

تأثیر محلول پاشی با اسید هیومیک بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گل زعفران

فریده احمدی^۱، محمد حسین امینی فرد^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته علوم باغبانی، گرایش فیزیولوژی گیاهان دارویی، ادویه‌ای و عطری. دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

۲- استادیار گروه آموزشی علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

* نویسنده مسئول: [E-mail: mh.aminifard@birjand.ac.ir](mailto:mh.aminifard@birjand.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی با اسید هیومیک بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گل زعفران، آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارها شامل چهار سطح اسید هیومیک (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ لیتر در هکتار) با سه تکرار بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل خصوصیات برگ (طول و وزن تر و خشک و محتوی کلروفیل a و b و کل، بنه (تعداد و وزن کل بنه دختری و متوسط وزن و قطر بنه دختری) و گل (تعداد و عملکرد گل، طول کلاله، عملکرد تر و خشک کلاله) بود. نتایج نشان داد که اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر اجزای برگ (وزن تر و خشک و کلروفیل a) داشت، به طوری که بیشترین وزن تر برگ (۱۱۶/۰ گرم در بوته) در سطح احتمال پنج درصد و بیشترین وزن خشک برگ (۲۹/۰ گرم در بوته) در سطح ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک و کمترین میزان برای شاهد مشاهده شد. همچنین نتایج نشان‌دهنده تأثیر معنی‌داری اسید هیومیک بر تمامی صفات مربوط به بنه (تعداد و وزن کل بنه، متوسط وزن و قطر بنه دختری) بود، به طوری که بیشترین وزن کل بنه و متوسط وزن بنه دختری در تیمار مصرف ۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک به دست آمد. اسید هیومیک در سال دوم به طور معنی‌داری عملکرد کلاله تر و خشک را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین عملکرد کلاله تر و خشک (۷۰۰/۰ و ۲۹/۰ گرم در مترمربع) به ترتیب با کاربرد ۵ و ۱۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک به دست آمد. در حالی که کمترین میزان این صفات (۲۶۷/۰ و ۲۲/۰ گرم در مترمربع) در سطح شاهد مشاهده گردید، اما تعداد و عملکرد کل گل تر تحت تأثیر اسید هیومیک قرار نگرفت. بر اساس نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد، مصرف ۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک می‌تواند نقش مؤثری بر رشد رویشی و زایشی زعفران داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بنه، عملکرد کلاله خشک، کلروفیل، کود آلی، محلول پاشی برگی.

مقدمه

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus L.*) متعلق به خانواده زنبق یک گیاه با ارزش است، که اغلب در مناطقی که اقلیم خشک دارند کشت می‌شود (Caiola, 2004). با وجود اینکه ایران در بین کشورهای تولیدکننده زعفران مقام نخست را از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید سالیانه دارا می‌باشد، ولی میانگین عملکرد آن در مقایسه با متوسط عملکرد جهانی این محصول اندک است (Kumar et al., 2009). به نظر می‌رسد که تفاوت معنی‌دار عملکرد تولیدی در ایران و سایر کشورهای عمده تولیدکننده، به دلیل نامناسب بودن راه‌های تغذیه این گیاه و نیز تفاوت در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مناطق رشد می‌باشد. بر این اساس، ضروری به نظر می‌رسد که با به کارگیری فناوری‌های نوین تغذیه گیاه، شرایط را برای بهبود عملکرد زعفران فراهم نمود (Heidari et al., 2014).

از طرف دیگر، با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و بروز مشکلات زیست محیطی و عدم وجود سیستم ریشه‌ای گسترده در زعفران و با در نظر گرفتن نقش تغذیه برگی در افزایش غلظت عناصر غذایی در برگ‌ها و بنه‌های دختری (Torabi & Sadeghi, 1995) به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی راهکاری مطلوب در بهبود عملکرد زعفران باشد.

