نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶ ص. ۳۴۴-۳۲۹

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 5, No. 4, Winter 2018, P. 329-344

تأثیر منابع مختلف کودهای هیومیکی، زیستی و نانو در سطوح مصرف کود نیتروژن بر عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus* L.)

علی‌اصغر ارمک[۱]، حسن فیضی[۲]* و مسعود علی‌پناه[۳]

تاریخ دریافت: ۵ آبان ۱۳۹۵ **تاریخ پذیرش:** ۱۹ شهریور ۱۳۹۶

ارمک، ع.ا.، فیضی، ح.، و علی پناه، م. ۱۳۹۷. تأثیر منابع مختلف کودهای هیومیکی، زیستی و نانو در سطوح مصرف کود نیتروژن بر عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران، ۵(۴): ۳۴۴-۳۲۹.

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر منابع مختلف کودهای هیومیکی، زیستی و نانو در سطوح مصرف کود نیتروژن بر عملکرد گل زعفران (*Crocus sativus* L.) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربت‌حیدریه واقع در زاوه در سال‌زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح مصرف کود نیتروژن (صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) به‌عنوان عامل اصلی و مصرف منابع کودی مختلف شامل بیومیک (نانو)، سوپرهیومیک، ترکیب سوپرهیومیک و بیومیک، هیومی‌فول (نوعی کود هیومیکی)، نیتروکارا (نوعی کود زیستی) و عدم مصرف کود به‌عنوان عامل فرعی به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و سه تکرار بودند. صفات مورد ارزیابی شامل تعداد گل در هر کرت، وزن خشک گل، وزن خشک کلاله، وزن خشک خامه، وزن خشک گلبرگ با کاسبرگ بودند. آنالیز داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که اثر سال و اثر منابع کودی بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. اثر سطوح مصرف کود نیتروژن بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به‌جز تعداد گل، وزن خشک خامه، میانگین وزن خشک خامه و میانگین وزن خشک کلاله، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر منابع کودی بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود، به‌طوری‌که وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ در تیمار کودی بیومیک (۳۴/۷ گرم بر مترمربع) به میزان ۷۸/۵ درصد نسبت به تیمار کود شاهد (۱۹/۵ گرم بر مترمربع) بیشترین افزایش را داشت. تیمار کودی ترکیبی سوپرهیومیک + بیومیک در صفت وزن خشک کلاله (۲/۵ گرم بر مترمربع) بیشترین عملکرد را نسبت به تیمار شاهد (۱/۴ گرم بر مترمربع) داشت. تیمار کودی سوپرهیومیک وزن خشک کلاله را ۴۹/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. به نظر می‌رسد استفاده از کودهای هیومیک، زیستی و نانو تأثیر خوبی بر عملکرد زعفران داشته است.

کلمات کلیدی: تغذیه، کلاله، گل، منابع کودی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه
۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی و پژوهشگر پژوهشکده زعفران، دانشگاه تربت حیدریه
۳- دانشیار دانشگاه تربت حیدریه، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه
(*- نویسنده مسئول: h.feizi@torbath.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2017.61855.1193

مقدمه

در حال حاضر محصول زعفران یکی از اقلام مهم صادراتی کشور محسوب می‌شود و بر اساس آمارهای جهانی حدود ۹۴ درصد از کل تولید زعفران در جهان به ایران اختصاص دارد (FAO, 2014). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (۹۵-۱۳۹۴)، سطح زیر کشت، کل تولید و متوسط عملکرد زعفران در کشور در سال ۱۳۹۴ به ترتیب ۹۲۸۲۲ هکتار، ۳۵۱/۷ تن و ۳/۷۹ کیلوگرم در هکتار گزارش‌شده است (Ministry of Agriculture-Jahad, 2016).

استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به دلیل دارا بودن شرایط آب و هوایی ویژه باوجود خشکی و بارندگی کم، به علت موقعیت مناسب اقلیمی و دانش بومی قطب عمده تولید زعفران ایران هستند (Koocheki, 2004) به‌نحوی‌که در سال زراعی ۱۳۹۲، سطح زیر کشت زعفران در ایران بالغبر ۷۹۸۶۹ هکتار بود که بیش از ۷۷۰۰۰ هکتار آن مربوط به این دو استان بوده است. ۶۴۹۰۴ هکتار برای خراسان رضوی و ۱۲۷۵۵ هکتار برای خراسان جنوبی است (Keshavarzi Khorasan Razavi-Jahad, 2015). علی‌رغم قدمت کشت زعفران در مقایسه با بسیاری از محصولات زراعی رایج در کشور، این گیاه از فناوری نوین سهم کمتری داشته و تولید آن بیشتر متکی بر دانش بومی بوده است (Koocheki, 2004). در ایران اهمیت زعفران کاری از جنبه‌های گوناگون نظیر بهره‌وری بالای آب در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی، اشتغال روستاییان و جلوگیری از مهاجرت آن‌ها، درآمدزایی آن نسبت به سایر محصولات کشاورزی، همچنین از لحاظ توسعه صادرات غیرنفتی قابل‌بررسی است (Ramezani, 2000). در بوم نظام‌های زراعی شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب موردتوجه قرار گیرد (Koocheki et al., 1997). عوامل زیادی مانند اقلیم، علف‌های هرز، بیماری‌ها، آبیاری، انبارداری و تاریخ کشت، انواع کودها اعم از کودهای شیمیایی، بیولوژیک و حیوانی در تعیین کمیت و کیفیت زعفران تولیدی نقش بسزایی دارند (Hemati & Kakhki & Hosseini, 2003). زعفران زراعی به‌منظور بهره‌برداری از پتانسیل محیط، کسب حداکثر عملکرد و نیز افزایش طول دوره تولید، علاوه بر شرایط آب و هوایی و خاک مناسب نیازمند مدیریت صحیح عملیات زراعی است (Naderi Darbaghshahi et al., 2009; Koocheki et al., 2011). در این ارتباط فراهم کردن عناصر غذایی با در نظر گرفتن طول دوره تولید زعفران زراعی در ایران که تا هشت سال گزارش‌شده است (Naderi Darbaghshahi et al., 2009) ازجمله مؤثرترین راهکارهای بهبود عملکرد این گیاه محسوب می‌شود (Behdani., 2004; Amiri., 2008; Koocheki et al., 2009). در بررسی اثر تغذیه برگی برافزایش عملکرد زعفران عنوان کرد که مصرف یک‌بار کود مایع مخلوط (عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلات‌های آهن، روی، منگنز و مس) با غلظت هفت‌در هزار موجب افزایش ۳۳ درصد محصول گردیده و تولید محصول مزارع سنتی را تا دو کیلوگرم در هکتار افزایش داده است (Hosseini, 1997). کودهای بیولوژیک بر مبنای گزینش طبیعی انواع موجودات مفید خاک برای اهداف متفاوت تهیه می‌شوند که بالاترین کار آیی و بازدهی را ازنظر تولید عوامل محرک رشد گیاه و فراهم‌سازی عناصر غذایی را به شکل قابل‌جذب داشته باشند. کودهای زیستی از باکتری‌ها و هم‌چنین قارچ‌های مفیدی تشکیل‌شده‌اند که هر یک به‌منظور خاصی (مانند تثبیت نیتروژن و رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول) تولید می‌شوند. این باکتری‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقرشده و گیاه را در جذب عناصر همیاری می‌کنند (Hun et

