نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹ ص. ۵۷-۳۷

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 8, No. 1, Spring 2020, P. 37-57

Archive of SID

بررسی امکان جایگزینی کود دامی با سایر بهبود دهنده‌های رشد آلی در زراعت زعفران (*Crocus sativus* L.) در وزن‌های مختلف بنه مادری

مهدی ابراهیمی[۱*]، محسن پویان[۲] و محمد مهدی نژاد[۳]

تاریخ دریافت: ۱۱ دی ۱۳۹۷ **تاریخ پذیرش:** ۱۹ فروردین ۱۳۹۸

ابراهیمی، م.، پویان، م.، و مهدی نژاد، م. ۱۳۹۹. بررسی امکان جایگزینی کود دامی با سایر بهبود دهنده‌های رشد آلی در زراعت زعفران (Crocus sativus L.) در وزن‌های مختلف بنه مادری. زراعت و فناوری زعفران، ۸(۱): ۵۷-۳۷.

چکیده

این مطالعه با هدف مقایسه تأثیر بهبود دهنده‌های رشد آلی (امولسیون آلی-معدنی با نام تجاری امیک، اسیدهیومیک با نام تجاری هیوماکس، کود دامی و شاهد بدون تغذیه) و وزن بنه مادری (۰ تا ۴ گرم، ۴/۱ تا ۸ گرم و ۸/۱ تا ۱۲ گرم) بر عملکرد گل و بنه زعفران، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با سه تکرار طی سال‌های زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ و ۹۸- ۱۳۹۷ در مجتمع تحقیقات گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی اجرا گردید. بر اساس نتایج استفاده از بهبود دهنده‌های رشد آلی در مقایسه با شاهد بر اکثر صفات مورد بررسی در سال اول کشت تأثیر معنی‌داری نداشت. اما در سال دوم و طی دوره ۲۱ روزه گلدهی زعفران، تیمار کود دامی وزن خشک کلاله را نسبت به تیمار شاهد، هیوماکس و اُمیک به ترتیب ۷۷/۳، ۷۱/۷ و ۵۸/۹ درصد افزایش داد. با برازش خط رگرسیونی بین عملکرد تجمعی کلاله و روزهای پس از گلدهی مشخص شد که عملکرد زعفران در تیمارهای کود دامی، اُمیک، هیوماکس و شاهد به ترتیب ۱۹/۰۱، ۱۱/۴۳، ۱۰/۹۲ و ۱۰/۶۵ میلی‌گرم در روز افزایش می‌یابد. به‌علاوه بالاترین وزن خشک گل در سال دوم با ۲۸۵۸ میلی‌گرم در مترمربع به تیمار کود دامی تعلق داشت. اما بالاترین میزان صفات مورد مطالعه در هر دو سال به تیمار بنه بزرگ و پایین‌ترین آن به تیمار بنه کوچک تعلق داشت. در سال اول وزن کلاله در تیمار بنه بزرگ با ۸۲/۲۲ میلی‌گرم در مترمربع نسبت به تیمار بنه کوچک حدود ۱۹۰ برابر بیشتر بود؛ هرچند این اختلاف در سال دوم به کمتر از ۳ برابر کاهش یافت. به‌علاوه بالاترین تعداد (۴۶۶/۳۶ عدد در مترمربع) و وزن (۹۳۶/۵۵ گرم در مترمربع) بنه دختری نیز در تیمار بنه‌های مادری بزرگ به دست آمد. اما در سال دوم آزمایش با کاهش اختلاف بین سطوح وزن بنه مادری، تأثیر دو سطح بنه بزرگ و متوسط بر وزن کلاله، وزن گل و تعداد گل به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از کود دامی در زراعت زعفران به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن ازجمله بهبود شرایط فیزیکی خاک توسط سایر بهبود دهنده‌های رشد آلی قابل جبران نیست. به‌علاوه اجتناب از کاشت بنه‌های مادری با وزن کمتر از ۴ گرم به دلیل تأثیر نامطلوبی که بر عملکرد اقتصادی زعفران دارد، باید مورد توجه کشاورزان قرار گیرد.

کلمات کلیدی: امولسیون آلی-معدنی، رگرسیون خطی، کود دامی، بنه دختری.

۱- استادیار گروه تولید و فرآوری گیاهان استراتژیک خراسان جنوبی، جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی
۲- مدیر مجتمع تحقیقات گیاهان دارویی، جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی
۳- مدیرعامل شرکت معدنی کان شرق، خراسان جنوبی
(*- نویسنده مسئول: hazemagri@gmail.com)

DOI: 10.22048/jsat.2019.165266.1331

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی یک‌ساله از خانواده زنبق است که از ارزشمندترین گیاهان دارویی در جهان بشمار می‌آید. تکثیر این گیاه از طریق کشت بنه صورت گرفته و عمده عملکرد اقتصادی آن مربوط به کلاله سه‌شاخه آن است (Behnia, 1992). گلدهی اولین مرحله در سیکل زندگی زعفران است که به‌طور هم‌زمان یا در فاصله کوتاهی قبل از سبز شدن برگ‌ها در پاییز اتفاق می‌افتد. پس از گلدهی، ریشه‌ها، برگ‌ها و بنه‌های دختری زعفران در اواخر پاییز و زمستان به رشد خود ادامه می‌دهند و در اوایل بهار با تکمیل رشد بنه‌های دختری و پیری برگ‌ها، رشد رویشی گیاه، رشد رویشی گیاه خاتمه یافته و خواب حقیقی بنه‌های تولید شده (بنه‌های دختری) شروع می‌شود (Behdani et al., 2016). کلاله زعفران با دارا بودن بیش از ۱۵۰ ترکیب گوناگون در صنایع غذایی، آرایشی، بهداشتی و داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Fallahi et al., 2017). استفاده از زعفران در طب سنتی به دوران باستان بر می‌گردد. امروزه برخی استفاده‌های دارویی سنتی از این گیاه توسط مطالعات علمی نیز مورد تأیید قرار گرفته است. زعفران دارای فعالیت‌های بیولوژیکی مختلفی می‌باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به اثرات ضد سرطانی، محافظت‌کنندگی عصبی، اثرات ضدالتهابی، محافظت از کبد، کارکردهای ایمنولوژیک، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، اثرات ضد استرس، درمان اختلالات مرتبط با اسکیزوفرنی و محافظت از قلب اشاره نمود. این ویژگی‌ها احتمالاً به حضور چندین کاروتنوئید و محصولات آپوکاروتنوئیدی آن‌ها در کلاله زعفران مرتبط است (Ebrahimi, 2018). ایران با سطح کشت حدود ۱۰۵۲۶۹ هکتار و تولید ۳۳۶ تن زعفران در سال (نزدیک به۹۰٪ زعفران دنیا) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان زعفران در دنیا به‌حساب می‌آید. بااین‌وجود، میزان عملکرد زعفران با ۳/۳ کیلوگرم در هکتار در ایران در مقایسه با سایر کشورهای تولیدکننده آن بسیار پایین است (Ahmadi et al., 2017). به دلیل عدم توجه زعفران کاران به برخی ملزومات زراعی از جمله کاشت بنه‌های مادری غیر استاندارد و نامرغوب، عملکرد اقتصادی زعفران عملاً از سال سوم به بعد شروع شده و پس از آن به مدت حدود چهار سال نیز ادامه می‌یابد. اما بعد از این مرحله عملکرد مزارع زعفران کاهش یافته و نگهداری مزرعه به لحاظ اقتصادی به‌صرفه نخواهد بود. بنابراین راه حل‌هایی که منجر به حصول عملکرد بالاتر در دوره زمانی کوتاه‌تر شوند، سبب جلوگیری از هدر رفت آب، زمین و سرمایه زعفران کاران خواهد شد. قطعاً یکی از این راه حل‌ها می‌تواند استفاده از بنه‌های مادری مرغوب با وزن مناسب باشد. طبق تحقیقات صورت گرفته، وزن بنه مادری یکی از عوامل تعیین‌کننده در دستیابی به عملکرد مطلوب در زراعت زعفران است. کاشت بنه‌های مادری دارای وزن مناسب، سبب بهبود رشد و عملکرد زعفران خواهند شد (Amirshekari et al., 2006; Renau-Morata et al., 2012) که دلیل عمده آن وجود ذخایر بیشتر در این بنه‌هاست (Douglas et al., 2014). عملکرد زعفران در سال اول و سال‌های پس از آن به‌شدت از کیفیت، وزن و میزان ذخایر بنه‌هایی که به‌عنوان بذر کشت می‌شوند تأثیر می‌پذیرد. این بنه‌ها علاوه بر اینکه تعیین‌کننده میزان گل و عملکرد تولیدی در سال اول هستند، سبب تولید بنه‌های دختری می‌شوند که به‌عنوان بذر گیاه در سال دوم محسوب خواهند شد و بنه‌های تولیدشده جدید نیز به‌صورت پی‌درپی عملکرد سال‌های بعد را تحت تأثیر قرار خواهند داد (Amirshekari et al., 2006). به‌طورکلی، منابع غذایی بنه‌های مادری تعیین‌کننده رشد زعفران، بخصوص در مراحل ابتدایی رشد هستند. به بیان ساده‌تر، بنه‌های درشت‌تر انرژی بیشتری برای رشد بنه‌های دختری فراهم می‌کنند (Douglas et al., 2014) و بنابراین بنه‌های مادری دارای وزن مناسب

www.SID.ir

Archive of SID

سبب بهبود رشد مجدد و عملکرد زعفران خواهند شد (Renau-Morata et al., 2012). از طرف دیگر ثابت شده است که رشد بنه‌های دختری تا زمانی که از بنه مادری استقلال پیدا کنند به بنه مادری وابسته است که باعث می‌شود وزن بنه مادری اثرات معنی‌داری بر تشکیل بنه دختری داشته باشد (Koocheki et al., 2014) که این موضوع اهمیت بالای استفاده از بنه‌های باکیفیت و درشت در سال اول را مشخص می‌کند. به‌عنوان مثال فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2017) دریافتند که کاشت بنه‌های مادری بزرگ (حدود ۱۰ گرم) در خاک‌های سبک منجر به تولید ۳۳ گل در مترمربع می‌شود، در حالی که استفاده از بنه‌های مادری کوچک (حدود ۲ گرم) میزان و سرعت گلدهی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. لذا این محققین استفاده از بنه‌های بزرگ در احداث مزارع زعفران را به‌عنوان راهکاری مناسب برای استفاده حداکثری از منابع در سال اول کاشت زعفران ارائه نمودند. در مطالعه دوگلاس و همکاران (Douglas et al., 2014) نیز مشاهده شد که با افزایش وزن بنه مادری از ۶ تا ۱۰ گرم به ۳۸-۵۳ گرم، تعداد گل در هر بنه از ۰/۴۵ عدد به ۴/۵ عدد افزایش یافت. این محققین همچنین دریافتند که بنه‌های مادری با وزن ۱ گرم بعد از سه سال به وزن مورد نیاز برای گلدهی می‌رسند.

