Journal of Saffron Research (semi-annual)
Vol.11, No.2, Fall & Winter, 2023-2024
p. 268-275
http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2023.6642.1219
University of Birjand

Original Article

The Effect of Potassium Sulfate and Seaweed on Vegetative Growth and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.)

Mohammad Hossein Aminifard[1*], Ali Khaksari Moghadam[2], Hassan Bayat[3], Hamid-Reza Fallahi[4]

1- Associate Professor, Department of Horticultural Science and the Research Center for Special Plants of the Region, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
2- M.Sc. Student in Medicinal Plants, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
3- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
4- Associate Professor, Plant and Environmental Stresses Research Group, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
*Corresponding Author Email: *mh.aminifard@birjand.ac.ir*

Received 02 August 2023; Accepted 28 November 2023

Extended Abstract

Introduction: Saffron (*Crocus sativus* L.) is one of the most expensive and unique spices in the world and is probably the result of the mutation of the wild plant *Crocus cartwrightiamus* and belongs to the family of lilies. Today, the issue of organic agriculture is discussed, in which, in addition to the quantity of production, special attention is paid to quality, stability, and sustainability in production. Therefore, organic fertilizers can be a good substitute for these materials in biological agriculture. Seaweed extract is one of the major renewable sources of seas in the world, it contains elements of nitrogen, phosphorus, potassium, and some micronutrients (iron, copper, zinc, cobalt, molybdenum, manganese), growth hormones (auxin and cytokinin), vitamins and amino acids and it stimulates the growth and development and increases the performance of plants. Potassium also plays key roles in many physiological and biochemical processes such as photosynthesis, protein production, sugar production and transport, activation of more than 60 types of enzymes, regulation of osmotic and ionic potential, regulation of opening and closing of stomata, and formation of phloem vessels. To investigate the effect of potassium sulfate and seaweed, an experiment was performed on vegetative growth, yield, and corm saffron.

Materials and Methods: This experiment was carried out in the 2018 and 2019 years as factorial and the form of a randomized complete block design with three replications in Sarayan City of South Khorasan province. Experimental factors included four levels of potassium sulfate (0, 100, 200, and 300 kg ha^{-1}) and three levels of seaweed (0, 1, and 2 per thousand). Before conducting the test and preparation operations, random soil sampling was done from a depth of 0-30 cm for the soil analysis test (Table 1). Plots were created with a length of two meters and a width of one meter. The distance

between the plots was 50 cm, and the distance between the blocks was 1.5 meters, including the streams used to irrigate the plots. On the specified dates, the corms were removed from the mother farm, and after preparation and disinfection with benomyl fungicide with a concentration of two per thousand, they were planted in the field on the same day according to the plan (only corms with weight eight to 10 grams were used for planting). To apply foliar treatment with seaweed fertilizer, after preparing the solutions with desired concentrations, foliar spraying was done using a backpack sprayer and after calibrating it. Simultaneously with the beginning of flowering (late November 2018), the flowers of each plot were collected daily from the entire surface of the plots. Statistical analysis of data was done using SAS 9.4 software. A comparison of average data was also made using a protected LSD test at a five percent probability level.

Results and Discussion: The results showed a significant effect of the treatments used on the studied traits, The highest number of flowers per square meter, yield of fresh flowers, fresh and dry stigma yield, and mean number of buds with flowering potential in each corm in the second year and the highest leaf length, weight fresh and dry leaves, total number and weight of corms, mean weight of each corm and mean weight of the original girl corms were obtained in both years at 300 kg ha^{-1} treatment of potassium sulfate. In addition, the results show a significant effect of seaweed (two per thousand) on the number of flowers per square meter, yield of fresh flowers, fresh and dry stigma yield in the second year, and leaf length, fresh and dry leaf weight, total weight of corms, mean weight of each corm and mean weight of the original girl corms in both years. Total weight of corms and weight of coriander more than 12 g in the first year and number of flowers per square meter, yield of fresh flowers, yield of fresh stigmas in the second year, and fresh leaf weight in both years in 300 kg h^{-1} treatment of potassium sulfate and the concentration of two per thousand seaweed had the highest increase. Also, the highest average weight of each corm in both years was obtained in the treatment of 200 kg ha^{-1} of potassium sulfate and a concentration of two per thousand seaweeds.

Conclusion: According to the results of this study, the use of potassium sulfate fertilizer (300 kg h^{-1}) and seaweed (two per thousand) alone can play an effective role in increasing vegetative growth, yield, and corm saffron, but their simultaneous use will be more effective.

Conflict of Interest: The authors declare no potential conflict of interest related to the work.

Keywords: Corm, Stigma, Organic fertilizer, Chemical fertilizer.

نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد یازدم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۲
شماره صفحه: ۲۷۵- ۲۶۸
http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2023.6642.1219

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر سولفات پتاسیم و عصاره جلبک دریایی بر رشد رویشی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.)

