



بررسی اثر محلول پاشی برگ‌گی عصاره جلبک دریایی و کود مایع مرغی بر رشد رویشی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.)

محمد علی بهدانی^{۱*}، مهدی گرامی صادقیان^۲، سید وحید اسلامی^۳ و محمد حسین امینی فرد^۴

تاریخ پذیرش: ۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۹

تاریخ دریافت: ۲۰ بهمن ۱۳۹۸

بهدانی، م. ع.، گرامی صادقیان، م.، اسلامی، س. و.، و امینی فرد، م. ح. ۱۳۹۹. بررسی اثر محلول پاشی برگ‌گی عصاره جلبک دریایی و کود مایع مرغی بر رشد رویشی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران، ۸(۳): ۳۰۷-۳۲۳.

چکیده

مدیریت تغذیه یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد زعفران به شمار می‌روند. به منظور بررسی اثر محلول پاشی عصاره جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس، آزمایشی بر رشد رویشی، بنه و عملکرد زعفران انجام شد. این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان فردوس اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح جلبک دریایی آکادین (صفر، ۱، ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در هزار لیتر آب) و چهار سطح کود مرغی مایع بیومیکس (صفر، ۴، ۵ و ۶ در هزار) بودند. نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمارهای مورد استفاده بر صفات مورد بررسی بود، به طوری که بیشترین تعداد گل (۹۹/۵۰ عدد گل در مترمربع)، عملکرد تر گل (۳۳/۳۴ گرم در مترمربع)، وزن کلاله خشک زعفران (۰/۳۴۱ گرم در مترمربع)، وزن خشک برگ (۰/۵۹۲ گرم در بوته) و طول برگ (۶۳/۷۵ سانتی‌متر) در تیمار ۲ در هزار عصاره جلبک دریایی بدست آمد. علاوه بر این، نتایج نشان دهنده تأثیر معنی‌دار کود مایع مرغی بر تعداد و عملکرد گل تر (۹۴/۲۵۰ در مترمربع و ۳۲/۲۸۵ گرم در مترمربع به ترتیب)، طول برگ (۶۰/۶۶ سانتی‌متر)، وزن تر و خشک برگ (۰/۷۴ و ۰/۴۶ گرم در بوته به ترتیب) و وزن کل بنه دختری (۳۷/۰۲ گرم در بوته) بود. همچنین کمترین مقدار صفات ذکر شده نیز از تیمار شاهد مشاهده گردید. اثر متقابل این دو کود نیز بر وزن تر و خشک برگ و وزن کل و متوسط قطر بنه دختری معنی‌دار بود، به طوری که وزن تر و خشک برگ (۲۱۰٪ و ۲۷۳٪ به ترتیب) در تیمار ۲ کیلوگرم در هزار عصاره جلبک دریایی و ۶ در هزار کود مایع مرغی و وزن کل و متوسط قطر بنه دختری (۳۳٪ و ۵۰٪ به ترتیب) در تیمار ۲ کیلوگرم در هزار عصاره جلبک دریایی و صفر در هزار کود مایع مرغی بیشترین افزایش را داشت. بر اساس نتایج این تحقیق، استفاده از عصاره جلبک دریایی آکادین (۲ در هزار لیتر آب) به تنهایی یا همراه با کود مایع مرغی بیومیکس (۶ در هزار) می‌تواند نقش مؤثری در افزایش رشد رویشی، بنه و عملکرد زعفران داشته باشد.

کلمات کلیدی: بنه دختری، طول برگ، کود آلی، وزن کلاله.

- ۱ - استادگروه پژوهشی زعفران، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
 - ۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
 - ۳ - دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
 - ۴ - استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
- *- نویسنده مسئول: mabehdani@birjand.ac.ir

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. گرانترین ادویه جهان به حساب می‌آید (Kumar, 2009). این گیاه به دلیل بر خورداری از خواص درمانی، جایگاه ویژه‌ای در صنایع دارویی و علوم پزشکی دارد (Xi et al., 2007). این گیاه مصارف متعددی در صنایع غذایی و درمانی دارد، که از آن جمله در طب سنتی به عنوان آرام بخش، ضدنفخ و مقوی معده استفاده می‌شود (Kumar et al., 2009). ارزش کیفی زعفران به‌خاطر متابولیت‌های ثانویه اصلی و مشتقات آن می‌باشد، ترکیبات زرد رنگ کروستین مسئول رنگ زعفران، ترکیبات تلخ پیکروکروسین مسئول طعم و سافرانال مسئول عطر و بوی آن می‌باشد (Hosseinzadeh & Yonesi, 2002). ویژگی‌های خاص زعفران از جمله امکان بهره‌برداری چندساله، نیاز آبی کم و بازار فروش داخلی و خارجی مناسب، آن را به عنوان انتخاب نخست کشاورزان خصوصاً در استان‌های خراسان مطرح کرده است (Daneshvar Kakhki & Gelyan, 2012).

کودهای آلی و زیستی فرآورده‌های بدون خطری هستند که می‌توانند برای پایداری کشاورزی مناسب باشند. مقدار ماده آلی خاک به دلیل اینکه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و فرآیندهای خاک را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک محسوب می‌شود (Hayens, 1996). لذا ماده آلی اگرچه میزان آن نسبت به بخش معدنی کم است، اما تأثیر آن بر خصوصیات خاک با اهمیت است (Farahmand Fard et al., 2012). فراهمی متعادل عناصر غذایی بر پایه مدیریت صحیح کودی یکی از مؤثرترین عوامل در پایداری تولید زعفران به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد، به طوری که تا ۸۰ درصد شکل‌گیری و تغییرات عملکرد گل زعفران تحت تأثیر متغیرهای حاکم بر خاک به‌ویژه میزان مواد آلی تعیین شده است (Nehvi et al., 2008).

کود مرغی منبع غذایی ارزشمندی است که عموماً برای تأمین نیتروژن، فسفر و پتاسیم به کار می‌رود (Tewolde et al., 2005). البته قابلیت دسترسی به نیتروژن در کود مرغی تابع تغییرات آن از شکل آلی به معدنی است که خود تحت تأثیر وضعیت رطوبت خاک، نوع خاک، دمای خاک و غیره قرار می‌گیرد (Sistani et al., 2008). جهانی و جهانی (Jahan & Jahani, 2007) در بررسی اثر کودهای شیمیایی و آلی (گاوی، گوسفندی و مرغی) بر گلدهی زعفران اعلام داشتند که کودهای حیوانی باعث تولید تعداد گل بیشتر در واحد سطح و افزایش وزن خشک کلاله شد. سایر محققین نیز افزایش عملکرد گل تر و کلاله خشک زعفران را در نتیجه مصرف کود دامی مشاهده کردند (Rezvani Moghaddam et al., 2010). به منظور بررسی اثر کنسانتره کود مرغی بر رشد و عملکرد زعفران، آزمایشی، توسط امینی‌فرد و قلی‌زاده (Aminifard & Gholizade, 2018) اجرا شد. نتایج آن‌ها، حاکی از تأثیر کنسانتره کود مرغ بر عملکرد گل تر، وزن خشک کلاله، و وزن بنه‌های زعفران بود و گزارش نمودند که بیشترین عملکرد گل تر و وزن خشک کلاله از تیمار ۵ تن در هکتار کنسانتره کود مرغ بدست آمد. همچنین استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران، موجب افزایش وزن تر و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه‌ها را افزایش می‌دهد که این، به‌علت افزایش محتوای رطوبت خاک و افزایش دسترسی به عناصر غذایی برای گیاه حاصل شده است (Behdani et al., 2005). فیضی و همکاران (Feizi et al., 2015) در گیاه زعفران نشان دادند که کاربرد کودهای دامی در مقایسه با کود شیمیایی می‌تواند از طریق افزایش میزان فسفر بنه به ازای هر بوته، در تحریک هرچه بیشتر فرآیند گل‌انگیزی زعفران نقش مؤثری داشته باشد. امیری (Amiri, 2008) نیز، ضمن آنکه افزایش سطح برگ، میزان عناصر غذایی در برگ و عملکرد کلاله زعفران