اما تحقیقات نشان داده است که علاوه بر وزن بنه مادری، تعادل در فراهمی مواد مغذی نیز یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد اقتصادی و رشد بنه‌های دختری در طی دوره رشد زعفران است (Koocheki et al., 2014). از طرفی نیز مشکلات موجود بر سر راه اصلاح زعفران (Kafi et al., 2002) باعث شده است تا عمده تلاش‌های صورت گرفته جهت تولید بنه‌های مرغوب در زعفران به انجام عملیات به زراعی صحیح محدود شود. لذا تغذیه مناسب گیاه زعفران به‌منظور دستیابی به عملکرد بالاتر و بنه‌های درشت و دارای ذخیره غذایی بیشتر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Hassanzadeh Aval et al., 2014). علیرغم تأثیر کودهای شیمیایی در تأمین نیازهای غذایی زعفران، به دلیل اثرات زیست‌محیطی که مصرف این دسته از کودها دارند، بهبود دهنده‌های رشد آلی به‌عنوان جایگزینی مناسب برای آن‌ها مطرح شده‌اند. سطح مواد آلی خاک‌های زراعی کشور عمدتاً کمتر از یک درصد است که این امر عمدتاً به علت مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، بخصوص کودهای نیتروژن دار و عدم استفاده از بهبود دهنده‌های رشد آلی بوده است (Malakuti, 1996). این موضوع علاوه بر کاهش عملکرد محصولات کشاورزی منجر به بحران آلودگی‌های زیست‌محیطی و به‌ویژه منابع آب‌وخاک شده است که طی زنجیره غذایی به منابع غذایی انسان راه یافته و تهدیدی برای جامعه بشری به‌حساب می‌آید (Omidi et al., 2009). استفاده از بهبوددهنده‌های رشد آلی در کشاورزی پایدار به دلیل افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود رشد گیاهان و عدم ایجاد مشکلات زیست‌محیطی بسیار مورد استقبال قرار گرفته است. در بین بهبود دهنده‌های رشد آلی سازگار با طبیعت، اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی، به دلیل بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، اثرات مثبت قابل‌ملاحظه‌ای بر شاخص‌های کیفی و کمی محصولات کشاورزی دارد (Sabzevari et al., 2010). هیومیک اسید یک ترکیب پلیمری آلی و طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و سایر مواد به وجود می‌آید و امروزه از آن برای افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی استفاده می‌شود (Aiken et al., 1985). هیومیک اسید با قابلیت کلات کنندگی و احیاکنندگی خود باعث افزایش جذب عناصر غذایی خاک شده (Chen & Aviad, 1990) و به دلیل تأثیر بر افزایش متابولیسم ریز موجودات خاک، سبب بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد گیاهان می‌شود (Cooper et al., 1998).

به‌عنوان مثال در مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki

www.SID.ir

Archive of SID

et al., 2016) که به بررسی اثرات هیومیک اسید و وزن بنه مادری بر رشد و عملکرد زعفران پرداخته است، مشخص شد که استفاده از هیومیک اسید و بنه‌های مادری درشت باعث بهبود نسبی شاخص‌های رشد بنه‌های خواهری و عملکرد زعفران می‌شود. در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک، مقدار شاخص‌های متوسط تعداد جوانه در هر بنه، متوسط قطر بنه، متوسط وزن بنه، تعداد گل در واحد سطح، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک به ترتیب به میزان ۹، ۱۸، ۴۱، ۳۳، ۴۳ و ۵۵ درصد بیشتر از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک بود. به‌علاوه وزن کل بنه‌های خواهری در هر بوته، تعداد گل در واحد سطح، عملکرد گل و عملکرد کلاله خشک در تیمار استفاده از بنه‌های مادری درشت (نه تا ده گرم) به ترتیب ۴۶، ۱۹، ۱۵ و ۲۸ درصد بیشتر از تیمار استفاده از بنه‌های مادری ریز (چهار تا پنج گرم) در کاشت زعفران بود. در مطالعه دیگری که هدف از آن بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی و وزن بنه مادری بر خصوصیات رویشی گیاه زعفران بود مشخص شد که تیمار کاربرد اسید هیومیک (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و بالاترین وزن بنه مادری (۱۰ تا ۱۲ گرم) منجر به دستیابی به حداکثر تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و تعداد بنه دختری شد و استفاده از کودهای زیستی (بیوآمینو پالیس به نسبت ۳ لیتر در هکتار، هیومیک اسید به نسبت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و یارامیلاکمپلکس به نسبت ۵۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به عدم استفاده از آن (تیمار شاهد بدون کود) برتری داشت (Golzari Jahan Abadi et al., 2016).

لذا استفاده از بهبوددهنده‌های رشد آلی و طبیعی بجای کودهای شیمیایی رایج در کشت زعفران می‌تواند علاوه بر کمک به حفظ زیست‌بوم‌های کشاورزی، در افزایش تولید محصول زعفران نیز تأثیر بسزایی داشته باشد. لذا در این مطالعه سعی شده است تا علاوه بر عامل وزن بنه مادری، تأثیر استفاده از بهبوددهنده‌های رشد با منشأ آلی نیز در تولید زعفران مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این طرح به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در مجتمع تحقیقات گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واحد خراسان جنوبی (۵۹ درجه و ۲۶ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه عرض جغرافیایی) اجرا گردید. دو فاکتور این طرح شامل مدیریت تغذیه (اسید هیومیک با نام تجاری هیوماکس، امولسیون آلی-معدنی با نام تجاری اُمیک، کود دامی و شاهد بدون تغذیه) و وزن بنه مادری (۰ تا ۴ گرم به‌عنوان کوچک، ۴/۱ تا ۸ گرم به‌عنوان متوسط و ۸/۱ تا ۱۲ گرم به‌عنوان بزرگ) بود.

به‌منظور اجرای طرح، پس از آماده‌سازی زمین (شخم عمیق، نرم کردن کلوخه‌ها و تسطیح زمین) در شهریورماه سال ۱۳۹۶، کرت‌های مورد نیاز کشت زعفران با ابعاد ۲ در ۳ متر (۶ مترمربع) و به تعداد ۳۶ عدد ایجاد شدند. فاصله بین دو کرت مجاور در هر تکرار برابر ۱ متر و فاصله بلوک‌ها از هم نیز ۳ متر در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه عمده شیب تغییرات یکنواختی زمین در جهت شمالی-جنوبی بود، بلوک‌های آزمایشی عمود بر این جهت ایجاد شدند تا خطای عدم یکنواختی زمین با بلوک‌بندی به حداقل برسد (بخش عمده اثر خطای ناشی از عدم یکنواختی زمین در جهت شمالی-جنوبی در تجزیه واریانس داده‌ها از اثر تیمارها خارج شده و وارد اثر بلوک می‌شود). فاصله بین کرت‌های مجاور به‌منظور جلوگیری از تداخل آب بین کرت‌ها با خاک کاملاً پر شد. در این مطالعه از روش آبیاری کرتی استفاده شد و انتقال آب به کرت‌های زعفران با استفاده از لوله‌های انتقال آب انجام گرفت. در محل انشعاب آب متعلق به

www.SID.ir

Archive of SID

هر کرت نیز یک شیر آب نصب گردید. با استفاده از این سیستم آبیاری علاوه بر توزیع یکنواخت‌تر آب در سطح کرت، از شستشوی خاک کرت‌ها نیز حتی‌الامکان جلوگیری می‌شود.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر)، امولسیون اُمیک و مکمل شیلد
Table 1- Soil properties at the experimental site (0 to 30 cm), Omic® emulsion and Shield® supplement

خصوصیات خاک Soil properties	pH شاخص واکنش	EC ($dS.m^{-1}$) هدایت الکتریکی	Sand (%) شن	Silt (%) سیلت	Clay (%) رس	Soil texture بافت خاک	Total N (%) نیتروژن کل	Available P (ppm) فسفر قابل‌جذب	Available K (ppm) پتاسیم قابل‌جذب
خاک Soil	8.29	2.52	43	32	25	Loam	0.024	4.09	255
اُمیک Omic®	6.2-6.5	35	–	–	–	–	0.85-0.9	8000-8500	8000-8500
شیلد Shield®	6.0-6.5	19.5	-	-	-	-	≤ 0.10-0.15	≤ 0.10-0.15	≤ 0.10-0.15

جدول ۲- خصوصیات هیومیک اسید با نام تجاری هیوماکس
Table 2- Humic acid (Humax®) properties

	Fulvic acid (%) اسید فلویک	K2O (%) اکسید پتاسیم	Humic acid (%) هیومیک اسید
هیوماکس Humax®	15	5	80

فاکتورهای آزمایشی

پس از آماده شدن کرت‌ها، اعمال تیمارهای متعلق به فاکتورهای مورد نظر در کرت‌های آزمایشی به‌صورت ذیل صورت گرفت:

فاکتور وزن بنه مادری

بنه‌های مورد استفاده در این آزمایش در تاریخ ۱ شهریور ۹۶ از یک مزرعه ۷ ساله در روستای فتح‌آباد (واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان فردوس) خارج و به محل انجام آزمایش حمل شدند. این بنه‌ها پس از تمیز شدن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم توزین و در سه وزن ۰ تا ۴ گرم (بنه کوچک) ۴/۱ تا ۸ گرم (بنه متوسط) و ۸/۱ تا ۱۲ گرم (بنه بزرگ) گروه‌بندی شدند که این سه گروه، سه سطح فاکتور وزن بنه مادری را تشکیل دادند. صرف‌نظر از وزن بنه‌ها، تمامی کرت‌های آزمایشی با تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع کشت شدند. فاصله ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بنه‌ها روی ردیف ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد و بنه‌ها در عمق ۲۵ سانتی‌متری کاشت شدند. با این روش در هر خط کاشت ۶۰ بنه و در هر کرت ۶۰۰ بنه کشت می‌شود.

فاکتور مدیریت تغذیه

هیومیک اسید (با نام تجاری هیوماکس)

هیومیک اسید مورد استفاده با نام تجاری هیوماکس[1]، محصول شرکت آمریکایی جی اچ بیوتک[2] است که حاوی ۱۵٪ فلویک اسید، ۵٪ پتاسیم اکسید و ۸۰٪ اسید هیومیک می‌باشد

۱- این محصول از شرکت بازارگان کالا خریداری گردید
2 -JH Biotech, Inc

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۲). اعمال تیمار هیوماکس طی دو مرحله (قبل و بعد از کشت بنه‌ها) صورت گرفت. در مرحله اول (۲۰۰ گرم هیوماکس برای ۱۰۰ کیلوگرم بنه)، مقدار مورد نیاز هیوماکس برای کل بنه‌ها (۷ گرم برای ۳/۵ کیلو بنه کوچک، ۲۱ گرم برای ۱۰/۵ کیلو بنه متوسط و ۳۶ گرم برای ۱۸ کیلو بنه بزرگ) محاسبه و بنه‌ها به‌طور کامل با هیوماکس مخلوط شدند. بنه‌ها پس از این مرحله در کرت‌های متناظر کشت شدند. با فاصله زمانی حداکثر یک روز از زمان کشت، هیوماکس به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار به زمین اضافه شد. برای این منظور میزان هیوماکس مورد نیاز برای هر کرت محاسبه و پس از مخلوط کردن در ۱۰ لیتر آب به‌وسیله آبپاش در سطح هر کرت توزیع شد. توزیع این میزان آب در سطح هر کرت ۶ متری منجر به پوشش کامل سطح خاک شد. به‌منظور بالا بردن دقت کار و با توجه به اینکه وزن هیوماکس مربوط به هر کرت نسبتاً پایین بود (۱/۲ گرم برای هر کرت)، کل هیوماکس مورد نیاز مزرعه (۹ کرت) محاسبه شد که برای استفاده در هر کرت در انتها رقیق‌سازی انجام گرفت. انجام تمامی این مراحل در هنگام صبح و قبل از گرم شدن هوا در ۴ مهر ۱۳۹۶صورت گرفت. پس از اعمال این مرحله کرت‌های آزمایشی بلافاصله آبیاری شدند.