al., 2006; Koocheki., 2004). این باکتری‌ها بیش از یک نقش دارند، یعنی علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک، تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند (Omidi et al., 2009). از سوی دیگر استفاده از مواد نانو ساختار یا نانومقیاس به‌عنوان حامل کودی یا ناقل کنترل‌کننده‌ی رهاسازی به‌منظور ایجاد کودهای هوشمند، فناوری نانو منشأ امیدواری‌های تکنیکی موجود بر سر راه آزادسازی آرام و کنترل‌شده‌ی عناصر کودها شده است. همچنین پژوهش‌های به‌عمل‌آمده بر تأثیر نانو کودها برافزایش راندمان ورودی–خروجی در تولید محصولات زراعی از طریق بهبود کارایی جذب کود اشاره دارد (Cui et al., 2006). نانو کودها راندمان مصرف بالایی دارند و می‌توانند به‌صورت مطلوب در نقطه‌ی مناسبی از ناحیه‌ی رشد ریشه عناصر غذایی خود را آزاد کنند (Lai, 2007). علاوه بر آن در نانو کودها از علم فناوری نانو به‌عنوان ابزاری جهت هم‌زمان کردن رهاسازی عناصر غذایی کودهای فسفره و نیتروژنه با جذب آن‌ها به‌وسیله‌ی گیاه و ممانعت از برهم‌کنش عناصر غذایی با خاک، میکروارگانیسم‌ها و آب‌وهوا استفاده می‌شود (Monreal, 2010). با توجه به این‌که زعفران زراعی گیاهی گران‌بها و مهم در منطقه شهرستان زاوه می‌باشد و از طرفی کودهای نانو مورد مصرف توسط کشاورزان، پر سود و دارای خواص منحصربه‌فرد می‌باشد و برای این‌که این کودها بیشتر گسترش یابند لازم است که بررسی بیشتر در مورد اثر این کودها بر گیاه زعفران انجام شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در استان خراسان رضوی، شهرستان زاوه، مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربت‌حیدریه در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح مصرف کود نیتروژن (صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) به‌عنوان عامل اصلی و مصرف منابع کودی مختلف شامل بیومیک (نوعی کود نانو زیستی)، سوپرهیومیک، ترکیب سوپرهیومیک و بیومیک، هیومی‌فول (نوعی کود هیومیکی)، نیتروکارا (نوعی کود زیستی) و عدم مصرف کود به‌عنوان عامل فرعی به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و سه تکرار بودند. زمین زعفران مورد پژوهش سه‌ساله بود و در موقع کاشت در سال اول ۵۰ تن کود گاوی پوسیده در هر هکتار مصرف شده بود.

کرت‌هایی با ابعاد سه در یک متر و با تراکم ۱۰۰ بنه در مترمربع و فاصله بین کرت‌های اصلی ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر تهیه شد. در اواسط مهرماه سال اول تیمارهای کودی، همراه با آب آبیاری اعمال شد. در اوایل تا اواخر آبان سال اول برداشت گل انجام‌شد. صفات مربوط به گل شامل تعداد گل در هر کرت، وزن خشک گل، وزن خشک کلاله، وزن خشک خامه، وزن خشک گلبرگ با کاسبرگ مورد اندازه‌گیری قرارگرفت. در اواسط مهرماه سال دوم آزمایش نیز تیمارهای کودی تکرار شدند. در آبان ماه سال دوم برداشت گل نیز انجام شد. کلیه عملیات زراعی دیگر به‌صورت یکنواخت در تمامی کرت‌ها انجام شد.

قبل از انجام آزمایش، به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل پژوهش نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام و به آزمایشگاه منتقل شد که این مشخصات در جدول ۱ آمده است.

مقدار مصرف کود اوره در منطقه (عرف) ۵۰ کیلوگرم می‌باشد. لذا سطوح مصرف کود نیتروژن از منبع اوره شامل صفر ، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بودند. بر اساس مشخصات اعلام شده از سوی شرکت‌های سازنده کودها، ترکیب، مقدار و نحوه مصرف هر کود به‌صورت زیر بود:

جدول ۱ - مشخصات خاک زمین زراعی مورد مطالعه
Table 1- Profile of studied soil

عمق خاک Soil depth (cm)	کلاس بافت خاک Soil texture class	ماده آلی Organic matter (%)	درصد اجزای خاک Fraction of the soil (%)			نیتروژن قابل‌جذب Available nitrogen (%)	فسفر قابل‌جذب Available phosphorus (p.p.m)	پتاسیم قابل‌جذب Available potassium (p.p.m)	درصد مواد خنثی شونده The percentage of neutralizing (T.N.V)	قابلیت هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته Acidity (pH)
			شن Sand	رس Clay	سیلت Silt						
0-30	شنی-لومی Sandy loam	0.45	60	25	15	0.01	11.5	300	10	2.1	7.7

کود سوپرهیومیک حاوی ترکیبات اسید هیومیک، هیومین و پتاسیم و ساخت شرکت بیوزر می‌باشد. این کود خاصیت کلاته کنندگی عناصر ریزمغذی خاک را دارد. ترکیبات این کود به‌صورت K2O: ۱۲ درصد، هیومین۱: ۱ درصد، فولویک اسید۲: ۴ درصد، هیومیک اسید۳: ۷۲ درصد می‌باشد (http://biozarco.ir). مقدار مصرف به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار همراه با آبیاری بود.

کود بیومیک حاوی هیومیک اسید، فولویک اسید، K، Fe، Mg، Ca، Mn، Z و B و ساخت شرکت بیوزر می‌باشد. این کود نانو بیولوژیک می‌باشد. ترکیبات این کود به‌صورت هیومیک اسید: ۳۲ درصد، فولویک اسید: ۲ درصد، K: ۱۴ درصد، Fe: ۵/۹۶ درصد، Mg: ۰/۳۳ درصد، Ca: ۰/۳۶۳ درصد، Mn: ۴/۳ درصد، Z: ۱۰ درصد و B: ۱۴ درصد می‌باشد (http://biozarco.ir). مقدار مصرف به میزان ۵/۱ کیلوگرم در هکتار همراه با آبیاری بود.

