



بررسی و مقایسه تأثیر محلول پاشی و مصرف خاکی اسیدهیومیک بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد گل زعفران

*محمدحسین امینی‌فرد^۱ و فریده احمدی^۲

^۱ استادیار، گروه علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران،

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی و معطر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: زعفران (*Crocus sativus* L.) یکی از با ارزش‌ترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای در جهان محسوب می‌شود و استفاده از نهاده‌های آلی به‌عنوان یک عامل مهم برای دستیابی به حداکثر عملکرد این گیاه می‌باشد. لذا این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات مصرف خاکی و محلول پاشی اسیدهیومیک بر صفات رویشی و زایشی گیاه زعفران انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. فاکتور اول نوع مصرف اسیدهیومیک (مصرف خاکی و محلول پاشی) و فاکتور دوم سطوح مصرفی (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار) بود. فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل صفات مربوط به برگ (طول و وزن تر و خشک)، صفات بنه (تعداد، وزن کل بنه، وزن و قطر بنه دختری) و صفات گل (تعداد و عملکرد کل گل تر، متوسط طول کاله و عملکرد کاله تر و خشک) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، نوع مصرف اسیدهیومیک تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشدی برگ (طول، وزن تر و خشک) و شاخص‌های رشدی بنه (وزن و قطر بنه دختری) داشت، به طوری که بیشترین میزان این صفات با مصرف خاکی اسیدهیومیک به‌دست آمد. همچنین نتایج نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار نوع مصرف اسیدهیومیک بر صفات گل (تعداد و عملکرد کل گل تر و عملکرد کاله تر و خشک) بود. بیشترین عملکرد کاله تر (۰/۷۸۱ گرم در مترمربع) و خشک (۰/۱۴۷ گرم در مترمربع) با مصرف خاکی اسید هیومیک به‌دست آمد. غلظت مصرفی اسید هیومیک نیز تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشدی برگ (طول، وزن تر و خشک) و شاخص‌های رشدی بنه (وزن و قطر بنه دختری) و صفات زایشی گل (تعداد و عملکرد کل گل تر و عملکرد کاله تر و خشک) داشت. به طوری که بیشترین عملکرد کل گل تر (۱۸/۲۰۱ گرم در مترمربع) در سطح ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک و کمترین میزان آن در شاهد به‌دست آمد. اثر متقابل فاکتورها نیز بر طول برگ، تعداد گل و عملکرد کاله خشک معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد کاله خشک (۰/۱۵۸ گرم در مترمربع) و تعداد گل (۴۸/۸۳۳ گل در مترمربع) با مصرف خاکی ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک به‌دست آمد.

نتیجه گیری: به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد، اسیدهیومیک سبب افزایش صفات رویشی و زایشی گیاه زعفران شد و مصرف خاکی آن نسبت به محلول پاشی نقش مؤثرتری در این صفات داشت. در مجموع، مصرف خاکی ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک سبب افزایش عملکرد کلاله زعفران گردید.

واژه های کلیدی: بنه دختری، کود آلی، گیاه دارویی، عملکرد کلاله

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی چند ساله از خانواده زنبقیان (Iridaceae) و یکی از محصولات مهم اقتصادی کشور است. در حال حاضر ایران بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران در جهان است و بیش از ۹۰ درصد تولید جهانی این محصول گران بها به ایران اختصاص دارد (۱۰). بدیهی است که با افزایش تولید و بهره‌وری و همچنین افزایش توسعه صادرات زعفران می‌توان درآمدهای ارزی قابل اطمینانی را برای کشور تأمین کرد (۲۱). از طرفی افزایش عملکرد و طول دوره تولید زعفران علاوه بر شرایط آب و هوایی، نیازمند مدیریت صحیح عملیات کشاورزی است (۱۲). از جمله روش‌های رایج مصرف عناصر غذایی جهت رفع کمبود در گیاهان، می‌توان به مصرف خاکی و محلول پاشی آن‌ها اشاره کرد (۱۴). با توجه به این‌که زعفران گیاهی چند ساله است، لذا سازگاری خوبی نسبت به کودهای آلی نشان می‌دهد (۸). در بین کودهای سازگار با طبیعت، اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی، 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 (۲۰). نتایج محققین بیانگر افزایش عملکرد کلاله تر و خشک و همچنین افزایش عملکرد گل تر زعفران تحت تأثیر اسیدهیومیک در طول دو سال اجرای آزمایش بود (۱۱). همچنین فانی (۲۰۱۵) افزایش طول برگ و وزن بنه در زعفران با مصرف خاکی سه کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک را در سال اول کاشت

