Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۳، شماره ۲، صفحه ۳۰۳-۲۹۳ (۱۳۹۶)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2017.107051.1827

بررسی تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و تراکم کاشت بر عملکرد گل و شاخص‌های رشدی زعفران (*Crocus sativus* L.)

فریده احمدی[۱]، محمدحسین امینی‌فرد[۲*]، مهدی خیاط[۳] و علیرضا صمدزاده[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

پست الکترونیک: mh.aminifard@birjand.ac.ir

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

۴- مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات اسید هیومیک و تراکم کاشت بر عملکرد گل و شاخص‌های رشدی زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی در سال ۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح اسید هیومیک (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح تراکم کاشت (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بنه در مترمربع) بودند. نتایج نشان داد که اسید هیومیک بر وزن تک گل، وزن تر و خشک کلاله معنی‌دار بود، اما تعداد گل در مترمربع، طول کلاله و خامه تحت تأثیر اسید هیومیک قرار نگرفت. بیشترین وزن تک گل (۰/۳۶ گرم در مترمربع) در تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و کمترین آن (۰/۳۳ گرم در مترمربع) در تیمار شاهد بدست آمد. همچنین نتایج، نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار اسید هیومیک بر اجزاء برگ (طول، وزن تر و خشک) و رنگیزه‌های آن (کلروفیل a، b، کلروفیل کل و سبزینگی) بود، به‌طوری که بیشترین وزن تر و خشک برگ، سبزینگی و کلروفیل کل در تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و کمترین آنها در شاهد مشاهده شد. تراکم کاشت نیز تعداد، عملکرد گل، طول کلاله، همچنین طول و وزن‌تر و خشک برگ را تحت تأثیر خود قرار داد. به‌طوری که بیشترین تعداد (۲۲/۲۵ عدد در مترمربع) و عملکرد گل (۸/۲۲ گرم در مترمربع) در تیمار ۱۰۰ بنه در مترمربع مشاهده شد. همچنین برهم‌کنش اسید هیومیک و تراکم کاشت نیز بر عملکرد گل، طول و وزن‌خشک کلاله، طول و وزن تر برگ و کلروفیل b تأثیرگذار بود. براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد، استفاده از اسید هیومیک و تراکم مطلوب کاشت می‌تواند نقش مؤثری در افزایش عملکرد و رشد زعفران داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: کود آلی، عملکرد گل، فلورسانس کلروفیل، سبزینگی.

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. متعلق به خانواده زنبقیان، گیاهی علفی، چندساله، بدون ساقه هوایی و دارای پداژه است. ویژگی‌های خاص این محصول، ازجمله امکان بهره‌برداری چندساله در یک نوبت کاشت، نیاز به آب کم، آبیاری آن در زمان‌های غیربحرانی نیاز آبی سایر گیاهان

