نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد هفتم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۸
شماره صفحه: ۲۸-۱۳
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2018.1622.1062

مقاله پژوهشی:

تأثیر کاربرد کودهای آلی و وزن بنه مادری بر عملکرد گل و بنه زعفران (*Crocus sativus L.*) در سال اول

مهدی ابراهیمی[1*]، محسن پویان[2] و محمد مهدی‌نژاد[3]
۱- استادیار گروه پژوهشی بهینه‌سازی تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی، بیرجند، ایران
۲- مدیر مجتمع تحقیقات گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی، بیرجند، ایران
۳- مدیر عامل شرکت معدنی کان شرق، خراسان جنوبی، بیرجند، ایران
*نویسنده مسئول: *Email: hazemagri@gmail.com*

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۷/۱۶

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی وزن بنه مادری (۰-۴، ۱-۴/۸ و ۱۲-۸/۱ گرم) و کودهای آلی (امولسیون آلی-معدنی با نام تجاری امیک، اسید-هیومیک با نام تجاری هیوماکس، کود دامی و شاهد بدون تغذیه) بر عملکرد گل و بنه زعفران در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، به‌صورت فاکتوریل، با سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مجتمع تحقیقات گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی خراسان جنوبی اجرا گردید. صفات مورد مطالعه شامل وزن کلاله، وزن گل، تعداد گل، تعداد و وزن جوانه‌ها و تعداد و وزن بنه دختری بودند. نتایج نشان داد که بالاترین میزان صفات مورد مطالعه به تیمار بنه بزرگ و پایین‌ترین آن به تیمار بنه کوچک تعلق داشت. وزن کلاله در تیمار بنه بزرگ با ۸۲/۲۲ میلی‌گرم در مترمربع نسبت به تیمار بنه کوچک حدود ۱۹۰ برابر بیشتر بود. بعلاوه 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. این نتایج صرف هزینه برای تهیه بنه‌های بزرگ (بیشتر از ۴ گرم) را توجیه می‌نماید، اما استفاده از کودهای آلی در مقایسه با شاهد، بر اکثر صفات مورد بررسی تأثیر معنی‌داری نداشت. با این‌وجود، مقایسه حدود اطمینان شیب‌خط رگرسیونی برازش شده بین وزن کلاله و اندازه بنه مادری در سطوح فاکتور نوع تغذیه نشان داد که بیشترین افزایش وزن کلاله با ۱۲/۹۱ میلی‌گرم به ازای هر واحد افزایش وزن بنه مادری به تیمار امیک تعلق داشت. لذا بر اساس نتایج این مطالعه، علیرغم تأثیرپذیری عملکرد گل و بنه زعفران از اندازه بنه مادری، استفاده از کودهای آلی در سال اول رشد تأثیر قابل‌توجهی بر این صفات ندارد. با این‌وجود، استفاده از کودهای آلی ممکن است سبب افزایش عملکرد مزرعه زعفران در سال‌های بعدی شود که البته نیازمند انجام مطالعات بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، خطای معیار، رگرسیون خطی، کود دامی

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus L.*) گیاهی علفی و چند ساله 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 مربوط به کلاله سه شاخه گل است (*Behnia, 1992*). ایران با سطح کشت حدود ۱۰۵۲۶۹ هکتار و تولید ۳۳۶ تن زعفران در سال به عنوان یکی از مهمترین تولید کنندگان زعفران در دنیا بحساب می‌آید. با این‌وجود، میزان عملکرد زعفران با ۳/۳ کیلوگرم در هکتار در ایران در مقایسه با سایر کشورهای تولید کننده آن بسیار پایین است (*Ahmadi et al., 2017*).

طبق تحقیقات صورت گرفته، اندازه بنه مادری یکی از عوامل تعیین کننده 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*). لذا علاوه بر عملکرد زعفران در سال اول، با توجه به تأثیرپذیری بنه‌های دختری از ذخیره غذایی بنه‌های مادری سال قبل، عملکرد سال‌های آینده مزرعه زعفران نیز تحت تأثیر اندازه بنه‌های مادری کاشته شده قرار خواهد گرفت (*Douglas et al., 2014*)، اما تحقیقات نشان داده است که علاوه بر اندازه 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*). لذا تغذیه مناسب گیاه زعفران به منظور 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، بدلیل اثرات زیست‌محیطی که مصرف این دسته از کودها دارند، کودهای آلی بعنوان 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 نیتروژن‌دار و عدم استفاده از کودهای آلی بوده است (*Malakuti, 1996*). استفاده از کودهای آلی در کشاورزی پایدار بدلیل افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود رشد گیاهان و عدم ایجاد مشکلات زیست محیطی بسیار مورد استقبال قرار گرفته است. در بین کودهای آلی سازگار با طبیعت، اسید هیومیک بعنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی، علاوه بر بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک بدلیل دارا بودن ترکیبات هورمونی، اثرات مثبت قابل ملاحظه‌ای 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 بوجود می‌آید و امروزه از آن برای افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی استفاده می‌شود (*Aiken et al., 1985*). هیومیک اسید با تأثیر مستقیم بعنوان یک ترکیب شبه هورمونی (*Cacco & Dell'Agnolla, 1984*) و تأثیر غیرمستقیم بصورت افزایش جذب عناصر غذایی با قابلیت کلات کنندگی و احیاء کنندگی (*Chen & Aviad, 1990*) و نیز افزایش متابولیسم ریز موجودات خاک، سبب بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد گیاهان می‌شود (*Cooper et al., 1998*).

استفاده از کودهای 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. با این وجود، نگاهی دقیق‌تر به تحقیقات انجام گرفته در ایران نشان می‌دهد که تنها انواع خارجی کودهای آلی مورد توجه محققان بوده است. بعنوان نمونه، در مطالعه احمدی و همکاران (*Ahmadi et al., 2017*)، گلزاری جهان آبادی و همکاران (*Golzari Jahan Abadi et al., 2016*) و همچنین کوچکی و همکاران (*Koocheki et al., 2016*) از ترکیب هیومیکی با نام تجاری هیوماکس[1] استفاده شده است که از ایالات متحده امریکا به ایران وارد می‌شود.

لذا در این مطالعه سعی شده است تا علاوه بر عامل اندازه بنه مادری، تأثیر استفاده از کودهای با منشا آلی نیز در بهبود عملکرد گل و بنه زعفران مورد بررسی قرار گیرد. از طرفی، استفاده از امولسیون آلی-معدنی اُمیک[2] بعنوان نوعی کود آلی داخلی و همچنین ترکیب هیوماکس بعنوان

1- Humax® 95 – WSG
2- Omic

نوعی اسید هیومیک وارداتی، امکان مقایسه بین این دو محصول را فراهم خواهد آورد.

