریب تغییرات (%)

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و ns: عدم معنی‌داری

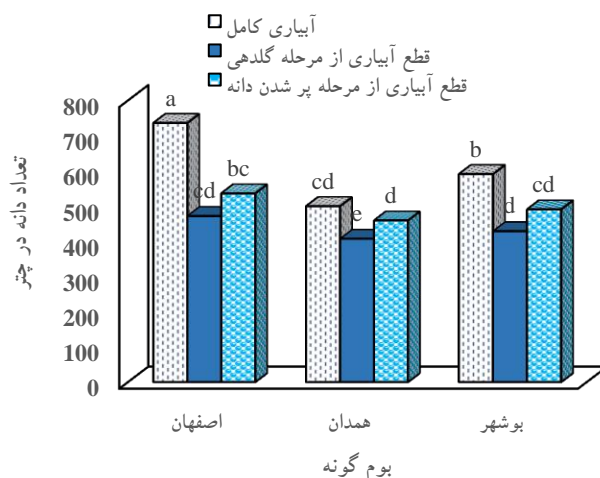
جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و بازدهی آبیاری تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر سه بوم‌گونه رازیانه

بازدهی آبیاری	عملکرد دانه	وزن	تعداد دانه	تعداد چترک	تعداد چتر	تعداد	ارتفاع بوته	تیماز	
تولید دانه (g. m ⁻³)	(Kg. ha ⁻¹)	هزاردانه (gr)	در چتر	در چتر	در بوته	شاخه فرعی	(cm)		
۵۰۵/۳۵ a	۱۷۸۲/۹۵ a	۴/۵۴ a	۶۰۹/۲۹ a	۲۳/۳۷ a	۵۴/۴۷ a	۱۱/۰۵ a	۱۵۷/۸۶a	آبیاری کامل	
۴۷۷/۵۳ b	۱۳۶۸/۸۹ b	۳/۲۵ c	۴۳۶/۵۸ b	۲۱/۰۹ c	۳۲/۱۶ c	۸/۴۴ c	۱۳۹/۲۷ b	قطع آبیاری از گلدهی	رژیم‌های آبیاری
۴۹۵/۰۴ ab	۱۵۲۸/۲۶ c	۳/۶۵ b	۴۹۵/۷۹ b	۲۱/۸۷ b	۴۳/۵۸ b	۹/۵۸ b	۱۴۹/۷۲ ab	قطع آبیاری از پر شدن دانه	
۲۳/۸۶	۷۷/۹۸	۰/۲۶۷	۶۷/۰۸	۰/۷۱	۶/۲۱	۰/۷۱۲	۱۱/۲۰	(%) LSD	
۴۶۰/۸۷ b	۱۴۶۱/۹۹ b	۳/۷۰ b	۴۲۹/۶۶ b	۲۰/۱۶ a	۳۹/۵۵ b	۹/۲۴ b	۱۴۵/۱۴ a	عدم محلول‌پاشی	محلول‌پاشی
۵۲۴/۴ a	۱۶۵۸/۰۸ a	۳/۹۳ a	۵۹۸/۱۱ a	۲۴/۰۶ b	۴۷/۲۵ a	۱۰/۱۴ a	۱۵۲/۷۵ a	محلول‌پاشی	
۱۹/۴۸	۶۳/۶۷	۰/۲۱۸	۵۴/۷۷	۰/۵۸	۵/۰۷	۰/۵۸۱	۹/۱۴	(%) LSD	
۴۸۲/۴۷ b	۱۵۲۸/۳۸ b	۳/۸۱ a	۵۸۱/۷۶ a	۲۲/۶۱ a	۴۱/۴۴ b	۱۰/۱۶ a	۱۵۳/۶۹ a	اصفهان	
۴۵۲/۴۲ c	۱۴۳۱/۶۰ c	۳/۸ a	۴۵۵/۹۷ c	۲۱/۳۲ b	۴۰/۵۵ b	۹/۲۲ b	۱۴۴/۸۳ b	همدان	بوم‌گونه
۵۴۳/۰۳ a	۱۷۲۰/۱۲ a	۳/۸۴ a	۵۰۳/۹۳ b	۲۲/۴۱ a	۴۸/۲۲ a	۹/۶۹ ab	۱۴۸/۳۳ ab	بوشهر	
۲۶/۶۸	۸۶/۰۵	۰/۲۶	۴۳/۷۸	۱/۰۲	۵/۵۶	۰/۶۹۱	۷/۰۸	(%) LSD	

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون و برای هر فاکتور براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند ($P \leq 0.05$).



شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد چتر در بوته تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و سه بوم‌گونه رازیانه



شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد دانه در چتر تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و سه بوم‌گونه رازیانه

اثر افزایشی در تعداد چترک در چتر (۲۴/۰۶ عدد) داشت. بیشترین تعداد چترک در چتر متعلق به بوم‌گونه اصفهان (۲۲/۶۱ عدد) بود که از نظر آماری با بوشهر (۲۲/۴۱ عدد) تفاوت معنی‌داری نداشت، در صورتی که با همدان که کمترین میزان را داشت تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۵). رژیم‌های آبیاری در محلول‌پاشی هیومیک‌اسید نیز نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد چترک در چتر به ترتیب در تیمارهای آبیاری کامل با

تعداد چترک در چتر نتایج نشان داد که رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی هیومیک‌اسید ($P < 0.01$)، بوم‌گونه ($P < 0.05$) و اثر متقابل رژیم‌های آبیاری در محلول‌پاشی هیومیک‌اسید ($P < 0.01$) بر تعداد چترک در چتر دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۴). به طوری که بیشترین تعداد چترک در چتر در شرایط آبیاری کامل به میزان ۲۳/۳۷ عدد بدست آمد. محلول‌پاشی هیومیک‌اسید نیز

متقابل بوم گونه در هیومیک اسید ($P < 0.01$)، اثر متقابل بوم گونه در رژیم های آبیاری ($P < 0.05$) اختلاف معنی داری در مورد تعداد دانه در چتر داشتند (جدول ۴). به طور کلی قطع آبیاری سبب کاهش تعداد دانه در چتر در بوم گونه ها شد، به گونه ای که بیشترین تعداد دانه در چتر از آبیاری کامل به میزان ۶۰۹/۲۹ عدد بدست آمد. محلول پاشی هیومیک اسید نیز نسبت به عدم محلول پاشی، تعداد دانه در چتر را ۱۸٪ افزایش داد. در میان بوم گونه ها نیز بوم گونه اصفهان دارای بالاترین تعداد دانه در چتر به میزان ۵۸۱/۷۶ عدد بود (جدول ۵).

محلول پاشی (۲۴/۵۲ عدد) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی و عدم محلول پاشی (۱۸/۲۰ عدد) بدست آمد (جدول ۶). نتایج نشان داد که با کم آبیاری در شرایط بدون محلول پاشی تعداد چترک در چتر کاهش معنی داری داشته ولی در شرایط تنش، محلول پاشی هیومیک اسید تفاوت معنی داری را در افزایش تعداد چترک در چتر نشان داد.

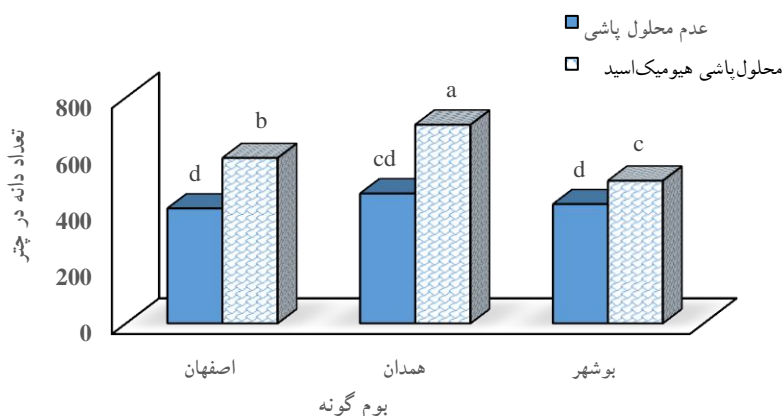
تعداد دانه در چتر

رژیم های آبیاری، محلول پاشی و بوم گونه ($P < 0.01$)، اثر

جدول ۶- مقایسه میانگین تعداد چترک، عملکرد دانه و بازدهی آبیاری تولید دانه تحت تأثیر محلول پاشی در هر رژیم آبیاری

رژیم های آبیاری	محلول پاشی	تعداد چترک در چتر	عملکرد دانه ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	بازدهی آب دانه ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)
آبیاری کامل	عدم محلول پاشی	۲۲/۲۳ b	۱۶۸۸/۹۵ b	۴۷۸/۷۱ b
	محلول پاشی هیومیک اسید	۲۴/۵۲ a	۱۸۷۶/۹۵ a	۵۳۱/۹۹ a
قطع آبیاری از گلدهی	عدم محلول پاشی	۱۸/۲۰ d	۱۲۱۵/۳۲ d	۴۲۳/۹۵ c
	محلول پاشی هیومیک اسید	۲۳/۶۸ a	۱۵۲۲/۴۶ c	۵۳۱/۱۰ a
قطع آبیاری از پر شدن دانه	عدم محلول پاشی	۲۰/۰۵ c	۱۴۸۱/۷۰ c	۴۷۹/۹۶ b
	محلول پاشی هیومیک اسید	۲۳/۹۸ a	۱۵۷۴/۸۲ c	۵۱۰/۱۲ ab

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون با هم اختلاف معنی دار ندارند.



شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در چترک و دانه در چتر، تحت محلول پاشی هیومیک اسید و بوم گونه های رازیانه

عملکرد دانه با محلول پاشی به میزان ۱۶۵۸/۰۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به عدم محلول پاشی ۱۱٪ افزایش داشت. مقایسه میانگین اثر بوم گونه نشان داد که بوم گونه بوشهر با ۱۷۲۰/۱۲ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت و در مقایسه با بوم گونه همدان، افزایش عملکرد به میزان ۲۰٪ را نشان داد (جدول ۵). اثر متقابل رژیم های آبیاری در محلول پاشی نیز تفاوت معنی داری را نشان داد. بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل با محلول پاشی هیومیک اسید (۱۸۷۶/۹۵ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد، در حالی که کمترین عملکرد دانه مربوط به قطع آبیاری از گلدهی با عدم محلول پاشی هیومیک اسید (کاهش ۵۴ درصدی در عملکرد) بود (جدول ۶).

بازدهی آبیاری تولید دانه

نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی دار محلول پاشی هیومیک اسید، بوم گونه ($P < 0.01$) و اثر متقابل محلول پاشی هیومیک اسید در رژیم های آبیاری ($P < 0.05$) را نشان داد (جدول ۴). به طوری که بیشترین بازدهی آبیاری برای تولید دانه از رژیم آبیاری کامل (۵۰۵/۳۵ گرم بر مترمکعب) حاصل شد. همچنین محلول پاشی هیومیک اسید نسبت به عدم محلول پاشی ۱۲٪ بازدهی آبیاری را افزایش داد. نتایج فاکتور بوم گونه نشان داد که بوم گونه بوشهر دارای بیشترین بازدهی مصرف آبیاری برای تولید دانه (۵۴۳/۰۳ گرم بر مترمکعب) بود و پس از آن بوم گونه های اصفهان و همدان قرار گرفتند که در مقایسه با بوم گونه همدان، ۲۰٪ افزایش داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین ها نشان داد که کمترین بازدهی مصرف آب برای تولید دانه با میانگین ۴۲۳/۹۵ گرم بر مترمکعب مربوط به تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی با عدم محلول پاشی هیومیک اسید بود. در حالی که در شرایط آبیاری مطلوب با محلول پاشی بازدهی مصرف آب ۲۵٪ (۵۳۱/۹۹ گرم بر مترمکعب) افزایش یافت (جدول ۶).

اثر متقابل رژیم های آبیاری در بوم گونه نشان داد که بیشترین تعداد دانه در چتر مربوط به بوم گونه اصفهان در شرایط آبیاری کامل (۷۳۶/۲۸ عدد دانه) بود و پس از آن نیز بوم گونه بوشهر بیشترین تعداد دانه را به خود اختصاص داد، در این میان کمترین تعداد دانه در چتر مربوط به قطع آبیاری از مرحله گلدهی بود که در میان بوم گونه ها نیز بوم گونه همدان با ۴۰۷/۸۹ عدد دانه در چتر کمترین مقدار را داشته است (شکل ۲). میانگین اثر متقابل بوم گونه در محلول پاشی هیومیک اسید نیز نشان داد که بوم گونه همدان به همراه محلول پاشی (۷۰۳/۵۷ عدد) و پس از آن نیز بوم گونه اصفهان بیشترین تعداد دانه را در چتر داشتند. بوم گونه اصفهان با عدم محلول پاشی نیز با ۴۰۶/۸۷ عدد کمترین تعداد دانه را در چتر داشت (شکل ۳).

وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها رژیم های آبیاری و محلول پاشی هیومیک اسید به طور معنی داری وزن هزاردانه را تحت تاثیر قرار دادند (جدول ۴). بیشترین وزن هزاردانه با آبیاری کامل به میزان ۴/۵۴ گرم حاصل شد که افزایش ۳۹ درصدی را نسبت به کمترین وزن هزاردانه حاصل از تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی داشت (جدول ۵). محلول پاشی هیومیک اسید نیز با میانگین وزن هزاردانه ۳/۹۳ گرم نسبت به عدم محلول پاشی ۶٪ وزن هزاردانه را افزایش داد (جدول ۵).