در بین کودهای سازگار با طبیعت، اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست محیطی باعث بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و به دلیل دارا بودن ترکیبات هورمونی، اثرات مثبت قابل ملاحظه‌ای بر شاخص‌های کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد (Sabzevari et al., 2010). به طوری که محققین نشان دادند، محلول‌پاشی اسید هیومیک به طور معنی‌داری وزن خشک برگ و بنه زعفران را تحت تأثیر قرار داد (Mollafilabi & Khorramdel, 2016). محققین دیگری گزارش کردند که مصرف ورمی‌کمپوست سبب افزایش کلروفیل در برگ زعفران گردید (Rasouli et al., 2014). در پژوهش دیگری روی فلفل مشخص شد که اسید هیومیک به طور معنی‌داری در محتوی کلروفیل برگ‌ها موثر بوده و اثر معنی‌داری بر محتوی کلروفیل *b* در برگ داشت. در تحقیق مذکور مقدار ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر اسید هیومیک چه به صورت محلول‌پاشی و چه اعمال خاکی

بیشترین محتوی کلروفیل برگ‌ها را سبب شد (Karakurt et al., 2008). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) با بررسی دو ساله اثر اسید هیومیک و اندازه بنه بر عملکرد کلاله زعفران نشان دادند که عملکرد کلاله ۱۵۴ و ۹۲ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف اسید هیومیک افزایش نشان داد. گلزاری جهان آباد و همکاران (Golzari et al., 2017) با بررسی تأثیر کاربرد برخی منابع کودی و وزن بنه مادری بر خصوصیات رویشی و صفات کیفی گیاه زعفران بیان داشتند که حداکثر تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و تعداد بنه دختری در تیمار اسید هیومیک و وزن بنه مادری ۱۲-۱۰ گرم حاصل شد.

با توجه به اهمیت زعفران و مصارف آن در صنایع غذایی و دارویی، یکی از راه‌کارهای افزایش عملکرد زعفران، مدیریت تغذیه‌ای مناسب می‌باشد. با توجه به اینکه تاکنون گزارشی در خصوص اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک به تنهایی بر رنگیزه‌های برگ و رشد رویشی بنه و ارتباط آن با صفات زایشی زعفران صورت نگرفته است. لذا تحقیق حاضر به منظور ارزیابی تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر صفات رویشی و زایشی زعفران انجام گرفت. تا با استفاده مناسب از نهاده آلی، بتوان در جهت تولید پایدار و افزایش کیفیت این گیاه دارویی مهم گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۹ و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا) به اجرا درآمد. قبل از کشت جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد (جدول ۱). تیمار آزمایش شامل چهار سطح اسید هیومیک (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ لیتر در هکتار) تعیین شد.

به منظور انجام آزمایش، پس از شخم، دیسک و مسطح کردن خاک اقدام به کرت‌بندی زمین نموده و کرت‌هایی به ابعاد ۲ × ۲ متر ایجاد گردید، فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها از یکدیگر به ترتیب ۱ و ۲ متر (با احتساب جوی‌های آبیاری)، در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در شهریور ۱۳۹۴ توسط بنه‌های با وزن متوسط ۸ گرم و تراکم کاشت ۵۰ بنه در

دختری اندازه‌گیری و ثبت شد. جهت اندازه‌گیری مقادیر کلروفیل a ، b و کلروفیل کل از روش آرنون (Arnon, 1967) استفاده شد. برای این منظور، ۰/۲ گرم از بافت تر برگ در ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد ساییده، سپس حجم محلول با استون به ۲۰ میلی لیتر رسانیده شد. محلول حاضر به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتیفریوژ گردید. سپس میزان کلروفیل a در طول موج ۶۶۳ نانومتر و کلروفیل b در طیف جذبی ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر مدل (UNICO 2000, Germany) قرائت و اندازه‌گیری شد.

برای تعیین عملکرد گل و کلاله در سال دوم آزمایش، نمونه‌برداری از زمان شروع گلدهی (آبان ۱۳۹۵) آغاز و تا پایان دوره گلدهی ادامه یافت. در هر نوبت، گل‌ها به صورت روزانه جمع‌آوری، شمارش و جهت تعیین شاخص‌های گل شامل عملکرد کل گل، طول کلاله و عملکرد تر و خشک کلاله به آزمایشگاه منتقل شدند.

جهت آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها نیز با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

مترمربع انجام گرفت. فاصله بنه روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر، فاصله بین خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری اول همزمان با کاشت (۱۶ مهر ۱۳۹۴ به صورت غرقاب) و آبیاری دوم ۱۰ روز بعد از آبیاری اول به منظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام شد. بعد از آن یک مرتبه سله‌شکنی توسط کج بیل و چهار شاخ فلزی با عمق کم صورت گرفت تا جوانه‌های گل با سهولت بیشتری از خاک بیرون آمده و رشد مطلوبی داشته باشند. آبیاری‌های بعدی، وجین علف‌های هرز و سایر عملیات طبق عرف منطقه انجام گرفت و در طول اجرا از هیچ سم و کودی استفاده نشد. تیمار اسید هیومیک (پودر تجاری هیومکس حاوی ۸۰ درصد اسید هیومیک، ۱۵ درصد اسید فلوویک و ۱۲ درصد پتاسیم اکسید، ساخت شرکت Assist-آمریکا) نیز به صورت محلول پاشی طی دو نوبت در مرحله رشد رویشی هنگام صبح در اوایل بهمن و اواسط اسفندماه اعمال شد.