گزارش کرد (۴). تأثیر مثبت محلول پاشی ۳/۵ لیتر در هکتار اسیدهیومیک در دو سال اجرای آزمایش بر عملکرد کلاله و وزن برگ زعفران نیز گزارش شد (۷). در پژوهشی دیگر مصرف ۴۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک به صورت محلول پاشی در سال اول، تأثیر معنی داری بر طول برگ زعفران داشت (۱۹). احمدی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند مصرف خاکی سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک تأثیر معنی داری بر افزایش وزن گل، کلاله و برگ زعفران در سال اول اجرای آزمایش داشت (۱). نتایج بررسی تأثیر محلول پاشی کودهای بیولوژیک، محرک زیستی و شیمیایی بر خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران، بیانگر تأثیر معنی دار مصرف کود زیستی آمینول فورته در افزایش وزن بنه و کلاله زعفران نسبت به کودهای شیمیایی بود (۶). همچنین مظفری و همکاران (۲۰۱۶) در گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea* L.) گزارش کردند که با مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک، وزن برگ گیاه دارویی خرفه افزایش یافت (۱۶). در حال حاضر، تقاضا برای زعفران، در بازارهای جهانی افزایش یافته است. لذا ضرورت بازنگری در روش‌های تولید و مدیریت به‌زراعی زعفران و توسعه فناوری‌های نوین جهت ارتقا و بهبود تولید این محصول، در کشور حائز اهمیت می‌باشد. اما تاکنون اقدام مؤثری، برای بازنگری در اجرای شیوه‌های نوین زراعی تولید زعفران صورت نگرفته است، هرچند که برای بهبود روش‌های تولید و افزایش میانگین عملکرد در هکتار طرح‌های متفاوتی اجرا شده است. از این‌رو، با توجه به نقش تغذیه در

ساخت شرکت Assist- آمریکا)، نیز پس از کاشت همراه آبیاری اول پس از غرقاب شدن کرت به صورت محلول در آب آبیاری اعمال شد. آبیاری اول همزمان با کاشت (۱۶ شهریور 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 نیز 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. محلول‌پاشی با اسیدهیومیک نیز طی دو نوبت در مرحله رشد رویشی هنگام صبح در اوایل بهمن و اواسط اسفندماه اعمال شد. غلظت صفر کیلوگرم در هکتار محلول‌پاشی به معنای آبیاری برگ بدون عناصر غذایی است. آبیاری‌های بعدی پس از اتمام دوره گل‌دهی طبق عرف منطقه به فاصله زمانی هر یک ماه و به صورت سیفونی انجام گرفت. در انتهای فصل رویشی (اردیبهشت ماه) نمونه‌برداری تخریبی با حذف اثرات حاشیه‌ای (نیم متر فاصله با هر ضلع کرت)، از کل سطح کرت‌ها صورت گرفت و شاخص‌های برگ (طول، وزن تر و خشک)، تعداد و وزن کل بنه، وزن و قطر بنه دختری اندازه‌گیری و ثبت 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 نمونه‌برداری، گل‌های ظاهر شده، به صورت روزانه جمع‌آوری، شمارش و جهت تعیین شاخص‌های گل زعفران شامل عملکرد کل گل، طول کلاله و عملکرد کلاله تر و خشک به آزمایشگاه منتقل شدند. اندازه‌گیری صفات مربوط به وزن با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) و اندازه‌گیری طول و قطر با کولیس دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) صورت گرفت. جهت آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