www.SID.ir

Archive of SID

و نیز بازار فروش داخلی و خارجی مناسب آن را به‌عنوان انتخاب نخست کشاورزان استان خراسان مطرح کرده‌است (Koocheki *et al.*, 2016). کودهای شیمیایی پرمصرف‌ترین کودهای موجود در مزارع زعفران می‌باشند و مصرف بی‌رویه آنها می‌تواند خطرات جدی را برای آب و خاک مناطق کشت ایجاد کند. بنابراین مناسب است که سایر منابع کودی دارای هزینه و اثرات تخریبی کمتر بر اکوسیستم، جایگزین این کودها شوند. از منابع کودی سالم، کم‌هزینه و در دسترس موجود می‌توان به کودهای غیرشیمیایی (آلی و بیولوژیک) اشاره کرد؛ که در سیستم‌های پایدار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Nehvi *et al.*, 2009). در بین کودهای سازگار با طبیعت، اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی مطرح می‌باشد. استفاده از کودهای آلی هیومیکی به‌طور غیرمستقیم از طریق فراهم آوردن عناصر معدنی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین عناصر کم‌مصرف برای ریشه، بهبود ساختار خاک و افزایش نفوذپذیری بستر به آب و هوا، زیاد شدن جمعیت میکروبی و افزایش تبادل کاتیونی، باعث حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد و بهبود صفات کیفی در گیاه می‌شوند (Sharif *et al.*, 2002). در مطالعه‌ای تأثیر استفاده از اسید هیومیک بر تعداد گل، وزن‌تر گل و وزن‌تر و خشک کلاله زعفران مثبت گزارش شد (Koocheki *et al.*, 2016). طی پژوهشی اثر اسید هیومیک بر مواد مؤثره زعفران بررسی شد، Shahsavan و Chamani (۲۰۱۴) نیز تأثیر اسید هیومیک بر فلورسانس کلروفیل گیاه را به اثبات رساندند. در کنار مدیریت عناصر غذایی، استفاده از تراکم بنه، یکی دیگر از راهکارهای مؤثر بهبود کارایی استفاده از منابع و افزایش عملکرد زعفران می‌باشد. تعیین اصولی الگو و تراکم کاشت می‌تواند با تحت تأثیر قراردادن دوره بهره‌برداری زعفران، افزایش تولید در این گیاه را امکان‌پذیر کند (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2013). نتایج مطالعه Gresta و همکاران (۲۰۰۹) نیز مؤید تأثیر تراکم بنه بر وزن خشک زعفران می‌باشد. براساس نتایج آزمایش‌های Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۳) تراکم بنه، خصوصیات رویشی زعفران را تحت تأثیر قرار داد. با توجه به اهمیت زعفران و مصارف آن در صنایع غذایی و دارویی، یکی از راهکارهای افزایش عملکرد زعفران، مدیریت تغذیه و تراکم کشت مناسب می‌باشد. با توجه به اینکه تاکنون گزارشی در مورد تأثیر اسید هیومیک و تراکم کاشت بر عملکرد و خصوصیات رشدی زعفران نشده‌است، از این‌رو هدف از اجرای این طرح، مطالعه همزمان تأثیر اسید هیومیک و تراکم کشت بنه بر عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه دارویی زعفران می‌باشد تا با انتخاب تراکم کاشت مناسب و استفاده مناسب از نهاده آلی، بتوان در جهت تولید پایدار و افزایش کیفیت این گیاه مهم دارویی گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. قبل از کشت برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری مرکب شد (جدول ۱). تیمارهای آزمایش به‌صورت ترکیبی از چهار سطح اسید هیومیک (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار) و ۳ سطح تراکم کاشت بنه (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بنه در مترمربع) تعیین شدند. پس از عملیات آماده‌سازی زمین، کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر ایجاد گردید، فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها از یکدیگر به‌ترتیب ۱ و ۲ متر (با احتساب جوی‌های آبیاری) در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در شهریور ۱۳۹۴ بر اساس عمق ۱۵ سانتی‌متر و فاصله ۵، ۷/۵ سانتی‌متر از یکدیگر، توسط بنه‌های با وزن متوسط ۸ گرم انجام شد. تیمار اسید هیومیک (پودر تجاری هیومکس حاوی ۸۰٪ اسید هیومیک، ساخت شرکت Assist–آمریکا)، نیز پس از کاشت همراه آبیاری اول اعمال شد. آبیاری اول همزمان با کاشت و آبیاری دوم ۱۰ روز بعد از آبیاری اول به‌منظور تسهیل در سبز شدن بنه‌ها انجام شد. بعد از آن نیز یک مرتبه سله‌شکنی توسط کج بیل و چهار شاخ فلزی با عمق کم انجام گردید تا جوانه‌های گل با سهولت بیشتری از خاک بیرون آمده و رشد مطلوبی داشته باشند. آبیاری‌های بعدی پس از اتمام دوره

www.SID.ir

Archive of SID

گل‌دهی طبق عرف منطقه انجام شد. گل‌های زعفران در اولین ساعات صبح نیمه آبان ماه سال ۱۳۹۴، با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای (نیم متر فاصله با هر ضلع کرت)، از کل سطح کرت‌ها برداشت شد. در فصل گلدهی، گل‌های ظاهر شده به‌صورت روزانه جمع‌آوری، شمارش و توزین شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد، عملکرد و وزن تک گل، طول کلاله و خامه، وزن تر و خشک کلاله و خامه، طول برگ و همچنین وزن تر و خشک برگ، رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b، کل، کاروتنوئید و سبزینگی) بود. اندازه‌گیری مقادیر کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید بوسیله روش Arnon (۱۹۶۷) انجام شد. میزان سبزینگی برگ توسط کلروفیل‌متر (SPAD-502; MINOLTA-) محاسبه شد. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	سدیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	pH	مواد آلی (٪)
۳/۱	۹۸	۴۲۰/۳۵	۶۰	۷/۷۶	۰/۶۸

نتایج

تعداد و عملکرد گل

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۲) نشان داد، گرچه اثر اسید هیومیک بر تعداد و عملکرد گل معنی‌دار نبود، اما بین سطوح مختلف تراکم کاشت از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد گل تحت تأثیر برهم‌کنش تیمارها قرار نگرفت، اما عملکرد گل به اثر متقابل اسید هیومیک و تراکم بنه در واحد سطح واکنش معنی‌داری نشان داد. به‌طوری که بیشترین عملکرد (۱۲/۷۶ گرم در مترمربع) با کاربرد ۱۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و تراکم ۱۰۰ بنه در مترمربع بدست آمد (جدول ۸).

وزن تک گل

نتایج بدست آمده نشان داد که اثر ساده اسید هیومیک بر وزن تک گل معنی‌دار بود ($P<0.05$)، اما تراکم کاشت و اثر متقابل تیمارها نتوانست این صفت را تحت تأثیر خود قرار دهد (جدول ۲). با دقت در نتایج مقایسه میانگین در می‌یابیم که در تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک، بیشترین میزان وزن تک گل (۰/۳۶ گرم در مترمربع) بدست آمد، که در مقایسه با شاهد (۰/۳۳ گرم در مترمربع) افزایش محسوسی یافته است (جدول ۳).