مواد و روش‌ها

این طرح در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، بصورت فاکتوریل و با سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ 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) اجراء گردید. دو فاکتور این طرح شامل نوع تغذیه (اسید هیومیک با نام تجاری هیوماکس، امولسیون آلی-معدنی با نام تجاری اُمیک، کود دامی و شاهد بدون کود) و اندازه بنه مادری (۴-۰ گرم بعنوان کوچک، ۸-۴/۱ گرم بعنوان متوسط و ۱۲-۸/۱ گرم بعنوان بزرگ) بود.

به منظور 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 سه متر (شش متر مربع) و به تعداد ۳۶ عدد ایجاد شدند. فاصله بین دو کرت مجاور در هر تکرار برابر یک متر و فاصله بلوک‌ها از هم نیز سه متر در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه عمده شیب تغییرات یکنواختی زمین در جهت شمالی-جنوبی بود، بلوک‌های آزمایشی در همین 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 به منظور جلوگیری از تداخل آب بین کرت‌ها با خاک کاملاً پر شدند. در این مطالعه از روش آبیاری کرتی استفاده شد و انتقال آب به کرت‌ها با استفاده از لوله‌های انتقال آب انجام گرفت. در محل انشعاب آب 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 نیز حتی‌الامکان جلوگیری می‌شود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)، امولسیون اُمیک و مکمل شیلد

Table 1. Soil at the experimental site (0-30 cm) Omic emulsion and Shield supplement properties

	اسیدیته *pH*	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) *EC ($dS.m^{-1}$)*	شن (٪) *Sand (%)*	سیلت (٪) *Silt (%)*	رس (٪) *Clay (%)*	بافت *Texture*	ازت کل (٪) *Total N (%)*	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون) *P (available) (ppm)*	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون) *K (available) (ppm)*
خاک *Soil*	*8.29*	*2.52*	*43*	*32*	*25*	لومی *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*

فاکتورها

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

فاکتور اندازه بنه مادری

بنه‌های مورد استفاده در اول شهریور ماه ۹۶ از یک مزرعه هفت ساله در روستای فتح آباد (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 اندازه ۰-۴ گرم (بنه کوچک) ۱-۴/۸ گرم (بنه متوسط) و ۱۲-۸/۱ گرم (بنه بزرگ) گروه‌بندی شدند که این سه گروه، سه سطح فاکتور اندازه بنه مادری را تشکیل دادند. صرف نظر از اندازه بنه‌ها، تمامی کرت‌ها با تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع کشت شدند. فاصله ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله

بنه‌ها روی ردیف پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با این روش در هر خط کاشت ۶۰ بنه و در هر کرت ۶۰۰ بنه کشت می‌شود.

فاکتور نوع تغذیه

هیومیک اسید (با نام تجاری هیوماکس)

هیومیک اسید مورد استفاده با نام تجاری هیوماکس، محصول شرکت آمریکایی جی‌اچ بیوتک[3]است که حاوی ٪۱۵ فلویک اسید، ٪۵ پتاسیم اکسید و ٪۸۰ اسید هیومیک می‌باشد (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 با افزودن مقداری آب به آن، بنه‌ها بطور 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 دو 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 بوسیله آبپاش در سطح هر کرت توزیع شد. توزیع این میزان آب در سطح هر کرت شش متری منجر به پوشش کامل سطح خاک شد. بمنظور 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 (نه کرت) محاسبه و استوک آن تهیه 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 صورت گرفت. پس از اعمال این مرحله کرت‌های آزمایشی بلافاصله آبیاری شدند.

امولسیون آلی-معدنی (با نام تجاری اُمیک)

امولسیون آلی-معدنی که در این مطالعه با نام تجاری اُمیک معرفی می‌شود، محصول شرکت ایرانی ینیادین فرآور سبز گستران[4]است و 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 پنج در هزار قرار گرفتند. لازم به ذکر است که در این مرحله امیک به همراه مکمل آن با نام تجاری شیلد[5]با همان غلظت، مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور، ۱۰۰ میلی‌لیتر امیک و ۱۰۰ میلی-لیتر شیلد با ۲۰ لیتر آب مخلوط شد و قبل از کشت، بنه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در آن قرار گرفتند. بنه‌ها پس از این مدت زمان بلافاصله کشت شدند. مرحله دوم اعمال تیمار امیک بصورت 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، صورت گرفت. غلظت امیک در این مرحله ۱۰ لیتر در هکتار بود. آبیاری کرت‌ها بلافاصله پس از این مرحله انجام گردید. مشخصات امولسیون اُمیک و مکمل شیلد در جدول ۱ آمده است.

کود دامی

کود دامی از نوع گاوی کاملاً پوسیده در کرت‌های مربوطه بر مبنای ۴۰ تن در هکتار بود که بلافاصله پس از کاشت زعفران در هفته اول مهرماه ۱۳۹۶ در سطح کرت بطور یکنواخت پخش و با خاک کاملاً مخلوط گردید.

شاهد

کرت‌های شاهد بدون استفاده از هر گونه ماده مغذی خارجی کشت شدند.

پس از کشت کامل زمین (بنه‌های تحت تاثیر شاهد و تیمار کود دامی در مورخ سوم مهر ماه ۱۳۹۶ و دو تیمار اُمیک و هیوماکس در چهارم مهر ۱۳۹۶ کشت شدند) و آبیاری اولیه بنه‌های زعفران، به فاصله زمانی حدود دو 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 گاورو شدن خاک، زمین سله‌شکنی شد. در این روش با خرد کردن لایه سطحی و سله بسته خاک، شرایط برای خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک تسهیل می‌شود.

1- JH Biotech, Inc
2- Bonyadin Faravar_e Sabz Gostaran Co.
3- Shield

جدول ۲. خصوصیات هیومیک اسید با نام تجاری هیوماکس

Table 2. Humic acid (Humax®) properties

	اسید فولویک (٪) ***Fulvic acid (%)***	**اکسید پتاسیم** (٪) ***K_2O (%)***	**هیومیک اسید** (٪) ***Humic acid (%)***
هیوماکس *Humax*	*15*	*5*	*80*

اندازه‌گیری صفات

جمع‌آوری گل‌های زعفران پس از خروج اولین گل از خاک آغاز شد. گل‌ها بصورت روزانه از کرت‌های آزمایشی جمع آوری و پس از توزین، بخش اقتصادی گل‌ها (کلاله و خامه) از آن جدا و در محل مناسب خشک شدند. جمع‌آوری گل‌های زعفران تا پایان فصل گلدهی گیاه ادامه یافت. در پایان فصل گلدهی مجموع وزن گل و وزن کلاله بدست آمده از هر کرت بر حسب میلی‌گرم در متر مربع و تعداد گل نیز در واحد سطح محاسبه گردید.