کود هیومی‌فول حاوی هیومیک اسید، فولویک اسید و K2Oو ساخت شرکت معماران سبز می‌باشد. ترکیبات این کود به‌صورت هیومیک اسید: ۱۶/۸ درصد، فولویک اسید: ۳/۵ درصد، K2O: ۵ درصد می‌باشد (www.gms-iran.ir). مقدار مصرف به میزان ۵ لیتر در هکتار همراه با آبیاری بود.

کود بیولوژیک مایع نیتروکارا حاوی باکتری‌های Azosptrilium lipoferu ,Bacillus coagulars و Azetobacter chroococcum و ساخت شرکت صنایع زیست‌فناوری کارا می‌باشد. هر بسته ۱۰۰ میلی‌لیتری کود بیولوژیک نیتروکارا طلایی برابر با ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره کارایی دارد (http://kibco.ir). مقدار مصرف به میزان یک بسته ۱۰۰ میلی‌لیتری در هکتار همراه با آب آبیاری بود.

1- Humin
2- Fulvic Acid
3- Humic Acid

به‌منظور تعیین تعداد گل در هر کرت، وزن خشک گل، وزن خشک کلاله، وزن خشک خامه، وزن خشک گلبرگ با کاسبرگ در سال دوم آزمایش نیز برداشت نمونه از مساحت یک مترمربع انجام و جهت جداسازی قسمت‌های مختلف گل، نمونه‌ها به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت‌حیدریه منتقل و اجزا جدا و جهت تعیین وزن خشک در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد، سپس موردانـدازه‌گیری قرار گرفت.

جهت تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS و جهت رسم اشکال از نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز واریانس داده‌های آزمایش

آنالیز داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که اثر سال و اثر منابع کودی بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). اثر سطوح مصرف نیتروژن بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به‌جز تعداد گل، وزن خشک خامه، میانگین وزن خشک خامه، میانگین وزن خشک کلاله، و وزن خشک کلاله در سطح احتمال پنج درصد بقیه صفات، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل بین سال و نیتروژن و بین سال و نیتروژن و منابع کودی بر عملکرد زعفران، بر هیچ‌کدام از صفات موردمطالعه معنی‌دار نبود. در بررسی اثر متقابل بین سال و منابع کودی و بین نیتروژن و منابع کودی بر عملکرد زعفران، به‌ترتیب مشاهده شد که اثر تیمارها بر صفات وزن خشک گل و وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ در سطح احتمال پنج درصد (سال × منابع کودی) معنی‌دار بودند و در بقیه صفات معنی‌دار نبودند (جدول ۲).

اثر سال بر صفات مورد ارزیابی زعفران

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بررسی اثر سال بر عملکرد گل زعفران نشان داد که مقدار صفات اندازه‌گیری شده در سال دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول بود. بیشترین تغییر در میان صفات خشک گل، صفت وزن خشک خامه به میزان ۱۴۲/۸۵ درصد نسبت به سال اول را داشت. کمترین تغییر در میان صفات خشک گل را میانگین وزن خشک کلاله به میزان ۳۳/۳۳ درصد نسبت به سال اول داشت. محققان در تحقیقی بر روی اثر وزن بنه و مصرف انواع کود بر ویژگی‌های کلاله و خامه زعفران (*Crocus sativus* L.) به این نتیجه رسیدند که مصرف کود دامی و شیمیایی رایج در سال اول آزمایش، در سطح پنج درصد باعث افزایش معنی‌دار وزن کلاله و خامه زعفران شد، به‌گونه‌ای که در تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود دامی و شیمیایی نسبت به عدم مصرف این کود، وزن کلاله و خامه ۱۲۲ درصد افزایش یافت، ولی بین سطوح مصرف ۵۰ درصد کود دامی و شیمیایی و عدم مصرف این کود از نظر وزن کلاله و خامه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (Alipoor Myandehi et al., 2013).

نتایج نشان داد که صفات وزن خشک گل، وزن خشک خامه، وزن خشک کلاله و وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ در سال دوم بیشترین افزایش معنی‌دار را نسبت به سال اول داشتند که مقدار آن‌ها بیشتر از ۱۰۰ درصد بود. صفات میانگین وزن خشک گل، میانگین وزن خشک کلاله و میانگین وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ سال دوم کمترین افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به سال اول داشتند.

مسلماً جذب عناصر غذایی در سال اول و رشد بنه‌ها می‌تواند منجر به افزایش وزن و درشت شدن آن‌ها شده و برای سال دوم منجر به تولید گل بیشتر شود. تغذیه مناسب مزرعه در این دوره نیز می‌تواند نقش بسزایی داشته باشد. این افزایش ممکن است به دلیل اندوخته غذایی بیشتر، رشد سریع‌تر ریشه‌ها، رشد و استقرار زودتر بنه دختری در خاک باشد.

جدول ۲ - تجزیه واریانس تأثیر کودهای هیومیک، زیستی و نانو در سطوح مصرف نیتروژن بر صفات گل زعفران

Table 2- Analysis of variance effect of humic, bio and nano fertilizers in nitrogen fertilizer levels on saffron flowers traits

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	تعداد گل Number of flower	وزن خشک گل Flower dry weight	میانگین وزن خشک گل Flowers mean dry weight	وزن خشک خامه Style dry weight	میانگین وزن خشک خامه Style mean dry weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight	میانگین وزن خشک کلاله Stigma mean dry weight	وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals dry weight	میانگین وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals mean dry weight
تکرار Replication	2	109.99 ns	21.12 ns	0.008 ns	0.11*	0.00004**	0.55**	0.0002**	14.63 ns	0.005 ns
سال Year	1	18703.25**	17531.71**	0.9**	21.93**	0.001**	90.46**	0.005**	13974.09**	0.69**
خطای اول First error	2	0.56	2.82	0.0005	0.01	0.00000004	0.03	0.0000007	2.03	0.0005
نیتروژن Nitrogen	2	106.78 ns	107.66**	0.03**	0.03 ns	0.0000002 ns	0.5*	0.00005 ns	94.95**	0.03**
سال × نیتروژن Nitrogen×Year	2	13.11 ns	1.44 ns	0.00002 ns	0.001 ns	0.0000002 ns	0.008 ns	0.000002 ns	1.23 ns	0.00003 ns
خطای دوم Second error	8	0.29	7.78	0.008	0.01	0.00001	0.03	0.00004	6.51	0.006
منابع کودی Fertilizer resources	5	1304.7**	698.42**	0.02**	0.58**	0.00002**	3.08**	0.0001**	573.9**	0.02**
سال × منابع کودی Fertilizer ×Year resources	5	92.2 ns	47.92*	0.003 ns	0.04 ns	0.000007 ns	0.21 ns	0.00002 ns	39.35*	0.002 ns
نیتروژن × منابع کودی Fertilizer ×Nitrogen resources	10	39.71 ns	10.88 ns	0.002 ns	0.01 ns	0.00001 ns	0.05 ns	0.00003 ns	9.93 ns	0.001 ns
سال × نیتروژن × منابع کودی Fertilizer resources ×Nitrogen ×Year	10	2.85 ns	1.93 ns	ns0.0002	0.004 ns	0.0000005 ns	0.009 ns	0.0000006 ns	1.63 ns	0.0002 ns
خطای کل Total error	60	43.25	14.61	0.002	0.02	0.000005	0.11	0.00002	12.16	0.001

** معنی‌داری در سطح یک درصد، * معنی‌داری در سطح پنج درصد و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

** Shows significant at the 1% level, * shows significant at the 5% level and ns shows non-significant.

هرچه بنه‌ها بزرگ‌تر باشند مسلماً تولید بالاتری خواهند داشت و ارتباط مستقیم بین اندازه یا قطر بنه مادری با عملکرد گل زعفران توسط سایر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (Gresta et al., 2008; Kumar et al., 2009).