در انتهای فصل رویشی (اردیبهشت ماه ۱۳۹۴) پس از حذف اثرات حاشیه‌ای (نیم متر فاصله از طرفین کرت)، دو بنه از هر کرت برداشت و شاخص‌های برگ (طول، وزن تر و خشک و کلروفیل)، تعداد و وزن کل بنه، وزن و قطر بنه

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil in experimental site

| بافت Texture | هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$) | نیتروژن کل Total N (%) | پتاسیم قابل دسترس Kava ($mg.kg^{-1}$) | فسفر قابل دسترس Pava ($mg.kg^{-1}$) | اسیدیته pH | ماده آلی Organic matter (%) |
|-----------------|---|------------------------------|--|---|---------------|-----------------------------------|
| لومی | 3.1 | 0.08 | 420.35 | 60 | 7.76 | 0.68 |

نتایج و بحث
طول برگ: نتایج آنالیز واریانس نشان داد اگرچه اثر اسید هیومیک بر طول برگ زعفران معنی‌دار نبود، ولی بین سطوح مصرفی اسید هیومیک تفاوت جزئی وجود دارد (جدول ۲). به طوریکه بیشترین طول برگ (۱۲۲/۷ میلی‌متر) در سطح ۱۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۳). برخلاف نتایج این تحقیق عثمانی‌رودی و همکاران (Osmani Roudi et al., 2015) و ملافیلابی و خرم‌دل (Mollafilebi & Khorramdel, 2016) تأثیر اسید هیومیک بر طول برگ زعفران را مثبت گزارش کردند.

وزن تر و خشک برگ: نتایج نشان داد که تیمار اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر وزن تر و خشک برگ داشت (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین وزن تر (۰/۱۱۶ گرم) و خشک (۰/۰۲۹ گرم) برگ به ترتیب در سطوح ۵ و ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک حاصل شد که نسبت به شاهد به ترتیب ۳۴/۸۸ و ۵۲/۶۳ درصد افزایش داشت (جدول ۳). مشابه نتایج این مطالعه محققین گزارش کردند که محلول پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش وزن برگ زعفران شد (Golzari, 2016). محققین دیگری نیز نشان دادند که محلول پاشی اسید هیومیک به طور معنی‌داری وزن خشک برگ زعفران

را تحت تأثیر قرار داد (Mollafilabi & Khorramdel, 2016). سلولی و افزایش جذب مواد (Varanini et al., 1993) یا بر رشد و توسعه گیاهی به وسیله خاصیت شبه هورمونی آن اسید هیومیک را می‌توان به تأثیر این ترکیب بر عمل غشای

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات کمی و محتوای کلروفیل برگ زعفران تحت تأثیر اسید هیومیک
Tables 2. Analysis of variance (mean of squares) for saffron leaf quantitative and qualitative characteristics of saffron under humic acid treatment

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | طول برگ Leaf length | وزن تر برگ Leaf fresh weight | وزن خشک برگ Leaf dry weight | کلروفیل a Chl a content | کلروفیل b Chl b content | کلروفیل کل Total Chl content |
|---------------------------|------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| بلوک Block | 2 | 607.781* | 0.00002 ^{ns} | 0.000009 ^{ns} | 0.0001 ^{ns} | 0.00001 ^{ns} | 0.000001 ^{ns} |
| اسید هیومیک Humic acid | 3 | 82.451 ^{ns} | 0.0004* | 0.00006* | 0.0007* | 0.00008 ^{ns} | 0.000003 ^{ns} |
| خطا Error | 6 | 69.134 | 0.00008 | 0.00001 | 0.0001 | 0.00002 | 0.000001 |
| ضریب تغییرات C.V. (%) | | 7.027 | 9.291 | 12.831 | 16.633 | 30.934 | 21.166 |