همچنین همزمان با گلدهی و دو هفته پس از آن با برداشت پنج بوته از هر کرت (۰/۰۱ متر مربع)، تعداد جوانه-های بنه‌های مادری در واحد سطح شمارش شدند و پس از خشک شدن کامل، وزن آن‌ها بر حسب میلی‌گرم در واحد سطح محاسبه شد. پس از آخرین آبیاری مزرعه زعفران[۶] (اردیبهشت ۹۷) نیز از هر کرت آزمایشی پنج بوته (۰/۰۱ متر مربع) بطور تصادفی انتخاب و سپس تعداد کل بنه دختری و وزن کل بنه دختری در واحد سطح محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از اتمام هر یک از مراحل اندازه‌گیری صفات مورد نظر در این طرح، داده‌های بدست آمده از مزرعه تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین 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.

نتایج و بحث

وزن خشک کلاله

بر اساس نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها، وزن خشک کلاله (مجموع وزن کلاله و خامه) که نشان‌دهنده عملکرد اقتصادی زعفران است، تحت تأثیر وزن اولیه بنه مادری قرار گرفت؛ بطوری‌که با افزایش وزن بنه از دو گرم (بنه کوچک) به ۱۰ گرم (بنه بزرگ)، وزن خشک کلاله از ۰/۴۳۱ به ۸۲/۲۲ میلی‌گرم در متر مربع افزایش یافت. عملکرد بنه‌های متوسط با وزن شش گرم نیز ۲۴/۵۲ میلی-گرم در متر مربع بود که با هر دوسطح دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. بر این اساس، وزن خشک کلاله در تیمار بنه بزرگ نسبت به تیمار بنه متوسط حدود سه برابر و تیمار بنه کوچک حدود ۱۹۰ برابر بیشتر بود که نشان دهنده اهمیت استفاده از بنه‌های درشت در کشت زعفران است (جدول‌های ۳ و ۴). با توجه به کمی بودن فاکتور اندازه بنه مادری (میانگین اندازه بنه مادری)، برازش رگرسیون خطی نشاندهنده معنی‌داری رابطه بین عملکرد اقتصادی زعفران و اندازه بنه مادری بود (جدول ۵). بررسی شیب خط رگرسیونی نشان می‌دهد، به ازای هر یک گرم افزایش وزن بنه مادری، عملکرد زعفران ۹/۸ میلی‌گرم در متر مربع افزایش می‌یابد (جدول ۵).

در مطالعه کوچکی و همکاران (*Koocheki et al., 2016*) روی بررسی اثرات هیومیک اسید و وزن بنه مادری بر رشد و عملکرد زعفران مشخص شد که عملکرد کلاله خشک در تیمار بنه‌های مادری درشت (۹-۱۰ گرم) ۲۸ درصد بیشتر از تیمار بنه‌های مادری ریز (۴-۵ گرم) بود. 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 ۳/۵ برابری عملکرد کلاله و عملکرد بنه دختری و نه برابری تعداد گل شد. 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

۱- زرد آب

(*Douglas et al., 2014*)، اما بر اساس نتایج مقایسه میانگین، تیمار هیوماکس با ۱۵/۳۵ میلی‌گرم در متر مربع و تیمار کود دامی با ۴۱/۸۰ میلی‌گرم در متر مربع به ترتیب کمترین و بیشترین میزان وزن خشک کلاله را به خود اختصاص دادند.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر بهبوددهنده‌های رشد و وزن بنه بر وزن کلاله، وزن گل، تعداد گل، وزن جوانه بنه مادری و تعداد جوانه بنه مادری زعفران

Table 3. Analysis of variance for the effects of fertilizer and corm size on dried stigma weight, dried flower weight, number of flowers, dried bud weight and number of buds in saffron

منابع تغییر *S.O.V*	درجه آزادی *df*	میانگین مربعات *Mean of squares*			
		وزن خشک کلاله *Dried stigma weight*	وزن خشک گل *Dried flower weight*	تعداد گل *Number of flowers*	وزن جوانه بنه مادری در زمان گلدهی *Dried bud weight at anthesis*
بلوک *Block*	2	202.57 ^{ns}	21235.5 ^{ns}	7.5 ^{ns}	13816691.6 ^{ns}
بهبود دهنده رشد (*F*) *Fertilizer (F)*	3	907.28 ^{ns}	209329.1 ^{ns}	32.5 ^{ns}	22534211.3 ^{ns}
اندازه بنه (*C*) *Corm size (C)*	2	17819.92 **	2279824.9 **	641.0 **	213400225.4 **
F ×C	6	723.15 ^{ns}	326012.1 ^{ns}	30.0 ^{ns}	10811389.1 ^{ns}
خطا *Error*	21	474.00	676985.9	7.5 ^{ns}	8942479.0
ضریب تغییرات (٪) *CV (%)*		63.29	64.61	62.07	45.35

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

*ns, *, and **: indicates non-significant and significant difference at 5 and 1% probability levels, respectively.*

جدول ۳. ادامه

Table 3. Continued

منابع تغییر *S.O.V*	میانگین مربعات *Mean of squares*				
	وزن جوانه بنه مادری دو هفته پس از گلدهی *Dried bud weight 2 weeks after anthesis*	تعداد جوانه بنه مادری در زمان گلدهی *Number of buds at anthesis*	تعداد جوانه بنه مادری دو هفته بعد از گلدهی *Number of buds 2 weeks after anthesis*	تعداد بنه‌های دختری *Number of daughter corms*	وزن بنه‌های دختری *Weight of daughter corms*
بلوک *Block*	8334028.5 ^{ns}	4962.7 ^{ns}	11457.5 ^{ns}	20288.0 ^{ns}	54862.7 ^{ns}
بهبود دهنده رشد (*F*) *Fertilizer (F)*	28844491.2 ^{ns}	1410.1 ^{ns}	5791.0 ^{ns}	7515.9 ^{ns}	162690.2 *
اندازه بنه (*C*) *Corm size (C)*	106836585.6 **	212645.2**	228522.9**	226790.2 **	1167836.7 **
F ×C	19895338.6 ^{ns}	8522.8 ^{ns}	9961.9*	7685.9 ^{ns}	24388.0 ^{ns}
خطا *Error*	11170806.8	3806.2	3631.1	11461.9	49593.4
ضریب تغییرات (٪) *CV (%)*	44.99	23.96	22.13	34.51	38.17