اثر اصلی سطوح مصرف نیتروژن بر صفات مورد ارزیابی زعفران

همان‌طور که از جدول ۳ استنباط می‌شود، سطوح مختلف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر صفات وزن خشک گل، وزن خشک کلاله و وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ داشت. بیشترین اثر مصرف کود نیتروژن بر وزن خشک کلاله بود که کاربرد تیمار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌طور معنی‌داری مقدار آن را از ۲/۲۰۲ و ۲/۲۱۸ گرم بر مترمربع به ۲/۴۱۴ گرم بر مترمربع نسبت به شاهد و تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد و تأثیر کمتری بر صفات دیگر داشت. لذا می‌توان نتیجه گرفت که کود نیتروژن تأثیر زیادی بر عملکرد کلاله زعفران نداشته و کشاورزان نباید در مصرف آن زیاده‌روی نمایند.

دنیانورد و همکاران (Donyanavard et al., 2014) با تحقیق بر روی اثر سطوح مختلف آب آبیاری، کود دامی و کود اوره بر رشد و عملکرد زعفران، به این نتیجه رسید که در تیمارهای کود اوره، خاک سفت‌تر و سخت‌تر شده و جوانه‌ها قدرت شکافتن ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر خاک سفت‌وسخت را ندارد. در این حالت تعدادی از جوانه‌ها ممکن است زیرخاک مدفون مانده و هرگز سبز نشوند. به همین دلیل گل‌دهی در تیمارهای کود اوره با تأخیر همراه شد و میزان گل‌دهی نسبت به تیمارهای کود دامی کمتر بود. حداکثر وزن گل‌تر و حداکثر وزن کلاله در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کود دامی اتفاق افتاد و کمترین میزان گل‌دهی در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و کود اوره اتفاق افتاد. اختلاف وزن گل‌تر و وزن کلاله در تیمار کود دامی

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی سال بر خصوصیات گل خشک زعفران

Table 3- Comparison of main effect of the characteristics of dried flowers of saffron

سال Year	تعداد گل Number of flower	وزن خشک گل Flower dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک گل Flowers mean dry weight (g)	وزن خشک خامه Style dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک خامه Style mean dry weight (g)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک کلاله Stigma mean dry weight (g)	وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals mean dry weight (g)
اول First	43.24 b	21.36 b	0.49 b	0.63 b	0.01 b	1.36 b	0.03 b	19.36 b	0.44 b
دوم Second	69.56 a	46.84 a	0.67 a	1.53 a	0.02 a	3.19 a	0.04 a	42.11 a	0.6 a

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند.

The numbers have the same letters in each column are statistically (according to Duncan test five per cent) have no significant difference.

برای سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۷۵ درصد نیاز آبی چندان قابل‌توجه نبود. آن‌ها پیشنهاد نمودند که در مناطقی که محدودیت آب وجود دارد بهتر است به‌اندازه ۷۵ درصد نیاز آبی، آبیاری شود و کود دامی مورداستفاده قرار گیرد. همچنین در تیمارهای کود اوره عملکرد در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی، بیشتر است (Donyanavard et al., 2014).

کاربرد کود نیتروژن به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار صفت وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ شد، به‌طوری‌که در صفت وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ تیمار کود ۲۵ کیلوگرم در هکتار (۳۲/۲ گرم بر مترمربع) به ترتیب به میزان۳/۹۳ درصد نسبت به تیمار کود شاهد (۳۰/۹ گرم بر مترمربع) بود. پژوهشگران با بررسی ارزیابی مقایسه وضعیت مصرف نهاده‌های کود، سم و آب و تأثیر آن‌ها بر عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در شهرستان‌های بیرجند و کاشمر بیان کردند برازش معادلات رگرسیون خطی و درجه‌دو بین مقادیر کاربرد کود نیتروژنه و عملکرد زعفران برای مزارع یک‌ساله، سه و پنج‌ساله هر دو شهرستان بیرجند و کاشمر معنی‌دار شد و با افزایش مصرف کود نیتروژن عملکرد افزایش یافت. واکنش عملکرد نسبت به کود نیتروژنه مصرفی در مزارع با سنین مختلف شهرستان کاشمر نسبت به مزارع شهرستان بیرجند بیشتر بود. عملکرد مزارع یک‌ساله بیرجند و پنج‌ساله کاشمر تا مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه موجب افزایش به ترتیب ۰/۰۰۷ و ۰/۰۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد زعفران در مزارع یک و سه‌ساله منطقه کاشمر و ۰/۰۱۵ و ۰/۰۱ کیلوگرم در هکتار عملکرد زعفران در مزارع سه و پنج‌ساله بیرجند می‌شود (Rahimi Daghi et al., 2013).

نتایج نشان داد که تیمارهای صفر ، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود اوره روی صفات وزن خشک گل و وزن خشک گلبرگ وکاسبرگ تأثیر بیشتری نسبت به سایر صفات اندازه‌گیری داشتند. بررسی محققین در تأثیر کودهای مختلف نیتروژنه در عملکرد زعفران حاکی از آن است که مصرف اوره بیشترین تأثیر را در افزایش محصول گل زعفران داشته است(Unal & Cavusoglu, 2005). در تحقیقی در خصوص زعفران کودهای شیمیایی کمترین اثر را بر تعداد گل و بیشترین اثر را بر وزن‌تر گل، دارا بودند (Jahan & Jahani, 2007). در بررسی‌های دیگر انجام‌شده در خصوص زعفران نشان داده‌شده است که مصرف بیش از ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن موجب کاهش عملکرد زعفران شده است (Amiri, 2008; Omidi et al., 2009).

نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد، در شرایطی که میزان نیتروژن موجود در خاک بیش از حد نیاز گیاه باشد، رشد رویشی گیاه زیاد شده و با افزایش تعداد بنه‌های خواهری از متوسط وزن آن‌ها کاسته می‌شود (Teimori et al., 2013). خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2010) در تحقیقی گزارش کردند که مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه به دلیل آزادسازیِ سریعِ عناصر غذایی عمدتاً باعث تسهیم مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی شده، درحالی‌که کودهای آلی به دلیل آزادسازی تدریجیِ عناصر موجب تسهیم متعادل‌تر کربن فتوسنتزی بین اندام‌های هوایی و زیرزمینیِ گیاه می‌شوند.

اثر اصلی سطوح کاربرد منابع کودی بر صفات مورد ارزیابی زعفران

بر اساس نتایج جدول ۴ اثر منابع کودی بر عملکرد گل زعفران نشان داد که در میان صفات وزن خشک گل، وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ در تیمار کودی بیومیک به میزان ۷۸/۴۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت.

محققین با ارزیابی مقایسه وضعیت مصرف نهاده‌های کـود، سم، آب و تأثیر آن‌ها بر عملکـرد زعفـران (*Crocus sativus* L.) در شهرستان‌هـای بیرجنـد و کاشـمر نشـان داد کـه تـأثیر استفاده از کودهای آلی بر عملکرد زعفران در هیچ‌یک از مزارع یک، سه و پنج‌ساله معنی‌دار نبود. در مزارع سه و پـنج‌سـاله بـه ترتیب ۲۳ درصد و ۲۵ درصد از کشاورزان در مزارع خود از یک یا دو نوع از کودهای آلـی (مـاکرو، کـود کامـل زعفـران، کـود غنی‌شده، اسید هیومیکس و ورمی‌کمپوست) استفاده کـرده کـه عملکرد حاصل با مزارعی که در آن‌هـا تنهـا از کـود شـیمیایی استفاده شد اختلاف معنـی‌داری نداشـت (Rahimi Daghi et al., 2013).

کاربرد کلیه منابع کودی باعث افزایش معنی‌دار تعـداد گـل در مترمربع نسـبت بـه شـاهد شـدند. تیمـار بیومیـک بهتـرین عملکرد را به مقدار ۶۴/۹۳۱ عدد گل زعفران در مترمربع نسبت به تیمار کـودی شـاهد بـه مقـدار ۴۰/۴۱۷ عـدد گـل زعفـران برحسب مترمربع داشت. تیمار کـودی سـوپرهیومیک کمتـرین عملکرد را با ۳۸/۶۵ درصد نسبت به تیمار کودی شـاهد داشـت (جدول ۵). پژوهش‌گران با تحقیق بـر روی اثـر ریزوباکترهـای محرک رشد گیاه و مقادیر مختلف کمپوست قـارچ بـر عملکـرد گل و خصوصیات بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) در یـک سیستم زراعـی ارگانیـک بیـان کردنـد کـه اثـر ریزوباکترهـای محرک رشد گیاه بر تعداد گل بر مترمربع در سطح پـنج درصـد معنی‌دار بود، به‌طوری‌که تعداد گل در مترمربـع در کـرت‌هـای دارای ریزوباکترهای محرک رشـد گیـاه پـنج درصـد بیشـتر از کرت‌های عاری از کودهای بیولوژیک بود. اثر سـطوح مختلـف کمپوست قارچ بـر تعـداد گـل در مترمربـع در سـطح ۵ درصـد معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین تعـداد گـل در مترمربـع (۱۰ گل بر مترمربع) در سـطح ۶۰ تـن در هکتـار کمپوسـت قـارچ

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر اصلی نیتروژن بر خصوصیات گل خشک زعفران

Table 4- Comparison of the effect of nitrogen on the properties of the dried flowers of saffron

کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (Kg.ha^{-1})	تعداد گل Number of flower	وزن خشک گل Flower dry weight (g.m^{-2})	میانگین وزن خشک گل Flowers mean dry weight (g)	وزن خشک خامه Style dry weight (g.m^{-2})	میانگین وزن خشک خامه Style mean dry weight (g)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight (g.m^{-2})	میانگین وزن خشک کلاله Stigma mean dry weight (g)	وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals dry weight (g.m^{-2})	میانگین وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals mean dry weight (g)
0	54.618 a	34.255 ab	0.604 a	1.053 a	0.018 a	2.202 b	0.038 a	30.997 ab	0.546 a
25	58.056 a	35.75 a	0.595 a	1.118 a	0.017 a	2.414 a	0.039 a	32.216 a	0.536 a
50	56.528 a	32.301 b	0.548 a	1.082 a	0.017 a	2.218 b	0.037 a	28.999 b	0.492 a

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند.

The numbers have the same letters in each column are statistically (according to Duncan test five percent) have no significant difference.

مشاهده شد (Rezvani Moghadam et al., 2014).

همه تیمارهای منابع کودی باعث افزایش معنی‌دار در صفات وزن خشک گل، نسبت به تیمار کود شاهد شدند. کاربرد کود بیومیک در صفت وزن خشک گل (۳۸/۳۴ گرم بر مترمربع) بیشترین عملکرد را نسبت به تیمار کودی شاهد (۲۱/۶۳۴ گرم بر مترمربع) نشان داد که این افزایش معادل ۷۷/۲ درصد نسبت به شاهد بود (جدول ۵). قوی و همکاران (Ghavi et al., 2012) با تحقیق بر روی اثر محلول‌پاشی کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد گل و ویژگی‌های بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) بیان کردند کود بیوآمینوپالیس بالاترین وزن گل تازه را در مقایسه با سایر کودها داشته است و کمترین وزن گل تازه مربوط به تیمار شاهد (بدون استفاده از کود) بود (Ghavi et al., 2012).

در تحقیق حاضر، همه تیمارهای منابع کودی صفت وزن خشک کلاله را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. تیمار کودی تلفیقی سوپرهیومیک + بیومیک در صفت وزن خشک کلاله (۲/۵۲۴ گرم بر مترمربع) بیشترین عملکرد را نسبت به تیمار شاهد (۱/۴۴۳ گرم بر مترمربع) داشت. تیمار کودی سوپرهیومیک وزن خشک کلاله را ۴۹/۸۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد.

ترکیبات آلی تولیدشده توسط باکتری‌های موجود در کودهای زیستی شامل آمینواسیدها، پلی‌ساکاریدها، اسیدهای نوکلئیک، ترکیبات محرک رشد و قندها هستند که همگی آن‌ها رشد و توسعه گیاه را تحریک می‌کنند. این ترکیبات به‌صورت مستقیم توسط ریشه گیاه جذب می‌گردند (Ranjith et al., 2007). امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) نشان‌دادند که مصرف کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی زعفران شد و اظهار داشتند که با مصرف این کود می‌توان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن را کاهش داد.