عملکرد دانه

اثر رژیم های آبیاری، محلول پاشی هیومیک اسید و بوم گونه ($P < 0.01$) و اثر متقابل رژیم های آبیاری در محلول پاشی هیومیک اسید ($P < 0.05$) تفاوت معنی دار داشت (جدول ۴). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در شرایط آبیاری کامل (۱۷۸۲/۹۵ کیلوگرم در هکتار) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی (۱۳۶۸/۸۹ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. همچنین

بحث

هیومیک بر تعداد شاخه جانبی زنیان اثر معنی‌داری داشته و بیشترین تعداد شاخه جانبی (۶/۹۴) در تیمار سه کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید مشاهده شد (Barghmadi & Najafi, 2015). اسید هیومیک با افزایش تولید مواد فتوسنتزی سبب افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاه و تولید ماده خشک بیشتر می‌شود (Azarpou, 2012). با توجه به اینکه بوم‌گونه اصفهان تعداد شاخه فرعی بیشتری تولید کرد می‌توان دریافت که احتمالاً به دلیل سازگاری این بوم‌گونه نسبت به سایر بوم‌گونه‌ها به شرایط محیطی آزمایش، رشد رویشی و ارتفاع گیاه بیشتر بوده، بنابراین تولید شاخه فرعی نیز افزایش یافته است. Safaei و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوم‌گونه اصفهان با ۹/۳۴ و کمترین آن در بوم‌گونه‌های بوشهر، یزد و لرستان با ۵/۶۶ عدد بود.

تعداد چتر در بوته یکی از مهمترین اجزای عملکرد است که قابلیت عملکرد گیاه را تعیین می‌کند، زیرا چتر دربرگیرنده تعداد چترک و دانه‌ها می‌باشد. اسید هیومیک احتمالاً از طریق اثر هورمونی بر متابولیسم سلولی اثر گذاشته و سبب افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه موجب افزایش تعداد چتر در بوته می‌شود. Gholami و همکاران (۲۰۱۵) اثر معنی‌دار محلول‌پاشی هیومیک‌اسید بر تعداد چتر در بوته رازیانه را گزارش کردند، به طوری که محلول‌پاشی هیومیک‌اسید نسبت به عدم محلول‌پاشی ۶/۴٪ تعداد چتر را در بوته افزایش داد. همچنین در تحقیقی دیگر بر روی گیاه دارویی بابونه مصرف هیومیک‌اسید سبب افزایش در تعداد گل شد (Kiani et al., 2012). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل رژیم‌های آبیاری در بوم‌گونه بر تعداد چتر در بوته می‌توان چنین دریافت که در شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری از زمان گلدهی بوم‌گونه بوشهر نسبت به زمان قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه بوم‌گونه اصفهان برتری داشته است. Laribi و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی بر روی گیاه زیره سیاه دریافتند که تعداد چتر

با توجه به نتایج این پژوهش کاهش ارتفاع گیاه در شرایط تنش رطوبتی را می‌توان به دلیل کاهش فاصله میانگره‌ها، کاهش فشار تورگر سلول‌های محافظ روزنه، اختلال در فعالیت‌های فتوسنتزی، اختلال در انتقال مواد به اندام‌های مختلف و کاهش فشار تورگر و تقسیم سلول‌ها نسبت داد. Mousavi و همکاران (۲۰۱۴) نیز بیان کردند که اثر آبیاری بر ارتفاع بوته رازیانه معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین ارتفاع از تیمار آبیاری مطلوب (بدون تنش کم‌آبی) بدست آمد و با اعمال تنش خشکی در مراحل گلدهی و پر شدن دانه، ارتفاع بوته کاهش یافت. ارتفاع صفتی است که تحت تأثیر ژنتیک گیاه بوده ولی بی‌تأثیر از شرایط محیط نیست. بوم‌گونه اصفهان بیش از دو بوم‌گونه دیگر قابلیت خود را در افزایش ارتفاع بوته نشان داد. Rezaei Chianeh و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که اختلاف معنی‌داری بین بوم‌گونه‌های رازیانه (همدان و گازی آنتپ) از نظر ارتفاع بوته وجود داشت. البته کاهش آب در دسترس گیاه نیز بر تعداد شاخه فرعی اثرگذار بوده است. احتمالاً به دلیل نامحدود بودن رشد گیاه و تداوم در تولید تعداد شاخه‌های فرعی، کاهش آب دریافتی از مرحله زایشی بر فتوسنتز، تقسیم سلول، رشد رویشی و تولید تعداد شاخه‌های فرعی نیز مؤثر بوده است. Esfandiari و همکاران (۲۰۱۰) در زیره سبز کاهش تعداد انشعاب ساقه اصلی گیاه را در شرایط تنش کم‌آبی گزارش کردند. محلول‌پاشی هیومیک‌اسید نیز بر تعداد شاخه فرعی اثر معنی‌داری نشان داد. در مرحله رشد رویشی گیاه به عناصر غذایی نیاز داشته و اسید هیومیک از طریق فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش در تعداد شاخه فرعی شده است. به طور کلی اسید هیومیک با تأثیر مثبت بر نفوذپذیری غشاء به عنوان ناقل پروتئین، فعال کردن تنفس، چرخه کربس فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزین‌تری‌فسفات باعث افزایش رشد گیاهان شد (Sidari et al., 2008). پژوهشگران دریافتند که اسید