عصاره جلبک دریایی آغشته شده بودند، نسبت به بذره‌های آغشته شده با جیبرلین و شاهد، جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتری داشتند (Rayorath et al., 2008). بنابراین محصولات جلبک دریایی در فعالیت‌های رشدی مؤثر بوده و استفاده از فرمولاسیون جلبک دریایی به عنوان محرک‌های زیستی در تولید محصولاتی چون سویا (Rathore et al., 2009)، برنج (Sunarpi et al., 2010)، بادام زمینی (Selvam & Sivakumar, 2014) و آرابیدوپسیس (Rayorath et al., 2008) به خوبی نشان داده شده است. بنابراین با توجه به اهمیت گیاه دارویی زعفران و مصارف گسترده آن در صنایع مختلف و با توجه به اثر مدیریت تغذیه ای و حاصلخیزی خاک بر تحریک تولید گل و افزایش عملکرد زعفران، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر عصاره جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس بر رشد رویشی و عملکرد گیاه زعفران به اجرا در آمد، تا با استفاده مناسب از نهاده‌های آلی بتوان در جهت تولید پایدار و افزایش عملکرد این گیاه مهم دارویی گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان فردوس در شمال غربی استان خراسان جنوبی اجرا گردید. تیمارهای آزمایش بصورت ترکیبی شامل عامل اول، محلول پاشی کود جلبک دریایی آکادین شامل چهار غلظت صفر، ۱، ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در هزار لیتر آب و عامل دوم، محلول پاشی مرغی کود بیومیکس شامل چهار سطح: صفر، ۴، ۵ و ۶ در هزار بود. کود مایع مرغی بیومیکس از شرکت پرهام و کود عصاره جلبک دریایی آکادین از شرکت آرمان سبز آدینه تهیه گردید (جدول ۲ و ۳). قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی متری نمونه برداری گردید (جدول ۱). به منظور انجام عملیات در زمین مذکور ۳

را در نتیجه مصرف کود آلی مشاهده کرد، اظهار داشت که کاربرد کود های آلی می تواند در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان مواد آلی، تبادل کاتیونی خاک و افزایش عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در خاک تأثیرگذار باشد. عصاره‌های جلبک دریایی زیست محرک‌هایی هستند که به طور رسمی در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند و باعث رشد گیاهان می‌شوند (Craigie, 2011). به‌طور کلی، عصاره‌های جلبک دریایی حتی در غلظت‌های پایین، می‌تواند باعث واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاهی، مانند تحریک رشد گیاه، بهبود گلدهی و عملکرد و افزایش کیفیت گیاهان گردند. همچنین عصاره جلبک دریایی باعث افزایش تحمل گیاهان به طیف گسترده‌ای از تنش‌های محیطی مانند شوری، خشکی و درجه حرارت زیاد می‌شود. همچنین گزارش شده است که تعدادی از جلبک‌های دریایی دارای فعالیت تحریک کننده رشد گیاهی هستند و در نتیجه به عنوان یکی از مواد آلی و زیستی در کشاورزی به عنوان کودهای آلی استفاده می‌شوند (Craigie, 2011). به‌منظور بررسی تأثیر عصاره جلبک دریایی و وزن بنه مادری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای مواد مؤثره زعفران (*Crocus sativus* L.) آزمایشی توسط خندان (2018, Khandan) انجام شد. این محقق گزارش نمودند که کاربرد عصاره جلبک تأثیر معنی‌داری بر مقدار کاروتنوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کلبرگ (محتوای آنتی‌اکسیدان کل و آنتوسیانین) و همچنین میزان مواد مؤثره کلاله زعفران (پیکروکروسین، سافراناال و کروسین) داشت. همچنین نتایج مطالعات گلذاری جهان آبادی و همکاران (2017, Gozzari Jahanabad et al.) طی بررسی اثر کاربرد برخی منابع کودی بر خصوصیات رویشی و صفات کیفی زعفران نشان داده است که با مصرف کود زیستی بیوآمینوپاليس بیشترین مقدار مواد مؤثره زعفران (کروسین، پیکروکروسین و سافراناال) نسبت به شاهد به دست آمد. همچنین بذره‌های گیاه زراعی جو (*Hordeum vulgare*) که با

خواب بنه‌ها (پس از حذف اثر حاشیه‌ای به فاصله ۰/۵ متر با هر ضلع کرت) شش بنه از هر کرت برداشت و پس از شمارش تعداد بنه، با استفاده از کولیس و ترازوی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) دیجیتالی به ترتیب قطر و وزن تر (وزن بنه تازه خارج شده از خاک) و پس از قرار گرفتن بنه به مدت ۴۸ ساعت در آون الکتریکی با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد وزن خشک بنه‌های دختری اندازه‌گیری شد. در ابتدای فصل رشد بعدی (۱۵ آبان ماه ۱۳۹۷) اولین آبیاری زعفران انجام و سپس سله شکنی نیز انجام گردید. همزمان با شروع گلدهی (اواخر آبان ماه ۱۳۹۷)، گل‌های هر کرت به صورت روزانه از کل سطح کرت‌ها جمع‌آوری و صفات مورد بررسی شامل تعداد، عملکرد گل، طول کلاله و خامه، وزن تر و خشک کلاله اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری اجزاء رویشی گیاه شامل طول برگ (در ۱۰ برگ انتخابی از هر واحد آزمایشی طول برگ از سطح خاک تا نوک برگ برحسب سانتی‌متر به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد) و همچنین وزن برگ (بعد مطمئن شدن از نبود خاک روی سطوح برگ با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شدند) نیز در طی فصل رشد (در زمستان ۱۳۹۷) و از برگ‌های جوان توسعه یافته در مرحله رشد رویشی زعفران انجام شد. در پایان سال دوم (۱۳۹۷) تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

بلوک با فاصله ۴ متر از یکدیگر که هر یک شامل ۱۶ کرت بود ایجاد شد. بطوریکه هر کرت شامل ۱۰ ردیف به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر و با طول ردیف ۳ متر بود، فاصله هر کرت با کرت بعدی نیز ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اندازه کرت‌ها ۶ متر مربع در نظر گرفته شد. بنه‌های کاشته شده در این مزرعه با میانگین وزنی هر بنه ۸ گرم بوده‌اند و کاشت آن‌ها در مهر ماه ۱۳۹۶ در شیارهایی با عمق ۲۰ سانتی‌متر، به صورت ردیفی با فاصله هر ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. قبل از کاشت مقدار ۴۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده در فصل پاییز به خاک اضافه گردید. به منظور اعمال تیمارها پس از آماده‌سازی محلول‌ها با غلظت‌های مورد نظر عملیات محلول‌پاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی دستی ۲۰ لیتری با فشار کاری ۲/۵ تا ۴ بار انجام شد. محلول پاشی کودها هر کدام بصورت جداگانه طی ۲ نوبت در اوایل اسفند ماه ۱۳۹۶ و اوایل فروردین ماه ۱۳۹۷ انجام گردید. عملیات آبیاری با آب شهری شهرستان فردوس با $EC=1/2 \text{ ds.m}^{-1}$ انجام پذیرفت، بدین صورت که اولین آبیاری قبل از گلدهی در ۱۵ آبان سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ و آبیاری‌های بعدی، بعد از اتمام دوره‌ی گلدهی و سپس در ماه‌های دی، اسفند، فروردین و اردیبهشت ماه انجام شد. در طول مراحل اجرای آزمایش هیچ‌گونه کود شیمیایی، آفت‌کش و علف‌کش شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت و کنترل علف‌های هرز در طی دوره‌ی رشد گیاه از طریق وجین دستی انجام شد. در انتهای فصل رشد (اواخر اردیبهشت ماه ۱۳۹۷) و پس از شروع