اثر متقابل نیتروژن در سطوح منابع کودی بر صفات مورد ارزیابی زعفران

بررسی اثر متقابل نیتروژن و منابع کودی بر عملکرد گل زعفران نشان داد که بیشترین وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ در تیمار ۲۵ کیلوگرم در هکتار کاربرد نیتروژن و تیمار کود نیتروکارا (۳۳/۶۶۹ گرم بر مترمربع) بود که به میزان ۸۲/۳۷ درصد نسبت به تیمار کود شاهد (۱۸/۴۶۱ گرم بر مترمربع) افزایش داشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد وجود ریزجانداران و باکتری‌ها در کودهای بیولوژیک باعث مصرف نیتروژن مصرفی شده و بدین علت اثر هم‌افزایی باهم پیدا می‌کنند. محققین در ارزیابی اثرات دور آبیاری و کودهای مختلف بر برخی صفات مورفولوژیکی و عملکرد زراعی اعلام کردند اثر متقابل کودهای مختلف و دور آبیاری بهترین تیمار را در رابطه با افزایش عملکرد زعفران که مهم‌ترین صفت مورد ارزیابی در آزمایش می‌باشد بیانگر این است که بالاترین میزان عملکرد با میانگین عملکرد ۰/۸۱ کیلوگرم در هزار مترمربع مربوط به اثر متقابل تیمار ورمی‌کمپوست و دور آبیاری ۱۴ روز می‌باشد که در مقایسات اثرات مستقل دور آبیاری و کودهای مختلف نیز بالاترین عملکرد مربوط به این دو تیمار بود (Mohammad Poor et al., 2013). بیشترین تعداد گل، متعلق به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف نیتروژن و تیمار کودهای بیومیک و سوپرهیومیک (۶۳/۱۶۹ گرم بر مترمربع) بود که به میزان ۵۹/۸۳ درصد نسبت به تیمار کود شاهد (۳۹/۵۲۱ گرم بر مترمربع) افزایش نشان داد (جدول ۶). استفاده از کودهای آلی هیومیکی به‌طور غیر مستقیم 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 آب‌وهوا، زیادشدن جمعیت میکروبی و افزایش تبادل کاتیونی، باعث حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد و بهبود صفات کیفی در گیاه می‌گردند (Sharif et al., 2002).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر اصلی منابع کودی بر خصوصیات گل خشک زعفران

Table 5- Comparison of main effect of fertilizer resources on the characteristics of dried flowers of saffron

منابع کودی Fertilizer resources	تعداد گل Number of flower	وزن خشک گل Flower dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک گل Flowers mean dry weight (g)	وزن خشک خامه Style dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک خامه Style mean dry weight (g)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک کلاله Stigma mean dry weight (g)	وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals mean dry weight (g)
شاهد Control	40.417 c	21.634 c	0.507 c	0.726 c	0.016 b	1.443 b	0.033 c	19.464 c	0.456 c
سوپرهیومیک + بیومیک Super Humic+ Bioumic	61.458 ab	36.869 ab	0.582 ab	1.194 a	0.018 a	2.524 a	0.039 ab	33.149 ab	0.524 b
بیومیک Bioumic	64.931 a	38.34 a	0.573 b	1.127 ab	0.016 b	2.474 a	0.036 b	34.736 a	0.52 b
سوپرهیومیک Super Humic	56.042 bc	35.09 b	0.611 a	1.088 b	0.018 a	2.343 a	0.04 a	31.657 b	0.551 a
هیومی‌فول Humi Ful	56.25 bc	35.357 b	0.607 a	1.172 ab	0.019 a	2.443 a	0.041 a	31.74 b	0.546 ab
نیتروکارا Nitrokara	59.306 b	37.325 ab	0.612 a	1.199 a	0.019 a	2.444 a	0.039 ab	33.681 ab	0.553 a

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند.

The numbers have the same letters in each column are statistically (according to Duncan test five per cent) have no significant difference.

همچنین گزارش شده است که اسید هیومیک با افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین فعال کردن چرخه تنفس، فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزین‌تری فسفات، باعث افزایش رشد و کیفیت گیاهان می‌شود (Sidari et al., 2006). پژوهشگران در بررسی اثر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و مقادیر مختلف کمپوست قارچ بر عملکرد گل و خصوصیات زعفران (*Crocus sativus* L.) در یک سیستم زراعی ارگانیک بیان کردند که اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و کمپوست قارچ بر تعداد گل در مترمربع در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و در هر یک از شرایط کاربرد و عدم کاربرد نیتروکسین به ترتیب سطوح ۶۰ و ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نسبت به سایر تیمارها دارای برتری بودند. نیتروکسین کارایی هر یک از سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ را به ترتیب ۱۵، ۳۷ و ۱۱ درصد نسبت به سطوح مشابه در شرایط عدم کاربرد نیتروکسین افزایش داد (Rezvani Moghadam et al., 2014).

بیشترین وزن خشک گل، در صفت وزن خشک گل در تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف نیتروژن و تیمار کود نیتروکارا به میزان ۸۰/۲۸ درصد نسبت به تیمار کود شاهد مشاهده شد (جدول ۶). صفاری و همکاران (Safari et al., 2011) در بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای آلی شامل کمپوست پسماند شهری، ورمی کمپوست و کمپوست گرانوله گوگرددار بر عملکرد و اجزای عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) اظهار داشتند که اثر متقابل کودهای مورد آزمایش بر وزن گل نشان می‌دهد که کودهای ورمی‌کمپوست با مقدار ۱۶ کیلوگرم و کمپوست پسماند شهری و کمپوست گرانوله گوگرددار هرکدام با مقدار هشت کیلوگرم تأثیر بهتری داشتند (Safari et al., 2011).

بیشترین وزن خشک کلاله، در صفت وزن خشک کلاله با تیمار صفر کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار کود تلفیقی سوپرهیومیک + بیومیک به مقدار ۲/۵۳۳ گرم بر مترمربع نسبت به تیمار کود شاهد به مقدار ۱/۴۳۳ گرم بر مترمربع افزایش نشان داد (جدول ۶). گروهی از محققان طی تحقیقی اعلام کردند که اثر متقابل ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و سطوح مختلف کمپوست قارچ بر عملکرد کلاله در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بیشترین (۵/۷۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۰/۳۱ کیلوگرم در هکتار) مقدار عملکرد کلاله به ترتیب در تیمارهای کاربرد نیتروکسین × ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و عدم کاربرد نیتروکسین × ۴۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و شرایط عدم استفاده از این کود سطح ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. استفاده از نیتروکسین کار آیی هر یک از سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ را به ترتیب ۷۷، ۶۶ و ۳۰ درصد در مقایسه با سطوح مشابه در شرایط عدم کاربرد نیتروکسین افزایش داد (Rezvani Moghadam et al., 2014).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که کلیه صفات مورد ارزیابی در سال دوم آزمایش به‌طور معنی‌داری نسبت به سال اول افزایش یافت. کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن اوره بهترین نتیجه را از نظر عملکرد کلاله خشک نشان داد و بر بقیه صفات دیگر تأثیر معنی‌داری را نشان نداد و بنابراین کاربرد کود نیتروژنی اضافی تأثیری بر تولید بیشتر در این منطقه نخواهد داشت. همچنین در بین منابع مختلف کودی، کاربرد کودهای سوپر هیومیک و کود نانو زیستی بیومیک به دلیل وجود ترکیبات مختلف هیومیکی و ریزجانداران مختلف نسبت به بقیه کودها در بهبود عملکرد اثر بهتری داشتند.