طول کلاله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هر چند سطوح مختلف اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر طول کلاله نداشت، اما تراکم کاشت و اثر متقابل تیمارها این صفت را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اگر چه بین بسیاری از سطوح اسید هیومیک و تراکم کاشت تفاوت آماری معنی‌داری در طول کلاله مشاهده نشد، اما بیشترین میزان این صفت (۲۸/۶۴ میلی‌متر) در تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و تراکم کاشت ۱۰۰ بنه در مترمربع بدست آمد (جدول ۸).

وزن تر و خشک کلاله

با توجه به نتایج (جدول ۲) اثر تیمار اسید هیومیک بر وزن تر و خشک کلاله معنی‌دار بود. در حالیکه تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر این صفات نداشت. اثر متقابل تیمارها نیز تنها وزن خشک کلاله را تحت تأثیر قرار داد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیشترین وزن تر کلاله (۰/۱۶ گرم در مترمربع) با کاربرد ۱۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک بدست آمد که البته تفاوت آماری معنی‌داری نسبت به سایر سطوح اسید هیومیک نداشت (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمار اسید هیومیک و تراکم کاشت بر صفات کمّی و کیفی زعفران

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد گل	عملکرد	وزن تک گل	طول کلاله	وزن‌تر کلاله	وزن‌خشک کلاله	طول برگ
بلوک	۲	۲۹۰/۱۹۴**	۱۰/۳۴۸ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۱۴۹ ns	۰/۰۰۶ *	۰/۰۰۰۰۳ ns	۱۲/۳۱۷ ns
اسید هیومیک	۳	۶۷/۲۱۲ ns	۶/۹۴۲ ns	۰/۰۰۱ *	۰/۶۴۰ ns	۰/۰۰۵ *	۰/۰۰۰۲ *	۳۳۳/۲۲۴ **
تراکم	۲	۲۵۴/۱۹۴ **	۲۹/۴۴**	۰/۰۰۱ ns	۲/۵۰۱ **	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۰۰۷ ns	۱۷۱/۷۵۱ **
اسید هیومیک×تراکم	۶	۸۴/۰۴۶ ns	۱۶/۴۷۶ **	۰/۰۰۰۲ ns	۱/۰۲ *	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۰۱ *	۱۶۱/۶۳۶**
خطا		۳۹/۹۸۲	۳/۹۲۴	۰/۰۰۰۳	۰/۳۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۴	۲۰/۳۵۹
ضریب تغییرات		۳۴/۸۵۹	۳۰/۱۶۸	۵/۳۴۵	۲/۲۵۸	۳۰/۷۶۵	۲۶/۹۲۳	۲/۵۷۴

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

طول برگ

با توجه به جدول آنالیز واریانس (جدول ۲) اثر اسید هیومیک و تراکم کاشت و نیز اثر متقابل تیمارها بر طول برگ زعفران معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف اسید هیومیک طول برگ نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۶)، به‌طوری که بیشترین طول برگ (۱۹۴/۵۳ میلی‌متر) مربوط به تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و تراکم ۵۰ بنه در مترمربع بود، که نسبت به تیمار شاهد اسید هیومیک افزایش یافت (جدول ۸).

جدول ۳- اثر اسید هیومیک بر صفات کمّی و کیفی زعفران

اسیدهیومیک ($Kg.ha^{-1}$)	تعداد گل ($Per.m^{-2}$)	عملکرد ($g.m^{-2}$)	وزن تک گل ($g.m^{-2}$)	طول کلاله (mm)	وزن تر کلاله (g)	وزن خشک کلاله (g)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)
۰	۱۵/۵۵ a	۵/۷۲ a	۰/۳۳ b	۲۷/۷۳ a	۰/۱۰ b	۰/۰۱ b	۰/۱۶ b	۰/۰۴ c
۵	۱۷/۴۴ a	۶/۲۴ a	۰/۳۶ a	۲۸/۰۲ a	۰/۱۳ ab	۰/۰۲ a	۰/۱۷ ab	۰/۰۵ ab
۱۰	۱۷/۵۵ a	۶/۵۰ a	۰/۳۵ ab	۲۸/۳۵ a	۰/۱۳ ab	۰/۰۲ a	۰/۱۷ a	۰/۰۵ a
۱۵	۲۲ a	۷/۷۸ a	۰/۳۴ ab	۲۸/۸۷ a	۰/۱۶ a	۰/۰۲ a	۰/۱۶ b	۰/۰۵ bc

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۴- اثر تراکم کاشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی زعفران

تراکم کاشت ($Corms.m^{-2}$)	تعداد گل ($Per.m^{-2}$)	عملکرد ($g.m^{-2}$)	وزن تک گل ($g.m^{-2}$)	طول کلاله (mm)	وزن تر کلاله (g)	وزن خشک کلاله (g)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)
۵۰	۱۳/۱۶b	۵/۱۱b	۰/۳۴a	۲۷/۵۱b	۰/۱۱a	۰/۰۲a	۰/۱۶b	۰/۰۴b
۷۵	۱۹a	۶/۳۶b	۰/۳۴a	۲۸/۰۴ab	۰/۱۴a	۰/۰۲a	۰/۱۶ab	۰/۰۵ab
۱۰۰	۲۲/۲۵a	۸/۲۲a	۰/۳۵a	۲۸/۴۲a	۰/۱۴a	۰/۰۲a	۰/۱۷a	۰/۰۵a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تجزیه واریانس تیمار اسید هیومیک و تراکم کاشت بر صفات کمّی و کیفی زعفران