^{ns}, ** و * : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

^{ns}, ** and *: represent non significant and significant at 1 and 5% probability levels, respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی و محتوای کلروفیل برگ زعفران
Tables 3. Mean comparison for the effect of humic acid concentrations on leaf quantitative and qualitative characteristics of saffron

| کلروفیل کل (میلی گرم / گرم وزن تر) Total Chl content (mg.g ⁻¹ F.W) | کلروفیل b (میلی گرم / گرم وزن تر) Chl b content (mg.g ⁻¹ F.W) | کلروفیل a (میلی گرم / گرم وزن تر) Chl a content (mg.g ⁻¹ F.W) | وزن خشک برگ (گرم در بوته) Leaf dry weight (g.p ⁻¹) | وزن تر برگ (گرم در بوته) Leaf fresh weight (g.p ⁻¹) | طول برگ (میلی متر) Leaf length (mm) | اسید هیومیک (لیتر در هکتار) Humic acid (l.ha ⁻¹) |
|--|---|---|---|--|--|---|
| 0.004 ^a | 0.014 ^a | 0.051 ^b | 0.019 ^b | 0.086 ^b | 111.133 ^{a*} | 0 |
| 0.006 ^a | 0.016 ^a | 0.080 ^a | 0.028 ^a | 0.116 ^a | 121.650 ^a | 5 |
| 0.006 ^a | 0.025 ^a | 0.069 ^{ab} | 0.029 ^a | 0.099 ^{ab} | 117.750 ^a | 10 |
| 0.007 ^a | 0.014 ^a | 0.089 ^a | 0.027 ^a | 0.098 ^{ab} | 122.723 ^a | 15 |

* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

* Similar letters in each column are not significant at 5% probability level based on DMRT.

معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نگردید (جدول ۳). همانطور که مشاهده می‌شود تیمار اسید هیومیک نتوانست کلروفیل b را تحت تأثیر قرار دهد (جدول ۲). مشابه نتایج این تحقیق سایر پژوهشگران افزایش کلروفیل a با مصرف اسید هیومیک را گزارش کردند (El-Ghamry et al., 2009). کودهای آلی نظیر اسید هیومیک به دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی به خصوص نیتروژن (با توجه به اینکه عمده ترکیبات رنگدانه‌های فتوسنتزی دارای ساختار نیتروژنی هستند) باعث افزایش کلروفیل می‌شوند

محتوی کلروفیل a و b: نتایج تجزیه واریانس نشان داد، با مصرف اسید هیومیک کلروفیل a تأثیر معنی‌داری پذیرفت (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان کلروفیل a (۰/۰۸۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) با کاربرد ۱۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک به دست آمد و کمترین مقدار آن (۰/۰۵۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در شاهد (عدم مصرف اسید هیومیک) به دست آمد. البته بین سطوح ۵ و ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک با سطح ۱۵ لیتر در هکتار اختلاف

کلروفیل کل: تیمار کودی نتوانست تأثیر آماری معنی داری بر کلروفیل کل برگ گیاه زعفران ایجاد کند (جدول ۲)، با این وجود مشاهده گردید در تمامی سطوح مصرفی اسید هیومیک این صفت نسبت به شاهد افزایش یافته است (جدول ۳). برخلاف نتایج این پژوهش محققین تأثیر معنی دار ورمی کمپوست و سایر منابع کودی غیرشیمیایی را بر کلروفیل *b* و کلروفیل کل در زعفران گزارش نمودند (Heidari et al., 2014; Rasouli et al., 2014).

(Khorramdel et al., 2010). همچنین اسید هیومیک با تأمین نیازهای غذایی موجودات ذره بینی خاک، باعث افزایش آن‌ها شده و در نتیجه منجر به کاهش *pH* خاک شده و بر میزان جذب عناصر میکرو از جمله منگنز، آهن و منیزیم که آنها نیز در سنتز کلروفیل نقش مهمی ایفاء می‌کنند، می‌افزاید و سرانجام سبب افزایش سنتز کلروفیل می‌شود (Sanchoi, 2007).

جدول ۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات بنه زعفران تحت تیمار اسید هیومیک

Tables 4. Analysis of variance for saffron corm characteristics under humic acid treatment

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | تعداد بنه دختری در بوته Number of cormel per plant | وزن کل بنه‌های دختری Total weight of daughter corms | متوسط وزن بنه‌های دختری Average weight of daughter corms | متوسط قطر بنه دختری Average diameter of daughter corm |
|----------------------------|------------------|---|--|---|---|
| بلوک Block | 2 | 0.083 ^{ns} | 124.562* | 23.539* | 12.538 ^{ns} |
| اسید هیومیک Humic acid | 3 | 1.000** | 144.838* | 15.186 ^{ns} | 78.142* |
| خطا Error | 6 | 0.083 | 22.230 | 4.103 | 14.482 |
| ضریب تغییرات (%) CV (%) | | 15.754 | 31.035 | 25.854 | 14.372 |