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

Table 1- Physical and chemical particular of studied soil

بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon (%)	پتاسیم K (mg.kg ⁻¹)	فسفر P (mg.kg ⁻¹)	نیتروژن N (%)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	واکنش خاک pH
شنی رسی Clay sandy	0.54	135	6.0	0.048	1.72	7.86

جدول ۲- ویژگی‌های کود مایع مرغی بیومیکس

Table 2- Characteristics of biomix liquid poultry manure

منگنز Mn (ppm)	روی Zn (ppm)	آهن Fe (ppm)	منیزیم Mg (ppm)	هیومیک و فولیک اسید Humic and folic acid (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	مواد آلی Organic matter (%)	شوری EC (dS.m ⁻¹)	پتاسیم K (%)	فسفر P (%)	نیترژن N (%)
1000	3000	2500	2500	10	7.6	18	6.37	6	2	6

جدول ۳- آنالیز عصاره جلبک دریایی آکادین

Table 3- Analysis of Acadian seaweed extract

آمینو اسید Amino acid	مانیتول Mannitol	آلژنیک اسید Alginic acid	رطوبت Moisture	مواد معدنی و NPK NPK and minerals (%)	پتاسیم اکسید K ₂ O	فسفر پنتا اکسید P ₂ O ₅	نیترژن N
4	4	10	6.5	45	17	0.2	0.7

نتایج و بحث

تعداد گل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های سال دوم (۱۳۹۷) نشان داد که، اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس در سطح احتمال یک درصد بر تعداد گل زعفران معنی‌دار بود، اما برای اثر متقابل این دو عامل تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین تعداد گل (۸۰/۲۵۰) در مترمربع) در تیمار شاهد و بیشترین آن (۹۹/۵۰۰) در مترمربع) از تیمار کاربرد ۲ در هزار عصاره جلبک دریایی آکادین به دست آمد (جدول ۵). در نتایجی مشابه، کاربرد عصاره جلبک دریایی به صورت محلول پاشی برگي بر روی گیاه گوجه فرنگی، سبب افزایش تعداد گل، تعداد میوه و وزن میوه شد (Kumari et al., 2011). این اتفاق می‌تواند به علت وجود تنظیم‌کننده‌های رشد و اثر القایی عصاره‌های جلبک در گلدهی باشد. به طور کلی، عصاره‌های جلبک دریایی، حتی در غلظت‌های پایین، قادر به ایجاد واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاهی، مانند تحریک رشد گیاه و بهبود گلدهی و افزایش تعداد گل هستند (Blunden, 1971; Khan et al., 2009). در مورد کود مایع مرغی بیومیکس نیز این افزایش گلدهی می‌تواند به علت بالا رفتن میزان دریافت ماده

آلی گیاه توسط محلول پاشی با این کود در مقابل شاهد باشد. به طوری که تا ۸۰ درصد شکل‌گیری و تغییرات عملکرد گل زعفران تحت تأثیر متغیرهای حاکم بر خاک به ویژه میزان مواد آلی تعیین شده است (Nehvi et al., 2008).

عملکرد گل تر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد عملکرد تر گل تحت تأثیر معنی‌دار مصرف جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس واقع شد، اما اثر متقابل آنها معنی‌دار نگردید (جدول ۴). مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین عملکرد تر گل با مصرف ۲ در هزار عصاره جلبک دریایی آکادین و کمترین مقدار آن از تیمار عدم مصرف کود به دست آمد (جدول ۵). مشابه این نتایج بسیاری از محققین افزایش تعداد و عملکرد گل را در گیاهان زعفران (Khandan et al., 2018)، بامیه (Thirumaran et al., 2006) و بادمجان (Ramya et al., 2015) در نتیجه مصرف عصاره جلبک گزارش کرده‌اند. افزایش میزان گلدهی در اثر کاربرد عصاره جلبک می‌تواند در نتیجه بهبود رشد، افزایش حجم ریشه و جذب عناصر غذایی باشد (Crouch & Van Staden, 1993). به نظر می‌رسد محرک‌های رشد موجود در عصاره جلبک، مواد اکسینی مانند IAA و IBA

(Crouch & Van Staden, 1993)، بتائین و مواد شبه بتائین (Blunden et al., 1996) و نیز ماکرومغذی‌هایی مانند فسفر و پتاسیم به همراه انواع ریزمغذی‌ها و ویتامین‌ها سبب تحریک رشد گیاه و افزایش عملکرد می‌شوند (Kalaivanan et al., 2012). کود مایع مرغی بیومیکس نیز باعث افزایش عملکرد گل زعفران شد. مشابه این نتیجه، حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al., 2014) نیز بیشترین عملکرد تر گل زعفران را در نتیجه استفاده از کودهای آلی گزارش کردند. کاربرد کود آلی (کود دامی) مهم‌ترین عامل در افزایش تولید زعفران می‌باشد (Behzad et al., 1992). اگر چه نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که زعفران از نظر نیاز به عناصر غذایی گیاهی نسبتاً کم توقع می‌باشد (Kafi et al., 2002)، ولی چنین به نظر می‌رسد که تامین مقدار مناسب و مطلوب عناصر غذایی در محیط رشد، به منظور افزایش رشد بنه‌ها می‌تواند نقش مفیدی در بهبود رشد بنه و تخصیص مواد فتوسنتزی برای افزایش گلدهی و عملکرد اقتصادی این گیاه به همراه داشته باشد. با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر می‌توان استنباط نمود که محلول پاشی جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس علاوه بر تامین اغلب مواد غذایی بنه‌ها بر خصوصیات فیزیکی خاک از جمله هوادهی، ظرفیت نگهداری رطوبت و تبادل عناصر غذایی تأثیرگذار بوده و بر عملکرد نهایی محصول نیز مؤثر بوده است.

عملکرد کلاله

مطابق با نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴)، کاربرد عصاره جلبک دریایی آکادین بر عملکرد تر و خشک کلاله زعفران معنی‌دار گردید، اما کاربرد کود مایع مرغی بیومیکس و اثر متقابل

آن‌ها معنی‌دار نگردید. با بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که کمترین عملکرد کلاله تر زعفران در تیمار شاهد به میزان ۱/۰۸۸ گرم در مترمربع و بیشترین آن در تیمار ۲ در هزار جلبک دریایی آکادین و به میزان ۱/۲۳۹ گرم در مترمربع بود. همچنین، بیشترین عملکرد کلاله خشک زعفران در تیمار ۲ در هزار جلبک دریایی آکادین به میزان ۰/۳۴۱ گرم در مترمربع و کمترین آن مربوط به شاهد و به میزان ۰/۲۸۲ گرم در مترمربع بود (جدول ۵).