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	سبزینگی	کاروتنوئید	وزن تر برگ	وزن خشک برگ
بلوک	۲	۰/۰۱۲ns	۰/۰۰۴ns	۱۴۶۵۷۸۶۳۰**	۶۴/۶۱۴ns	۰/۱۶۶**	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۰۰۰۰۲ns
اسید هیومیک	۳	۰/۰۰۳ns	۰/۰۷۳**	۹۹۵۷۴۱۹۳۱**	۴۷۳/۲۴۷*	۰/۰۳۱ns	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۱*
تراکم	۲	۰/۰۰۸ns	۰/۰۰۰۳ns	۳۰۵۵۴۳۹۳ns	۰/۰۹۵ns	۰/۰۲۰ns	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۰۱*
اسید هیومیک×تراکم	۶	۰/۰۰۷ns	۰/۰۰۳*	۴۱۲۲۵۸۳۹ns	۲۳۴/۵۱ns	۰/۰۳ns	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۶ns
خطا		۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۲۳۶۷۲۹۳۸	۱۱۹/۷۲۹	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات		۲۱/۴۵۸	۲۱/۷۷۵	۱۵/۱۹۶	۵۲/۳۸۹	۱۹/۳۸۶	۳/۵۷۱	۱۰/۱۷

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

وزن تر و خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که تأثیر هر دو عامل اسید هیومیک و تراکم کاشت بر وزن تر و خشک برگ معنی‌دار شد. همچنین برهم‌کنش تیمارها، وزن تر برگ را در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قرار داد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم کاشت تا ۱۰۰ بنه در مترمربع (جدول ۵)، وزن تر و خشک برگ افزایش یافت، به‌طوری که بیشترین میزان وزن تر برگ (۰/۱۸ گرم) در تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و تراکم ۱۰۰ بنه در مترمربع بدست آمد (جدول ۸).

کلروفیل a

هیچ‌یک از تیمارهای اسید هیومیک و تراکم کاشت، تأثیر معنی‌داری در مقدار کلروفیل a نسبت به تیمار شاهد نداشتند، همچنین اثر متقابل تیمارها نیز بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵).

کلروفیل b

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اسید هیومیک بر میزان کلروفیل b در سطح ۱٪ معنی‌دار شده‌است، اما تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. اثر متقابل تیمارها نیز کلروفیل b را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۵). همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین مشاهده می‌شود، بیشترین میزان کلروفیل b (۰/۲۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و تراکم کاشت ۵۰ بنه در مترمربع بدست آمد که در مقایسه با شاهد افزایش داشتند (جدول ۸).

کلروفیل کل و سبزینگی

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) با کاربرد اسید هیومیک در میزان کلروفیل کل و سبزینگی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد. اما تأثیر تراکم کاشت و اثر متقابل تیمارها در این صفت معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل (۴۱۴۱۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) و سبزینگی (۲۹/۸) در تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک بدست آمد که نسبت به شاهد افزایش محسوسی یافته است؛ اما با سایر سطوح اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

کاروتنوئید

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) بین تیمار اسید هیومیک و تراکم کاشت و همچنین اثر متقابل آنها بر مقدار کاروتنوئید موجود در برگ زعفران تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- اثر اسید هیومیک بر صفات کمّی و کیفی زعفران

اسید هیومیک ($Kg.ha^{-1}$)	طول برگ (mm)	سبزینگی	کاروتنوئید ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل کل ($mg.g^{-1}f.w$)
۰	۱۷۰/۵۹b	۱۲/۳۷b	۰/۸۰a	۰/۲۶a	۰/۰۹b	۲۲۶۷۹b
۵	۱۸۴/۱۸a	۲۲/۳۸ab	۰/۹۲a	۰/۳۱a	۰/۲۴a	۴۰۸۲۷a
۱۰	۱۷۲/۸۷b	۲۹/۸a	۰/۸۱a	۰/۳۰a	۰/۲۵a	۴۱۴۱۸a
۱۵	۱۷۳/۲۹b	۱۸/۹۷ab	۰/۸۷a	۰/۲۷a	۰/۰۹b	۲۳۱۴۵b

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۷- اثر تراکم کاشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی زعفران

تراکم کاشت ($Corms.m^{-2}$)	طول برگ (mm)	سبزینگی	کاروتنوئید ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل کل ($mg.g^{-1}f.w$)
۵۰	۱۷۹/۵۰a	۲۰/۸۰a	۰/۸۱a	۰/۳۰a	۰/۱۸a	۳۳۲۶۶a
۷۵	۱۷۳/۹۰b	۲۰/۸۶a	۰/۸۹a	۰/۳۰a	۰/۱۷a	۳۲۵۶۷a
۱۰۰	۱۷۲/۳۰b	۲۰/۹۸a	۰/۸۴a	۰/۲۶a	۰/۱۷a	۳۰۲۲۰a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۸- برهم‌کنش اسید هیومیک و تراکم کاشت بر صفات کمّی و کیفی زعفران