^{ns}، ** و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

^{ns}, ** and * represent non significant at 1 and 5% level of probability, respectively

همکاران (Koocheki et al., 2016) نشان دادند که مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک بیشترین تعداد و وزن کل بنه در زعفران را منجر شد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. به نظر می‌رسد اسید هیومیک از طریق تأثیر بر رشد برگ و افزایش کلروفیل *a* سبب افزایش تعداد و وزن بنه در این آزمایش شده است. در این خصوص محققین عنوان نمودند، مواد هیومیکی به صورت غیر مستقیم از طریق فراهم آوردن عناصر معدنی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین عناصر کم مصرف برای ریشه، بهبود ساختار خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری بستر به آب و هوا، افزایش جمعیت میکروبی خاک مانند میکروارگانسیم‌های خاک در جهت افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش راندمان و عملکرد محصول (Sharif et al., 2002) و در نتیجه افزایش تعداد و وزن کل بنه می‌گردند.

تعداد و وزن کل بنه: با توجه به نتایج به دست آمده اسید هیومیک تأثیر معنی داری بر تعداد و وزن کل بنه‌های دختری زعفران داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین تعداد بنه دختری (۲/۳۳ بنه در بوته) با کاربرد ۱۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و کمترین میزان آن (۱/۰ بنه در بوته) در سطح شاهد به دست آمد، هرچند که تفاوت آماری معنی داری بین سطح ۱۵ و سطوح ۵ و ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک در این صفت مشاهده نشد. بیشترین وزن کل بنه (۲۰/۴۶ گرم در بوته) نیز در سطح ۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک مشاهده گردید که ۴/۱۲ برابر سطح شاهد اسید هیومیک بود (جدول ۵). عثمانی رودی و همکاران (Osmani Roudi et al., 2015) با بررسی اثر سطوح مختلف اسید هیومیک و کود دامی بر صفات رویشی زعفران دریافتند که مصرف ۴۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک سبب افزایش وزن بنه شد. همچنین کوچکی و

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر ویژگی‌های رشدی بنه زعفران

Table 5. Mean comparisons for the effects of humic acid concentrations on corm growth characteristics of saffron

| اسید هیومیک (لیتر در هکتار) Humic acid (l.ha ⁻¹) | تعداد بنه دختری (بنه در بوته) Number of daughter corms (per.p ⁻¹) | وزن کل بنه‌های دختری (گرم در بوته) Total weight of daughter corms (g.p ⁻¹) | متوسط وزن بنه دختری (گرم) Average weight of daughter corm (g) | متوسط قطر بنه دختری (میلی‌متر) Diameter of daughter corm (mm) |
|--|--|---|--|--|
| 0 | 1.000 ^{b*} | 4.958 ^b | 4.958 ^a | 19.573 ^b |
| 5 | 2.000 ^a | 20.465 ^a | 10.232 ^a | 31.673 ^a |
| 10 | 2.000 ^a | 17.599 ^a | 8.799 ^a | 28.337 ^a |
| 15 | 2.333 ^a | 17.745 ^a | 7.351 ^a | 26.330 ^{ab} |

* حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

* Similar letters in each column are not significant at 5% level of probability based on DMRT.

که مصرف اسید هیومیک نسبت به کودهای شیمیایی سبب افزایش وزن بنه زعفران گردید هرچند که این افزایش معنی‌دار نبود. وجود رطوبت در خاک برای رشد بنه ضروری است (Benschop, 1993)، اسید هیومیک با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. به علاوه، پیوند مولکول‌های اسید هیومیک با مولکول‌های آب تا حدود زیادی مانع تبخیر آب شده (Daei, 2008) و سبب افزایش قطر بنه گردیده است.

متوسط وزن و قطر بنه دختری: نتایج تحقیق حاضر بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمار اسید هیومیک بر متوسط قطر بنه دختری بود، در حالی‌که اثر معنی‌داری بر متوسط وزن بنه دختری نداشت (جدول ۴). بیشترین قطر بنه دختری نیز (۳۱/۶۷ میلی‌متر) در سطح ۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک حاصل شد و کمترین میزان آن در شاهد (۱۹/۵۷ میلی‌متر) به دست آمد (جدول ۵). مشابه نتایج این آزمایش، ریوندی و همکاران (Rivandi et al., 2016) نشان دادند

جدول ۶. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات گل زعفران تحت تیمار اسید هیومیک در سال دوم آزمایش

Table 6. Analysis of variance for flower characteristics of saffron under humic acid treatments in the second year