مشابه این نتایج، خندان ده اریاب (Khandan Deh Arabab, 2018) گزارش کرد که، بیشترین عملکرد کلاله خشک زعفران با مصرف عصاره جلبک حاصل گردید. همچنین افزایش عملکرد گیاهان سویا (Rathore et al., 2009)، کرچک (Salamat Bakhsh et al., 2013)، در نتیجه کاربرد عصاره جلبک گزارش شده است. در تحقیق دیگری گزارش شد که کاربرد خاکی عصاره جلبک در مراحل اولیه رشد در گیاه گل داوودی علاوه بر افزایش میزان جذب عناصر غذایی بر تعداد، قطر، طول و وزن خشک ریشه این گیاه افزود (Ji et al., 2017). برخی مطالعات نشان می‌دهد که عصاره جلبک در افزایش تولید و انتقال سیتوکنین‌ها از ریشه به اندام‌های زایشی و متعاقب آن شروع گلدهی و افزایش عملکرد گیاه دارای نقش است (Vijayanand et al., 2014). افزون بر این، در این عصاره مقادیر بالایی از مواد معدنی محلول در آب وجود دارد که به راحتی توسط گیاه جذب می‌شوند (Crouch & Van Staden, 1993). همچنین عصاره جلبک دریایی به دلیل دارا بودن کربوهیدرات و سایر ترکیبات آلی، باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر کاربرد جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس بر گلدهی زعفران

Table 4- Analysis of variance of the effect of application of Acadian seaweed and Biomix liquid poultry manure on saffron flowering

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل Number of flowers	عملکرد گل تر Fresh yield of flower	عملکرد کلاله تر Fresh yield of stigma	عملکرد کلاله خشک Dry weight of stigma
بلوک Blocks	2	25.187**	2.871 ^{ns}	0.0035*	0.00003 ^{ns}
جلبک دریایی آکادین Acadian seaweed	3	935.576**	153.595**	0.0532**	0.00848**
کود مایع مرغی بیومیکس Biomix liquid poultry manure	3	114.521**	69.877**	0.0015 ^{ns}	0.00042 ^{ns}
آکادین × بیومیکس Acadian × Biomix	9	2.020 ^{ns}	1.135 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.00006 ^{ns}
خطا Error	30	2.698	2.669	0.00089	0.00017
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	1.813	5.529	2.567	4.089

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

Ns, ** and * are nonsignificant and significant at the 0.01 and 0.05, -, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ساده مصرف جلبک دریایی آکادین بر گلدهی زعفران

Table 5- Comparison of the average effect of simple Acadian seaweed consumption on saffron flowering

جلبک دریایی Acadian seaweed (per thousands)	تعداد گل Number of flowers (m ²)	عملکرد گل تر Fresh yield of flower (g.m ⁻²)	عملکرد کلاله تر Fresh yield of stigma (g.m ⁻²)	عملکرد کلاله خشک Dry weight of stigma (g.m ⁻²)
0	80.250 ^d	25.210 ^d	1.088 ^d	0.282 ^c
1	86.416 ^c	28.226 ^c	1.132 ^c	0.303 ^b
1.5	96.083 ^b	31.398 ^b	1.195 ^b	0.330 ^a
2	99.500 ^a	33.344 ^a	1.239 ^a	0.341 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ساده کود مایع مرغی بیومیکس بر خصوصیات گل زعفران

Table 6- Comparison of the average simple effect of Biomix liquid poultry manure on saffron flower properties

کود مایع مرغی بیومیکس Biomix liquid poultry manure (per thousands)	تعداد گل Number of flowers (m ²)	عملکرد گل تر Fresh yield of flower (g.m ⁻²)	عملکرد کلاله تر Fresh yield of stigma (g.m ⁻²)	عملکرد کلاله خشک Dry weight of stigma (g.m ⁻²)
0	87.333 ^d	26.716 ^d	1.088 ^a	0.311 ^a
4	88.833 ^c	28.599 ^c	1.132 ^a	0.312 ^a
5	91.833 ^b	30.578 ^b	1.195 ^a	0.311 ^a
6	94.250 ^a	32.285 ^a	1.139 ^a	0.323 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸)، کمترین طول برگ در تیمار بدون استفاده از کود جلبک دریایی آکادین به طول ۴۵/۸۳ سانتی‌متر و بیشترین آن در تیمار ۲ در هزار جلبک دریایی آکادین و به طول ۶۳/۷۵ سانتی‌متر مشاهده شد. همچنین

طول برگ

مصرف جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس، تأثیر معنی داری بر طول برگ زعفران داشتند، اما اثر متقابل این دو عامل بر صفت مذکور غیر معنی دار نبود (جدول ۷). بر اساس

بیشترین طول برگ در تیمار ۶ در هزار کود مایع مرغی بیومیکس و کمترین این صفت در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۹). وجود هورمون‌های تنظیم کننده رشد و ترکیبات هورمونی چون اکسین، جیبرلین، فنیل استیک اسید و سیتوکنین در انواع جلبک‌ها به اثبات رسیده است (Rayorath et al., 2008)، بنابراین افزایش طول برگ از سطح شاهد تا محلول‌پاشی با بالاترین غلظت جلبک دریایی آکادین را می‌توان به تنظیم کننده‌های رشد مانند اسید جیبرلیک که موجب القا رشد بیشتر می‌شوند مرتبط دانست که در نهایت سبب افزایش رشد سبزینه‌ای برگ و افزایش طول برگ در گیاه می‌شود. در نتایجی مشابه، کامل (Kamel et al., 2018) اثر مقدار مصرف کود کامل حاوی عصاره جلبک دریایی بر طول برگ زعفران را معنی‌دار گزارش کرد. محققان دیگری نیز بالاترین طول برگ زعفران را در نتیجه مصرف اسید جیبرلیک گزارش کردند (Koul & Farooq, 1984). همچنین در خصوص نتایج حاصل از مصرف کود مایع مرغی بیومیکس، آقای اوخچلار و همکاران (Aghaee Okhchelar et al., 2018) بیشترین طول برگ بادرشبو را از محلول‌پاشی کود مرغی گزارش کردند. کودهای آلی به ویژه کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به عنوان منابع غنی از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند (Fernandez-Escobar et al., 1996) و با افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد موجب تجمع نیتروژن توسط گیاه شده و با افزایش نیتروژن، فاکتورهای رشد گیاه از جمله ارتفاع، عرض برگ و طول برگ افزایش می‌یابد (Tomati et al., 1983; Arancon et al., 2005). بهبود رشد زعفران در شرایط استفاده از مقدار مناسب جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس منجر به افزایش رشد و بهبود خصوصیات رشدی از جمله طول برگ زعفران شد، بنابراین می‌توان مصرف منابع کم هزینه آلی

همچون جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس را برای افزایش رشد و به تبع آن بهبود تولید گل برای این گیاه ارزشمند مد نظر قرار داد.

متوسط وزن تر و خشک برگ

نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار اثرات ساده و متقابل جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس در سطح احتمال یک درصد بر متوسط وزن تر و خشک برگ بود (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱۰) نشان داد که کمترین وزن تر (۰/۳۸ گرم در بوته) و خشک برگ (۰/۱۹ گرم در بوته) در تیمار شاهد (عدم مصرف جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس) و بیشترین وزن تر (۱/۱۸ گرم در بوته) و خشک برگ (۰/۷۱ گرم در بوته) از مصرف تیمار ۲ در هزار جلبک دریایی و ۶ در هزار کود مایع مرغی بیومیکس به دست آمد. در نتایجی مشابه، خندان‌ده ارباب (Khandan Deh Arabab, 2018) اعلام کرد مصرف عصاره جلبک میزان ماده خشک برگ‌های زعفران را ۲۱ درصد افزایش داد. در مطالعات دیگری نیز مشخص گردید که استفاده از عصاره جلبک میزان ماده خشک برگ شنبلیله (Pise & Sabale, 2010) و وزن خشک برگ کدوی تلخ (*Momordica charantia* L.) (Aminifard & Khandan, 2018) را افزایش داد. همچنین، محلول‌پاشی برگی گیاه بادمجان (*Solanum melongena*) با غلظت‌های مختلف عصاره جلبک به دلیل دارا بودن محتوای نیتروژنی بالا موجب افزایش درصد ماده خشک این گیاه شد (Bozorgi, 2012). استفاده از جلبک دریایی به علت وجود هورمون‌های رشد و اثر آن‌ها بر روند جذب و حرکت مواد مغذی در گیاه موجب افزایش غلظت مواد مغذی در برگ شده که در نهایت موجب افزایش وزن گیاه خواهد شد (Sunarpi et al., 2010). می‌توان گفت محلول‌پاشی جلبک دریایی باعث می‌شود که برگ‌های زعفران بتواند با افزایش جذب املاح و همچنین افزایش فتوسنتز، نقش مؤثری در بهبود تولید

آلی برای گیاه بیشتر قابل دسترس بوده و از این طریق باعث افزایش رشد گیاه می شود. پس بدیهی است که کاربرد کود مایع مرغی بیومیکس به صورت محلول پاشی باعث جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی از طریق برگ شده و باعث افزایش وزن برگ زعفران گردیده است (Abbot & Parker, 1981).