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 and 1% and non-significant, respectively.*

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 ۳)، اما برازش خطوط رگرسیونی مجزا بین عملکرد زعفران و اندازه بنه در هر یک از سطوح فاکتور نوع تغذیه و مقایسه حدود اطمینان شیب این خطوط مشخص نمود که بیشترین افزایش عملکرد با افزایش اندازه بنه، در تیمار کود امیک (۱۲/۹۱ میلی‌گرم به ازای هر واحد افزایش وزن بنه مادری) حاصل شده است که به لحاظ آماری نیز بطور معنی‌داری با تیمار هیوماکس (۴/۵۷ میلی‌گرم به ازای هر واحد افزایش وزن بنه مادری) اختلاف داشت (جدول ۵ و شکل ۱).

پایین بودن عملکرد و شیب افزایش عملکرد زعفران در تیمار هیوماکس در مقایسه با شاهد گرچه ممکن است در نتیجه غلظت یا روش کاربرد غیربهینه این کود آلی بروز نموده باشد، اما به هرحال با نتایج گزارشات سایر محققین از کاربرد این پلیمر آلی در زعفران از جمله مطالعه کوچکی و همکاران (*Koocheki et al., 2016*)، گلزاری جهان آبادی 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*) مغایرت دارد. لذا انجام مطالعات بیشتر روی این هیومیک اسید وارداتی به منظور تأیید عدم زیان‌بخش بودن آن در زراعت زعفران توصیه می‌شود.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر نوع تغذیه و اندازه بنه مادری بر وزن کلاله، وزن گل، تعداد گل، وزن جوانه بنه مادری و تعداد جوانه بنه مادری در زعفران

Table 4. Mean comparisons for the effect of nutrition treatment and mother corm size on dried stigma weight, dried flower weight, number of flowers, dried bud weight and number of buds in saffron

تیمار *Treatment*	وزن خشک کلاله *Dried stigma weight* ($mg.m^{-2}$)	وزن خشک گل *Dried flower weight* ($mg.m^{-2}$)	تعداد گل *Number of flowers* ($No.m^{-2}$)	وزن جوانه بنه مادری در زمان گلدهی *Dried bud weight at anthesis* ($mg.m^{-2}$)	وزن جوانه بنه مادری دو هفته پس از گلدهی *Dried bud weight at 2 weeks after anthesis* ($mg.m^{-2}$)
تغذیه *Nutrition*					
شاهد *Control*	38.72 a*	321.8 a	7.6 a	5696 ab	6892 ab
کود دامی *Cow manute*	41.80 a	331.5 a	7.8 a	8501 a	9833 a
هیوماکس *Humax®*	15.35 b	117.4 b	3.1 b	4475 b	5343 b
اُمیک *Omic®*	39.61 a	322.9 a	7.6 a	7465 ab	7412 ab
اندازه بنه مادری *Corm size*					
کوچک *Small-sized*	0.431 c	4.3 c	0.1 c	2645 c	4262 c
متوسط *Medium-sized*	24.52 b	200.4 b	4.9 b	5975 b	7459 b
بزرگ *Big-sized*	82.22 a	660.8 a	15.6 a	11575 a	10849 a

در هر ستون و برای هر فاکتور، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون و برای هر جزء، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، به لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد با هم تفاوتی ندارند.

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

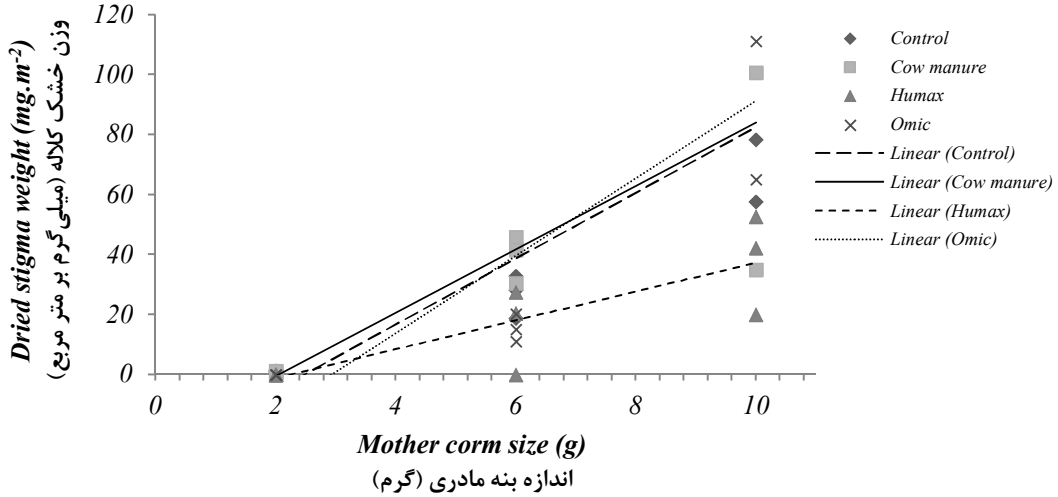
جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

تیمار *Treatment*	تعداد جوانه بنه مادری در زمان گلدهی *Number of buds at anthesis* ($No.m^{-2}$)	تعداد جوانه بنه مادری دو هفته بعد از گلدهی *Number of buds at 2 weeks after anthesis* ($No.m^{-2}$)	تعداد بنه‌های دختری *Number of daughter corms* ($No.m^{-2}$)	وزن بنه‌های دختری *Weight of daughter corms* ($g.m^{-2}$)
تغذیه *Nutrition*				
شاهد *Control*	266.6 a*	290.0 a	329.1 a	556.8 ab
کود دامی *Cow manute*	264.8 a	261.4 ab	307.5 a	777.6 a
هیوماکس *Humax®*	220.6 a	226.5 b	256.0 a	427.1 b
اُمیک *Omic®*	273.7 a	305.9 a	342.2 a	554.9 ab
اندازه بنه مادری *Corm size*				
کوچک *Small-sized*	128.6 c	142.7 c	177.5 c	266.0 c
متوسط *Medium-sized*	253.7 b	259.3 b	299.8 b	577.0 b
بزرگ *Big-sized*	402.1 a	427.5 a	466.3 a	936.5 a

در هر ستون و برای هر فاکتور، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون و برای هر جزء، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، به لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد با هم تفاوتی ندارند.