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | تعداد گل Number of flower | عملکرد گل تر Fresh flower yield | متوسط طول کلاله Average stigma length | عملکرد کلاله تر Fresh yield of stigma | عملکرد کلاله خشک Dry yield of stigma |
|-------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|
| بلوک Block | 2 | 476.583 ^{ns} | 0.057 ^{ns} | 0.922 ^{ns} | 0.026 ^{ns} | 0.000007 ^{ns} |
| اسید هیومیک Humic acid | 3 | 290.972 ^{ns} | 0.208 ^{ns} | 0.918 ^{ns} | 0.101 [*] | 0.00002 [*] |
| خطا Error | 6 | 211.472 | 0.070 | 2.364 | 0.014 | 0.000003 |
| ضریب تغییرات (%) CV (%) | | 25.327 | 10.795 | 4.837 | 24.006 | 7.188 |

ns, ** و *: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, ** and *: represent non significant and significant at 1 and 5% level of probability, respectively

متوسط طول کلاله: بررسی تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک بر صفت متوسط طول کلاله نشان داد، تیمار اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری در متوسط طول کلاله نسبت به شاهد نشان نداد (جدول ۶).

تعداد و عملکرد گل: نتایج تجزیه واریانس نشان داد، سطوح مختلف اسید هیومیک نتوانست تأثیر آماری معنی‌داری بر تعداد و عملکرد گل تر داشته باشد (جدول ۶). این نتایج، بر خلاف نتایج گلزاری جهان‌آبادی (Golzari Jahan Abadi, 2016) در خصوص تأثیر اسید هیومیک بر تعداد و عملکرد گل زعفران بود.

مصرف اسید هیومیک و کمترین آن مربوط به شاهد بود. هرچند در این پژوهش محلول پاشی اسید هیومیک تأثیر معنی داری بر تعداد و عملکرد گل نداشت، اما با دقت در نتایج جدول ۷ مشخص می شود در تمامی سطوح کاربرد اسید هیومیک نسبت به شاهد تعداد و عملکرد گل افزایش یافته است و بیشترین میزان این صفات در سطح ۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک به دست آمد که با عملکرد کلاله همخوانی دارد. از این رو به نظر می رسد اسید هیومیک با تأثیر بر رشد رویشی سبب بهبود رشد زایشی و در نتیجه افزایش متوسط وزن کلاله، تعداد و عملکرد گل شده و در نهایت، توانسته سبب افزایش عملکرد کلاله گردد.

حیدری و خلیلی (Heidari & Khalil, 2014) نیز اسید هیومیک را به عنوان یکی از عوامل محرک رشد رویشی، بهبود رشد زایشی و افزایش عملکرد کمی و کیفی در انواع گیاهان معرفی نمودند که از طریق تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و یون های معدنی، تجزیه اسید هیومیک به آنزیم های رشدی (Mart, 2007)، تأثیر بر تنفس و فتوسنتز (Ahmad et al., 2011) و تحریک فعالیت هورمون ها (El-Sherbeny et al., 2012) سبب افزایش رشد و در نتیجه افزایش وزن خشک می گردد.

عملکرد کلاله تر و خشک: نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی دار اسید هیومیک بر عملکرد کلاله تر و خشک بود (جدول ۶). به طوری که بیشترین عملکرد کلاله تر (۰/۷۰۰ گرم در مترمربع) در سطح ۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک به دست آمد که ۲/۶۹ برابر شاهد بود. بیشترین عملکرد کلاله خشک (۰/۲۹ گرم در مترمربع) نیز در سطح ۱۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک به دست آمد که از این نظر بین سطوح مصرفی اسید هیومیک تفاوت آماری معنی داری مشاهده نگردید (جدول ۷). در بررسی های مشابه، تأثیر اسید هیومیک بر عملکرد کلاله زعفران مثبت گزارش شده است. محققین با بررسی اثرات کاربرد اسید هیومیک و وزن بنه مادری در زعفران اعلام داشتند، کاربرد اسید هیومیک اثرات قابل ملاحظه ای بر عملکرد کلاله تر و خشک در هر دو سال آزمایش داشت، به طوری که در دو سال اجرای طرح عملکرد کلاله به ترتیب ۱۵۴ و ۹۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (Koocheki et al., 2016). همچنین گلزاری جهان آبادی (Golzari Jahan Abadi, 2016) طی مطالعه ای دو ساله گزارش نمود که مصرف ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد کلاله گردید، به طوری که بیشترین عملکرد خشک کلاله در شرایط