اندامهای رویشی زعفران ایجاد کنند (Zare Mayevan & Nakhaei, 2000). در خصوص افزایش وزن برگ با کاربرد کود مایع مرغی بیومیکس، امینی فرد و قلی زاده (Aminifard & Gholizade, 2018) نیز گزارش کردند که استفاده از کنسانتره کود مرغ تأثیر معنی داری بر وزن خشک برگ زعفران داشت. محققین گزارش کردند عناصر غذایی موجود در عصاره کودهای

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر کاربرد جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس بر صفات برگ زعفران
Table 7- Analysis of variance of the effect of Acadian seaweed application and Biomix liquid poultry manure on saffron leaf traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	طول برگ Leaf length	وزن تر برگ Fresh weight of leaf	وزن خشک برگ Dry weight of leaf
بلوک Blocks	2	1.520 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.0022 ^{ns}
جلبک دریایی آکادین Acadian seaweed	3	662.027 ^{**}	0.607 ^{**}	0.2480 ^{**}
کود مایع مرغی بیومیکس Biomix liquid poultry manure	3	487.47 ^{**}	0.093 ^{**}	0.0441 ^{**}
آکادین × بیومیکس Acadian × Biomix	9	13.416 ^{ns}	0.015 ^{**}	0.0109 ^{**}
خطا Error	30	29.254	0.001	0.001
ضریب تغییرات C.V. (%)		10.054	5.761	10.169

ns, ** و * به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.
Ns, ** and * are nonsignificant and significant at the 0.01 and 0.05, respectively.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر جلبک دریایی آکادین بر خصوصیات برگ زعفران
Table 8- Comparison of the average effect of Acadian seaweed on saffron leaf properties

جلبک دریایی آکادین Acadian seaweed (per thousands)	متوسط طول برگ Average length of leaf (cm)	متوسط وزن تر برگ Average fresh weight of leaf (g.plant ⁻¹)	متوسط وزن خشک برگ Average dry weight of leaf (g.plant ⁻¹)
0	45.83 ^c	0.41 ^d	0.253 ^c
1	52.08 ^b	0.55 ^c	0.345 ^b
1.5	53.50 ^b	0.61 ^b	0.367 ^b
2	63.75 ^a	0.94 ^a	0.592 ^a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.
In each column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر کود مایع مرغی بیومیکس بر خصوصیات برگ زعفران
Table 9- Comparison of the mean effect of Biomix liquid poultry manure on saffron leaf properties

کود مایع مرغی بیومیکس Biomix liquid poultry manure (per thousands)	متوسط طول برگ Average length of leaf (cm)	متوسط وزن تر برگ Average fresh weight of leaf (g.plant ⁻¹)	متوسط وزن خشک برگ Average dry weight of leaf (g.plant ⁻¹)
0	45.91 ^c	0.53 ^d	0.317 ^d
4	51.83 ^b	0.60 ^c	0.370 ^c
5	56.75 ^a	0.64 ^b	0.410 ^b
6	60.66 ^a	0.74 ^a	0.460 ^a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.
In each column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس بر وزن تر و خشک برگ زعفران
 Table 10- Comparison of the mean interaction effect of Acadian seaweed and Biomix liquid poultry manure on the fresh and dry weight of saffron leaves

جلبک دریایی آکادین Acadian seaweed (per thousands)	کود مایع مرغی بیومیکس Biomix liquid poultry manure (per thousands)	متوسط وزن تر برگ Average fresh weight of leaf (g.plant ⁻¹)	متوسط وزن خشک برگ Average dry weight of leaf (g.plant ⁻¹)
0	0	0.38 ^l	0.19 ^g
	4	0.39 ^{kl}	0.24 ^{fg}
	5	0.43 ^{kl}	0.27 ^f
	6	0.45 ^{jk}	0.30 ^{ef}
1	0	0.49 ^{ij}	0.27 ^f
	4	0.51 ^{hij}	0.29 ^{ef}
	5	0.56 ^{gh}	0.39 ^{cd}
	6	0.66 ^{ef}	0.41 ^{cd}
1.5	0	0.54 ^{hi}	0.36 ^{de}
	4	0.61 ^{fg}	0.39 ^{cd}
	5	0.60 ^{fg}	0.30 ^{ef}
	6	0.69 ^{de}	0.40 ^{cd}
2	0	0.72 ^d	0.43 ^c
	4	0.90 ^c	0.54 ^b
	5	0.97 ^b	0.67 ^a
	6	1.18 ^a	0.71 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

وزن کل بنه دختری

نتایج آنالیز واریانس نشان داد، که اثرات ساده و متقابل جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس در سطح احتمال یک درصد بر وزن کل بنه دختری معنی‌دار شد (جدول ۱۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداکثر و حداقل وزن کل بنه دختری به ترتیب در تیمار ۲ در هزار جلبک دریایی و شاهد مشاهده شد (جدول ۱۴). شاید بتوان تأثیر محرک‌های رشد موجود در جلبک دریایی، سیتوکنین ترانس-زآئین، مواد اکسینی، بتائین و مواد شبیه بتائین که باعث افزایش میزان کلروفیل یا ممانعت از تخریب کلروفیل می‌شوند را عامل افزایش وزن کل بنه دختری از طریق افزایش فتوسنتز و تولید آسیمیلات‌ها توسط کلروفیل دانست (Javanmardi & Sattar, 2016). در این راستا، سیتوکنین‌ها نقش مهمی در انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به سمت بنه دارند و احتمالاً از این طریق باعث افزایش وزن کل بنه دختری در زعفران می‌شوند (Adams-Phillips et al., 2004). تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) در نتایجی مشابه در زعفران

نشان دادند بیشترین میزان وزن کل بنه در نتیجه کاربرد کودهای دامی به دست آمد. بهدانی (Behdani, 2005) نیز نشان داد که استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تر بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد. استفاده از کود مرغ مایع به عنوان یک عامل تغذیه‌ای آلی، نقش مفیدی بر بهبود رشد و توسعه زعفران داشته است که این امر احتمالاً به دلیل افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره‌ای باعث بهبود وزن بنه زعفران گردیده است (Sharifi Ashourabadi, 1998).