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



شکل ۱. خطوط رگرسیونی برازش شده بین وزن خشک کلاله و اندازه بنه مادری در سطوح مختلف نوع تغذیه

Fig. 1. Regression lines fitted between dried stigma weight and mother corm size for different levels of nutritioning

جدول ۵. ضریب تبیین (R^2)، شیب (b)، انحراف معیار شیب (se) و معادله خط برای رگرسیون‌های برازش شده بین اندازه بنه مادری و وزن کلاله

Table 5. Coefficient of determination (R2), slope (b), standard Error for the slope (se) and equation of fitted regressions between mother corm size and dried stigma weight

رگرسیون برازش شده *Fitted regression*	شیب خط رگرسیونی *Slope (b)*	انحراف معیار *Standard error for the slope (se)*	ضریب تبیین اصلاح شده *Adjusted coefficient of determination (R^2)*	معادله خط *Line equation*
رگرسیون بین اندازه بنه مادری و وزن کلاله *Fitted regression between mother corm size and dried stigma weight*	*9.8*	*1.24*	*0.63***	*y=9.8x -24.1*
رگرسیون بین اندازه بنه و وزن کلاله در سطح شاهد *Fitted regression between mother corm size and dried stigma weight for control*	*10.9*	*2.28*	*0.73***	*y=10.9x-26.9*
رگرسیون بین اندازه بنه و وزن کلاله در سطح کود دامی *Fitted regression between mother corm size and dried stigma weight for cow manure*	*10.5*	*2.48*	*0.68***	*y=10.5x-21.6*
رگرسیون بین اندازه بنه و وزن کلاله در سطح هیوماکس *Fitted regression between mother corm size and dried stigma weight for Humax*	*4.57*	*1.21*	*0.65***	*y=4.57x-8.7*
رگرسیون بین اندازه بنه و وزن کلاله در سطح امیک *Fitted regression between mother corm size and dried stigma weight for Omic*	*12.9*	*2.7*	*0.72***	*y=12.9x-37.8*

وزن خشک و تعداد گل

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها، تیمار کود دامی و هیوماکس به ترتیب با عملکرد ۳۳۱/۵ و ۱۱۷/۴ میلی‌گرم گل در متر مربع، بیشترین و کمترین میزان گل را تولید نمودند. از طرفی وزن خشک گل در تیمار بنه بزرگ با ۶۶۰/۸ میلی‌گرم در مترمربع نسبت به دو تیمار بنه متوسط و بنه کوچک اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). نتایج مربوط به تعداد گل در واحد سطح نیز با توجه به همبستگی بالای بین عملکرد و تعداد گل تولیدی (۰/۹۹**)، از روند مشابهی پیروی می‌کند (نتایج همبستگی نشان داده نشده است).

این نتایج نشان می‌دهد که علی‌رغم تأثیرپذیری کم وزن خشک و تعداد گل از تغذیه بنه‌ها در سال اول، تأثیر پذیری این صفات از اندازه بنه مادری بسیار زیاد است. 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 (*Douglas et al., 2014*)، عملکرد سال‌های آینده مزرعه زعفران نیز تحت تأثیر اندازه بنه‌های مادری قرار خواهد گرفت. در تأیید این نتایج صحابی و همکاران (*Sahabi et al., 2017*) نشان دادند که با افزایش وزن بنه مادری، تعداد و وزن گل بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد. در مطالعه این محققین، بیشترین وزن گل (۲۴/۳ گرم در متر مربع) و بیشترین تعداد گل (۴۸/۶ گل در متر مربع) در تیمار بنه مادری با وزن ۲۳-۱۵/۱ گرم بدست آمد و کمترین میزان این صفات به بنه‌های مادری با وزن کمتر از ۸ گرم تعلق داشت که احتمالاً بدلیل اندوخته غذایی بیشتر و رشد

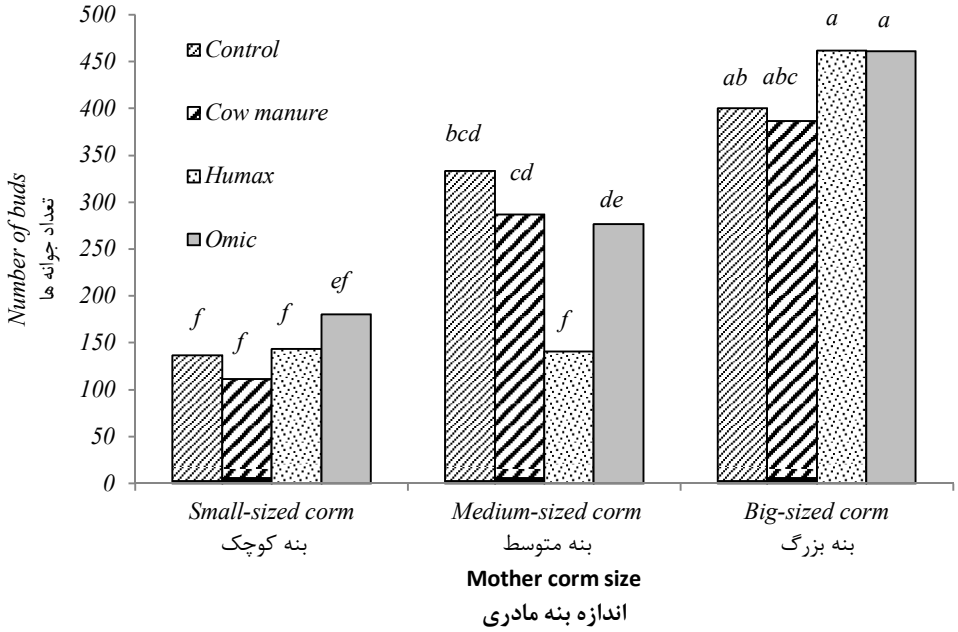
سریعتر ریشه‌ها در بنه‌های درشت است که به استقرار بهتر گیاه کمک زیادی می‌نماید. وجود ارتباط مستقیم بین اندازه یا قطر بنه مادری با عملکرد گل زعفران توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (*Gresta et al., 2008; Kumar et al., 2009*).