جدول ٦- اثر متقابل نیتروژن و منابع کودی بر خصوصیات گل زعفران

Table 6- Interaction of nitrogen fertilizer sources on the properties of flowers

منابع کودی × نیتروژن Nitrogen× Fertilizer resources ($kg.ha^{-1}$)		تعداد گل Number of flower	وزن خشک گل Flower dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک گل Flowers mean dry weight (g)	وزن خشک خامه Style dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک خامه Style mean dry weight (g)	وزن خشک کلاله Stigma dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک کلاله Stigma mean dry weight (g)	وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals dry weight ($g.m^{-2}$)	میانگین وزن خشک گلبرگ و کاسبرگ Petals and sepals mean dry weight (g)
0	شاهد Control	42.483 cd	22.377 d	0.531 bc	0.718 c	0.016 a	1.433 c	0.033 a	20.281 d	0.481 bc
	سوپرهیومیک +بیومیک Super Humic+ Bioumik	58.124 ab	37.579 a	0.621 ab	1.211 a	0.019 a	2.533 a	0.04 a	33.808 ab	0.56 ab
	بیومیک Bioumik	64.828 a	38.733 a	0.58 abc	1.058 ab	0.016 a	2.233 ab	0.034 a	35.438 a	0.53 abc
	سوپرهیومیک Super Humic	54.214 abc	36.375 ab	0.641 a	1.06 ab	0.018 a	2.322 a	0.04 a	32.986 ab	0.582 a
	هیومی‌فول Humi Ful	53.097 abcd	34.79 ab	0.626 ab	1.13 a	0.019 a	2.381 a	0.041 a	31.265 ab	0.563 ab
	نیتروکارا Nitrokara	54.959 abc	35.672 ab	0.622 ab	1.144 a	0.019 a	2.311 a	0.039 a	32.204 ab	0.563 ab
25	شاهد Control	44.338 bcd	24.015 cd	0.536 bc	0.781 bc	0.016 a	1.662 bc	0.036 a	21.627 cd	0.483 bc
	سوپرهیومیک +بیومیک Super Humic+ Bioumik	61.469 a	37.223 a	0.587 abc	1.119 a	0.017 a	2.559 a	0.039 a	33.537 ab	0.529 abc
	بیومیک Bioumik	64.82 a	32.973 b	0.594 abc	1.179 a	0.017 a	2.698 a	0.039 a	36.077 a	0.536 abc
	سوپرهیومیک Super Humic	59.607 a	37.472 a	0.618 ab	1.149 a	0.018 a	2.475 a	0.04 a	33.841 ab	0.559 ab
	هیومی‌فول Humi Ful	57.931 ab	37.387 a	0.619 ab	1.227 a	0.018 a	2.58 a	0.041 a	33.563 ab	0.557 ab
	نیتروکارا Nitrokara	60.165 a	38.429 a	0.615 ab	1.25 a	0.018 a	2.512 a	0.039 a	34.651 ab	0.555 ab
50	شاهد Control	39.521 d	20.693 d	0.509 c	0.802 bc	0.018 a	1.48 a	0.035 a	18.461 d	0.454 c
	سوپرهیومیک +بیومیک Super Humic+ Bioumik	63.169 a	35.319 ab	0.538 bc	1.214 a	0.018 a	2.407 a	0.036 a	31.679 ab	0.483 bc
	بیومیک Bioumik	62.424 a	35.569 ab	0.552 abc	1.13 a	0.017 a	2.434 a	0.037 a	31.99 ab	0.497 abc
	سوپرهیومیک Super Humic	54.417 abc	31.247 bc	0.551 abc	1.055 ab	0.017 a	2.211 ab	0.038 a	27.983 bc	0.494 bc
	هیومی‌فول Humi Ful	57.769 ab	33.671 ab	0.559 abc	1.128 a	0.018 a	2.32 a	0.037 a	30.214 ab	0.502 abc
	نیتروکارا Nitrokara	61.865 a	37.307 a	0.576 abc	1.162 a	0.017 a	2.458 a	0.037 a	33.669 ab	0.52 abc

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد) تفاوت معنی‌داری ندارند

The numbers have the same letters in each column are statistically (according to Duncan test five percent) have no significant difference.

اما اثر متقابل سطوح کود نیتروژن در منابع کودی نیز حاکی از بهبود و هم‌افزایی کاربرد دو عامل باهم شد و اغلب منابع کودی بکار رفته در سطح ۱۰۰ درصد کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار صفات گردید. لذا توصیه می‌شود در کنار کاربرد کود نیتروژن، از منابع کودی حاوی باکتری‌های مفید و اسیدهای آلی استفاده شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه تربت‌حیدریه انجام شده است که بدین‌وسیله قدردانی می‌شود.

منابع

Alipoor, Z. Mahmoodi, S., Behdani, M., and Sayari, M. 2013. The effect of corm weight and use of fertilizers on features and cream saffron stigmas (*Crocus sativus* L.). The second National Congress and conventional organic agriculture. (In Persian).

Amiri, M. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of American-Eurasian Science 4: 274-279.

Behdani, M. 2005. Ecological zoning and monitoring fluctuations in Khorasan saffron yield. Ph.D thesis of Agriculture (Crop Ecology), Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

Cui, H., Sun, C., Liu, Q., Jiang, J., and Gu, W. 2006. Applications of Nanotechnology in Agrochemical Formulation, Perspectives, Challenges and Strategies. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of agricultural sciences, Beijing, China, pp: 1-6.

Donyanavard, P., Kamgar Haghighi, A., Sepaskhah, A., Karimian, N., and Zand Parsa, SH. 2014. The different levels of irrigation water, manure and urea on the growth and yield of saffron. The third national conference on the latest achievements of scientific and research saffron, University of Torbat Heydarieh. (In Persian).

FAO, 2014. Food and agriculture organization of the United Nations. http://www.faostat.fao.org.

Ghavi, M., Sadr Abadi Haghighi, R., Bakhsh Kalarestaghi, K., and Naghibi, M. 2012. The effects of biological and chemical fertilizers sprayed on performance and features corms flower (*Crocus sativus* L.). National Conference on Environment and Plant Production. (In Persian).

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. Journal of Food Science and Agriculture 88: 1144-1150.