تعداد کل بنه‌های دختری

نتایج ارائه شده حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر ساده جلبک دریایی آکادین در سطح احتمال یک درصد بر تعداد کل بنه‌های دختری است. امّا، کود مایع مرغی بیومیکس و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر تعداد کل بنه‌های دختری نداشت (جدول ۱۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد کل بنه‌های

سانتی متر) از تیمار ۲ در هزار جلبک دریایی آکادین و عدم مصرف کود مایع مرغی بیومیکس به دست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد (عدم مصرف کود جلبک دریایی و کود مایع مرغی) (۱/۷۱ سانتی متر) مشاهده شد (جدول ۱۴). محلول پاشی برگ زعفران بوسیله کودهای آلی به عنوان یک مکمل برای تغذیه و تکنیکی مؤثر جهت ارتقای رشد گیاه به وسیله جذب سریع و سرعت بخشیدن به انتقال عناصر جذب شده از برگها به قسمت‌های مختلف گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از مزایای جالب افشانه برگی افزایش جذب عناصر از خاک، به دلیل افزایش قندها و ترشحات در ریشه است. در نتیجه جمعیت میکروبی مفید در محیط ریشه با افزایش این ترشحات تحریک می‌شوند و موجب افزایش دسترسی بیشتر به عناصر، ویتامین‌ها و سایر مواد مفید برای گیاه می‌گردد (Kord Firouzjaj et al., 2012) و در نهایت این امر می‌تواند سبب افزایش اندام‌های رویشی و زیرزمینی گیاه شود.

دختری (۶/۲۹) در تیمار ۱ در هزار جلبک دریایی آکادین و کمترین آن (۵) در تیمار ۲ در هزار جلبک دریایی آکادین مشاهده شد (جدول ۱۲). محلول پاشی زعفران باعث افزایش جذب مواد مغذی توسط برگ‌ها و تجمع آن‌ها در پارانشیم ذخیره‌ای بنه‌ها شده (Hosseini et al., 2004) و از طرف دیگر، ترکیبات هورمونی و تنظیم کننده‌های رشد مانند جیبرلین، اکسین‌ها و سیتوکنین‌ها در جلبک دریایی باعث افزایش تقسیم سلولی و در نهایت باعث افزایش تعداد بنه می‌شود (Khan et al., 2009)

متوسط قطر بنه دختری

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ساده جلبک دریایی آکادین در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل جلبک دریایی و کود مایع مرغی در سطح احتمال پنج درصد بر متوسط قطر بنه دختری معنی دار بوده است. اما، متوسط قطر بنه دختری تحت تأثیر اثر کود مایع مرغی قرار نگرفت (جدول ۱۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، بیشترین متوسط قطر بنه دختری (۲/۵۸)

جدول ۱۱- تجزیه واریانس اثر کاربرد عصاره جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس بر صفات بنه زعفران

Table 11- Analysis of variance of the effect of the application of Acadian seaweed extract and Biomix liquid poultry manure on saffron corm traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن کل بنه دختری Total weight of the replacement corm	تعداد کل بنه‌های دختری Number of replacement corms	متوسط قطر بنه دختری Average diameter of replacement corms	متوسط وزن بنه دختری Average weight of replacement corms	وزن کل فلس‌ها Total weight of scales
بلوک Blocks	2	5.46*	0.880 ^{ns}	0.014 ^{ns}	0.400 ^{ns}	0.020 ^{ns}
جلبک دریایی آکادین Acadian seaweed	3	79.41**	3.847**	0.752**	16.438**	0.007 ^{ns}
کود مایع مرغی بیومیکس Biomix liquid poultry manure	3	9.89**	0.097 ^{ns}	0.022 ^{ns}	0.464 ^{ns}	0.005 ^{ns}
آکادین × بیومیکس Acadian × Biomix	9	11.75**	0.416 ^{ns}	0.044*	0.409 ^{ns}	0.009 ^{ns}
خطا Error	30	1.29	0.269	0.019	0.331	0.008
ضریب تغییرات C.V. (%)		3.13	8.956	6.906	8.966	4.425

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

Ns, ** and * are nonsignificant and significant at the 0.01 and 0.05, respectively.

جدول ۱۲- مقایسه میانگین اثر ساده جلبک دریایی آکادین بر صفات بانه زعفران

Table 12- Comparison of the average effect of simple Acadian seaweed on saffron corm traits

جلبک دریایی آکادین Acadian seaweed (per thousands)	وزن کل بانه دختری Total weight of the replacement corm (g.plant ⁻¹)	تعداد کل بانه‌های دختری Number of replacement corms (per plant)	متوسط قطر بانه دختری Average diameter of replacement corms (cm)	متوسط وزن بانه دختری Average weight of replacement corms (g)
0	40.16 ^a	6.08 ^{ab}	1.87 ^{bc}	5.79 ^{bc}
1	35.11 ^b	6.29 ^a	1.85 ^c	5.61 ^c
1.5	35.00 ^b	5.79 ^b	1.97 ^b	6.11 ^b
2	34.94 ^b	5.00 ^c	2.39 ^a	6.98 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

جدول ۱۳- مقایسه میانگین اثر ساده کود مایع مرغی بیومیکس بر وزن کل بانه دختری

Table 13 - Comparison of the mean effect of Biomix liquid poultry manure on the total weight of girl corm

کود مایع مرغی بیومیکس Biomix liquid poultry manure (per thousands)	وزن کل بانه دختری Total weight of the replacement corm (g.plant ⁻¹)
0	37.15 ^a
4	35.47 ^b
5	35.56 ^b
6	37.02 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

جدول ۱۴- مقایسه میانگین اثر متقابل جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس بر وزن کل و قطر بانه دختری زعفران

Table 14 - Comparison of the mean interaction effect of Acadian seaweed and Biomix liquid poultry manure on total weight and diameter of saffron corm

جلبک دریایی آکادین Acadian seaweed (per thousands)	کود مایع مرغی بیومیکس Biomix liquid poultry manure (per thousands)	وزن کل بانه دختری Total weight of the replacement corm (g.plant ⁻¹)	متوسط قطر بانه دختری Average diameter of replacement corms (cm)
0	0	35.5 ^{cde}	1.71 ^f
	4	34.5 ^{def}	1.81 ^{def}
	5	33.56 ^f	1.94 ^{def}
	6	36.20 ^{cd}	2.04 ^{dc}
1	0	35.01 ^{cdef}	1.90 ^{def}
	4	35.00 ^{cdef}	1.86 ^{def}
	5	34.10 ^{ef}	1.89 ^{def}
	6	36.33 ^{cd}	1.74 ^{ef}
1.5	0	33.48 ^f	1.95 ^{def}
	4	35.95 ^{cde}	1.91 ^{def}
	5	35.55 ^{cde}	2.01 ^d
	6	35.03 ^{cdef}	2.01 ^d
2	0	44.63 ^a	2.58 ^a
	4	36.45 ^c	2.24 ^{bc}
	5	39.05 ^b	2.28 ^b
	6	40.51 ^b	2.45 ^{ab}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column, means with the same letter are not different significantly at 5% probability level.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از کود جلبک دریایی آکادین و کود مایع مرغی بیومیکس در افزایش خواص کمی زعفران اثر معنی داری داشت. محلول پاشی با کود جلبک دریایی آکادین به طور معنی داری خصوصیات زراعی، عملکرد گل و کلاله زعفران را تحت تأثیر قرار داد، به طوری که بیشترین تعداد گل (۹۹/۵ عدد گل در مترمربع)، عملکرد تر گل (۳۳/۳ گرم در مترمربع)، وزن کلاله خشک زعفران (۰/۳۴۱ گرم در مترمربع)، در تیمار ۲ در هزار عصاره جلبک دریایی بدست آمد. همچنین کود مرغی مایع بر تعداد گل، عملکرد گل تر، متوسط طول برگ و وزن کل بنه دختری تأثیر مثبت و معنی داری داشت، بطوری که بیشترین تعداد گل (۹۴/۲ عدد در مترمربع) و عملکرد گل تر (۳۲/۲ گرم در مترمربع) و وزن کل بنه دختری (۳۷ گرم در بوته) در تیمار ۶ در هزار کود مرغی مایع بدست آمد بود. همچنین کمترین مقدار صفات ذکر شده نیز از تیمار شاهد مشاهده گردید.