وزن و تعداد جوانه بنه مادری

بر اساس نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین، صفت وزن جوانه بنه مادری هم در زمان گلدهی و هم دو هفته پس از آن تحت تأثیر اندازه بنه مادری قرار گرفت؛ بطوری‌که در زمان گلدهی وزن جوانه‌ها در تیمار بنه بزرگ با ۱۱۵۷۵ میلی‌گرم در متر مربع بیشترین و در تیمار بنه کوچک با ۲۶۴۵ میلی‌گرم در متر مربع کمترین میزان را به خود اختصاص داد. مشابه این نتایج در دو هفته پس از گلدهی نیز مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۴).

در زمان گلدهی تیمار کود دامی با ۸۵۰۱ میلی‌گرم بر متر مربع بیشترین و تیمار هیوماکس با ۴۴۷۵ میلی‌گرم در متر مربع کمترین وزن جوانه را به خود اختصاص دادند. دو تیمار امیک و شاهد نیز به ترتیب با ۷۴۶۵ و ۵۶۹۶ میلی‌گرم بر متر مربع در یک گروه آماری قرار گرفتند. این نتایج در دو هفته پس از گلدهی نیز تغییری پیدا نکرد (جدول ۴).

صفت تعداد جوانه بنه مادری نیز در زمان گلدهی و دو هفته پس از آن بطور معنی‌داری تحت تأثیر اندازه بنه‌های کشت شده قرار گرفت. بیشترین تعداد جوانه در زمان گلدهی با ۴۰۲/۱ جوانه در متر مربع به تیمار بنه بزرگ تعلق داشت که با دو سطح بنه متوسط و بنه کوچک اختلاف معنی‌داری نشان داد. در این زمان اختلافی بین سطوح مختلف تغذیه گیاه مشاهده نشد (جدول ۴).



شکل ۲. برش‌دهی اثر متقابل بین نوع تغذیه و اندازه بنه مادری برای صفت تعداد جوانه در دو هفته پس از گلدهی در سطوح فاکتور اندازه بنه مادری

Fig. 2. Slicing the interaction of mutrition type and mother corm size at levels of mother corm size for number of buds two weeks after flowering

اما در دو هفته بعد از گلدهی بدلیل معنی‌دار شدن اثر متقابل بین فاکتور اندازه بنه و نوع تغذیه، با برش‌دهی اثر متقابل مشخص گردید که تغذیه گیاه با هیوماکس در زمانیکه اندازه بنه مادری کمتر از ۸ گرم باشد عملاً منجر به افزایش تعداد جوانه بنه مادری نخواهد شد (تعداد جوانه بنه مادری در تیمار هیوماکس-بنه متوسط به لحاظ آماری در

گروه تیمارهای با اندازه بنه کوچک قرار گرفته است) (شکل ۲).

بر اساس مطالعه بهدانی و همکاران (*Behdani et al., 2016*)، تعداد و وزن جوانه‌های زعفران در طول دوره رشد این گیاه تا اواسط ماه مارس میلادی (اوایل فروردین‌ماه) روند افزایشی دارد. لذا نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از بنه‌های با اندازه درشت و تغذیه مناسب بنه‌های مادری ممکن است بتواند بر سرعت روند افزایش تعداد و وزن جوانه‌ها اثرگذار باشد. هر بنه زعفران دارای ۱ یا ۲ جوانه رأسی است که مسئول تولید برگ‌های جدید، محور گل و ۱ یا ۲ بنه دختری می‌باشد. بعلاوه ۷-۴ جوانه ثانویه نیز بصورت مارپیچ نامنظم در بخش پایینی هر بنه مادری قرار دارند که تعداد بیشتری بنه دختری با اندازه کوچکتر تولید می‌نمایند (*Kumar et al., 2009*). با توجه به اینکه تعداد و اندازه جوانه‌های بنه مادری بعنوان نقاط مریستمی گیاه برای تولید بنه‌های دختری پس از گلدهی از اهمیت بالایی برخوردار است، نتایج نشان می‌دهد که کاشت بنه‌های با اندازه درشت و تغذیه مناسب بنه‌های مادری ممکن است بتواند بر سرعت روند افزایشی تعداد و وزن جوانه‌ها پس از گلدهی و در نتیجه عملکرد زعفران در سال بعد تأثیر زیادی داشته باشد. فعالیت جوانه‌ها پس از گلدهی و در ماه نوامبر شروع شده و می‌تواند در سراسر دوره رشد رویشی گیاه ادامه یابد، اما معمولاً بیشترین سرعت تشکیل جوانه‌های دختری در ماه دسامبر صورت می‌گیرد (*Feizi et al., 2015*).

تعداد و وزن بنه دختری

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تعداد بنه دختری در واحد سطح تحت تأثیر اندازه بنه مادری قرار گرفت. همانگونه که در جدول ۴ نشان داده شده است، تیمار بنه مادری بزرگ (۱-۸/۱۲ گرم) با ۴۶۶/۳۶ بنه دختری در متر مربع، بیشترین تعداد بنه دختری را به خود اختصاص داد (شکل ۳). این تعداد بنه دختری نسبت به تیمارهای بنه مادری متوسط (۱-۴/۸ گرم) و بنه مادری کوچک (۰-۴ گرم) به ترتیب ۱/۵۵ و ۲/۶۲ برابر بیشتر بود. کوچکی و همکاران (*Koocheki et al., 2014*) نیز تأثیر استفاده از بنه‌های مادری درشت در افزایش تعداد بنه‌های دختری را تایید نموده‌اند. این محققین نتیجه گرفتند که استفاده از بنه‌های مادری درشت (بیش از ۸ گرم) بجای بنه‌های ریز (۴-۰/۱ گرم) منجر به افزایش حدود سه برابری تعداد بنه‌های دختری تولید شده در واحد سطح می‌شود که تطابق خوبی با نتایج این مطالعه دارد، اما افزایش وزن بنه مادری نه تنها منجر به افزایش تعداد بنه دختری در واحد سطح شد، بلکه وزن بنه دختری را نیز افزایش داد. بر این اساس، وزن بنه دختری در متر مربع از ۲۶۶/۰۸ گرم 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 (جدول‌های ۳ و ۴). افزایش تعداد و وزن بنه مادری در واحد سطح در نتیجه کاشت بنه‌های مادری درشت‌تر توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. بعنوان نمونه، خاوری و همکاران (*Khavari et al., 2016*) گزارش کردند که با افزایش وزن بنه مادری از ۸-۶ گرم به ۱۱-۹ گرم و ۱۴-۱۲ 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 ۱۴-۱۲ 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 ۱۴-۱۲ گرم و بعد از آن به ترتیب به میزان ۱۱۸/۵۶ و ۷۹/۵۸ بنه در متر مربع از تیمارهای ۱۱-۹ و ۸-۶ گرم بدست آمد. لذا این محققین نتیجه گرفتند که اندازه 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 نتیجه کاشت بنه‌های با وزن ۱۲-۸/۱ گرم (با متوسط وزن ۱۰ گرم) به تعداد ۱۰۰ بنه در هر متر مربع، تعداد ۴۶۶/۳۶ بنه دختری بوجود آمده است (حدود ۴/۵ برابر وزن بنه‌های کاشته شده)، اما وزن بنه‌های دختری تولید شده (۹۳۶/۵۵ گرم در متر مربع) نسبت به وزن بنه‌های مادری کاشته شده با متوسط وزن ۱۰ گرم (مجموعاً ۱۰۰۰ گرم در متر مربع) تفاوت چندانی ندارد و این روند تقریباً در مورد بنه‌های با وزن متوسط و کوچک هم صدق می‌کند، می‌توان این طور نتیجه گرفت که گیاه زعفران در سال اول کاشت بیشتر انرژی خود را بجای