بسیاری از گیاهان زراعی، وقوع تنش آبی به‌ویژه در زمان گلدهی موجب کاهش تعداد گل‌های بارور و به‌دنبال آن کاهش تعداد دانه و در نتیجه سبب کاهش عملکرد به میزان زیادی می‌گردد. Norouzi Shahri و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی دریافتند که تعداد دانه در چتر به‌طور معنی‌داری از تنش خشکی و بوم‌گونه متأثر شد. بوم‌گونه‌های مورد بررسی نیز تفاوت معنی‌داری با هم داشتند، به‌طوری که بوم‌گونه همدان دارای بیشترین و بوم‌گونه کاشان دارای کمترین تعداد دانه در چتر بودند و اثر متقابل تنش خشکی و بوم‌گونه بر این صفت معنی‌دار نبود. بوم‌گونه همدان به همراه محلول‌پاشی (۷۰۳/۵۷ عدد) و پس از آن نیز بوم‌گونه اصفهان بیشترین تعداد دانه را در چتر داشتند. بنابراین می‌توان دریافت که محلول‌پاشی در مقایسه با عدم محلول‌پاشی به دلیل اثر مثبت آن بر افزایش تعداد شاخه فرعی و تعداد چتر در بوته در اثر افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی، تعداد دانه را در چتر نیز افزایش داده است.

بیشترین وزن هزاردانه از آبیاری کامل بدست آمد. وزن هزاردانه نشان از وضعیت و طول دوره زایشی هر گیاه است و با محدود شدن آبیاری در مرحله زایشی به‌دلیل کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه، گیاه با محدودیت منبع مواجه شده و مواد کمتری به دانه‌ها انتقال می‌یابد. بنابراین هرگونه تنش کم‌آبی در طی این مراحل می‌تواند بر روابط منبع و مخزن تأثیر منفی بگذارد. در نتیجه، کاهش تأمین مواد پرورده در طول این دوره سبب محدود شدن گنجایش ذخیره دانه و کاهش وزن دانه خواهد شد. در پژوهشی نتایج نشان داد که اثر آبیاری بر وزن هزاردانه رازیانه معنی‌دار بود، به‌طوری که بیشترین وزن هزاردانه (۴/۸ گرم) مربوط به تیمار ۶۰ و کمترین آن (۳/۵۶ گرم) مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود (Rezaei Chianeh *et al.*, 2013). اسید هیومیک توانایی افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی و افزایش زیست‌توده را داشته و وزن هزاردانه را نیز از طریق انتقال بیشتر مواد

در بوته با افزایش فاصله دور آبیاری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

بیشترین تعداد چترک در چتر متعلق به بوم‌گونه اصفهان و بوشهر بود. Rezaei Chianeh و همکاران (۲۰۱۳) نیز اختلاف معنی‌دار تعداد چترک در چتر را در بوم‌گونه‌های مورد مطالعه خود تأیید کردند. نتایج آنان نشان داد که به‌طور کلی در تمام رژیم‌های آبیاری، محلول‌پاشی هیومیک‌اسید نسبت به عدم محلول‌پاشی تعداد چترک در چتر را افزایش داد و با کم‌آبیاری در شرایط بدون محلول‌پاشی تعداد چترک در چتر کاهش معنی‌داری داشته ولی در شرایط تنش، محلول‌پاشی هیومیک‌اسید تفاوت معنی‌داری را در افزایش تعداد چترک در چتر در جهت جبران اثر کاهش تنش رطوبتی نشان داد. علت آن به احتمال زیاد اثر مثبت هیومیک‌اسید در رشد رویشی (جذب عناصر و فتوسنتز بیشتر) و رشد و نمو کامل در مرحله زایشی گیاه است. پژوهشگران دریافتند که تنش خشکی و اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشدی، عملکرد رویشی و زایشی داشت و اثر متقابل آنها نیز بر برخی صفات معنی‌دار بود، همچنین اسید هیومیک موجب تعدیل اثر تنش خشکی در گیاه دارویی چای ترش شد (Sanjari *et al.*, 2016).

به‌طور کلی قطع آبیاری سبب کاهش تعداد دانه در چتر در بوم‌گونه‌ها شد. بیشترین تعداد دانه در چتر مربوط به بوم‌گونه اصفهان در شرایط آبیاری کامل (۷۳۶/۲۸ عدد دانه) بود و پس از آن نیز بوم‌گونه بوشهر بیشترین تعداد دانه را به خود اختصاص داد، احتمالاً به دلیل کاهش آب آبیاری از طریق کاهش طول دوره زایشی و اختلال در روند گرده‌افشانی، تلقیح گل‌ها انجام نشده که در نهایت منجر به کاهش تولید دانه در چتر گردید. تعداد دانه در چتر در حقیقت ظرفیت مخزن را تعیین می‌کند، البته هرچه تعداد دانه بیشتر باشد گیاه دارای مخزن بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی تولید شده است و افزایش این صفت منجر به افزایش عملکرد خواهد شد. در

فتوستنتزی در اثر کاهش سطح برگ، کاهش طول دوره زایشی، اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، تولید و عرضه مواد پرورده را کاهش داده و سبب ایجاد تغییر در اجزای عملکرد از جمله تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و تعداد دانه در چترک شد و در نهایت عملکرد دانه را کاهش داد.