اعمال تیمار هیومیک اسید در سال دوم طی یک مرحله و به میزان ۴ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ ۷ آبان ۱۳۹۷ صورت گرفت. برای این منظور همانند سال اول میزان هیومیک اسید مورد نیاز هر کرت قبل از اولین آبیاری محاسبه و به همراه ۱۰ لیتر آب در سطح کرت‌های آزمایشی به‌طور یکنواخت پاشیده شد. مزرعه زعفران بلافاصله پس از این مرحله آبیاری شد.

امولسیون آلی-معدنی (با نام تجاری اُمیک)

امولسیون آلی-معدنی مورد استفاده در این مطالعه با نام تجاری اُمیک محصول شرکت ایرانی بنیادین فرآور سبز گستران[1] است که عمدتاً از الیاف گیاهی و مواد معدنی و آلی تهیه می‌شود. اعمال تیمار اُمیک نیز طی دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول و قبل از کاشت، بنه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در مخلوط اُمیک با غلظت ۵ در هزار قرار گرفتند. لازم به ذکر است که در این مرحله امیک به همراه مکمل آن با نام تجاری شیلد[2] با همان غلظت، مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور ۱۰۰ میلی‌لیتر امیک و ۱۰۰ میلی‌لیتر شیلد با ۲۰ لیتر آب مخلوط شد و قبل از کشت، بنه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در آن قرار گرفتند. بنه‌ها پس از این مدت‌زمان بلافاصله کشت شدند. مرحله دوم اعمال تیمار امیک به‌صورت پاشش در سطح کرت‌ها، پس از کشت بنه‌های زعفران، با فاصله زمانی یک روز و به همان روشی که در مورد هیوماکس توضیح داده شد در ۴ مهر ۱۳۹۴ صورت گرفت. میزان امیک در این مرحله ۱۰ لیتر در هکتار بود. آبیاری کرت‌های آزمایشی بلافاصله پس از این مرحله انجام گرفت.

اعمال تیمار امیک در سال دوم انجام آزمایش طی یک مرحله و به میزان ۲۰ لیتر در هکتار به همراه مکمل شیلد با غلظت ۱۰ لیتر در هکتار در ۷ آبان ۱۳۹۷ انجام گرفت. در این زمان میزان مورد نیاز از امولسیون امیک و مکمل شیلد برای هر کرت به همان روشی که در سال اول انجام آزمایش توضیح داده شد به همراه ۱۰ لیتر آب در سطح هر کرت پاشیده شد. زمین پس از این مرحله بلافاصله آبیاری گردید.

مشخصات امولسیون اُمیک و مکمل شیلد در جدول ۱ آمده است.

کود دامی

میزان کود دامی (کود گاوی پوسیده) مورد نیاز برای کرت‌های مربوطه بر مبنای ۴۰ تن در هکتار محاسبه گردید و

1 -Bonyadin Faravar_e Sabz Gostaran Co.
2 -Shield

www.SID.ir

Archive of SID

بلافاصله پس از کاشت زعفران در هفته اول مهرماه ۱۳۹۶ در سطح کرت به‌طور یکنواخت پخش و با خاک کاملاً مخلوط شد.

کود دامی در دومین سال انجام آزمایش در هفته چهارم مهرماه ۱۳۹۷ به همان میزان سال قبل (۴۰ تن در هکتار) در سطح کرت‌های آزمایشی پهن گردید.

شاهد

کرت‌های شاهد بدون استفاده از هرگونه ماده مغذی خارجی کشت شدند و در طی دو سال انجام آزمایش نیز هیچ‌گونه ماده مغذی به خاک کرت‌های شاهد اضافه نگردید.

در سال اول پس از کشت کامل زمین (بنه‌های دو تیمار شاهد و کود دامی در مورخ ۳ مهر ۹۶ و دو تیمار اُمیک و هیوماکس در ۴ مهر ۹۶ کشت شدند) و آبیاری اولیه بنه‌های زعفران، به فاصله زمانی حدود ۲ هفته از آبیاری اول، زمین مجدداً آبیاری شد تا شرایط برای خروج گل‌های زعفران از خاک مهیا شود. پس از آبیاری دوم و در زمان گاو رو شدن خاک، زمین سله شکنی شد. در این روش با خرد کردن لایه سطحی و سله بسته خاک، شرایط برای خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک تسهیل می‌شود. اما در دومین سال انجام آزمایش و پس از انجام اولین آبیاری (گل آب)، به دلیل نزدیک بودن جوانه‌های زعفران به سطح خاک و خطر آسیب رسیدن به جوانه‌ها، از سله شکنی خاک صرف‌نظر شد.

اندازه‌گیری صفات

جمع‌آوری گل‌های زعفران در هر دو سال انجام آزمایش پس از خروج اولین گل از خاک آغاز شد. گل‌ها به‌صورت روزانه از کرت‌های آزمایشی جمع‌آوری و پس از توزین، بخش اقتصادی گل‌ها (کلاله و خامه) از آن جدا و در محل مناسب و به دور از نور خشک شدند. جمع‌آوری گل‌های زعفران در هر دو سال انجام آزمایش تا پایان فصل گلدهی گیاه ادامه یافت. در پایان فصل گلدهی مجموع وزن گل و وزن کلاله به‌دست‌آمده از هر کرت آزمایشی برحسب میلی‌گرم در مترمربع و تعداد گل نیز در واحد سطح محاسبه گردید. پس از آخرین آبیاری مزرعه زعفران[1] در سال اول (اردیبهشت ۹۷) نیز از هر کرت آزمایشی ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و سپس تعداد کل بنه دختری و وزن کل بنه دختری در واحد سطح محاسبه شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌های طرح

پس از اتمام هر یک از مراحل اندازه‌گیری صفات مورد نظر در هر دو سال انجام این طرح، داده‌های به‌دست‌آمده از مزرعه به‌صورت جداگانه تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. تجزیه واریانس، مقایسات میانگین‌ها، تجزیه رگرسیون و همبستگی با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۸ برای ویندوز) و سیگما پلات و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۰) انجام گرفت. همچنین در ترسیم خطوط رگرسیونی از خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) به‌منظور تعیین مطلوبیت خط رگرسیونی برازش شده نسبت به مقادیر مشاهده شده استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن خشک کلاله

بر اساس نتایج مقایسه میانگین در سال اول، تیمار کود دامی با ۴۱/۸۰ میلی‌گرم در مترمربع بیشترین و تیمار هیوماکس با میانگین ۱۵/۳۵ میلی‌گرم در مترمربع کمترین میزان وزن خشک کلاله را به خود اختصاص دادند. تیمار امیک و شاهد نیز به ترتیب با ۳۹/۶۱ و ۳۸/۷۲ میلی‌گرم در مترمربع پس از تیمار کود دامی و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). در دومین سال انجام آزمایش نیز تیمار کود دامی طی دوره ۲۱ روزه

۱ – زرد آب

www.SID.ir

Archive of SID

گلدهی زعفران با ۲۹۶ میلی‌گرم در مترمربع، ضمن افزایش حدود ۷ برابری نسبت به سال اول انجام آزمایش، بالاترین عملکرد کلاله را به خود اختصاص داد و نسبت به سه تیمار دیگر در گروه آماری بالاتری قرار گرفت (جدول ۴).

پایین بودن عملکرد زعفران در تیمارهای مربوط به بهبوددهنده‌های رشد آلی هیوماکس و اُمیک در مقایسه با تیمار کود دامی گرچه ممکن است در نتیجه غلظت یا روش کاربرد غیر بهینه این دو بهبوددهنده رشد آلی بروز نموده باشد، اما به‌هرحال با نتایج گزارشات سایر محققین از کاربرد پلیمرهای آلی در زعفران ازجمله مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016)، گلزاری جهان‌آبادی و همکاران (Golzari Jahan Abadi et al., 2016)، احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2017)، سبزواری و خزاعی (Sabzevari & Khazaie, 2009) و آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2006) که مؤید تأثیر مثبت این دسته از ترکیبات بر عملکرد زعفران هستند، مغایرت دارد. لذا این احتمال وجود دارد که تکیه بر کاربرد کودهای آلی به‌عنوان جایگزین کود دامی نتواند پاسخگوی نیازهای غذایی زعفران در طول دوره رشد این گیاه باشد. در توجیه برتری کود دامی نسبت به سایر بهبوددهنده‌های رشد آلی مورد استفاده در این آزمایش باید توجه داشت که کود دامی علاوه بر آزادسازی تدریجی مواد غذایی و کمک به بهبود تغذیه زعفران دارای خصوصیات منحصربه‌فرد دیگری نیز می‌باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش سطح مواد آلی در خاک، تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و آبشویی کمتر عناصر غذایی در طی زمان اشاره نمود (Herencia et al., 2007). در مطالعه بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2005) که روی مزارع زعفران چهار شهرستان بیرجند، گناباد، قاین و تربت‌حیدریه به‌عنوان مهم‌ترین مناطق تولید زعفران ایران صورت گرفت مشخص گردید که عملکرد بیشتر مزارع زعفران شهرستان تربت‌حیدریه ارتباط نزدیکی با فراهمی بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در اثر کاربرد بیشتر کود دامی در این منطقه داشته است. این محققین آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی از کود دامی را که علاوه بر تأمین نیازهای غذایی گیاه در درازمدت موجب بهبود بافت و ساختمان خاک نیز می‌شود، به‌عنوان عامل اصلی برتری عملکرد زعفران شهرستان تربت‌حیدریه ذکر کرده‌اند. برازش رگرسیون گام‌به‌گام بین عملکرد زعفران و مصرف کودها در این مطالعه نشان داد که ۶۷٪ تغییرات عملکرد زعفران در منطقه مربوط به مصرف کودهای دامی و فسفر بوده است. باید به این نکته توجه داشت که علیرغم تأثیر سایر بهبوددهنده‌های رشد آلی مورد استفاده در این مطالعه بر وضعیت تغذیه زعفران، به دلیل اینکه میزان ماده آلی که با مصرف کود دامی وارد خاک می‌شود در مقایسه با دیگر بهبوددهنده‌های رشد آلی بسیار بیشتر است، تأثیر کود دامی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک ازجمله بهبود ساختار خاکدانه‌ها، کاهش تشکیل سله در سطح خاک، کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک و همچنین نقش مؤثری که این کود به‌عنوان منبع تغذیه‌ای برای ریز موجودات خاکزی دارد قابل مقایسه با سایر بهبوددهنده‌های رشد آلی نیست. بهبود خصوصیات فیزیکی خاک در اثر کاربرد کود دامی با تأثیر بر میزان گسترش ریشه و جذب آب و مواد غذایی، وضعیت رشد و تغذیه‌ای گیاه زعفران را تحت تأثیر قرار می‌دهد و نقش بسزایی در رشد و نمو بنه‌ها دارد (Dole & Wilkins, 1999).