افزایش اندازه هر بنه دختری، صرف تولید تعداد بنه دختری بیشتری می‌نماید (شکل ۳).

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

اما با توجه به اینکه اکثر بنه‌های دختری تولید شده 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. با این وجود مشخص شد که ۸۶/۸ درصد از تعداد و ۴۶/۶ درصد از وزن کل بنه‌های دختری بدست آمده در این آزمایش متعلق به بنه‌های با وزن کمتر از ۴ گرم بودند (نتایج نشان داده نشده است). اما تیمارهای کودی مختلف در این آزمایش بلحاظ تعداد بنه دختری تولید شده در متر مربع با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول‌های ۳ و ۴). هرچند در بین تیمارهای کودی، تیمار کود دامی با ۷۷۷/۶ گرم در متر مربع بیشترین و تیمار هیوماکس با ۴۲۷/۱ گرم در متر مربع کمترین وزن بنه دختری در متر مربع را به خود اختصاص دادند و در گروه‌های آماری مختلف قرار گرفتند (جدول‌های ۳ و 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، تطابق دارد. این نتایج همچنین تا حدودی مشخص می‌نمایند که تغذیه زعفران توسط کودهای آلی بر تعداد بنه‌های دختری تأثیر قابل ملاحظه‌ای ندارد و افزایش احتمالی عملکرد زعفران در سال آینده به تولید بنه‌های دختری بزرگتر مربوط می‌شود.

شکل ۳. بنه‌های دختری برداشت شده از مزرعه زعفران پس از اتمام دوره رشد گیاه در اردیبهشت‌ماه (بنه‌ها متعلق به تکرار ۲ تیمار کود دامی-بنه بزرگ می‌باشند).

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

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که علی‌رغم تأثیرپذیری کم عملکرد گل و بنه زعفران از تغذیه با کودهای آلی در سال اول، اندازه بنه مادری بر این صفات بسیار مؤثر است. استفاده از بنه‌های بزرگ با وزن ۱۲-۸ گرم علاوه بر دستیابی به عملکرد بالاتر کلاله و همچنین افزایش تعداد و وزن گل، تعداد و وزن جوانه‌های بنه مادری را نیز افزایش داد که خود از عوامل بهبود تولید بنه‌های دختری در سال آینده بشمار می‌آید. بر این اساس، تعداد کل بنه دختری در واحد سطح و همچنین وزن کل بنه دختری در واحد سطح

بطور معنی‌داری با افزایش اندازه بنه مادری به ترتیب از ۱۷۷/۵ بنه دختری و ۲۶۶/۰۸ گرم در متر مربع در تیمار بنه کوچک، به۴۶۶/۳ بنه دختری و ۹۳۶/۵۵ گرم در متر مربع در تیمار بنه بزرگ افزایش یافتند. این نتایج صرف هزینه اولیه بیشتر برای استفاده از بنه‌های درشت و مرغوب جهت احداث مزرعه زعفران را توجیه می‌نماید، اما علی‌رغم اثبات اثر بخشی استفاده از کودهای آلی در بهبود تولید و رشد زعفران توسط بسیاری از مطالعات صورت گرفته، نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر نه چندان قابل توجه این دسته از کودها در سال اول رشد زعفران بود. لذا این امکان وجود دارد که دریافت مواد غذایی از خاک و در طول فصل رشد گیاه، نسبت به اندوخته غذایی بنه‌ها، سهم کمتری در عملکرد زعفران داشته باشد. در این‌صورت، بیشترین تأثیر استفاده از کودهای آلی در بهبود عملکرد زعفران به تولید بنه‌های درشت‌تر برای سال آینده مربوط می‌شود. اسید هیومیک مورد استفاده با نام تجاری هیوماکس بعنوان یک ترکیب هیومیکی وارداتی نه تنها نتوانست منجر به بهبود عملکرد زعفران شود، بلکه در برخی موارد بر صفات مورد بررسی تأثیر نامطلوبی نیز نشان داد. با این‌وجود تیمار امولسیون امیک و کود دامی هیچگونه تأثیر نامطلوبی بر صفات مورد بررسی نداشتند و علی‌رغم اینکه در اغلب صفات مورد بررسی با شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند، اما به لحاظ عددی نسبت به شاهد برتری داشتند. لذا گرچه بر اساس مطالعات صورت گرفته، استفاده از کودهای با منشا آلی در تولید زعفران علاوه بر کاهش اثرات زیست‌محیطی ممکن است بتواند عملکرد این محصول را در مجموع سال‌های استقرار گیاه در مزرعه افزایش دهد، اما بهبود عملکرد و رشد این گیاه دارویی ارزشمند در سال اول کاشت نیازمند مطالعات بیشتری در جهت تعیین نوع، میزان و نحوه بهینه استفاده از کودهای آلی می‌باشد.

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» می‌باشد. نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری و مساعدت جناب آقای مهندس جلال الدین صادقی، ریاست محترم جهاد دانشگاهی واحد خراسان جنوبی، جناب آقای دکتر داراب یزدانی، مدیر کل محترم دفتر تخصصی کشاورزی و منابع طبیعی جهاد دانشگاهی کشور، جناب آقای دکتر سید مجید تولیت ابوالحسنی، رییس مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران و همچنین همکاری سایر همکاران حوزه پژوهشی جهاد دانشگاهی در فراهم‌سازی شرایط و امکانات لازم جهت انجام این طرح تقدیر و تشکر نمایند.