اسید هیومیک ($kg.ha^{-1}$)	تراکم ($corms.m^{-2}$)	عملکرد گل ($g.m^{-2}$)	طول کلاله (mm)	وزن خشک کلاله (g)	طول برگ (mm)	وزن تر برگ (g)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}f.w$)
۰	۵۰	۵/۴۲bc	۲۶/۷۴b	۰/۰۰۹d	۱۷۰/۹۷bcd	۰/۱۵c	۰/۰۵c
۰	۷۵	۴/۶۰bc	۲۷/۸۲ab	۰/۰۱d	۱۷۴/۳۷bcd	۰/۱۷ab	۰/۱۲c
۰	۱۰۰	۷/۱۳bc	۲۸/۶۳a	۰/۰۲abc	۱۶۶/۴۲d	۰/۱۶c	۰/۱۰c
۵	۵۰	۶/۳۵bc	۲۸/۳۲a	۰/۰۲abc	۱۹۴/۵۳a	۰/۱۷ab	۰/۲۷ab
۵	۷۵	۷/۲۳bc	۲۷/۸۴ab	۰/۰۲abc	۱۷۰/۳۱bcd	۰/۱۵c	۰/۲۵ab
۵	۱۰۰	۵/۱۵bc	۲۷/۹۰ab	۰/۰۲bc	۱۸۷/۷۱a	۰/۱۷ab	۰/۲۱b
۱۰	۵۰	۵/۱۴bc	۲۸/۱۶a	۰/۰۳a	۱۷۵/۹۶b	۰/۱۶c	۰/۲۹a
۱۰	۷۵	۶/۵۲bc	۲۸/۲۶a	۰/۰۲abc	۱۷۵/۷۵b	۰/۱۷ab	۰/۲۱b
۱۰	۱۰۰	۷/۸۴b	۲۸/۶۴a	۰/۰۲abc	۱۶۶/۸۹cd	۰/۱۸a	۰/۲۶ab
۱۵	۵۰	۳/۵۲c	۲۶/۸۳b	۰/۰۲abc	۱۷۶/۵۴b	۰/۱۶c	۰/۰۹c
۱۵	۷۵	۷/۰۸bc	۲۸/۲۴a	۰/۰۳ab	۱۷۵/۱۶bc	۰/۱۶bc	۰/۰۹c
۱۵	۱۰۰	۱۲/۷۶a	۲۸/۵۴a	۰/۰۲abc	۱۶۸/۱۸bcd	۰/۱۶bc	۰/۰۹c