احتمالاً کاهش معنی‌دار بازدهی مصرف آبیاری در بین بوم‌گونه‌ها برای تولید دانه را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی بوم‌گونه در رشد رویشی و تولید آن نسبت داد. Abdollahi و همکاران (۲۰۱۴) در ارزیابی گیاه دارویی بالنگو دریافتند که هیچ تفاوتی بین بوم‌گونه‌های گونه *L. royleana* از نظر کارایی مصرف آب دیده نشد، در حالی‌که در گونه *L. iberica* بوم‌گونه مشهد در مقایسه با بوم‌گونه ارومیه کارایی مصرف آب بیشتری داشت. در شرایط آبیاری مطلوب با محلول‌پاشی بازدهی مصرف آب ۲۵٪ (۵۳۱/۹۹ گرم بر مترمکعب) افزایش یافت. با توجه به یافته‌های موجود، علت کم بودن کارایی مصرف آب در گیاه را می‌توان به عوامل روزنه‌ای یا عوامل متابولیک مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن به داخل کلروپلاست و کاهش کربوکسیلاسیون در طول تنش که در این شرایط عوامل محدودکننده غیرروزنه‌ای ناشی از اختلال در واکنش‌های بیوشیمیایی نقش مهمی در کاهش فتوستنتز ایفاء می‌کنند نسبت داد (McCree & Richardson, 1987). نتایج نیز نشان داد که کارایی مصرف آب با افزایش شدت تنش در گیاه بالنگو کاهش می‌یابد (Abdollahi et al., 2014). در یک بررسی در ارقام مختلف توت فرنگی، کاهش کارایی مصرف آب با افزایش شدت تنش آبی در رقم سالوت گزارش شد (Rostamza et al., 2011).

بر اساس یافته‌های حاصل از پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به دلیل نامحدود بودن رشد گیاه، قطع آبیاری از مرحله زایشی منجر به کاهش رشد رویشی و زایشی رازیانه شد که اثر کاهشی آن در قطع آبیاری از مرحله گلدهی شدیدتر بود.

فتوستنتزی به دانه افزایش می‌دهد. Gholami و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که وزن هزاردانه رازیانه در محلول‌پاشی هیومیک‌اسید (۴/۳۴ گرم) در مقایسه با تیمار شاهد (۳/۹۱ گرم) در حدود ۱۱٪ افزایش یافت.

بوم‌گونه بوشهر دارای بالاترین عملکرد دانه (۱۷۲۰/۱۲ کیلوگرم در هکتار) بود که در مقایسه با بوم‌گونه همدان، ۲۰٪ افزایش عملکرد داشت. بوم‌گونه بوشهر به دلیل دارا بودن بیشترین تعداد چتر در بوته که از مهمترین اجزای عملکرد است (ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار $r=0.7$)، همچنین از لحاظ توان ژنتیکی نیز قابلیت تولید بالاتری از سایر بوم‌گونه‌ها داشته، بنابراین بوم‌گونه بوشهر از عملکرد بالاتری برخوردار بود. Rezaei Chianeh و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود تفاوت عملکرد بوم‌گونه رازیانه از میر را با دو بوم‌گونه همدان و گازی آنتپ تأیید کردند. اثر متقابل سطوح آبیاری در محلول‌پاشی نیز تفاوت معنی‌داری را نشان داد. بیشترین عملکرد دانه را تیمار آبیاری کامل با محلول‌پاشی هیومیک‌اسید به میزان ۱۸۷۶/۹۵ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد. در ارزیابی میانگین‌ها مشاهده شد که محلول‌پاشی هیومیک‌اسید نقش مثبتی در کاهش اثر تنش کم‌آبی داشته است. آثار منفی کم‌آبی بر روی اجزای عملکرد کاملاً مشهود بوده و دلیل این کاهش نیز مربوط به کاهش رشد رویشی در اثر تقلیل سطح فتوستنتزکننده، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش قابلیت تبادل گازی روزنه‌ها، کاهش آبگیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل که سبب تقلیل و محدود شدن فتوستنتز می‌گردد و در نهایت رشد و عملکرد نهایی گیاه را کاهش می‌دهد (Bettaieb et al., 2009). کاربرد اسید هیومیک در شرایط رژیم آبیاری برای صفات مورفولوژی و عملکرد ماده خشک خرفه معنی‌دار بود (Mozafari et al., 2016). به طور کلی با قطع آبیاری در مرحله زایشی، عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. قطع آبیاری احتمالاً از طریق کاهش