منابع

اثر متقابل این دو کود نیز بر وزن تر و خشک برگ و وزن اثر متقابل این دو کود نیز بر وزن تر و خشک برگ و وزن کل و متوسط قطر بنه دختری معنی دار بود. بر اساس نتایج این تحقیق، استفاده از عصاره جلبک دریایی آکادین (۲ کیلوگرم در هزار لیتر آب) به تنهایی یا همراه با کود مایع مرغی بیومیکس (۶ در هزار) می تواند نقش مؤثری در افزایش رشد رویشی، بنه و عملکرد زعفران داشته باشند. بدین ترتیب توصیه می گردد، کود جلبک دریایی آکادین و کود مرغی مایع به عنوان گامی مؤثر در افزایش تولید این گیاه مدنظر قرار گرفته و تولید این کودها بومی سازی گردد. علاوه بر آن مصرف این نهاده های آلی باعث جلوگیری و کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف نهاده های شیمیایی نیز می گردد. لذا براساس نتایج حاصل از این آزمایش و همچنین با انجام تحقیقات گسترده تر در این زمینه می توان این کودها را برای افزایش عملکرد کمی و کیفی زعفران توصیه نمود.

Abbot, I., and Parker, C.A. 1981. Interactions between earthworms and their soil environment. *Soil Biology and Biochemistry* 13 (3): 191-197.

Adams-Phillips, L., Barry, C., and Giovannoni, J. 2004. Signal transduction systems regulating fruit ripening. *Trends Plant Science* 9 (7): 331-338.

Aghaee Okhchelar, R., Amirnia, R., Tajbakhsh shishvan, M., and Ghiyasi, M. 2018. The effect of spraying of organic fertilizers extracts on morphological traits and quantitative and qualitative yields of six Moldavian balm

(*Dracocephalum moldavica* L.) ecotypes. *Journal of Applied Agricultural Research* 31 (2): 73-91. (In Persian with English Summary).

Aminifard, M.H., and Gholizade, Z. 2018. Impact of chicken manure on vegetative criteria and photosynthetic pigments of saffron (*Crocus sativus* L.). *Nutrition of Garden Plants* 1 (1): 11-16. (In Persian with English Summary).

Aminifard, M.H., and Khandan, S. 2018. Investigation of the effect of different concentrations of Seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) on growth, yield and biochemical

- characteristics of Bitter Pumpkin (*Momordica charantia* L.). Journal of Plant Environmental Physiology 13 (52): 56-66. (In Persian with English Summary).
- Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science 4 (3): 274-279.
- Arancon, N.Q., Galvis, P.A., and Edwards, C.A. 2005. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioresource Technology 96 (10): 1137-1142.
- Behdani, M. 2005. Ecological zoning and monitoring of saffron yield fluctuations in Khorasan. PhD dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Behzad, S., Razavi, M., and Mahajeri, M. 1992. The effect of various amounts of ammonium phosphate and urea on saffron production. International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants. Acta Horticulturae 306 (44): 337-339.
- Blunden, G. 1971. Effects of aqueous seaweed extract as a fertilizer additive. International Symposium on Seaweed Research 7 (1): 584-589.
- Blunden, G., Jenkins, T., and Liu, Y.W. 1996. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. Journal of Applied Phycology 8 (6): 535-543.
- Bozorgi, H.R. 2012. Effects of foliar spraying with marine plant *Ascophyllum nodosum* extract and nano iron chelate fertilizer on fruit yield and several attributes of eggplant (*Solanum melongena* L.). Journal of Agricultural and Biological Science 7 (5): 357-362.
- Craigie, J.S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology 23 (3): 371-393.
- Crouch, I.J., and Van Staden, J. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Plant Growth Regulation 13 (1): 21-29.
- Daneshvar Kakhki, M., and Gelyan, K. 2012. Review of interactions between e-commerce, brand and packaging on value added of saffron: A structural equation modeling approach. African Journal of Business Management 6 (26): 7924-7930.
- Farahmand Fard, B., Kalarestaghi, K., Sadrabadi Haghghi, R., and Mirshahi, A. 2012. The effect of different rates of organic fertilizers on saffron corm production. Second National Conference on Science and Technology, Islamic Azad University, Mashhad Branch. pp. 91-96.
- Fernandez-Escobar, R., Benlloch, M., Barranco, D., Duenas, A., and Gañán, J.G. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. Scientia Horticulturae 66 (3-4): 191-200.
- Feizi, H., Seyyedi, S.M., and Sahabi, H. 2015. Effect of corm planting density, organic and chemical fertilizers on formation and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.) replacement corms during phenological stages. Saffron Agronomy and Technology 2 (4): 289-301. (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. Saffron Research Journal 2 (1): 73-84. (In Persian with English Summary).
- Hayens, R.J. 1996. Labile organic matter fraction as central composts of the quality of agricultural soils. Advances in Agronomy 85 (1): 221-261.
- Hosseini, M., Sadeghi, B., and Aghamiri, S.A. 2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Horticulturae (ISHS) 650: 207-209.
- Hosseinzadeh, H., and Younesi, H. 2002. Petal and

- stigma extract of *Crocus sativus* L. have antinociceptive and antiinflammatory effects in mice. *Biomed Central Pharmacology* 2 (7): 7-15.
- Gozzari Jahanabad, M., Behdani, M.A., Khorramdel, S., and Sayari Zahan, M.H. 2017. The effect of some fertilizer sources and maternal straw weights on vegetative characteristics and quality of saffron (*Crocus sativus* L.) traits. *Saffron Research Journal*. 4 (2): 172-186. (In Persian with English Summary).
- Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. *Acta Horticulture* 739: 81-86.
- Javanmardi, J., and Sattar, H. 2016. Quantitative and qualitative evaluation of five greenhouse tomato cultivars in response to fertilizers containing seaweed extract and amino acids. *Journal of Greenhouse Cultivation Science and Technology* 7 (25): 121-130. (In Persian with English Summary).
- Ji, R., Dong, G., Shi, W., and Min, J. 2017. Effects of liquid organic fertilizers on plant growth and rhizosphere soil characteristics of chrysanthemum. *Sustainability* 9 (5): 841-857.
- Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Malafilabi, A. 2002. *Saffron, Production and Processing Technology*. Scientific Pole of Special Crops. Mashhad Ferdowsi University. Ferdowsi University Press. 276p. (In Persian).
- Kalaivanan, C., Chandrasekaran, M., and Venkatesalu, V. 2012. Effect of seaweed liquid extract of *Caulerpa scalpelliformis* on growth and biochemical constituents of black gram (*Vigna mungo* L.) Hepper. *Phycological Society India* 42 (2): 46-53.
- Kamel, P., Mervi, H., and Jami Moini, M. 2018. Effect of time and amount of complete fertilizer containing seaweed extract on shoot growth characteristics and safflower corm. M.Sc. Dissertation, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Sabzevar. (In Persian with English Summary).
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., and Prithiviraj, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regulation* 28 (4): 386-399.
- Khandan Deh Arabab, S. 2018. Effect of amino acid, seaweed extract and corm weight on quantitative and qualitative characteristics of Saffron (*Crocus sativus* L.). M.Sc. Dissertation, Faculty of Agriculture, Birjand University. (In Persian with English Summary).
- Kord Firouzjari, G., Habibi, H., Sodai Mashai, S., and Fotoukian, M.H. 2012. The effect of foliar application of fertilizers containing nutrients and growth stimulants on the germination factors of rice. *Journal of Science and Technology Seed* 2 (2): 1-10.
- Koul, K., and Farooq, S. 1984. Growth and differentiation in the shoot apical meristem of the saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Journal of the Indian Botanical Society* 63: 153-160.
- Kumar, R. 2009. Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae* 122 (1): 142-145.
- Kumari, R., Kaur, I., and Bhatnagar, A.K. 2011. Effect of aqueous extract of *Sargassum johnstonii* Setchell and Gardner on growth, yield and quality of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Journal of Applied Phycology* 23 (3): 623-633.
- Nehvi, F.A., Qadri, S., Henna, A., and Singh, S. P. 2008. Saffron in India and Iran: A review of production, processing and marketing. *Indian Journal of Crop Science* 3 (1): 135-147.
- Pise, N.M., and Sabale, A.B. 2010. Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella foenum-graecum* L. *Journal of Phytology* 2 (4): 50-56.
- Ramya, S.S., Vijayanand, N., and Rathinavel, S. 2015. Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga *Stoechospermum marginatum* on