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

همانطور که نتایج نشان داد، اسید هیومیک نتوانست تعداد و عملکرد گل در مترمربع را تحت تأثیر قرار دهد. در این مورد Koocheki و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند، از آنجا که گل زعفران قبل از هر اندام هوایی دیگر ظاهر می‌شود، تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی در بنه زعفران در سال زراعی قبل می‌باشد. اما بین سطوح مختلف تراکم کاشت از نظر تعداد و عملکرد گل تفاوت معنی‌داری بود، همچنین عملکرد گل به اثر متقابل اسید هیومیک و تراکم بنه واکنش مثبتی نشان داد (جدول ۸). نتایج بدست آمده در مورد اثر تراکم کاشت بر تعداد و عملکرد گل زعفران با نتایج Rostami و Mohammadi (۲۰۱۳) مطابقت دارد. Koocheki و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش خود نشان دادند که با افزایش تراکم کاشت تعداد و عملکرد گل در واحد سطح افزایش یافت، که علت آن را در ارتباط با جذب منابع محیطی توسط این گیاه بیان کردند. همچنین پژوهش آنها بیانگر تأثیر مثبت کاربرد کودهای آلی در تراکم‌های مختلف کاشت بر عملکرد زعفران بود. وجود اختلاف در میانگین وزن تک گل در تیمار با اسید هیومیک نشان می‌دهد که این صفت تحت تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک قرار گرفته است (جدول ۳). مشابه نتایج ما سایر محققان نیز اثر اسید هیومیک را بر وزن گل زعفران مثبت گزارش کرده‌اند (Koocheki *et al*., 2016؛ Osmani Roudi *et al*., 2015). اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی طبیعی دارای بسیاری از عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاه بوده و به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد، فعالیت‌های هورمونی را تنظیم و باعث افزایش رشد گیاه می‌گردد (Zhang, 1997). علاوه‌بر این، اسید هیومیک باعث افزایش سرعت رشد ریزجانداران مفید اطراف ریشه، افزایش بقای باکتری‌های محرک رشد گیاه و نیز افزایش فعالیت آنزیم‌های خاک مانند فسفاتاز و کاتالاز می‌شود (Young *et al*., 2006). از این‌رو به‌نظر می‌رسد، اثر این ترکیب، بر حلالیت عناصر در خاک و تقویت جامعه میکروبی خاک به‌طور مستقیم و غیرمستقیم باعث بهبود شرایط رشد و عملکرد گیاهان ازجمله زعفران می‌گردد (Koocheki *et al*., 2016). بررسی نتایج مربوط به تأثیر اسید هیومیک و تراکم کاشت بر رشد طولی کلاله زعفران حکایت از تأثیر معنی‌دار تراکم کاشت و برهم‌کنش دو تیمار بر طول کلاله داشت (جدول ۷ و ۸). نتایج مشابهی که توسط محققان گزارش شده‌است، بیانگر اثر مثبت کودهای آلی بر رشد طولی کلاله زعفران است (Alipoor Miandehi *et al*., 2014). مصرف کودهای آلی با بهبود قابلیت نگهداری آب در خاک، سرعت رشد گیاه را که به‌میزان زیادی متأثر از آماس سلولی می‌باشد (Sarmadnia & Koocheki, 2001) بهبود بخشیده، که این پدیده موجب افزایش طول کلاله شده است. همچنین تأثیر اسید هیومیک در رشد طولی کلاله را می‌توان به ترکیب‌های شبه‌جیبرلینی موجود در اسید هیومیک که منجر به افزایش رشد طولی می‌شود (Nardi *et al*., 2002) مربوط دانست. Rostami و Mohammadi (۲۰۱۳) نیز تأثیر تراکم بر طول کلاله زعفران را گزارش و بیان کردند که افزایش تراکم از طریق ایجاد رقابت برای منابع بین بوته‌های زعفران باعث کاهش طول کلاله شده‌است. همانطور که مشاهده شد تیمار اسید هیومیک توانست وزن تر و خشک کلاله را تحت تأثیر خود قرار دهد، در حالیکه اثر متقابل تیمارها تنها بر وزن خشک کلاله زعفران تأثیرگذار بود (جدول ۲ و ۸). پژوهش انجام شده توسط Mollafilabi و Khorramdel (۲۰۱۶) نیز به نقش مثبت کودهای حاوی اسید هیومیک بر وزن تر و خشک کلاله زعفران اشاره دارد. در مطالعه‌ای دیگر اثرات استفاده از بیوهورمون حاوی هیومیک و مواد بیولوژیکی فعال بر وزن تر و خشک کلاله زعفران مثبت گزارش شد (Aytekin & Acikgoz, 2008). در این مورد Samavat و Malakoti (۲۰۰۶) بیان کردند که استفاده از اسید هیومیک از طریق افزایش تهویه خاک، جذب عناصر غذایی، افزایش تقسیم سلولی، افزایش رشد گیاه و فتوسنتز سبب افزایش وزن خشک گیاه می‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد که تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری در وزن تر و خشک کلاله زعفران نداشت (جدول ۲). مشابه نتایج ما برخی محققان