Hemati Kakhki, A., and Hosseini, M. 2003. A Review on 15 Years on Research on Saffron in Khorasan. Institute of Research and Development of Technology. Ferdowsi University of Mashhad Publications. 114p. (In Persian).

Hosseini, M. 1997. The Effect of Foliar Feeding on Increasing the Yield of Saffron. Publication Research Organization for Science and Technology, Institute of Khorasan. (In Persian).

Hun, H.S., Supanjani., Lee, K.D. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil

Environment 52 (4): 332-338.

Jahan M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. Second International Symposium on Saffron Biology and Technology, April 2007.

Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Khorasani, R. 2010. Effect of different crop management systems on net primary productivity and relative carbon allocation coefficients for corn (*Zea mays* L.). Journal of Agroecology 2 (4): 667-680. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A. 2004. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to saffron production in Iran. Acta horticulturae 650: 175-182. (In Persian).

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammad abadi, A. 2011. Evaluate the effectiveness of biological and chemical fertilizers and plant density on yield and characteristics of saffron corm flower (*Crocus sativus* L.). Journal of soil and water (Agricultural Science and Technology) 25 (1): 196-206. (In Persian).

Koocheki, A., Najib nia, S., and Lellah gani, B. 2009. Evaluating the performance of saffron (*Crocus sativus* L.) intercropping with cereals, pulses and medicinal herbs. Iran Agricultural Research 7: 175-184. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Soltani, A., and Azizi, M. 1997. Plant Ecophysiology. The University of Mashhad. 272p.

Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of the art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. Food Review International 25: 44-85.

Lai, R. 2007. Soil Science in the Era of Hydrogen Economy and 10 Billion People. the Ohio State University, USA, pp: 1-9.

Ministry of Agriculture-Jahad. 2016. Agricultural Statistics, (Vol. 2). Islamic Republic of Iran, Ministry of Agriculture-Jahad, Press. (In Persian).

Mohammad Poor, J., Ghodsi, M., Esmi, R., Shariatmadari, Z., Adib, M., and Jahedi Poor, S. 2013. Effects of different irrigation and fertilizers on some morphological traits and yield of saffron. Second National Conference on the latest achievements of scientific and research saffron, University of Torbat Heydarieh. (In Persian).

Monreal, C.M. 2010. Nanofertilizers for increased N and P use efficiencies by crops. In summary of information currently provided to MRI concerning applications for round 5 of the Ontario research fund-research excellence program, p: 12-13.

Naderi Darbaghshahi, M.R., Khajebashi, S.M., Banitabar, S.A., and Dehdashti, S.M. 2009. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. Seed Plant Journal 24: 643-657. (In Persian with English Summary).

Omidi, H., Naghdi abadi, H., Golzad, A., Torabi, H., and Fotokian, M. 2009. Chemical and biological nitrogen fertilizer effect on yield and quality of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plants 8 (2): 99-109. (In Persian with English Summary).

Rahimi daghi, S., mahmodi, S., bakhshi, M., and Sayari, M. 2013. Assessment shows consumption of fertilizer, pesticides and water and the impact of them on the performance of saffron (*Crocus sativus* L.) in the city of Birjand and Kashmar. The first national congress on medicinal plants and sustainable agriculture, Faculty of Mofateh martyr. (In Persian).

Ramezani, A. 2000. Effect of corm weight on saffron yield in Neyshabur climate. Msc dissertation, faculty of agriculture, the University of Tarbiat modarres Tehran, Iran. (In Persian with English Summary).

Ranjith, N.K., Sasikala, C., and Ramana, C.V. 2007. Catabolism of l-phenylalanine and l-tyrosine by Rhodobacter sphaeroides OU5 occurs through 3,4-dihydroxyphenylalanine. Research Microbiology 158: 506-511.

Rezvani Moghaddam, P., Amiri, P., and Ehyayi, H. 2014. The effect of plant growth promoting rhizobacteria and different amounts of mushroom compost on flower yield and properties of saffron corms (*Crocus sativus* L.) in an organic farming system. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology) 28 (2): 208-199. (In Persian with English Summary).

Sharif, M., Khattak, R.A., and Sarir, M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal drived humic acid on growth of maize plants. Communication in Soil Science and Plant Analysis 33: 3567-3580.

Sidari, M., Atina, E., Francioso, O., Tugnoli, V., and Nardi, S. 2006. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. Soil Science Society of America Journal 71: 75-85.

Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.G., and Sadeghi, B. 2013. Investigation on the effect of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. Journal of Saffron Research 1 (1): 36-47. (In Persian with English Summary).

Unal, M., and Cavusoglu, A. 2005. The effect of various nitrogen fertilizers on saffron (*Crocus sativus* L.) yield. Akdeniz Univ. Ziraaf Fak. Dergisi 18 (2): 257-260.

Impact of use of different sources of humic, bio and nano fertilizers and nitrogen levels on saffron (*Crocus sativus* L.) flower yield

Aliasghar Armak[1], Hassan Feizi[2*] and Masoud Alipanah[3]

Submitted: 26 October, 2016 **Accepted:** 10 September, 2017

Armak, A., Feizi, H., and Alipanah, M. 2018. Impact of use of different sources of humic, bio and nano fertilizers and nitrogen levels on saffron (*Crocus sativus* L.) flower yield. Saffron Agronomy & Technology 5(4):329-344.

Abstract

This study is aimed at investigating the effect of using humic, bio and nano fertilizers and levels of nitrogen fertilizers in flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) at the University of Torbat Heydarieh research farm located in Zaveh in 2014-2015. Treatments consisted of three levels of nitrogen application and use of fertilizer sources as the main factor, including Bioumik, Super Humic, combined Super Humic and Bioumik, Humi Ful, Nitrokara and no fertilizer as sub plots as split plot based on randomized complete block design with 18 treatments and three replications. Analysis of data showed that the effect of year and fertilizer sources on all traits measured was significant. The effect of nitrogen treatments was significant (at 1%) except on number of flowers, dry style, mean dry weight stigma, and mean dry weight. Fertilizer sources increased all measured traits significantly. Application of Biomic increased petals and sepals dry weight (736.34 $g.m^{-2}$) by 46.78% in comparison with the control (464.19 $g.m^{-2}$). The highest dry weight stigma (524.2 $g.m^{-2}$) was seen in Super Humic + Bioumik treatment compared to the control group (443.1 $g.m^{-2}$). Super Humic treatment increased dry weight stigma by 86.49% relative to control. It seems that the use of humic, bio and nano fertilizers has a good effect on saffron performance.

Keywords: Stigma, Flower, Fertilizer sources, Nutrition.

1 - Masters student University of Torbat Heydarieh
2- Assistant Professor In Saffron Institute, University of Torbat Heydarieh
3- Associate Professor, University of Torbat Heydarieh
(*- Corresponding author Email: h.feizi@torbath.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2017.61855.1193