اما بر اساس نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها در هر دو سال، وزن خشک کلاله (کلاله و خامه) که نماینده عملکرد اقتصادی زعفران است، تحت تأثیر وزن اولیه بنه مادری قرار گرفت؛ به‌طوری‌که در سال اول با افزایش وزن بنه از تیمار بنه کوچک به تیمار بنه بزرگ، وزن خشک کلاله از ۰/۴۳۱ میلی‌گرم به ۸۲/۲۲ میلی‌گرم در مترمربع افزایش یافت. عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

بنه‌های متوسط با میانگین وزن ۶ گرم نیز ۲۴/۵۲ میلی‌گرم در مترمربع بود که با هر دو سطح دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. بر این اساس، وزن خشک کلاله در تیمار بنه بزرگ نسبت به تیمار بنه متوسط حدود ۳ برابر و تیمار بنه کوچک حدود ۱۹۰ برابر بیشتر بود که نشان‌دهنده تأثیرپذیری بالای عملکرد زعفران در سال اول از وزن بنه‌های مادری می‌باشد (جدول ۳ و ۴). اما این اختلاف در دومین سال انجام آزمایش کاهش یافت و علیرغم اینکه عملکرد کلاله در تیمار بنه بزرگ (۲۷۷ میلی‌گرم در مترمربع) نسبت به تیمار بنه کوچک (۹۹ میلی‌گرم بر مترمربع) به لحاظ آماری برتری داشت، عملکرد تیمار بنه بزرگ نسبت به سال اول به کمتر از ۳ برابر تیمار بنه کوچک کاهش یافته بود. بعلاوه تیمار بنه متوسط با عملکرد ۲۴۰ میلی‌گرم در مترمربع با تیمار بنه بزرگ در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد که اختلاف عملکرد بنه‌های مادری کوچک‌تر در سال اول کاشت زعفران با فعالیت اندام‌های رویشی زعفران در طی دوره رشد رویشی گیاه در سال اول و افزایش اندوخته غذایی گیاه برای سال آینده (افزایش تعداد و وزن بنه‌های دختری) تا حدودی قابل جبران است. هرچند این نتایج نیز اهمیت اجتناب از کاشت بنه‌های مادری کوچک‌تر از ۴ گرم را رد نمی‌کنند.

در تائید این نتایج در مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) نیز که به بررسی اثرات هیومیک اسید و وزن بنه مادری بر رشد و عملکرد زعفران پرداخته است، مشخص شد که عملکرد کلاله خشک در تیمار استفاده از بنه‌های مادری درشت (۹ تا ۱۰ گرم) ۲۸ درصد بیشتر از تیمار استفاده از بنه‌های مادری ریز (۴ تا ۵ گرم) بود. در مطالعه حسن‌زاده اول و همکاران استفاده از بنه‌های با وزن بالا (۷/۱ تا ۹ گرم) در مقایسه با بنه‌های کوچک (۱/۱ تا ۳ گرم) منجر به افزایش ۳/۵ برابری عملکرد کلاله و عملکرد بنه دختری شد (Hassanzadeh Aval et al., 2014). دجوان و همکاران (De Juan et al., 2009) نیز معتقدند که بنه‌های مادری دارای وزن مناسب، سبب بهبود رشد مجدد و عملکرد زعفران خواهند شد که دلیل عمده آن وجود ذخایر بیشتر در این بنه‌هاست (Douglas et al., 2014). کوچکی و ثابت تیموری (Koocheki & Sabet Teimouri, 2013) نیز با مطالعه تأثیر وزن بنه مادری و کود دامی بر عملکرد زعفران طی دو سال به این نتیجه رسیدند که عملکرد کلاله در سال دوم در بنه‌های با وزن ۴ تا ۸ گرم اختلاف معنی‌داری با بنه‌های با وزن بیش از ۸ گرم ندارد که با نتایج حاصل از مطالعه ما مطابقت دارد.

اما با توجه به برداشت روزانه زعفران از کرت‌های آزمایشی در طی دوره ۲۱ روزه گلدهی مزرعه در سال دوم انجام آزمایش، نمودار عملکرد روزانه زعفران (وزن خشک کلاله) برای سطوح مختلف مدیریت تغذیه در شکل ۱ نمایش داده شده است. در این نمودار سهم هر یک از سطوح ۴ گانه مدیریت تغذیه در عملکرد کلاله در هر روز گلدهی زعفران مشخص شده است.

همچنین به‌منظور تعیین میزان افزایش روزانه عملکرد کلاله زعفران در هر یک از سطوح تیمار کودی از برازش رگرسیون خطی بین عملکرد تجمعی کلاله و روز پس از گلدهی استفاده شد (شکل ۲).

مقایسه شیب خطوط رگرسیونی با استفاده از حدود اطمینان ۹۵٪ شیب خط مشخص نمود که بیشترین میزان افزایش عملکرد کلاله با ۱۹/۰۱ میلی‌گرم در مترمربع در روز به تیمار کود دامی تعلق داشت. پس از تیمار کود دامی تیمارهای امولسیون آلی–معدنی اُمیک با ۱۱/۴۳ و هیوماکس با ۱۰/۹۲ به همراه تیمار شاهد با ۱۰/۶۵ میلی‌گرم در مترمربع در روز در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵).

وزن خشک گل

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی در سال اول، تیمار کود دامی و هیوماکس به ترتیب با عملکرد ۳۳۱/۵ و

www.SID.ir

Archive of SID

۱۱۷/۴میلی‌گرم گل خشک در مترمربع، بیشترین و کمترین میزان گل را تولید نمودند. دو تیمار اُمیک و شاهد نیز با ۳۲۱/۸ و ۳۲۲/۹ میلی‌گرم گل خشک در مترمربع به همراه تیمار کود دامی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). اما در دومین سال انجام آزمایش وزن خشک گل نسبت به سال اول آزمایش افزایش قابل‌ملاحظه‌ای داشت؛ به‌طوری‌که تیمار کود دامی با ۲۸۵۸ میلی‌گرم گل خشک در مترمربع با افزایش حدود ۸ برابری نسبت به سال اول همچنان بالاترین عملکرد وزن خشک گل را به خود اختصاص داده بود. تیمار امولسیون اُمیک با تولید ۲۰۰۲ میلی‌گرم گل خشک در مترمربع پس از تیمار کود دامی و در گروه آماری متفاوتی قرار گرفت. کمترین میزان وزن خشک گل در دومین سال انجام آزمایش همانند سال اول به تیمار هیوماکس تعلق داشت (جدول ۴).

تأثیر مثبت کاربرد کود دامی بر افزایش وزن گل زعفران در مقایسه با سایر کودهای آلی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. جهان و جهانی (Jahan & Jahani, 2007) با مطالعه تأثیر منابع مختلف کودی بر گلدهی زعفران به این نتیجه رسیدند که دو تیمار استفاده از کود دامی و تیمار کود کامل NPK بیشترین تأثیر را بر افزایش وزن خشک گل در زعفران دارند. در مطالعه عثمانی رودی و همکاران (Osmani Roudi et al., 2015) بیشترین عملکرد گل (۸۴/۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۴۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد؛ به‌طوری‌که عملکرد گل در این تیمار نسبت به شاهد بدون تغذیه ۱۵/۷۸ درصد بیشتر بود و دو تیمار ۵ و ۴۰ کیلوگرم هیومیک اسید در هکتار نیز به لحاظ آماری با شاهد بدون تغذیه اختلاف معنی‌داری نداشتند.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس (ANOVA) صفات کمی زعفران در سال اول و دوم انجام آزمایش

Table 3- Analysis of variance (ANOVA) of quantitative traits of saffron in the first and second year of the experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)							
		وزن خشک کلاله در سال اول Stigma dry weight in the first year	وزن خشک گل در سال اول Flower dry weight in the first year	تعداد گل در سال اول Number of flowers in the first year	تعداد بنه‌های دختری در سال اول Number of doughter corms in the first year	وزن بنه‌های دختری در سال اول Weight of doughter corms in the first year	وزن خشک کلاله در سال دوم Stigma dry weight in the second year	وزن خشک گل در سال دوم Flower dry weight in the second year	تعداد گل در سال دوم Number of flowers in the second year
بلوک Block	2	202.57 ns	21235.5 ns	7.5 ns	20288.0 ns	54862.7 ns	16500.7 ns	1383819.4 ns	530646874 ns
بهبوددهنده رشد Growth amendment	3	907.28 ns	209329.1 ns	32.5 ns	7515.9 ns	162690.2 *	33542.5 **	3107365.0 *	1148595745 ns
وزن بنه Corm weight	2	17819.92 **	2279824.9 **	641.0 **	226790.2 **	1167836.7 **	106690.6 **	9599749.45 **	4326068864 **
اثر متقابل Growth amendment * Corm weight	6	723.15 ns	326012.1 ns	30.0 ns	7685.9 ns	24388.0 ns	17403.6 *	1193535.7 ns	442137919 ns
خطا Error	21	474.00	676985.9	7.5	11461.9	49593.4	5330.3	907308.3	392123512
ضریب تغییرات C.V. (%)		63.29	64.61	62.07	34.51	38.17	35.47	46.93	45.87

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.