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر غلظت های مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات گل زعفران در سال دوم آزمایش

Table 7. Mean comparisons for the effects of humic acid concentrations on characteristics of saffron flower in the second year

| اسید هیومیک (لیتر در هکتار) Humic acid (L.ha ⁻¹) | تعداد گل (گل در مترمربع) Number of flower (No.m ⁻²) | عملکرد کل گل تر (گرم در مترمربع) Total yield fresh flower (g.m ⁻²) | متوسط طول کلاله (میلی متر) Average stigma length (mm) | عملکرد کلاله تر (گرم در مترمربع) Fresh yield of stigma (g.m ⁻²) | عملکرد کلاله خشک (گرم در مترمربع) Dry yield of stigma (g.m ⁻²) |
|---|---|--|--|--|---|
| 0 | 42.67 ^a | 2.082 ^a | 31.464 ^a | 0.267 ^b | 0.022 ^b |
| 5 | 63.00 ^a | 2.693 ^a | 32.565 ^a | 0.700 ^a | 0.027 ^a |
| 10 | 61.67 ^a | 2.566 ^a | 31.330 ^a | 0.473 ^{ab} | 0.027 ^a |
| 15 | 62.33 ^a | 2.473 ^a | 31.804 ^a | 0.581 ^a | 0.029 ^a |

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند

Similar letters in each column are not significant at 5% level of probability based on DMRT

۱۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک در اکثر صفات تفاوت معنی داری مشاهده نشد، به منظور صرفه جویی در کود مصرفی و کاهش هزینه ها می توان پنج لیتر در هکتار اسید هیومیک را در افزایش ویژگی های عملکردی و رشدی

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که استفاده از اسید هیومیک می تواند، در بهبود ویژگی های عملکردی و رشدی زعفران مؤثر باشد و از آنجا که بین سطوح ۵، ۱۰ و

هیومیک در طی پژوهش‌های چند ساله بر عملکرد کمی و کیفی زعفران بررسی شود.

زعفران در این آزمایش مؤثر دانست. به منظور تکمیل نتایج این آزمایش پیشنهاد می‌شود، سایر سطوح اسید

منابع

- Ahmad, Y.M., Shahlaby, E.A., and Shnan, N.T., 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of rosella plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology*. 10(11), 1988-1996.
- Arnon, A.N., 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*. 23, 112-121.
- Benschop, M., 1993. Crocus. In: De Hertogh, A., and Le Nard, M. (Eds.). *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, the Netherlands. 257-272 p.
- Caiola, M.G., 2004. Saffron reproductive biology. *Acta Horticulturae*. 25-38.
- Daei, M.A., 2008. What's humic acid. Technical Bulletin No III. Golssang Kavir Yazd Agricultural Company. Golsang Company Issue. Yazd, Iran. [In Persian].
- El-Ghamry, A.M., El-Hai, K.A., and Ghoneem, K.M., 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clay soil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(2), 731-739.
- Golzari, M., 2016. Effect of bio-fertilizer and mother corm weight on growth, flower and stigma yield and qualitative criteria of saffron. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran. [In Persian with English Summary].
- Heidari, M., and Khalili, S., 2014. The effect of humic acid and phosphorus fertilizer on yield and flowers, photosynthetic pigments and amounts of mineral elements in plant roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 45(2), 191-193. [In Persian with English Summary].
- Heidari, Z., Besharati, H., and Maleki Farahani, S., 2014. Effect of some chemical fertilizer and biofertilizer on quantitative and qualitative characteristics of Saffron. *Saffron Agronomy and Technology*. 2(3), 187-189. [In Persian with English Summary].
- Karakurt, Y., Unlu, H., and Padem, H., 2008. The influence of foliar and soil fertilization humic acid on yield and quality of pepper. *Plant Soil Science*. 233-237.
- Khorramdel, S., Amin Ghafari, A., Rezvani-moghaddam, P., and Nassiri-Mahallati, M., 2010. The effect of different irrigation levels with using biological fertilizers on seed yield, chlorophyll and RWC of Sesame (*Sesamum indicum* L.) The 1st National Conference of Sustainable Agriculture and Healthy Products. p. 83-87. [In Persian].
- Koocheki, A., Fallahi, H.R., Amiri, M.B., and Ehyaei, H.R., 2016. Effects of humic acid application and mother corm weight on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Agroecology*. 7(4), 425-442. [In Persian with English Summary].
- Golzari Jahan Abadi, M., Behdani, M.A., Sayyari Zahan, M.H., and Khorramdel, S., 2017. Effect of some fertilizer sources and mother corm weight on growth criteria and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research*. 4(2), 172-186. [In Persian with English Summary].
- Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S., 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. *Food Reviews International*. 25, 44-85.
- Mart, I., 2007. Fertilizers, organic fertilizers, plant and agricultural fertilizers. *Agro and Food Business Newsletter*. 1-5.
- Mollafilabi, A., and Khorramdel, S., 2016. Effects of cow manure and foliar spraying on agronomic criteria and yield of saffron (*Crocus Sativus* L.) in a six year old farm. *Saffron Agronomy and Technology*. 3(4), 237-249. [In Persian with English Summary].
- Nardi, S., Concheri, G., and Dell'Agnola, G., 1996. Biological activity of humic substances. In: Piccolo, A., (Ed.), *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam. p. 361-406.