www.SID.ir

Archive of SID

عدم تأثیرگذاری تراکم در عملکرد کلاله را بیان کردند (Mohammad-Abadi *et al*., 2007). نتایج بررسی اثر کود آلی و تراکم کاشت بنه بر گلدهی زعفران نیز بیانگر افزایش تعداد گل، وزن گل و کلاله با افزایش تراکم بود، در حالیکه اثر اصلی مقدار کود تنها بر وزن تر و خشک کلاله معنی‌دار شد (Mohebi & Klarestaghi, 2012). طبق نتایج آزمایش (جدول ۲) معین گردید که طول برگ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت، به‌طوری که سطوح اسید هیومیک توانست طول برگ زعفران را افزایش دهد (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط Osmani Roudi و همکاران (۲۰۱۵) و Fani (۲۰۱۵)، در مورد اثر اسید هیومیک بر افزایش طول برگ زعفران گزارش شده‌است. بنابراین به نظر می‌رسد، افزایش رشد رویشی برگ در اثر مصرف اسید هیومیک را می‌توان به تأثیر اسید هیومیک بر عمل غشای سلولی و ترویج جذب مواد یا بر رشد و توسعه گیاهی به‌وسیله خاصیت شبه هورمونی آن نسبت داد. همچنین Atiyeh و همکاران (۲۰۰۲) یکی از مکانیسم‌های اثر اسید هیومیک بر تسریع رشد گیاهان را به تأثیر مستقیم این ترکیب‌ها و وجود ترکیب‌های شبه هورمونی، ازجمله ترکیب‌های اکسینی و شبه اکسینی مربوط دانستند، که می‌توانند رشد سلول‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. همچنین تراکم کاشت بر طول برگ اثر معنی‌داری داشت و با افزایش تراکم کاشت طول برگ کاهش یافت (جدول ۵). سایر مطالعات نیز، اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر طول برگ زعفران را گزارش کرده‌اند (Rezvani Moghaddam *et al*., 2013). افزایش رشد رویشی زعفران در صورت استفاده از تراکم مطلوب منجر به افزایش رشد و خصوصیات رشدی شده که به‌تبع آن افزایش سطح فتوسنتزکننده را به همراه دارد. بدین‌ترتیب چنین به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم احتمالاً به‌دلیل محدود شدن فضا، رقابت بین بنه‌های زعفران افزایش یافته که این امر کاهش خصوصیات رشدی ازجمله طول برگ را به‌دنبال دارد (Rezvani Moghaddam *et al*., 2013). طبق نتایج بدست آمده (جدول ۵)، تیمارهای مورد استفاده بر وزن تر و خشک برگ تأثیر معنی‌دار داشتند. نقش اسید هیومیک در افزایش وزن برگ در زعفران (Golzari *et al*., 2014; 2016) گزارش شده است. Sabzevari و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش جذب آب و مواد غذایی، افزایش فراهمی عناصر، تقویت و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و افزایش محتوای کلروفیل و نیز تغییر فعالیت آنزیم‌ها در درون گیاه، باعث رشد رویشی گیاه ازجمله افزایش وزن تر و خشک برگ می‌گردد. Mohammad-Abadi و همکاران (۲۰۰۷) نیز به نقش تراکم در وزن خشک برگ زعفران اشاره داشتند. Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که با افزایش تراکم بنه، به‌دلیل استقرار بهتر گیاه، رشد رویشی بهبود می‌یابد براساس نتایج Heidari و Khalili (۲۰۱۴) و Yang و همکاران (۲۰۰۴) اسید هیومیک سبب افزایش کلروفیل b شد، که با نتایج این تحقیق طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) مطابقت دارد. Davoodi fard و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که اسید هیومیک با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه توانسته است میزان ساخت رنگیزه‌ها را افزایش داده و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت‌تر کند. در سایر مطالعات نیز بیان شده که اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری سرعت فتوسنتز، توسعه ریشه و محتوای مواد غذایی در گیاهان را افزایش می‌دهد، از این‌رو اسید هیومیک می‌تواند در بهبود سنتز کلروفیل در گیاه مؤثر باشد (Liu *et al*., 1996). نتایج حاصل از این آزمایش (جدول ۵) نشان داد که اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری در میزان کلروفیل کل و سبزینه برگ زعفران داشت. پژوهش Rahi و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر مثبت اسید هیومیک در افزایش کلروفیل کل را نشان داد. نتایج پژوهشگران نشان داد که اسید هیومیک سبب افزایش جذب آهن، روی، مس و منگنز توسط خیار و آهن و روی در گندم دوروم شد، که افزایش جذب آهن و منگنز را می‌توان دلیل مناسبی برای افزایش غلظت کلروفیل برگ دانست (Rutan & Schnitzer, 2011). به‌طور کلی نتایج این تحقیق حکایت از آن داشت که استفاده از اسید هیومیک به تنهایی و یا در سطوح مختلف تراکم کاشت می‌تواند در بهبود ویژگی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد و رشدی زعفران مؤثر باشد. به‌منظور تکمیل نتایج این آزمایش، پیشنهاد می‌شود که سایر سطوح اسید هیومیک و تراکم‌های کاشت در طی پژوهش‌های چندساله بر عملکرد کمّی و کیفی زعفران بررسی شود.

منابع مورد استفاده

- Alipoor Miandehi, Z., Mahmodi, S., Behdani, M.A. and Sayyari, M.H., 2014. Effect of manure, bio-and chemical fertilizers and corm size on saffron (*Crocus sativus* L.) yield and yield components. Journal of Saffron Research, 1(2): 73-84.
- Arnon, A.N., 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.
- Atiyeh, R.M., Lee, S., and Edwards, C.A., 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology, 84: 7-14.
- Aytekin, A. and Acikgoz, A.O., 2008. Hormone and microorganism treatments in the cultivation of saffron (*Crocus sativus* L.) Plants. Molecules, 13: 1135-1146.
- Davoodi fard, M., Habibi, D., and Davoodi fard, F., 2012. Effects of salinity stress on membrane stability, chlorophyll Content and yield components of Wheat inoculated with plant growth promoting bacteria and humic acid. Agronomy and Plant Breeding, 8(2): 76-81.
- 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, Birjand, Iran.
- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L. and Ruberto, G., 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Scientia Horticulture, 119: 320-324.
- 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, Birjand University of Birjand, Iran.
- 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 (*Hisbiscus sabdariffa* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 45(2): 191-193.
- 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. Journal of Agroecology, 7(4): 425-442.
- Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A. and Seyyedi, S.M., 2014. The effects of high corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. Journal of Saffron Research, 1(2): 144-155.
- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L. and Mohammadabadi, A.A., 2011. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Water and Soil, 25(1): 196-206.
- Liu, C., Cooper, R.J. and Bowman, D.C., 1996. Humic acid application effects photosynthesis, root development and nutrient content of creeping bentgrass. Crop Science, 33: 1023-1025.
- Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P. and Sabori, A., 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad condition. II International Symposium on Saffron Biology and Technology, Masshad, Iran, October 2006: 151-153.
- Mohebi, N.K. and Klarestaghi, B., 2012. Effect of animal manure and crop density on saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. 12th Iranian Crop Science Congress, Islamic Azad University, Karaj Branch, 11-12 March: 121-125.
- Mollafilabi, A. and Khorramdel, S., 2016. Effects of cow manure and foliar spraying on agronomic criteria and yield of saffron in a six year old farm. Saffron Agronomy & Technology, 3(4): 237-249.
- Nardi, S., Concheri, G. and Dell'Agnola, G., 2002. Biological activity of humic substances: 361-406. In: Piccolo, A., (Ed.). Humic Substances in Terrestrial Ecosystems, Elsevier, Amsterdam, 675p.
- Nehvi, F.A., Khan, M.A., Lone, A.A. and Maqhdoomi, M.I., 2009. Impact of microbial inoculation on growth and yield of saffron in Kashmir. 3rd International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics, Krokos, Greece, 20-24 May: 171-174.
- 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. Saffron Agronomy & Technology, 3(1): 25-33.
- Rahi, A.R., Farzane, M.H., Safari Dolatabadi, S. and Azizi, F., 2012. Study investigates the relationship between the morphological response curves Agropyron cristatum species are also effected by the