افزایش عملکرد گیاهان دارویی از جمله زعفران (۱۸) و با در نظر گرفتن خسارت ناشی از مصرف زیاد کودهای شیمیایی و این‌که تاکنون گزارشی در خصوص مقایسه روش‌های مختلف مصرف اسیدهیومیک بر رشد رویشی و عملکرد زعفران صورت نگرفته است، لذا این تحقیق با هدف مقایسه مصرف خاکی و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر رشد رویشی برگ و بنه زعفران و همچنین عملکرد گل و کلاله صورت گرفت، تا با استفاده مناسب از نهاده‌های آلی و در نتیجه کاهش اتکا به کودهای شیمیایی، بتوان در جهت تولید پایدار و افزایش عملکرد این گیاه دارویی مهم گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری مرکب صورت گرفت (جدول ۱). تیمارهای آزمایش شامل: فاکتور اول نوع مصرف اسیدهیومیک (مصرف خاکی و محلول‌پاشی) و فاکتور دوم غلظت مصرف (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار) بود. پس از عملیات آماده‌سازی زمین، 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، کشت به صورت ردیفی در ۱۶ شهریور ۱۳۹۴ توسط بنه‌های با وزن متوسط ۷-۹ گرم و تراکم کاشت ۵۰ بنه در مترمربع انجام گرفت. فاصله بنه روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تیمار مصرف خاکی اسیدهیومیک (پودر) تجاری هیومکس حاوی ۸۰ درصد اسید هیومیک، ۱۵ درصد اسید فلووئیک و ۱۲ درصد پتاسیم اکسید،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

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

بافت texture	مواد آلی (درصد) Organic matter (%)	اسیدیته pH	فسفر قابل دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم) Available P (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم) Available K (mg.kg ⁻¹)	نیترژن کل (درصد) Total N (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds.m ⁻¹)
لومی Loam	0.68	7.76	60.00	420.35	0.08	3.1

نتایج و بحث

ترکیب با سایر کودهای آلی در سال اول کشت گزارش نمود که تمامی تیمارهای اسیدهیومیک نسبت به شاهد سبب افزایش طول برگ زعفران گردید (۴). همچنین گزارش شده است که مصرف ۴۰ لیتر در هکتار اسیدهیومیک در سال اول محلول پاشی تأثیر معنی داری بر طول برگ زعفران داشت (۱۹). افزایش رشد رویشی برگ در اثر مصرف اسیدهیومیک را می توان به تأثیر اسیدهیومیک بر عمل غشای سلولی و افزایش جذب مواد (۲۳) و یا بر رشد و توسعه گیاهی به وسیله خاصیت شبه هورمونی آن (۱۷) نسبت داد.

طول برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد، که نوع مصرف اسیدهیومیک، غلظت مصرفی و اثر متقابل فاکتورها بر طول برگ زعفران تأثیر معنی داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد، بیشترین طول برگ (۱۹۴/۵۳ میلی متر) با مصرف خاکی ۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک به دست آمد که نسبت به تمامی سطوح مصرف خاکی و محلول پاشی اسیدهیومیک افزایش معنی داری نشان داد (جدول ۴). مشابه نتایج این تحقیق، فانی (۲۰۱۵) در بررسی تأثیر ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک به تنهایی یا در

جدول ۲- تجزیه واریانس خصوصیات برگ و بنه زعفران تحت تیمار اسیدهیومیک.

Tables 2. Analysis of variance for saffron leaf and corm characteristics under humic acid treatment.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	قطر بنه Diameter of cormel	وزن بنه دختری Weight of cormel	تعداد بنه دختری Number of cormel	وزن کل بنه Total weight of corm	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	طول برگ Leaf length
بلوک Block	2	0.159 ^{ns}	5.71 ^{ns}	0.125 ^{ns}	7.19 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	11.29 ^{ns}
نوع مصرف Type of use	1	144.25 ^{**}	139.41 ^{**}	0.041 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.0020 ^{**}	0.0140 ^{**}	9126.42 ^{**}
غلظت مصرفی concentration	3	60.74 [*]	13.71 [*]	0.708 ^{ns}	20.24 ^{ns}	0.0001 [*]	0.0001 [*]	95.50 ^{**}
نوع مصرف × غلظت مصرفی Concentration × type of use	3	29.36 ^{ns}	0.433 ^{ns}	0.708 ^{ns}	2.73 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	265.16 ^{**}
خطا Error	14	12.10	4.03	0.220	7.743	0.0001	0.0001	16.14
ضریب تغییرات Cv (%)		12.02	18.16	28.87	13.66	12.84	7.41	2.50