In each column, *, ** and ns, indicates significant difference at 5%, 1% and non-significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

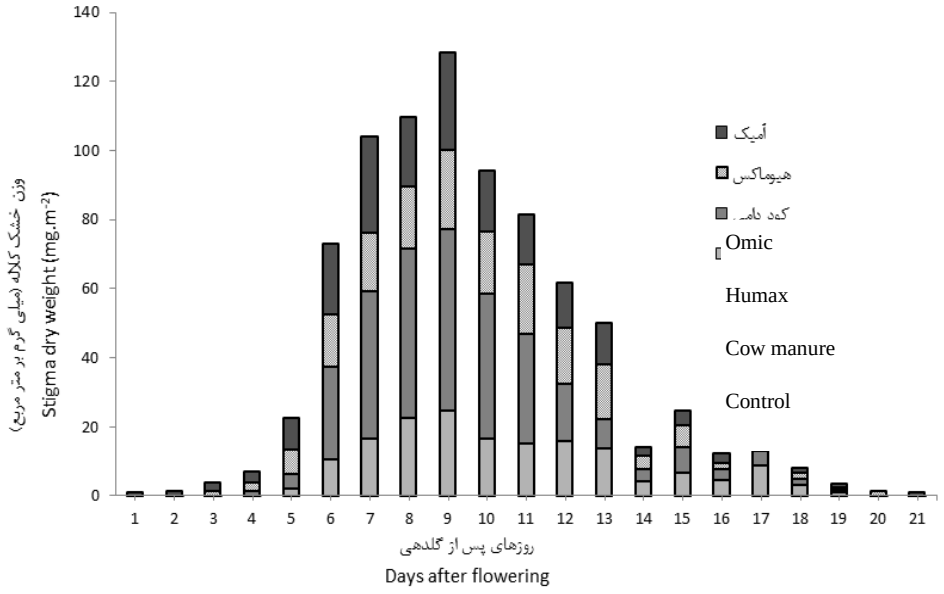
جدول ٤- مقایسه میانگین اثر مدیریت تغذیه و وزن بنه مادری بر صفات کمی زعفران در سال اول و دوم انجام آزمایش

Table 4- Mean comparisons of the effect of nutrition management and mother corm weight on quantitative traits of saffron in the first and second year of the experiment

تیمار Treatment	وزن خشک کلاله در سال اول Stigma dry weight in the first year ($mg.m^{-2}$)	وزن خشک گل در سال اول Flower dry weight in the first year ($mg.m^{-2}$)	تعداد گل در سال اول Number of flowers in the first year (m^{-2})	تعداد بنه‌های دختری در سال اول Number of doughter corms in the first year (m^{-2})	وزن بنه‌های دختری در سال اول Weight of doughter corms in the first year ($mg.m^{-2}$)	وزن خشک کلاله در سال دوم Stigma dry weight in the second year ($mg.m^{-2}$)	وزن خشک گل در سال دوم Flower dry weight in the second year ($mg.m^{-2}$)	تعداد گل در سال دوم Number of flowers in the second year m^{-2}
مدیریت تغذیه Nutritional managment								
شاهد Control	38.72 a	321.8 a	7.6 a	329.11 a	556.8 ab	167.2 b	1764 b	40062 ab
کود دامی Cow manute	41.80 a	331.5 a	7.8 a	307.56 a	777.6 a	296.5 a	2858 a	58882 a
هیوماکس Humax®	15.35 b	117.4 b	3.1 b	256.00 a	427.1 b	172.7 b	1426 b	30316 b
اُمیک Omic®	39.61 a	322.9 a	7.6 a	342.22 a	554.9 ab	186.6 b	2002 b	41984 ab
وزن بنه مادری Mothercorm weight								
کوچک Small	0.431 c	4.3 c	0.1 c	177.50 c	266.1 c	99.0 b	1016 b	21943 b
متوسط Medium	24.52 b	200.4 b	4.9 b	299.83 b	577.1 b	240.6 a	2235 a	46617 a
بزرگ Big	82.22 a	660.8 a	15.6 a	466.46 a	936.5 a	277.7 a	2911 a	62561 a

در هر ستون و برای هر فاکتور، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan)، به لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوتی ندارند.

In each column and for each treatment, means with at least one similar letter are not significantly different, according to Duncan test.

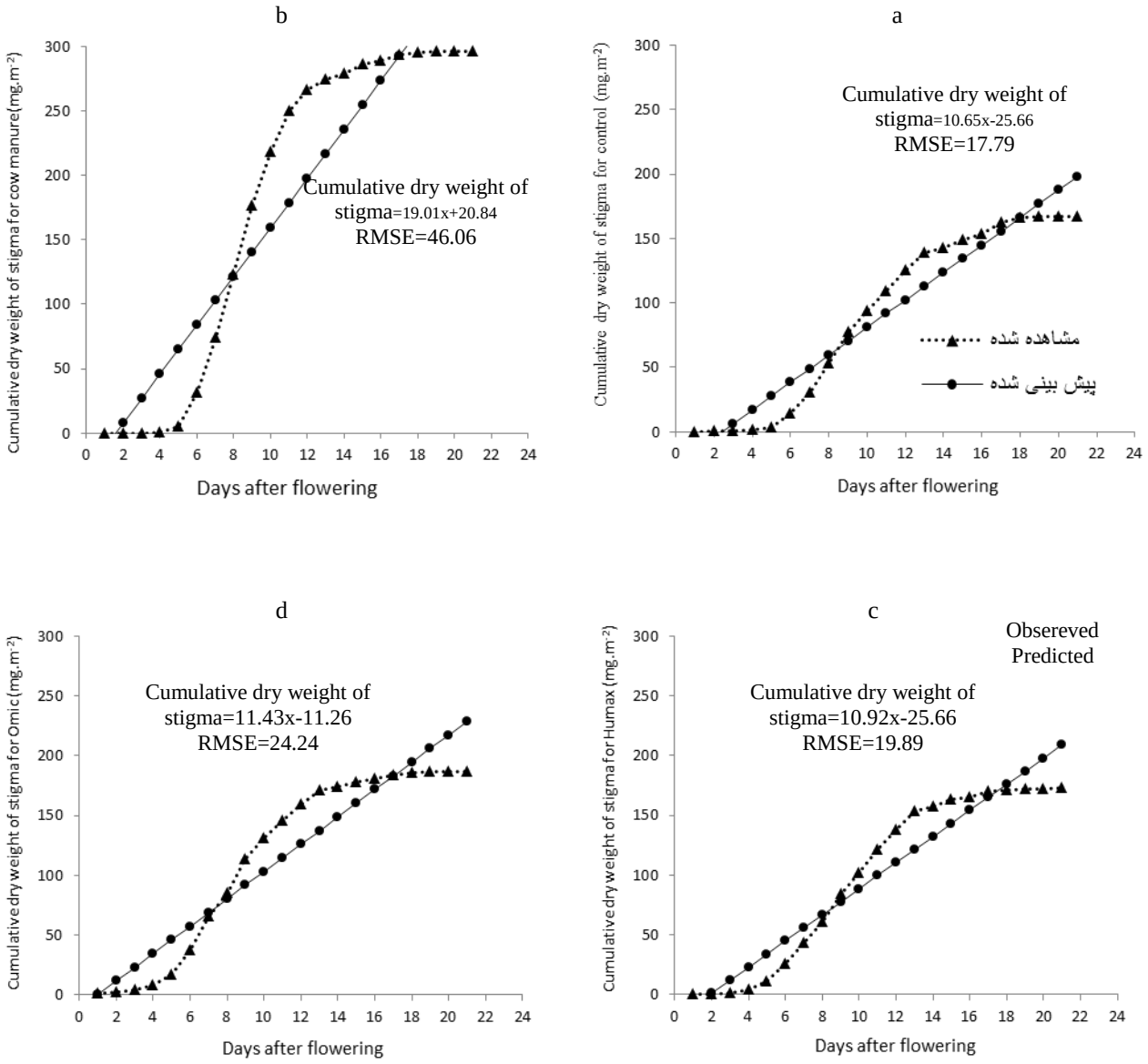


شکل ۱- سهم هر یک از تیمارهای مدیریت تغذیه از وزن خشک کلاله در طی دوره ۲۱ روزه گلدهی زعفران

Figure 1- The contribution of each nutrition management to the dry weight of the stigma during the 21–day flowering period of saffron.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تغییرات مشاهده شده و پیش بینی شده عملکرد تجمعی کلاله زعفران در روزهای پس از گلدهی در تیمار شاهد (a)، کود دامی (b)، هیوماکس (c) و اُمیک (d) در سال دوم

Figure 2- Observed and predicted changes in the cumulative dry weight of stigma during the days after flowering of saffron in the second year. in control (a), cow manure (b), Humax (c) and Omic (d) treatments.

لذا با توجه به اینکه بین ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به متغیرهای مربوط به خاک و از جمله میزان ماده آلی خاک وابسته است (Temperini et al., 2009)، این احتمال وجود دارد که تیمار کود دامی علاوه بر تأمین تدریجی نیاز غذایی زعفران، بر خصوصیات فیزیکی خاک از جمله هوادهی، ظرفیت نگهداری رطوبت و تبادل عناصر غذایی نیز تأثیرگذار بوده و منجر به بهبود عملکرد گل در مقایسه با سایر تیمارهای کودی شده است.

اما صفت وزن خشک گل در هر دو سال انجام آزمایش تحت تأثیر وزن بنه مادری قرار گرفت؛ به‌طوری‌که در سال اول

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار بنه بزرگ با ۶۶۰/۸ میلی‌گرم در مترمربع نسبت به دو تیمار بنه متوسط (۲۰۰/۴ میلی‌گرم در مترمربع) و بنه کوچک (۴/۳ میلی‌گرم در مترمربع) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳ و ۴). در سال دوم نیز اگرچه تیمار بنه بزرگ با ۲۹۱۱ میلی‌گرم گل خشک در مترمربع بالاترین مقدار عددی را به خود اختصاص داد؛ اما به لحاظ آماری با تیمار بنه متوسط با ۲۴۰۱ میلی‌گرم گل خشک در مترمربع در یک گروه آماری قرار گرفت. بعلاوه اختلاف وزن خشک گل بین تیمار بنه بزرگ و کوچک نسبت به سال اول انجام آزمایش از حدود ۱۵۰ برابر به کمتر از ۳ برابر کاهش یافت که نشان‌دهنده کاهش تأثیر فاکتور وزن بنه مادری در سال دوم آزمایش است (جدول ۴). لذا بر اساس این نتایج چنانچه عملکرد زعفران در سال اول کاشت این گیاه مورد توجه کشاورز نباشد، استفاده از بنه‌های متوسط (۴/۱ تا ۸ گرم) بجای بنه‌های بزرگ (۸/۱ تا ۱۲ گرم) می‌تواند ضمن صرفه‌جویی در هزینه‌های احداث مزرعه زعفران، عملکردی معادل کاشت بنه‌های بزرگ (۸/۱ تا ۱۲ گرم) به همراه داشته باشد. اما این نتایج نیز اهمیت اجتناب از کاشت بنه‌های با وزن کمتر از ۴ گرم را تائید می‌نمایند.