- fertilizers treatments. Journal of Applied Sciences Research, 8: 628-634.
- Esfandiari, T., Saberi, M. and Mollafilabi, A., 2010. Effects of planting date and irrigation date on qualitative and quantitative characteristics of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Acta Horticulturae, 853: 47-52.
 - Fujii, C., Dao, Y. and Quing Sheng, W., 1995. Physiological effects of humic acid on drought resistance of wheat (in Chinese). Yingyong Shengtai Xuebao, 6: 363-367.
 - Gholami, A., Akbari, A. and Abbas Dukht, H., 2015. Investigating the application of bio-fertilizers and organic fertilizers on the growth and yield characteristics of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Agroecology, 7(2): 215-224.
 - Heydari, H., 2001. Plant, Drought and Famine. Publications of the Institute of Forests and Rangelands of Iran, 200p.
 - Heidari, M. and Minaei, A., 2014. Effects of drought stress and humic acid application on flower yield and content of macro-elements in medical plant borage (*Borago officinalis* L.). Journal of Plant Production Research, 21(1): 167-182.
 - Heidari, N., Pouryousof, M., Tavakkoli, A. and Saba, J., 2012. Effect of drought stress and harvesting date on yield and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28: 121-130.
 - Kiani, M., Nabavi Kalat, M.S. and Kalar Ostaghi, K., 2012. Studies on the effect of humic acid and phosphorus on chamomile yield. Sixth National Conference on New Ideas in Agriculture. Islamic Azad University of Khorasgan Branch: 3680.
 - Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A. and Brahim, M., 2009. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oils and fatty acids composition. Industrial Crops and Products, 30: 372-379.
 - McCree, K.J. and Richardson, S.G., 1987. Stomatal closure vs osmotic adjustment: A comparison of stress responses. Crop Science, 24: 539-543.
 - Mousavi, S.Gh., Saghat al-Islam, M.J. and Mousavi, S.M., 2012. Effect of drought stress and nitrogen levels on yield and water use efficiency of fennel. Environmental Stresses in Crop Sciences, 5(2): 135-154.
 - Mousavi, S.M., Mousavi, S.Gh. And Saghat al-Islam, M.J., 2014. Effect of water stress and nitrogen levels

همچنین محلول پاشی هیومیک اسید نیز اثر منفی خشکی را در سطوح مختلف آبیاری و بوم گونه ها کاهش داد. بوم گونه بوشهر بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد را در شرایط آبیاری کامل و محلول پاشی هیومیک اسید داشت. بنابراین برای دستیابی به عملکرد و بازدهی مصرف آب مطلوب و توجه به مسائل زیست محیطی، می توان تیمار بوم گونه بوشهر در شرایط آبیاری کامل و محلول پاشی ۴۰۰ میلی گرم در لیتر را در شرایط آب و هوایی اهواز پیشنهاد کرد. همچنین در شرایط کم آبی با کاهش ۱۹ درصدی در عملکرد دانه نیز می توان آبیاری را از مرحله پر شدن دانه قطع نمود.

منابع مورد استفاده

- Abdollahi, M., Maleki Farahani, S., Photocian, M.H. and Hassanzadeh Qurta Tape, A., 2014. Evaluation of yield, yield components and water use efficiency of urban balango and shirazi under drought conditions for irrigation management. Water and Irrigation Management, 3(2): 103-120.
- Azarpou, A., 2012. Evaluation and determination of the best time of priming and priming solution levels for germination indexes of fenugreek (*Trigonella foenumgracum* L.). Journal of Agricultural and Biological Science, 7(3): 141-146.
- Bahmani, K., Izadi-Darbandi, A., Sadat-Noori, A., Jafari, A.A. and Moradi, N., 2011. Determination of interrelationships among phenotypic traits of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) using correlation, stepwise regression and path analyses. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 15: 424-444.
- Barghmadi, K. and Najafi, Sh., 2015. Effect of different levels nitroxin and humic acid on some quantitative characteristics and essential oil of ajowan (*Carum copticum* (L.) C. B. Clarke). Journal of Horticulture, 29(3): 341-332.
- Bettaieb, I., Zakhama, N., Aidi-Wannes, N., Kchouk, M.E. and Marzouk, B., 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. Scientia Horticulturae, 120: 271-275.
- El-Sherbeny, S.E., Hendawy, S.F., Youssef, A.A., Naguib, N.Y. and Hussein, M.S., 2012. Response of turnip (*Brassica rapa*) plants to minerals or organic