ns, **, * و * به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

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

بیوآمینوپالیس، اسیدهیومیک، یارامیلاکمپلکس بر رشد و عملکرد زعفران نشان دادند، در سال اول کاشت، در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک بیشترین وزن برگ و در تیمار بیوآمینوپالیس کمترین وزن برگ زعفران به‌دست آمد (۷). احمدی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند، با مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک، بیشترین وزن تر و خشک برگ زعفران در سال اول اجرای آزمایش به‌دست آمد که نسبت به سطح شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد (۱). افزایش وزن تر و خشک برگ در اثر مصرف اسید هیومیک را می‌توان به نقش این اسید آلی در افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت نگهداری آب در خاک نسبت داد (۳).

وزن کل بنه و تعداد بنه دختر: نتایج حاصل بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار نوع مصرف اسید هیومیک، غلظت مصرفی و همچنین اثر متقابل فاکتورها بر وزن کل بنه و تعداد بنه دختر زعفران بود (جدول ۲). با توجه به این‌که مریستم‌های تشکیل‌دهنده بنه دختر زعفران بعد از اتمام دوره گل‌دهی بنه مادری و در فاصله زمانی بین ۱۵ آبان تا ۱۵ آذرماه فعال می‌شوند (۹) به‌نظر می‌رسد در پژوهش حاضر تعداد نهایی بنه دختر قبل از محلول‌پاشی اسیدهیومیک تشکیل شده است.

وزن تر و خشک برگ: نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که وزن تر و خشک برگ تحت تأثیر معنی‌دار نوع مصرف اسیدهیومیک و غلظت مصرفی قرار گرفت. اما اثر متقابل فاکتورها نتوانست این صفات را تحت تأثیر خود قرار دهد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین مصرف خاکی اسیدهیومیک نسبت به محلول‌پاشی آن سبب افزایش ۴۱٪ درصدی وزن تر برگ شد و بیشترین وزن تر برگ (۰/۱۴۵ گرم در بوته) با مصرف ۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک به‌دست آمد که نسبت به شاهد اسیدهیومیک افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۳). بیشترین وزن خشک برگ (۰/۰۴۸ میلی‌متر) نیز با مصرف خاکی و کمترین آن (۰/۰۲۶ میلی‌متر) در محلول‌پاشی اسیدهیومیک به‌دست آمد و همچنین بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک بر وزن خشک برگ نشان داد که در سطح ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک بیشترین میزان (۰/۰۴۱ میلی‌متر) و کمترین مقدار آن (۰/۰۳۱ میلی‌متر) در سطح شاهد به‌دست آمد. البته بین سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک از نظر تأثیر بر وزن تر و خشک برگ، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). مشابه یافته‌های ما، محققین در بررسی اثر کودهای

جدول ۳- اثرات نوع مصرف و غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک بر ویژگی‌های رشدی برگ و بنه زعفران.

Tables 3. Effects of humic acid type of use and concentrations on leaf and corm growth characteristics of saffron.

تیمار Treatment	قطر بنه دختر (میلی‌متر) Diameter of cormel (mm)	وزن بنه دختر (گرم در بوته) Weight of cormel (g.p ⁻¹)	تعداد بنه دختر Number of cormel	وزن کل بنه (گرم در بوته) Total weight of corm (g.p ⁻¹)	وزن خشک برگ (گرم در بوته) Leaf dry weight (g.p ⁻¹)	وزن تر برگ (گرم در بوته) Leaf fresh weight (g.p ⁻¹)
مصرف خاکی Soil application	31.38 ^a	13.46 ^a	1.58 ^a	20.42 ^a	0.048 ^a	0.163 ^a
محلول‌پاشی Spraying application	26.47 ^b	8.64 ^b	1.66 ^a	20.29 ^a	0.026 ^b	0.115 ^b
سطوح هیومیک	0	24.23 ^b	1.16 ^a	17.94 ^a	0.031 ^b	0.128 ^b
(کیلوگرم در هکتار)	5	31.17 ^a	1.66 ^a	21.28 ^a	0.035 ^{ab}	0.145 ^a
Concentration of humic acid	10	30.53 ^a	1.66 ^a	20.02 ^a	0.041 ^a	0.142 ^a
(kg. ha ⁻¹)	15	29.78 ^a	2.00 ^a	22.18 ^a	0.040 ^a	0.141 ^a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند.