جدول ۵- شیب خط رگرسیونی (b)، انحراف معیار شیب (se)، مقدار آزمون t استیودنت دوطرفه، حدود اطمینان ۹۵٪ شیب خط رگرسیونی، ضریب تبیین (R^2) و معادله خط خطوط رگرسیونی برازش داده شده بین وزن خشک تجمعی کلاله تیمارهای آزمایشی و روز پس از گلدهی

Table 5- Slope of the regression line (b), standard error of the slope (se), value of two-tailed student t test, 95% confidence interval for the slope of the regression line, coefficient of determination (R2) and equation of fitted regressions between cumulative dry weight of stigma and days after flowering of the experimental treatments

رگرسیون خطی برازش شده Fitted linear regression	شیب خط رگرسیونی Slope of the regression line (b)	انحراف معیار شیب Standard error of the slope (se)	مقدار t استودنت دوطرفه Value of two-tailed student t test	حدود اطمینان ۹۵٪ شیب خط رگرسیونی 95% confidence interval for the slope of the regression line	ضریب تبیین Coefficient of determination (R^2)	معادله خط Line equation
رگرسیون برازش شده بین شاهد و روز پس از گلدهی Fitted regression between mother corm weight and stigma dry weight for control	10.65	0.64	2.0930	9.31-11.99	0.93**	y=10.65x-25.66
رگرسیون برازش شده بین کود دامی و روز پس از گلدهی Fitted regression between mother corm weight and stigma dry weight for cow manure	19.01	1.66	2.0930	15.53-22.48	0.87**	y=19.01x+20.84
رگرسیون برازش شده بین هیوماکس و روز پس از گلدهی Fitted regression between mother corm weight and stigma dry weight for Humax	10.92	0.71	2.0930	9.42-12.42	0.92**	y=10.92x-25.66
رگرسیون برازش شده بین اُمیک و روز پس از گلدهی Fitted regression between mother corm weight and stigma dry weight for Omic	11.43	0.87	2.0930	9.60-13.25	0.90**	y=11.43x-11.26

در تأیید این نتایج دوگلاس و همکاران (Douglas et al., 2014) نیز معتقدند که اهمیت استفاده از بنه‌های مادری درشت در سال اول کشت زعفران تنها به کاهش وزن خشک گل زعفران در سال اول رشد خلاصه نمی‌شود، بلکه با توجه به تأثیرپذیری بنه‌های دختری از ذخیره غذایی بنه‌های مادری سال قبل، عملکرد سال‌های آینده مزرعه زعفران نیز تحت تأثیر وزن بنه‌های مادری کاشته شده قرار خواهد گرفت. صحابی و همکاران (Sahabi et al., 2017) نیز نشان دادند که با افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

وزن بنه مادری، تعداد و وزن گل به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. در مطالعه این محققین، بیشترین وزن گل (۲۴/۳ گرم در مترمربع) و بیشترین تعداد گل (۴۸/۶ گل در مترمربع) در تیمار بنه مادری با وزن ۱۵/۱ تا ۲۳ گرم به دست آمد و کمترین میزان این صفات به بنه‌های مادری با وزن کمتر از ۸ گرم تعلق داشت که احتمالاً به دلیل اندوخته غذایی بیشتر و رشد سریع‌تر ریشه‌ها در بنه‌های درشت است که به استقرار بهتر گیاه کمک زیادی می‌نماید. وجود ارتباط مستقیم بین وزن یا قطر بنه مادری با عملکرد گل زعفران توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Gresta et al., 2008; Kumar et al., 2009).

تعداد گل

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در سال اول انجام آزمایش، تیمار کود دامی با ۷/۸ گل در مترمربع بیشترین و تیمار هیوماکس با ۳/۱ گل در مترمربع کمترین تعداد گل را تولید نمودند. نتایج دومین سال انجام آزمایش نیز تا حد زیادی مشابه نتایج سال اول بود؛ به‌طوری‌که تیمار کود دامی با ۵۸/۸ گل در مترمربع ضمن افزایش حدود ۷ برابری نسبت به سال اول نسبت به دیگر تیمارهای کودی برتری داشت. تعداد گل در تیمار هیوماکس (۳۰/۵ گل در مترمربع) نیز اگرچه نسبت به سال اول بیش از ۱۰ برابر افزایش یافته بود، اما همچنان نسبت به سه تیمار کودی دیگر در پایین‌ترین حد قرار داشت (جدول ۴).

در مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012) نیز که به بررسی تأثیر بسترهای کشت آلی و روش‌های کاشت بر ویژگی‌های رشد و عملکرد زعفران پرداخته شده بود مشخص گردید که تیمار کود دامی به میزان ۵ تن در هکتار با تولید ۶۶۲۵۴۴/۶ در سال اول و ۶۷۵۵۱۱/۶ گل در سال دوم نسبت به سایر بسترهای آلی شامل خاک‌برگ، کمپوست قارچ، کمپوست زباله تر خانگی و کاه لوبیا (هر کدام به میزان ۵ تن در هکتار) برتری داشت. این محققین معتقدند که افزودن نهاده‌های آلی و علی‌الخصوص کود دامی به خاک، به‌عنوان عاملی تغذیه‌ای و بهبوددهنده خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک (Patra et al., 2000) نقش مؤثری بر رشد اندام‌های فتوسنتزی (Sharifi Ashour Abadi, 1998) و بهبود نمو بنه‌های زعفران دارد که توجیه‌کننده بهبود پتانسیل گلدهی و به‌تبع آن افزایش تعداد گل زعفران است. همچنین با توجه به اینکه استفاده از مواد آلی ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهد و از طرف دیگر آب عاملی مهم برای رشد و توسعه سلول می‌باشد (Boyer, 1968)، لذا افزایش خصوصیات رشد و به‌تبع آن گل انگیزی زعفران در شرایط استفاده از کود دامی منطقی به نظر می‌رسد. بر اساس گزارش مونشی (Munshi, 1994) استفاده از ماده آلی به دلیل فراهمی و دسترسی به عناصر غذایی و به‌ویژه عناصر پرمصرف از جمله نیتروژن و فسفر منجر به افزایش تولید گل و عملکرد زعفران می‌شود و دلیل اصلی بهبود گلدهی زعفران در شرایط مصرف مواد آلی افزایش فراهمی و دسترسی به عنصر فسفر است.

اما بررسی تأثیر فاکتور وزن بنه مادری بر صفت تعداد گل در زعفران نشان داد که در سال اول آزمایش با افزایش وزن بنه مادری، تعداد گل در واحد سطح نیز به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. تعداد گل در تیمار بنه بزرگ در این زمان ۱۵/۶ گل در مترمربع بود که نسبت به تیمار بنه متوسط با ۴/۶ و بنه کوچک با ۰/۱ گل در مترمربع به ترتیب ۳/۴ و ۱۵۶ برابر بیشتر بود (جدول ۴). اما این اختلاف در سال دوم انجام آزمایش به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت. در این زمان تیمار بنه بزرگ با ۶۲/۵ گل در مترمربع نسبت به دو تیمار بنه متوسط با ۴۶/۷ و بنه کوچک با ۲۱/۹ گل در مترمربع به ترتیب ۱/۳ و ۲/۸ برابر بیشتر بود. به‌علاوه تعداد گل در دو تیمار بنه بزرگ و متوسط با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). بر اساس این نتایج مشخص می‌شود که تولید

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر گل توسط بنه‌های بزرگ (۸/۱ تا ۱۲ گرم) نسبت به بنه‌های متوسط (۴/۱ تا ۸ گرم) تنها به سال اول کاشت زعفران محدود می‌شود و با فعالیت گیاه در طی دوره رشد رویشی در سال اول اختلاف بین بنه‌های بزرگ و کوچک کاهش می‌یابد.

کوچکی و ثابت تیموری (Koocheki & Sabet Teimouri, 2013) نیز با مطالعه سه فاکتور سن مزرعه، وزن بنه و کاربرد کود دامی بر عملکرد زعفران به این نتیجه رسیدند که بیشترین تعداد گل به میزان ۳/۶ گل در بنه، حاصل کاشت بنه‌های دوساله با وزن بیش از ۱۲ گرم و کاربرد ۲۰ تن کود دامی در هکتار است. بعلاوه چنانچه در سال اول آزمایش از بنه‌های با وزن کمتر از ۴ گرم در کرت‌های فاقد کود دامی استفاده شود، تعداد گل تولیدشده به حداقل کاهش خواهد یافت. اما در مطالعه حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al., 2014) استفاده از بنه‌های با وزن بالا (۷/۱ تا ۹ گرم) در مقایسه با بنه‌های کوچک (۱/۱ تا ۳ گرم) منجر به افزایش بیش از ۱۷۰ برابری تعداد گل شد. این میزان افزایش در دومین سال انجام آزمایش تنها حدود ۵ برابر بود که با نتایج حاصل از مطالعه ما مطابقت بسیار خوبی دارد و نشان می‌دهد که گیاه زعفران می‌تواند اختلاف عملکرد گل بین بنه‌های مادری کوچک و بزرگ را با تولید بنه‌های دختری که توزیع وزنی نزدیک‌تری دارند، کاهش دهد.

تعداد و وزن بنه دختری

نتایج حاصل از بررسی تعداد و وزن بنه‌های دختری تولیدشده در پایان سال اول آزمایش نشان داد که تیمارهای کودی مختلف در این آزمایش به لحاظ تعداد بنه دختری تولیدشده در واحد سطح باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳ و ۴). بااین‌وجود در بین تیمارهای کودی، تیمار کود دامی با ۷۷۷/۶ گرم در مترمربع بیشترین و تیمار هیوماکس با ۴۲۷/۱ گرم در مترمربع کمترین وزن بنه دختری در مترمربع را به خود اختصاص دادند و در گروه‌های آماری مختلف قرار گرفتند (جدول ۴). این نتایج با گزارش کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) مبنی بر تأثیر مثبت هیومیک اسید با نام تجاری هیوماکس بر وزن بنه دختری در واحد سطح مغایرت دارد که ممکن است به میزان و نحوه استفاده متفاوت و یا ناکارآمدی این اسید آلی مرتبط باشد. این نتایج همچنین تا حدودی مشخص می‌نمایند که تغذیه زعفران توسط کودهای آلی بر تعداد بنه‌های دختری تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای ندارد و افزایش احتمالی عملکرد زعفران در سال آینده به تولید بنه‌های دختری بزرگ‌تر مربوط می‌شود.

اما از سوی دیگر بر اساس نتایج تجزیه واریانس، صفت تعداد بنه دختری در واحد سطح تحت تأثیر فاکتور وزن بنه مادری قرار گرفت (جدول ۳). همان‌گونه که در جدول ۴ نشان داده شده است، تیمار بنه مادری بزرگ (۸/۱ تا ۱۲ گرم) با ۴۶۶/۳۶ بنه دختری در مترمربع، بیشترین تعداد بنه دختری را به خود اختصاص داد. این تعداد بنه دختری نسبت به تیمارهای بنه مادری متوسط (۴/۱ تا ۸ گرم) و بنه مادری کوچک (۰ تا ۴ گرم) به ترتیب ۱/۵۵ و ۲/۶۲ برابر بیشتر بود (جدول ۴). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014) نیز تأثیر استفاده از بنه‌های مادری درشت در افزایش تعداد بنه‌های دختری را تأیید نموده‌اند. این محققین نتیجه گرفتند که استفاده از بنه‌های مادری درشت (بیش از ۸ گرم) بجای بنه‌های ریز (۰/۱ تا ۴ گرم) منجر به افزایش حدود ۳ برابری تعداد بنه‌های دختری تولیدشده در واحد سطح می‌شود که تطابق خوبی با نتایج حاصل از مطالعه ما دارد.