- Osmani Roudi, H.R., Masoumi, A., Hamidi, H., and Razavi, S.A.R., 2015. Effects of first irrigation date and organic fertilizer treatments on Saffron (*Crocus sativus* L.) yield under Khaf climatic conditions. *Saffron Agronomy and Technology*. 3(1), 25-33. [In Persian with English Summary].
- Rasouli, Z., Maleki Farahani, S., and Besharati, H., 2014. Reaction some vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) to various fertilizers. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences)*. 27(1), 35-46. [In Persian with English Summary].
- Rivandi, H., Marvi, H., and Jami Moeini, M., 2016. The effect of soil and foliar application of effective microorganisms on growth characteristics of Saffron in the presence of chemical and organic fertilizers. *Saffron Agronomy and Technology*. 4(2), 105-117. [In Persian with English Summary].
- Sabzevari, S., Khazaie, H.R., and Kafi, M., 2010. Study on the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 8(3), 473-480. [In Persian with English Summary].
- Sancholi, N., 2007. The effect of the ratio of manure and chemical mixture on soil characteristics, yield and corn single cross 704. MSc Thesis, Agriculture. Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran. [In Persian].
- Sharif, M., Khattak, R.A., and Sarir, M.S., 2002. Effect of different levels of lignitic coal drive humic acid on growth of maize plants. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 33, 3567-3580.
- Torabi, M., and Sadeghi, B., 1995. Pattern of nutrient changes in leaf and corm of saffron during growth period. Abstract of the Second National Symposium on Saffron and Medicinal Plants. 8-9 November, Gonabad, Iran. [In Persian].
- Varanini, Z., Pinton, R., De Biasi, M.G., Astolfi, S., and Maggioni, A., 1993. Low molecular weight humic substances stimulated H⁺-ATPase activity of plasma membrane vesicles isolated from oat (*Avena sativa* L.) roots. *Plant and Soil*. 153, 61-69.



Effects of Foliar Spraying Humic Acid on Some Morphological Characteristics and Flower Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Faride Ahmadi¹, Mohammad Hossein Aminifard^{2*}

1- Masters Student Horticultural Science (Medicinal plants), College of Agriculture, University of Birjand, Iran

2- Assistant Prof, Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research centre, College of Agriculture, University of Birjand, Iran

**Corresponding author email: mh.aminifard@birjand.ac.ir*

Received 22 January 2017; Accepted 1 July 2017

Abstract

The effects of humic acid on some quantitative and qualitative characteristics of saffron were evaluated under field conditions. This experiment was carried out based on a randomized complete block design with three replications at the Research Farm of University of Birjand, during cropping year 2015-2016. Treatments were four levels of humic acid (0, 5, 10 and 15 l. ha⁻¹). The results showed that humic acid improved the leaf growth indices (fresh and dry weights) and chl a content. The highest leaf fresh weight (0.116 g. plant⁻¹) and dry weight (0.029 g. plant⁻¹) were obtained 5 and 10 l. ha⁻¹ humic acid while the lowest values were recorded in control. Also, humic acid improved the corm growth indices (corm number and total fresh, daughter corm weight and diameter of daughter corm). Stigma fresh and dry yield were influenced by humic acid in the second year. The highest stigma fresh yield (0.7 g.m⁻²) and stigma dry yield (0.029 g.m⁻²) were obtained in 5 and 15 l. ha⁻¹ humic acid. While the lowest values (with 0.267 and 0.022 g.m⁻², respectively) were recorded in control. But, no significant difference was found in flower number and fresh total yield. Thus, results showed that application of 5 l. ha⁻¹ humic acid is useful to improve vegetative and reproductive characteristics of saffron.

Keywords: Chlorophyll, Corm, Foliar spraying, Organic fertilizer, Stigma dry yield.