Similar letters in each column was not significant at 5% level based on LSD.

جدول ۴- اثر متقابل نوع مصرف و غلظت مصرفی اسیدهیومیک بر طول برگ زعفران.

Tables 4. Interactive effects of humic acid concentration × type of use on characteristics saffron leaf length.

تیمار	غلظت مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	طول برگ (میلی متر)
Treatment	Concentration (kg.ha ⁻¹)	Leaf length (mm)
مصرف خاکی Soil application	0	170.97 ^c
	5	194.53 ^a
	10	178.30 ^b
	15	176.54 ^{bc}
محلول پاشی application Spraying	0	139.87 ^{de}
	5	135.78 ^e
	10	143.30 ^d
	15	145.40 ^d

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون LSD ندارند.

Similar letters in each column was not significant at 5% level based on LSD.

بیشتر از تیمار عدم مصرف اسیدهیومیک بود (۱۱). به نظر می‌رسد، استفاده از کود آلی (اسیدهیومیک) به دلیل افزایش فراهمی عناصر غذایی و در نتیجه افزایش دسترسی به آن‌ها (۱۳)، منجر به بهبود رشد برگ زعفران شده که این امر تولید مواد فتوسنتزی و بهبود وزن و قطر بانه، تحت تأثیر افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای را موجب گردیده است.

تعداد و عملکرد کل گل تر: همان‌طور که نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تعداد و عملکرد کل گل تر تحت تأثیر معنی‌دار نوع مصرف و غلظت مصرفی اسیدهیومیک قرار گرفت، اما اثر متقابل فاکتورها تنها بر تعداد گل معنی‌دار شد (جدول ۵). بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد، بیشترین تعداد گل (۴۸/۸۳) گل در مترمربع) با مصرف خاکی ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به دست آمد که البته با مصرف خاکی ۱۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۷). مصرف خاکی اسید هیومیک سبب افزایش ۱/۱ برابری عملکرد کل گل تر نسبت به محلول پاشی آن شد، همچنین بیشترین عملکرد کل گل تر (۱۸/۲۰ گرم در مترمربع) در سطح ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک و کمترین میزان آن (۱۵/۰۲ گرم در مترمربع) در سطح شاهد به دست آمد (جدول ۶).

وزن و قطر بانه دختر: بر اساس نتایج، وزن و قطر بانه دختر زعفران تحت تأثیر معنی‌دار نوع مصرف و غلظت مصرفی اسیدهیومیک قرار گرفت، در حالی که اثر متقابل فاکتورها بر این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین وزن بانه دختر (۱۳/۴۶ گرم در بوته) با مصرف خاکی اسیدهیومیک به دست آمد که ۱/۵ برابر محلول پاشی اسیدهیومیک بود. همچنین بیشترین وزن بانه دختر (۱۲/۴۶ گرم در بوته) با مصرف ۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک و کمترین آن (۸/۹۴ گرم در بوته) در سطح شاهد به دست آمد (جدول ۳). نتایج بررسی اثر نوع و مقدار کود مصرفی بر قطر بانه نشان داد که بیشترین قطر بانه دختر (۳۱/۳۸ میلی‌متر)، در مصرف خاکی و کمترین آن (۲۶/۴۷ میلی‌متر) با محلول پاشی اسیدهیومیک به دست آمد، همچنین با مصرف ۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک، بیشترین قطر بانه دختر (۳۱/۱۷ میلی‌متر) به دست آمد که نسبت به شاهد ۲۸/۶ درصد افزایش داشت (جدول ۳). مشابه نتایج این تحقیق، عثمانی‌رودی و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند مصرف ۴۰ لیتر در هکتار اسیدهیومیک، سبب افزایش وزن بانه زعفران شد (۱۹). کوچکی و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک متوسط قطر و متوسط وزن بانه به ترتیب به میزان ۱۹ و ۷۰ درصد

جدول ۵- تجزیه واریانس خصوصیات گل زعفران تحت تیمار اسیدهیومیک در سال دوم آزمایش.