اما افزایش وزن بنه مادری نه‌تنها منجر به افزایش تعداد بنه دختری در واحد سطح شد، بلکه وزن بنه دختری را نیز افزایش داد. بر این اساس وزن بنه دختری از ۲۶۶/۰۸ گرم در مترمربع در تیمار بنه مادری کوچک به ۵۷۷/۰۸ گرم در تیمار بنه مادری متوسط و ۹۳۶/۵۵ گرم در تیمار بنه مادری بزرگ افزایش یافت

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۴). افزایش تعداد و وزن بنه مادری در واحد سطح در نتیجه کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. به‌عنوان نمونه، خاوری و همکاران (Khavari et al., 2016) گزارش کردند که با افزایش وزن بنه مادری از ۶-۸ گرم به ۹-۱۱ گرم و ۱۲-۱۴ گرم، تعداد بنه دختری زعفران به ترتیب به میزان ۴۸/۹۸ و ۹۲/۶۱ درصد افزایش یافت و همچنین با افزایش وزن بنه از ۹-۱۱ به ۱۲-۱۴ گرم نیز تعداد بنه دختری به میزان ۲۹/۲۸ درصد افزایش نشان داد. بیشترین تعداد بنه دختری به میزان ۱۵۳/۲۸ بنه از گروه وزنی ۱۲ تا ۱۴ گرم و بعدازآن به ترتیب به میزان ۱۱۸/۵۶ و ۷۹/۵۸ بنه در مترمربع از تیمارهای ۹-۱۱ و ۶-۸ گرم به دست آمد. لذا این محققین نتیجه گرفتند که وزن بنه مادری تأثیر زیادی بر تعداد و وزن بنه دختری در سال اول دارد که با نتایج حاصل از این تحقیق نیز مطابقت دارد. افزایش رشد و تولید بیشتر بنه‌های دختری در نتیجه کشت بنه‌های مادری بزرگ می‌تواند به دلیل ذخیره بیشتر عناصر غذایی در ابتدای دوره و نیز سرعت رشد و جذب بیشتر عناصر غذایی در طی فصل رشد صورت گیرد (Koocheki et al., 2014).

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر در نتیجه کاشت بنه‌های با وزن ۸/۱ تا ۱۲ گرم (با متوسط وزن ۱۰ گرم) به تعداد ۱۰۰ بنه در هر مترمربع، تعداد ۴۶۶/۳۶ بنه دختری به وجود آمده است (حدود ۴/۵ برابر تعداد بنه‌های کاشت شده) اما وزن بنه‌های دختری تولیدشده (۹۳۶/۵۵ گرم در مترمربع) نسبت به وزن بنه‌های مادری کاشته شده با متوسط وزن ۱۰ گرم (مجموعاً ۱۰۰۰ گرم در مترمربع) تفاوت چندانی ندارد و این روند تقریباً در مورد بنه‌های با وزن متوسط و کوچک هم صدق می‌کند (جدول ۴)، می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که گیاه زعفران در سال اول کاشت بیشتر انرژی خود را بجای افزایش وزن هر بنه دختری، صرف تولید تعداد بنه دختری بیشتری می‌نماید (شکل ۳).

در تأیید این نتایج، رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) نیز معتقدند که تمایل گیاه زعفران به افزایش تعداد بنه‌های دختری بجای افزایش وزن بنه‌های تولیدشده، سبب می‌شود تا مصرف کودهای آلی و بیولوژیک در سال‌های ابتدایی پس از کاشت بنه، بجای افزایش در وزن بنه، عمدتاً سبب افزایش تعداد بنه‌های دختری در واحد سطح شود.

اما با توجه به اینکه اکثر بنه‌های دختری تولیدشده در تمامی تیمارهای مورد آزمایش وزنی کمتر از ۴ گرم داشتند، امکان تفکیک بنه‌های دختری در گروه‌های وزنی و بررسی تفاوت بین تیمارهای مختلف وجود نداشت. بااین‌وجود مشخص شد که ۸۶/۸ درصد از تعداد و ۴۶/۶ درصد از وزن کل بنه‌های دختری به‌دست‌آمده در این آزمایش کمتر از ۴ گرم وزن داشتند (نتایج نشان داده نشده است). بر اساس این نتایج می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که تولید بنه‌های دختری بیشتر نسبت به تعداد بنه‌های مادری کاشت شده، که اکثر این بنه‌های دختری وزنی کمتر از ۴ گرم دارند سبب کاهش اختلاف بین اکثر صفات مورد بررسی از جمله تعداد گل، وزن خشک کلاله و وزن خشک گل در سال دوم انجام آزمایش شده است. وجود همبستگی معنی‌دار بین وزن بنه‌های دختری تولیدشده در سال اول با تعداد گل (۰/۶۷**)، وزن خشک کلاله (۰/۶۳**) و وزن خشک گل (۰/۶۴**) در سال دوم و معنی‌دار نبودن همبستگی بین تعداد بنه دختری تولیدشده در سال اول با تعداد گل ($۰/۳۳^{ns}$)، وزن خشک کلاله ($۰/۲۹^{ns}$) و وزن خشک گل ($۰/۳۲^{ns}$) در سال دوم نیز این نتایج را تأیید می‌نماید (نتایج نشان داده نشده است). بنابراین با توجه به اینکه وزن بنه‌های دختری تولیدشده در واحد سطح در پایان دوره رشد گیاه در سال اول با وزن بنه‌های مادری کاشت شده در واحد سطح تقریباً برابر بوده است، تمایل گیاه به افزایش تعداد بنه‌های دختری بجای افزایش وزن آن‌ها با توجه

www.SID.ir

Archive of SID

به معنی‌دار نبودن همبستگی بین تعداد بنه دختری و صفات مرتبط با عملکرد گیاه در سال دوم، منجر به کاهش اختلاف بین سطوح فاکتور وزن بنه مادری در سال دوم انجام آزمایش شده است. به‌بیان‌دیگر اختلاف بین وزن بنه‌ها در سال اول که با کاشت بنه‌های مادری بزرگ، متوسط و کوچک به وجود آمده بود با توجه به رفتار رشدی گیاه و تمایل به افزایش تعداد بنه‌های دختری بجای افزایش وزن بنه در دومین سال انجام آزمایش کاهش یافته است که طبیعتاً منجر به کاهش اختلاف بین تیمارهای آزمایشی نیز می‌شود.

همچنین افزایش تعداد گل، وزن خشک کلاله و وزن خشک گل در سال دوم انجام آزمایش نسبت به سال اول (جدول ۴) احتمالاً به دلیل تولید بیشتر گل توسط بنه‌های دختری مولد گل‌های سال دوم است. به عبارت ساده‌تر با فرض برابری تعداد و وزن بنه‌های مولد گل‌های سال اول (بنه‌های مادری کاشت شده) و سال دوم (بنه‌های دختری حاصل از بنه‌های کاشت شده)، بازهم تعداد گل‌های تولیدشده در سال دوم کاشت زعفران بیشتر خواهد بود.

شکل ۳- بنه های دختری برداشت شده از مزرعه زعفران پس از اتمام دوره رشد گیاه در اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ (بنه ها متعلق به تکرار ۲ تیمار کود دامی-بنه بزرگ می باشند.)

Figure 3- Harvested daughter corms from saffron farm after plant growth period in May, 2018 (corms belong to second block of com manure-big corm treatment).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که علیرغم تأثیرپذیری کم وزن خشک کلاله، وزن خشک گل، تعداد گل، تعداد بنه دختری و وزن بنه دختری از تغذیه با کودهای آلی در سال اول، وزن بنه مادری بر این صفات بسیار مؤثر است. لذا این امکان وجود دارد که دریافت مواد غذایی از خاک در ابتدا و همچنین در طول فصل رشد گیاه، نسبت به اندوخته غذایی بنه‌ها، سهم کمتری در عملکرد زعفران داشته باشد. در این صورت، بیشترین تأثیر استفاده از کودهای آلی در بهبود عملکرد زعفران به تولید بنه‌های درشت‌تر برای سال آینده مربوط می‌شود. اما در دومین سال رویش زعفران تیمار کود دامی با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر تیمارهای کودی سهم بیشتری در افزایش صفات وزن خشک کلاله و وزن خشک گل در طی دوره ۲۱ روزه گلدهی

www.SID.ir

Archive of SID

زعفران داشت. بعلاوه با برازش رگرسیون خطی ساده بین عملکرد تجمعی کلاله و روز پس از گلدهی مشخص شد که افزایش روزانه وزن خشک کلاله در واحد سطح در تیمار کود دامی تقریباً دو برابر سایر تیمارهای کودی مورد استفاده در این مطالعه بوده است. استفاده از کودهای دامی در مقایسه با سایر کودهای آلی سبب ورود میزان قابل‌توجهی ماده آلی به خاک مزرعه شده و می‌تواند باعث بهبود شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک شود. این مزیت کود دامی نسبت به دیگر کودهای آلی مورد استفاده در این تحقیق با توجه به حساسیت بالای گیاه زعفران به شرایط خاک، احتمالاً سبب تأثیرگذاری بیشتر کود دامی بر صفات مورد مطالعه شده است. بنابراین علیرغم تأیید تأثیر مثبت استفاده از کودهای آلی در زراعت زعفران توسط سایر محققین، این دسته از بهبوددهنده‌های رشد نباید به‌عنوان جایگزین کود دامی مورد توجه قرار گیرند. استفاده از کودهای آلی سنتزی از جمله اُمیک به همراه کود دامی ممکن است با بروز اثرات سینرژیک سبب بهبود عملکرد زعفران گردد که نیازمند انجام مطالعات بیشتر در این زمینه است. اما اختلاف مشهود بین سه سطح فاکتور وزن بنه مادری که در سال اول آزمایش در تمامی صفات مورد مطالعه مشاهده شده بود در دومین سال انجام آزمایش کاهش یافت؛ به‌طوری‌که تیمار بنه مادری بزرگ و متوسط به لحاظ آماری تأثیر یکسانی بر وزن خشک کلاله، وزن خشک گل و تعداد گل داشتند. احتمالاً تمایل ذاتی گیاه زعفران به افزایش تعداد بنه‌های دختری بجای افزایش وزن بنه‌های تولیدشده سبب شده است تا اختلاف بین وزن بنه‌ها در سال اول که با کاشت بنه‌های مادری بزرگ، متوسط و کوچک به وجود آمده بود، در دومین سال انجام آزمایش کاهش یابد که طبیعتاً منجر به کاهش اختلاف بین تیمارهای آزمایشی نیز می‌شود. بااین‌وجود کاشت بنه‌های با وزن کمتر از ۴ گرم به دلیل تأثیر نامطلوب بر صفات مرتبط با عملکرد در سال اول و دوم انجام آزمایش توصیه نمی‌شود.

قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح مشترک پژوهشی بین جهاد دانشگاهی واحد خراسان جنوبی و شرکت بنیادین فرآور سبز گستران با عنوان " بررسی کارایی ترکیب توأم دو امولسیون اُمیک و شیلد در مقایسه با روش‌های متداول در بهبود عملکرد زعفران" با کد "۳۱-۶۰۱۳" می‌باشد و توسط جهاد دانشگاهی مورد حمایت مالی و معنوی قرار گرفته است. نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند تا بدین‌وسیله از همکاری و مساعدت جناب آقای مهندس صادقی، رئیس محترم جهاد دانشگاهی واحد خراسان جنوبی، جناب آقای دکتر داراب یزدانی، مدیرکل محترم دفتر تخصصی کشاورزی و منابع طبیعی جهاد دانشگاهی کشور و همکاری سایر همکاران حوزه پژوهشی جهاد دانشگاهی در فراهم‌سازی شرایط و امکانات لازم جهت انجام این طرح تقدیر و تشکر نمایند. همچنین از همکاری جناب آقای دکتر حامد کاوه رئیس محترم پژوهشکده زعفران تربت‌حیدریه و سرکار خانم وحیده شریف مدیر محترم کنترل کیفیت این پژوهشکده قدردانی می‌شود.

References

Ahmadi, F., Aminifard, M.H., Khayyat, M., and Samadzadeh, A.R. 2017. Effects of different humic acid levels and planting density on antioxidant activities and active ingredients of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 5 (1): 61-71. (In Persian with English Summary).

Ahmadi, K.., Gholizadeh, H., and Ebadzadeh, H.R. 2017. Agricultural Statistics: The Statistics of the Horticultural Products. Ministry of Agriculture,

www.SID.ir

Archive of SID

Tehran. (In Persian with English Summary).

Aiken, G.R., McKnight, D.M., Wershaw, R.L., and MacCarthy, P. 1985. Humic Substances in Soil, Sediment and Water .Wiley-Interscience, New York, USA.

Amirshekari, H., Sorooshzadeh, A., Modaress Sanavy, A., and Jalali Javaran, M. 2006. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Biology 19 (1): 5-18. (In Persian with English Summary).

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Lee, S., and Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology 42 (1): 65-69.

Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., and Fallahi, H.R. 2016. Biomass partitioning during the life cycle of saffron (*Crocus sativus* L.) using regression models. Journal of Crop Science and Biotechnology 19 (1): 71-76.

Behdani, M.A., Koochaki, A.R., Nassiri Mahalati, M., and Rezvani Moghadam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian Journal of Field Crops Research 3 (1): 1-14.

Behnia, M.R. 1992. Saffron Cultivation. Tehran University Press, Tehran, Iran. (In Persian).

Boyer, J.S. 1968. Relationship of water potential to growth of leaves. Plant Physiology 43 (7): 1056-1062.

Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: MacCarthy, P., al, e. (Eds.), Humic Substances in Soil and Crop Science: Selected readings. Soil Science Society of America, USA, pp. 161-186.

Cooper, R.J., Liu, C.H., and Fisher, D.S. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. Crop Science 38 (6): 1639-1644.

De Juan, J.A., Córcoles, H.L., Mu˜noz, R.M., and Picornell, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30 (2): 212-219.

Dole, J.M., and Wilkins, H.F. 1999. Floriculture: Principle and Species. Viacom Press, New Jersey.

Douglas, M.H., Smallfield, B.M., Wallace, A.R., and McGimpsey, J.A. 2014. Saffron (*Crocus sativus* L.): The effect of mother corm size on progeny multiplication, flower and stigma production. Scientia Horticulturae 166: 50-58.

Ebrahimi, M. 2018. Apocarotenoids of *Crocus sativus* L. from Biosynthesis to Pharmacology. Marandiz Publishing in collaboration with ACECR of Sothern Khorasan Province, Mashhad.

Fallahi, H.R., Zamani, G.R., Aghhavani-Shajari, M., Samadzadeh, A.R., Branca, F., and Mehrabani, M. 2017. Saffron flower and stigma yield changes in response to application of different levels of super absorbent polymer. Journal of Medicinal Plants and By-product 6 (2): 145-151.

Golzari Jahan Abadi, M., Behdani, M.A., Sayyari Zahan, M.H., and Khorramdel, S. 2016. Effect of some fertilizer sources and mother corm weight on growth criteria and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Research 4 (2): 172-186. (In Persian with English Summary).

Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan Aval, M., and Khorasani, R. 2014. Effects of maternal corm weight and foliar application on replacement corm characteristics and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in the first year. Journal of Saffron Research 2 (1): 73-84. (In Persian with English Summary).

Herencia, J.F., Ruiz-Porras, J.C., Melero, S., Garcia-Galavis, P.A., Morillo, E., and Maqueda, C. 2007. Comparison between organic and mineral

www.SID.ir

Archive of SID

fertilization for soil fertility levels, crop macronutrient concentrations, and yield. Agronomy Journal 99 (4): 973–983.

Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The Effects of Chemical and Organic Fertilizers on Saffron Flowering. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, pp. 81-86.

Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron, Production and Processing. Zaban va Adab Press, Iran. (In Persian).

Khavari, A., Behdani, M.A., Zamani, G.R., and Mahmoodi, S. 2016. Effects of planting methods and corm weight on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in Qaenat region. Journal of Saffron Research 4 (1): 120-133.

Koocheki, A., Fallahi, H.R., Amiri, M.B., and Ehyaei, H.R. 2016. Effects of humic acid application and mother corm weight on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Agroecology 7 (4): 425-442. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., Azizi, H., and Shahriyari, R. 2014. The effects of mother corm size, organic fertilizers and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 2 (1): 3-16.

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., and Jamshid Eyni, M. 2014. Irrigation levels and dense planting affect flower yield and phosphorus concentration of saffron corms under semi-arid region of Mashhad. Northeast Iran. Scientia Horticulturae 180: 147-155.

Koocheki, A.R., and Sabet Teimouri, M. 2013. Effect of age of farm, corm size and manure fertilizer treatments on morphological criteria of Saffron (*Crocus sativus* L.) under Mashhad conditions. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi) 27 (105): 148-157.

Koocheki, A.R., Tabrizi, L., Amin Ghafouri, A., and Khorramdel, S. 2012. Evaluation of growth charachteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) by application of organic planting beds and different sowing methods. Journal of Agroecology 2 (2): 16-30.

Malakuti, M.G. 1996. Sustainable Agriculture and Yield Increase with Optimization Use Fertilizer in Iran. Instruction Agriculture Publication, Tehran. (In Persian).

Munshi, A.M. 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rainfed condition. Indian Aricanut and Spices Journal 18: 24-44.

Omidi, H., Naghdi Badi, H., Golzad, A., Torabi, H., and Fotoukiyan, M. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitive and quantitative of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plants 2 (30): 98-109. (In Persian with English Summary).

Osmani Roudi, H.R., Masoumi, A., Hamidi, H., and Razavi, S.A.L., 2015. Effects of first irrigation date and organic fertilizer treatments on Saffron (*Crocus sativus* L.) yield under Khaf climatic conditions. Saffron Agronomy and Technology 3 (1): 25-33.

Patra, D.D., Anwar, M., and Chand, S. 2000. Integrated nutrient management and waste recycling for restoring soil fertility and productivity in Japanese mint and mustard sequence in Uttar Pradesh, India. Agriculture, Ecosystems and Environment 80 (3): 267-275.

Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and Molina, R.V. 2012. Effect of corm size: water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Industrial Crops and Products 39: 40-46.

Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A., and Shabahang, J., 2013. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm

www.SID.ir

Archive of SID

density. Journal of Saffron Research 1 (1): 13-26.

Sabzevari, S., and Khazaie, H.R. 2009. The effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Agroecology 1 (2): 53-63.

Sabzevari, S., Khazaie, H.R., and Kafi, M. 2010. Studying the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Field Crop Research 8 (3): 473-480. (In Persian).

Sahabi, H., Jahan, M., Koocheki, A.R., and Nassiri Mahallati, M., 2017. Effect of mother corm weight and foliar application of nutrients on flower and corm yield of Spanish and Iranian saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 5 (2): 123-131.

Sharifi Ashoor Abadi, A. 1998. Evaluation of Soil Fertility in Agroecosystems. Islamic Azad Univesity of Oloum Tahghighat, Tehran, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

Possibility of Replacing Manure with Other Organic Amendments in saffron (*Crocus sativus* L.) Cultivation at Different Mother Corm Weights

Mahdi Ebrahimi[1], *Mohsen Pouyan*[2] *and Mohammad Mahdi Nezhad*[3]

Submitted: 1 January 2019 **Accepted:** 8 April 2019

Ebrahimi, M., Pouyan, M., and Nezhad, M.M. 2020. Possibility of Replacing Manure with Other Organic Amendments in saffron (*Crocus sativus* L.) Cultivation at Different Mother Corm Weights. Saffron Agronomy & Technology, 8(1): 37-57.

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of different organic amendments (cow manure, humic acid (Humax® 95–WSG), an organic-mineral-based emulsion (Omic®) and unfertilized control) and mother-corm weight (0 to 4 g, 4.1 to 8 g and 8.1 to 12 g) on flower and corm yield of saffron. The experiment was conducted as factorial experiment in randomized complete block-design with three replications in the Research Complex of Medicinal Plants, ACECR of the Southern Khorasan Province, Iran in 2017-18. According the results, evaluating the main effects of nutrition factor revealed no significant impact on most studied traits in the first year. However, in the second year and during the 21-day period of saffron flowering, cow manure treatment increased stigma dry weight by 77.3, 71.7 and 58.9% compared with the control, Humax and Omic treatments, respectively. By fitting the regression line between the cumulative dry weight of the stigma and days after flowering, it was found that stigma dry weight increased by 19.1, 11.43, 10.92 and 10.65 $mg.day^{-1}$ in cow manure, Omic, Humax and control treatments, respectively. In addition, the highest flower dry weight with 2858 $mg.m^{-2}$ was recorded in the cow manure treatment. The highest and lowest amount of the studied traits in both years belonged to big and small corm treatments, respectively. In the first year, stigma dry weight in the big corm treatment with 22.28 mg.m-2 was about 190 times higher than that of the small one. However, the difference in the second year fell to less than 3 times. In addition, the highest number (466.36 m^{-2}) and weight (936.559 $g.m^{-2}$) of daughter corms were obtained in the big mother corms treatment. In the second year, however, by reduction of the differences between mother corm weight treatments, stigma dry weight, flower dry weight and number of flowers in big and medium corm treatments were not statistically significant. Overall, the results of this study showed that the advantages of using manure in saffron cultivation due to its unique characteristics, such as improving the physical conditions of the soil cannot be compensated by other organic amendments. Moreover, not planting mother corms less than 4g is of main importance in saffron cultivation because of their adverse effects on saffron yield and must be considered by farmers.

Keywords: Organic-mineral-based emulsion, Linear regression, Cow manure, Daughter corm.

1 - Assistant Professor, Department of Production and Processing of Strategic Plants of Sothern Khorasan, Academic Center for Education, Culture and Research, Southern Khorasan Province
2 - Head of Medicinal Plants Research Complex, Academic Center for Education, Culture and Research, Southern Khorasan Province, Birjand, Iran
3 - CEO of Kan Shargh Mining Corporation, Sothern Khorasan Province, Birjand, Iran
(*- Corresponding author. Email: hazemagri@gmail.com)
DOI: 10.22048/jsat.2019.165266.1331

www.SID.ir