- physiological response to water restrictions. *Journal of Agroecology*, 4(4): 347-355.
- Rostamza, M., Chaichi, M.R., Jahansooz, M.R. and Alimadadi, A., 2011. Forage quality, water use and nitrogen utilization efficiencies of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) grows under different soil moisture and nitrogen levels. *Agricultural Water Management*, 98: 1607-1614.
 - Sabzevari, S. and Khazaei, H.R., 2009. The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agroecology*, 1(2): 53-63.
 - Safaei, L., Zeinali, H. and Fiuni, D., 2011. Study of genetic variation of agronomic characteristics in *Foeniculum vulgare* Mill. Genotypes. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 19(1): 167-180.
 - Sanjari, M., Sirus Mehr, A. and Fakheri, B., 2016. The effects of drought stress and humic acid on morphological traits, yield and anthocyanin of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Journal of Agroecology*, 8(3): 346-358.
 - Sidari, M., Ronzello, G., Vecchio, G. and Muscolo, A., 2008. Influence of slope aspects on soil chemical and biochemical properties in a *Pinus laricio* forest ecosystem of Aspromonte (Southern Italy). *European Journal of Soil Biology*, 44: 364-372.
 - Turan, M.A., Asik, B.B., Katkat, A.V. and Celik, H., 2011. The effects of soil-applied humic substances to the dry weight and mineral nutrient uptake of maize plants under soil salinity conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39: 171-177.
 - on growth and yield of fruits and essential oils in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(3): 462-453.
 - Mozafari, S., Khorasani Nejad, S. and Gorgini Shabankar, H., 2016. The effect of irrigation amounts on the basis of percent capacity and agronomic application on some morphophysiological characteristics of the purple (*Portulaca oleracea* L.) herb. *Electronic Journal of Crop production publication*, 9(3): 175-153.
 - Norouzi Shahri, F., Pouryousef, M., Tavakoli, A., Saba, J. and Yazdinejad, A., 2015. Evaluation of the function of some fennel ecotypes (*Foeniculum vulgare* Mill.) native to Iran under drought conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 46(1): 49-56.
 - Ozdamar Unlu, H., Unlu, H., Karakurt, Y. and Padem, H., 2011. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. *Scientific Research and Essays*, 6: 2800-2803.
 - Ramroudi, M., Kakhajaleh, M., Golavi, M. Saghat al-Islam, M.J. and Baradaran, R., 2011. Effect of foliar application of micro-elements and irrigation regimes on quantitative and qualitative function of psyllium (*Plantago ovata* Forsk). *Journal of Agroecology*, 3(2): 219-226.
 - Rezaei Chianeh, A., Zahtab Salmasi, S., Ghasemi Golazani, K. And Del Azar, A., 2012. Effect of irrigation treatments on yield and yield components of three fennel populations. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(4): 57-70.
 - Rezaei Chianeh, A., Zahtab Salmasi, S., Ghasemi Golazani, K. And Del Azar, A., 2013. Fennel

Respond of yield, yield components and water use efficiency of some fennel (*Foeniculum vulgare* L.) ecotypes in irrigation regimes and folia application of humic acid

S. Kiani^{1*}, S.A. Siadat², M.R. Moradi Telavat² and A. Poshtdar²

1*- Corresponding author, Ph.D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Khuzestan Agricultural sciences and Natural Resources University, Mollasani, Khuzestan, Iran, E-mail: kiani_sama@yahoo.com

2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Khuzestan Agricultural sciences and Natural Resources University, Mollasani, Khuzestan, Iran

Received: September 2017

Revised: February 2018

Accepted: February 2018

Abstract

The study was carried out to assess the effects of humic acid and irrigation cut on yield, yield component and water use efficiency of three fennel ecotypes (*Foeniculum vulgare* L.) at the reproductive stages. The study was carried out in Agriculture and Natural Resources Science University of Khuzestan in a factorial split plot based on randomized complete block design with three replications during 2016-2017. Irrigation regimes (complete irrigation, irrigation cut from flowering stage, irrigation cut from grain filling stage) and foliar application of humic acid (no application and foliar application of 400 mg.l⁻¹) were placed in main plots by a factorial arrangement, and three ecotypes (Isfahan, Hamadan, Bushehr) were placed in sub plots. The results showed that the highest plant height (157.86 cm) was obtained from complete irrigation and Esfahan ecotype (153.6 cm). The highest number of sub branches (10.14) was obtained by foliar application of humic acid and Esfahan ecotype (10.16). The irrigation cut from flowering stage caused reduced thousand grain weight. The highest umbel per umbrella (24.52), grain yield (1876.95 kg.ha⁻¹) and irrigation efficiency (531.99 grams per cubic meter) were obtained under complete irrigation with foliar application of humic acid. The highest number of umbrella was obtained from Bushehr ectype under complete irrigation conditions. Generally, Bushehr ecotype with complete irrigation and foliar application of humic acid is recommended in terms of higher grain yield, yield components and irrigation efficiency.

Keywords: Water stress, plant height, thousand grain weight, umbrella number, grain filling.