www.SID.ir

Archive of SID

the quantity and quality of agricultural products. Technical Bulletin No. 463. Senate publications. Tehran.
- 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.
- Shahsavan, M. and Chamani, A., 2014. The effect of concentration and time of application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of cut flowers Shbbvrqm Hanza. Science and Technology of Greenhouse Culture, 5(19): 157-170.
- Yang, C.M., Ming, C.W., Lu, Y.F., Chang, I.F. and Chou, C.H., 2004. Humic substances effect the activity of chlorophylls. Journal of Chemical Ecology, 30(5): 1057-1065.
- Young, C.C., Rekha, P., Lai, W.A. and Arun, A., 2006. Encapsulation of plant growth-promoting bacteria in alginate beads enriched with humic acid. Biotechnoloy and Bioengineering, 95: 76-83.
- Zhang, X., 1997. Influence of plant growth regulators on turfgrass growth, antioxidant status, and drought tolerance. Ph.D dissertation. Virginia Polytechnic Institute, 144p.

amount of humic acid. Journal Research Plant and Ecosystem, 8(32): 29-44.
- Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A. and Shabahang, J., 2013. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) effected by spent mushroom compost and corm density. Journal of Saffron Research, 1(1): 13-26.
- Rostami, M. and Mohammadi, H., 2013. Effects of planting date and plant density on the growth and yield of saffron corms in climatic conditions Malayer. Journal of Agroecology, 5(1): 27-38.
- Rutan, B.S. and Schnitzer, M., 2011. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Curcumas sativus*) plants. Plant and Soil, 63(3): 491-495.
- Sabzevari, S., Khazaie, H.R. and Kafi, M., 2010. Study on the effects of humic acid on germination of four Wheat cultivars (*Triticun aestivum* L.). Journal of Iranian Field Crop Research, 8(3): 473-480.
- Sarmadnia, G.H. and Koocheki, A., 2001. Crop Physiology. Jahad Daneshgahi Publication of Mashhad, Iran, 467p.
- Samavat, S. and Malakoti, M., 2006. Necessitates the use of organic acids (Humic and Fulvic) to increase

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of humic acid and planting density on flower yield and vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.)

F. Ahmadi[1], M.H. Aminifard[2*], M. Khayyat[3] and A.R. Samadzade[4]

1- MSc. student, Department of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
2*- Corresponding author, Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research Center, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran, E-mail: mh.aminifard@birjand.ac.ir
3- Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research Center, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
4- Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: August 2016 Revised: November 2016 Accepted: November 2016

Abstract

The effects of applications of humic acid and planting density on quantitative and qualitative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) were evaluated under field conditions. Treatments were of four levels of humic acid (0, 5, 10 and 15 $Kg.ha^{-1}$) and three density planting (50, 75 and 100 $corms.m^{-2}$). This experiment was carried out as factorial based on randomized complete block design with three replications in research farm of Birjand University, Iran, during growing season 2015. Flower fresh weight and fresh and dry weight of stigma were influenced by humic acid treatments. The highest flower fresh weight ($0.36g.m^{-2}$) was obtained in plants treated with 5 $kg.ha^{-1}$ humic acid while the lowest values were recorded in the control ($0.33g.m^{-2}$). However, no significant difference was found in yield and flower number of saffron, length of stigma and style, fresh weight and dry weight of style under different levels of humic acid treatments. Results showed that humic acid improved the leaf growth indices (leaf length, fresh weight, and dry weight of leaf) and photosynthetic pigments (chl b, total chl and spad). The highest leaf length, fresh and dry weight of leaf, chl b, total chl and spad were obtained in plants treated with 10 $kg.ha^{-1}$ humic acid while the lowest values were recorded in the control. Application of different levels of planting density had a positive effect on the yield and flower number, length of stigma, length of leaf, fresh and dry weight of leaf in saffron. The highest flower number ($22.25per.m^{-2}$) and yield ($8.22g.m^{-2}$) were observed in planting density of 100 $corms.m^{-2}$. Interactive effects of humic acid and density had a positive effect on the flower yield, length and dry weight of stigma, fresh weight and length of leaf and chl b.

Keywords: Organic fertilizers, performance of flowers, chlorophyll fluorescence, Spad.

www.SID.ir