- growth, biochemical and yield of *Solanum melongena*. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture 4 (3): 167-173.
- Rathore, S., Chaudhary, D., Boricha, G., Ghosh, A., Bhatt, B., Zodape, S., and Patolia, J. 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. South African Journal of Botany 75 (2): 351-355.
- Rayorath, P., Jithesh, M.N., Farid, A., Khan, W., Palanisamy, R., and Hankins, S.D. 2008. Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, (*Arabidopsis thaliana* L.) Heynh. Journal of Applied Phycology 20 (4): 423-429.
- Rayorath, P., Khan, W., Palanisamy, R., MacKinnon, S.L., Stefanova, R., Hankins, S.D., Critchley, A.T., and Prithiviraj, B. 2008. Extracts of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* induce gibberellic acid (GA₃)-independent amylase activity in barley. Journal of Plant Growth Regulation 27 (4): 370-379.
- Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., Fallahi, J., and Aghhavan Shajari, M. 2010. Effects of chemical and organic fertilizers on number of corm and stigma yield of saffron (*Crocus sativus*). 59th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research. pp. 111-116.
- Salamat Bakhsh, M., Gholipoori, A., and Hasanzadeh, A. 2013. Effect of spray application of marigrine seaweed extract on yield and yield components of two wheat cultivars in West Azarbaijan, Urmia. Conference on Climate Change and Its Impact on Agricultural Farming, pp. 89-92.
- Selvam, G. G., and Sivakumar, K. 2014. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM-energy dispersive spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction 3 (1): 18-22.
- Sharifi Ashourabadi, A. 1998. Evaluation of Soil Fertility in Agroecosystems. Islamic Azad University of Science and Research of Iran. Islamic Azad Publications.
- Sistani, K.R., Adeli, A., McGrowen, S.L., Tewolde, H., and Brink, G.E. 2008. Laboratory and field evaluation of broiler litter nitrogen mineralization. Bioresource Technology 99 (7): 2603-2611.
- Sunarpi, A., Kurnianingsih, R., Julisaniah, N.I., and Nikmatullah, A. 2010. Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. Nusantara Bioscience 2 (2): 73-77.
- Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.G., and Sadegh, B. 2013. Investigation on the effect of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. Saffron Research Journal 1 (1): 36-47. (In Persian with English Summary).
- Tewolde, H., Sistani, K.R., and Rowe, D.E. 2005. Broiler litter as a sole nutrient source for cotton: Nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium. Journal of plant nutrition 28 (4): 605-619.
- Thirumaran, G., Karmakar, P., and Anantharaman, P. 2006. Effect of seaweed extracts used as fertilizer for *Abelmoschus esculentus*. Journal of Ecobiology 19 (4): 373-376.
- Tomati, U., Grappelli, A., and Galli, E. 1983. Fertility factors in earthworm humus. Proc. of International Symposium on 'Agriculture and Environment: Prospects in Earthworm Farming, pp. 49-56.
- Vijayanand, N., Ramya, S.S., and Rathinavel, S. 2014. Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. Asian Pacific Journal of Reproduction 3 (2): 150-155.
- Xi, L., Qian, Z., Xu, G., Zheng, S., Sun, S., Wen,

N., Sheng, L., Shi, Y., and Zhang, Y. 2007. Beneficial impact of crocetin, a carotenoid from saffron, on insulin sensitivity in fructose-fed rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 18 (1): 64-72.

Zare Mayevan, H., and Nakhaei, A. 2000.

Mycorrhiza symbiosis with saffron, edible mushroom species *Glomineae*. *Pajohesh and Sazandegi* 13 (3): 80-83. (In Persian with English Summary).

Effect of Foliar Application of Seaweed Extract and Liquid Poultry Manure on Vegetative Growth and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Mohammad Ali Behdani^{1*}, Mahdi Gerami Sadeghian², Seyed Vahid Eslami³ and Mohammad Hossein Aminifard⁴

Submitted: 9 February 2020

Accepted: 10 May 2020

Behdani, M.A., Gerami Sadeghian, M., Eslami, S. V., Hossein Aminifard, M. 2020. Effect of Foliar Application of Seaweed Extract and Liquid Poultry Manure on Vegetative Growth and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.) Saffron Agronomy & Technology, 8(3): 307-323.

Abstract

The aim of this study is to investigate the effect of foliar application of Acadian seaweed extract and Biomix liquid poultry manure on vegetative growth, corm, and yield of saffron. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the city of Ferdows city during the 2017-2018 growing year. Experimental treatments included four levels of Acadian seaweed extract (0, 1, 1.5, and 2 kg. 1000 L⁻¹ water) and four levels of liquid Biomix liquid poultry manure (0, 4, 5, and 6 L. 1000 L⁻¹ water). The results showed a significant effect of treatments on the studied traits, such as maximum number of flowers (99.50 N. m⁻²), fresh yield of flowers (33.34 g.m⁻²), dry weight of saffron stigma (0.341 g. m⁻²), dry leaf weight (0.592 g plant⁻¹), and leaf length (63.75 cm) obtained in 2 kg. 1000 L⁻¹ seaweed extract. Besides, the results showed a significant effect of liquid poultry manure on flower number and yield (94.250 N.m⁻² and 32.285 g. m⁻², respectively), leaf length (60.66 cm), fresh and dry leaf weight (0.74 and 0.46 g.m⁻², respectively), and total weight of replacement corm (37.02 g.m⁻²). Also, the least amount of the mentioned traits were observed from the control treatment. The interaction between these two fertilizers was also significant in fresh and dry leaf weight and the total and average diameter of replacement corm. Thus, fresh and dry leaf weight (210% and 273%, respectively) were highest in the treatment of 2 kg. 1000 L⁻¹ of seaweed extract and 6 L. 1000 L⁻¹ of liquid poultry manure. Moreover, total and average diameter of replacement corm (33% and 50%, respectively) were highest in the treatment of 2 kg. 1000 L⁻¹ of seaweed extract and no liquid poultry manure. According to the results of this study, the use of Acadian seaweed extract (2 kg. 1000L⁻¹ water) alone or in combination with Biomix liquid poultry manure (6 L. 1000 L⁻¹ water) can play an important role in enhancing the vegetative growth, corm, and yield of saffron.

Keywords: Replacement corm, Leaf length, Organic fertilizer, Stigma weight.

1 - Professor Department of saffron, College of Agriculture, University of Birjand

2 - M.Sc. Student, Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Birjand

3 - Associate Professor Department of Agronomy, College of Agriculture University of Birjand.

4 - Department of Horticultural Science, Special Plant Researches College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

(*- Corresponding author Email: mabehdani@birjand.ac.ir)

DOI: 10.22048/JSAT.2020.219303.1382