Tables 5. Analysis of variance for saffron flower characteristics under humic acid treatment in second year of study.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد کلاله خشک Yield of dry stigma	عملکرد کلاله تر Yield of fresh stigma	متوسط طول کلاله Average of stigma length	عملکرد کل گل تر Yield of fresh flower	تعداد گل Number of flower
بلوک Block	2	0.0001 ^{ns}	0.003 ^{ns}	1.06 ^{ns}	15.85*	44.11 ^{ns}
نوع مصرف Type of use	1	0.0830**	0.384**	6.88*	30.44**	452.83**
غلظت مصرفی Concentration	3	0.0001**	0.088*	3.21 ^{ns}	11.34*	220.87*
نوع مصرف × Concentration × type of use	3	0.0001**	0.053 ^{ns}	1.54 ^{ns}	10.30 ^{ns}	147.18*
خطا Error	14	0.0001	0.019	1.207	3.290	43.20
ضریب تغییرات Cv (%)		4.73	21.08	3.51	10.68	20.56

ns, **, * و * به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

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

بچه‌زایی بیشتر و تولید بنه‌های دخترتری درشت‌تر، ظرفیت گل‌آوری و عملکرد مزرعه را برای سال بعد نیز افزایش می‌دهند (۵).

متوسط طول کلاله: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اگرچه نوع مصرف اسیدهیومیک تأثیر معنی‌داری بر متوسط طول کلاله داشت، اما غلظت مصرفی و اثر متقابل فاکتورها نتوانست این صفت را تحت تأثیر خود قرار دهد (جدول ۵). بیشترین متوسط طول کلاله (۳۱/۷۹ میلی‌متر) در مصرف خاکی اسیدهیومیک و کمترین آن (۳۰/۷۱ میلی‌متر) با محلول‌پاشی اسیدهیومیک به‌دست آمد (جدول ۶).

گل‌زاری (۲۰۱۶) نشان داد که مصرف اسیدهیومیک بر تعداد و عملکرد گل زعفران تأثیر معنی‌داری داشت، به گونه‌ای که بیشترین تعداد و عملکرد گل در تیمار اسیدهیومیک و کمترین آن در شرایط عدم اعمال این کود به‌دست آمد (۷). همان‌طور که نتایج نشان داد اسیدهیومیک سبب افزایش وزن و قطر بنه دخترتری گردید که به معنای داشتن مواد ذخیره‌ای بیشتر در این بنه‌ها جهت آغاز رشد گیاه در ابتدای فصل رویش بود (۱۵)، که این امر می‌تواند سبب افزایش تعداد و عملکرد گل در سال بعد شده باشد. زیرا بنه‌های درشت نه تنها در همان سال اول تولید عملکرد مناسبی می‌کنند، بلکه از طریق

جدول ۶- اثرات نوع مصرف و غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک بر خصوصیات گل زعفران در سال دوم آزمایش.

Tables 6. Effects of humic acid concentration and type of use on characteristics of saffron flower in second year of study.

تیمار Treatment	عملکرد کلاله خشک (گرم در مترمربع) Yield of dry stigma (g.m ⁻²)	عملکرد کلاله تر (گرم در مترمربع) Yield of fresh stigma (g.m ⁻²)	متوسط طول کلاله (میلی‌متر) Average stigma length (mm)	عملکرد کل گل تر (گرم در مترمربع) Total yield of fresh flower (g.m ⁻²)	تعداد گل (در مترمربع) Number of flower (per m ²)	
مصرف خاکی Soil application	0.147 ^a	0.781 ^a	31.79 ^a	18.10 ^a	36.31 ^a	
مصرف محلول‌پاشی Spraying application	0.029 ^b	0.528 ^b	30.79 ^b	15.85 ^b	27.62 ^b	
سطوح هیومیک	0	0.083 ^b	30.28 ^a	15.02 ^b	23.79 ^b	
5 (کیلوگرم در هکتار)	0.087 ^{ab}	0.692 ^a	31.87 ^a	17.10 ^{ab}	32.33 ^a	
10	0.092 ^a	0.738 ^a	31.09 ^a	18.20 ^a	38.41 ^a	
Concentration of humic acid (kg. ha ⁻¹)	15	0.089 ^a	0.713 ^a	31.76 ^a	17.57 ^a	33.33 ^a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد LSD ندارند.

Similar letters in each column was not significant at 5% level based on LSD.