منابع

Ahmadi, F., Aminifard, M.H., Khayyat, M., Samadzade, A.R. 2017. Effects of different humic acid levels and planting density on antioxidant activities and active ingredients of saffron (Crocus sativus L.). Saffron Agron. Technol. 5, 61-71. [in Persian with English Summary].

Ahmadi, F., Aminifard, M.H., Khayyat, M., 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 Agron. Technol. 5, 61-71. [in Persian with English Summary].

Ahmadi, K.., Gholizadeh, H., and and Badzadeh, H.R., 2017. Agricultural Statistics: The statistics of the Horticultural Products. Ministry of Agriculture, Tehran, Iran. [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.). J. Biol. 19, 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. Europ. J. Soil Biol. 42, 65-69.

Aytekin, A., and Acikgoz, A.O., 2008. Hormone and microorganism treatments in the cultivation of saffron (Crocus sativus L.) Plant. Mol. Plant. 13, 1135-1146.

Behnia, M.R., 1992. Saffron Cultivation. Tehran University Press, Tehran, Iran. [in Persian].

Cacco, G., and Dell'Agnolla, G., 1984. Plant growth regulator activity of soluble humicsubstances. Can. J. Soil Sci. 64, 25-28.

Chen, Y., and Aviad, T., 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: MacCarthy, P., (Ed.), 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 Sci. 38, 1639-1644.

De Juan, J.A., Córcoles, H.L., Mũoz, R.M., and Picornell, M.R., 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Ind. Crop Prod. 30, 212-219.

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. Sci. Hortic. 166, 50-58.

Ebrahimi, M., Pouyan, M., Kohansal Vajargah, S., Raghara, H., and Hoseini, S., 2017. Trend analysis of three strategic products of saffron, barberry and jujube in Southern Khorasan using pearson correlation coefficient. 8th National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, Hamadan. [in Persian].

Fallahi, H.R., Paravar, A., Behdani, M.A., Aghhavani-Shajari, M., and Fallahi, M.J., 2014. Effects of saffron corm and leaf extracts on early growth of some plants to investigate the possibility of using them as associated crop. Not. Sci. Biol. 6, 282-287.

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.). J. Saffron Res. 4, 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. J. Saffron Res. 2, 73-84. [in Persian with English Summary].

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. J. Saffron Res. 4, 120-133. [in Persian with English Summary].

Koocheki, A., Fallahi, H.R., Amiri, M.B., Ehyaei, H.R., 2016. Effects of humic acid application and mother corm weight on yield and growth of saffron (Crocus sativus L.). J. Agroecol. 7, 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 Agron. Technol. 2, 3-16. [in Persian with English Summary].

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., 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. Sci. Hort. 180, 147-155.

Malakuti, M.G., 1996. Sustainable agriculture and yield increase with optimization use fertilizer in Iran. Instruction Agriculture Publication, Tehran, Iran. [in Persian].

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.). J. Medic. Plant. 2, 98-109. [in Persian with English Summary].

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.). Ind. Crop. Prod. 39, 40-46.

Rengrudkij, P., Partida, G.J. 2003. The effects of humic acid and phosphoric acid on grafted hass avocado on Mexican seedling rootstocks. World Avocado Congress, pp. 395-400.

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 density. J. Saffron Res. 1, 13-26. [in Persian with English Summary].

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.). J. Agroecol. 2, 53-63. [in Persian with English Summary].

Sabzevari, S., Khazaie, H.R., and Kafi, M., 2010. Studying the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (Triticum aestivum L.). Iran. J. Field Crop Res. 8, 473-480. [in Persian with English Summary].

Young, C.C., Rekha, P., Lai, W.A., and Arun, A., 2006. Encapsulation of plant growth-promoting bacteria in alginate beads enriched with humic acid. Biotechnol. Bioeng. 95, 76-83.

Journal of Saffron Research (semi-annual)
Vol.7, No.1, Spring & Summer, 2019
p. 13-28
http://dx.doi.org/10.22077/jsr.2018.1622.1062

University of Birjand

Original Article:

Effect of Organic Fertilizers and Mother-corm Size on Flower and Corm Yield of Saffron (Crocus sativus) in the First Year

Mahdi Ebrahimi[1*], Mohsen Pouyan[2] and Mohammad Mahdi Nezhad[3]
1- Assistant Professor of Research Group for Optimizing the Production and Processing of Medicinal Plants, Academic Center for Education, Culture and Research, Birjand, Sothern Khorasan Province, Iran
2- Head of Medicinal Plants Research Complex, Academic Center for Education, Culture and Research, Birjand, Sothern Khorasan Province, Iran
3- CEO of Kan Shargh Mining Corporation, Birjand, Sothern Khorasan Province, Iran
**Corresponding author E-mail: hazemagri@gmail.com*

Received 27 May 2018; Accepted 8 October 2018

Abstract
This study was conducted to study the effects of mother-corm size (0-4, 4.1-8 and 8.1-12 g) and different organic fertilizers (such as cow manure, humic acid (Humax® 95–WSG), an organic-mineral-based emulsion (Omic®) and unfertilized control) on flower and corm yield of saffron. The experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications in the Research Complex of Medicinal Plants, ACECR of Southern Khorasan Province, Iran durung growing season of 2017-2018. Studied traits were dried stigma weight, dried flower weight, number of flowers, number of buds, dried bud weight, total number of corms and total weight of corms. According to the results, mother-corm size significantly affected these studied traits. The highest and lowest amount of traits were obtained in big- and small-sized corms, respectively. Dried stigma weight in big-sized corm with 82.22 mg.m^{-2} was about 190 times bigger than small-sized corm. In addition, the highest number (466.36 corms.m^{-2}) and weight (936.55 g.m^{-2}) of daughter corms were belonged to mother-corm size between 8.1 to 12 g. These results justify bearing the cost of providing big corms (over 4 g) in saffron cultivation. Evaluating the main effect of nutrition factor revealed no significant impact on most studied traits. Comparing the slope of linear regression between dried stigma weight and corm size showed that the highest yield increasing happened in Omic treatment (12.91 mg in exchange for one unit of mother corm weight increasing). These results clearly showed that despite significant effect of mother corm size on yield of saffron, using organic fertilizers has no significant effect on these traits in the first year. However, using organic fertilizers might have positive effects in the next coming years that needs to be studied.

Keywords: Humic acid, Linear regression, Manure, Standard error