کاربرد خاکی اسیدهیومیک اثرات قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد کلاله تر و خشک در هر دو سال آزمایش داشت، به طوری که در هر دو سال، عملکرد خشک کلاله ۱۵۴ و ۹۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (۱۱). گلزاری (۲۰۱۶) نشان داد، در طی دو سال آزمایش، مصرف ۳/۵ لیتر در هکتار اسیدهیومیک سبب افزایش عملکرد کلاله خشک گردید. به طوری که، بیشترین عملکرد کلاله خشک در شرایط مصرف اسیدهیومیک و کمترین آن مربوط به شاهد بود (۷). محققین عنوان نمودند، مواد هیومیکی به صورت غیرمستقیم 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 میکروارگانیسم‌های خاک در جهت افزایش تبادل کاتیونی و توانایی بافر کردن pH بستر، باعث افزایش

عملکرد کلاله تر و خشک: نتایج خاکی از تأثیر معنی‌دار نوع مصرف و غلظت مصرفی اسیدهیومیک بر عملکرد کلاله تر و خشک بود، در حالی که اثر متقابل فاکتورها تنها عملکرد کلاله خشک را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین عملکرد کلاله تر (۰/۷۸۱ گرم در مترمربع) با مصرف خاکی و کمترین آن (۰/۵۲۸ گرم در مترمربع) با محلول‌پاشی اسیدهیومیک به دست آمد. همچنین در سطح ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک بیشترین عملکرد کلاله تر (۰/۷۳۸ گرم در مترمربع) به دست آمد که ۱/۵ برابر سطح شاهد اسیدهیومیک بود اما با سایر سطوح مصرفی در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۶). بیشترین عملکرد کلاله خشک (۰/۱۵۸ گرم در مترمربع) با مصرف خاکی ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به دست آمد که نسبت به تمامی سطوح افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۷). کوچکی و همکاران (۲۰۱۶) بیان نمودند،

بودن آن، شاید جذب برگ‌گی از دیگر گیاهان نیز بسیار کمتر باشد (۲) بنابراین در این پژوهش مصرف خاکی اسیدهیومیک نسبت به محلول‌پاشی آن تأثیر بیشتری بر صفات رویشی و زایشی زعفران داشت.

حاصلخیزی خاک و افزایش راندمان و عملکرد محصول و در نتیجه افزایش عملکرد کلاله می‌گردند (۲۲). با توجه به این‌که در تمامی گیاهان راه اصلی جذب عناصر غذایی، سیستم ریشه‌ای است و در گیاه زعفران به دلیل سطح کم برگ، زاویه‌دار بودن و مومی

جدول ۷- اثر متقابل نوع مصرف و غلظت مصرفی اسیدهیومیک بر خصوصیات گل زعفران در سال دوم آزمایش.

Tables 7. Interaction effects of humic acid concentration × type of use on characteristics of saffron flower in second year of study.

تیمار Treatment	غلظت مصرفی (کیلوگرم در هکتار) Concentration (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله خشک (گرم در مترمربع) Yield of dry stigma (g.m ⁻²)	تعداد گل (در مترمربع) Number of flower (per m ²)
مصرف خاکی Soil application	0	0.136 ^c	23.75 ^c
	5	0.144 ^b	33.00 ^{bc}
	10	0.158 ^a	48.83 ^a
	15	0.149 ^b	39.66 ^{ab}
محلول‌پاشی Spraying application	0	0.029 ^d	23.83 ^c
	5	0.030 ^d	31.66 ^{bc}
	10	0.027 ^d	28.00 ^c
	15	0.029 ^d	27.00 ^c

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد LSD ندارند.

Similar letters in each column was not significant at 5% level based on LSD.

در افزایش عملکرد زعفران دارد. هرچند با توجه به چند ساله بودن زعفران، بررسی طولانی مدت خصوصیات رشدی زعفران می‌تواند نتایج این آزمایش را کامل تر نماید.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که استفاده از اسیدهیومیک سبب افزایش صفات رویشی و عملکرد زایشی زعفران شد، اما با توجه به زاویه‌دار بودن و سطح کم برگ زعفران مصرف خاکی اسیدهیومیک نسبت به محلول‌پاشی آن نقش مؤثرتری

accumulation in saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Hort., 650: 155-163.

- Bakry, M.A., Soliman, Y.R., and Moussa, S.A. 2009. Importance of micronutrients, organic manure and biofertilizer for improving maize yield and its components grown in desert sandy soils. Res. J. Agric. Biol. Sci., 5(1): 16-23.
- Fani, R. 2015. The effect of organic and chemical fertilizers there with humic acid on saffron corm size in the first year. M.Sc. dissertation, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran.
- Ghasemi Rooshnavand, R., Hashemi, M., and Afzalian, M. 2009. Planting,

منابع

- Ahmadi, F., Aminifard, M.H., Khayyat, M., and Samad zade, A.R. 2017. Evaluation of humic acid and planting density on flower yield and vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Iran. J. Med. Aromatic Plants., 33(2): 293-303. (In Persian)
- Alvarez-Orti, M., Schwarzacher, T., Rubio, A., Blazquez, S., Piqueras, A., Fernandez, J.A., and Harrison, P. 2004. Studies on expression of genes involved in somatic embryogenesis and storage protein

16. Mozaffari, S., khorasaninejad, S., and gorgini shabankareh, H. 2016. Effects of Irrigation content based on field capacity percent and humic acid on morphophysiological traits on medicinal plant (*Portulaca oleracea* L.). J. Crop. Prod., 9(3): 153-175. (In Persian)
17. 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, Pp: 361-406.
18. Omid Beigi, R., Ramezani, A., Sadeghi, B., Ziyarat nia, M. 2003. Effect of corm weight on yield of saffron in Neishabour. 3rd International Conference Saffron of Iran. Mashhad, 11-12 Dec 2003. Pp: 34-37.
19. Osmani Roudi, H.R., Masoumi, A., Hamidi, H., and Razavi, A.R. 2015. Effects of first irrigation date and organic fertilizer treatments on saffron (*Crocus sativus* L.) yield under Khaf climatic conditions. Soffron. Agr. Technol., 3(1): 25-33. (In Persian)
20. 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.). Iran. J. Field. Crops. Res., 8(3): 473-480. (In Persian)
21. Sadeghi, B. 2012. Effect of corm weight on saffron flowering. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology. Kashmir, India, 22-25 October 2012. Pp: 114-117.
22. 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. Commun Soil Sci. Plant. Anal., 33: 3567-3580.
23. Varanini, Z., Pinton, R., De Biasi, M.G., Astolfi, S., and Maggioni, A. 1993. Low molecular weight humic substances stimulated Hb-ATPase activity of plasma membrane vesicles isolated from oat (*Avena sativa* L.) roots. Plant Soil., 153: 61-69.
- conservation and harvesting stages of saffron. Agric. Org., 132: 33-34.
6. Ghavi, M., and Sadrabadi Haghghi, R. 2015. Effect of the foliar application of biological, biostimulator and chemical fertilizers on growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). J. Crop. Prod., 8(3): 139-158. (In Persian)
7. Golzari, M. 2016. Effect of bio-fertilizer and mother corm weight on growth, flower and stigma yield and qualitative criteria of saffron. M.Sc dissertation, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran.
8. Hassanzadeh Aval, F., Rezvani moghaddam, P., Bannayan aval, M., and Khorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Soffron. Agr. Technol., 1(1): 22-39. (In Persian)
9. Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron, Production and Processing. Zaban va Adab Press, Iran. 276p. (In Persian)
10. Koocheki, A. 2013. Research on production of Saffron in Iran: Past trend and future prospects. Soffron. Agr. Technol., 1(1): 3-21. (In Persian)
11. 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. J. Agro., 7(4): 425-442.
12. Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi, G., and Jahani, M. 2011. The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of Saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. J. Agro., 3: 36-49.
13. Mackowiak, C.L., Grossl P.R., and Bugbee, B.G. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. J. Soil. Sci. Soc. Am., 65: 1744-1750.
14. Mirzapour, M.H., and Khoshgoftarmanesh, A.H. 2008. Iron fertilization effects on growth, yield and oil seed content of sunflower grown on a Saline- sodic calcareous soil. Agric. Res., 8(4): 61-74.
15. Mohammad Abadi, A.A., Rezvani Moghaddam, P., and Fallahi, J. 2011. Effects of planting pattern and the first irrigation date on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). J. Agr., 3(1): 84-93.