محمدحسین امینی‌فرد[۱*]، علی خاکساری‌مقدم[۲]، حسن بیات[۳]، حمیدرضا فلاحی[۴]

۱- دانشیار، گروه علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گرایش فیزیولوژی گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۴- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، گروه پژوهشی گیاه و تنش های محیطی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

*نویسنده مسئول: Email: *mh.aminifard@birjand.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سولفات پتاسیم و عصاره جلبک دریایی بر رشد رویشی، عملکرد و بنه‌های زعفران، آزمایشی در سال‌های ۹۸-۹۷ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شهرستان سرایان اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل چهار سطح سولفات پتاسیم (۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح عصاره جلبک دریایی (۰ و ۱ و ۲ در هزار) بودند. نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمارهای مورد استفاده بر صفات مورد بررسی بود، به‌طوری‌که بیشترین تعداد گل ، عملکرد گل تَر، عملکرد کلاله تَر و خشک در سال دوم و بیشترین طول برگ، وزن برگ، تعداد و وزن کل بنه و میانگین وزن هر بنه در هر دو سال در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بدست آمد. علاوه بر این، نتایج نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار عصاره جلبک دریایی (دو در هزار) بر تعداد گل، عملکرد گل تَر، عملکرد کلاله تَر و خشک در سال دوم و طول برگ، وزن برگ ، وزن کل بنه و میانگین وزن بنه دختری اصلی در هر دو سال بود. وزن کل بنه و وزن بنه بیشتر از ۱۲ گرم در سال اول و تعداد گل ، عملکرد گل در سال دوم و وزن برگ تَر در هر دو سال در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و غلظت دو در هزار جلبک دریایی بیشترین افزایش را داشت. بر اساس نتایج استفاده از کود سولفات پتاسیم (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عصاره جلبک دریایی (دو در هزار) نقش مؤثری در افزایش رشد رویشی، عملکرد و بنه زعفران داشت.

واژه‌های کلیدی: بنه، کلاله،کود آلی، کود شیمیایی.

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) یکی از گرانترین و بی-نظیرترین ادویه‌های جهان (Bagri et al., 2017) و احتمالاً حاصل جهش گیاه وحشی *Crocus cartwrightiamus* و از تیره زنبقیان می‌باشد (Einafshar & Sharayei, 2020). در سال ۱۳۹۸ کل سطح زیر کشت زعفران در ایران حدود ۱۲۱ هزار هکتار بود که به ترتیب ۹۱، ۱۶ و ۴ هزار هکتار از سطح زیر کشت به خراسان رضوی، جنوبی و شمالی تعلق داشت. همچنین کل تولید زعفران در ایران در سال ۱۳۹۸ به میزان ۴۳۹ تن بود که از این میزان به ترتیب ۶۸، ۳۲۲ و ۲۰ تن سهم خراسان‌های رضوی، جنوبی و شمالی بود (Agricultural statistics, 2020).

مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و مشکلات فراوان زیست محیطی ناشی از مصرف این کودها از یک سو و نداشتن سیستم ریشه‌ای گسترده، جذب برگی مواد غذایی در بنه‌های جوان و افزایش غلظت عناصر غذایی در اواخر بهمن در برگ‌ها و بنه‌های دختری زعفران از سوی دیگر، مصرف کودهای محلول را در اغلب مزارع کشاورزی ایران را در دستور کار قرار می‌دهد. همچنین چون زمان جذب عناصر از طریق خاک در زعفران بسیار کوتاه و معمولاً در فصل سرد سال می‌باشد لذا استفاده از محلول‌پاشی به عنوان مکمل تغذیه زعفران باید مورد توجه قرار گیرد (Saeedi-Rad & Mokhtarian, 2011). چنانچه در دوره زمانی اسفند ماه مواد غذایی مورد نیاز زعفران بطور مصنوعی و از طریق کودهای محلول به سطح برگ برسد به سرعت وارد متابولیسم گیاه شده در رشد و زادآوری بیشتر آن مؤثر واقع می-شود. زیرا جذب مناسب عناصر غذایی موجب تجمیع بیشتر این عناصردر پارانشییم ذخیره‌ای بنه‌های دختری شده و می‌تواند در مراحل تقسیم میتوز تابستانه به همراه سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی دیگر به تشکیل اندام‌های گل در مریستم رأسی جوانه بنه کمک نموده و موجب افزایش گل‌آوری شود (Molina et al., 2005; Saeedi-Rad & Mokhtarian, 2011). امروزه موضوع کشاورزی ارگانیک مطرح است که در آن علاوه بر کمیت تولید، به کیفیت، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص می‌شود (Moradi et al., 2011). از این رو کودهای آلی می‌تواند جایگزین مناسبی برای این مواد در کشاورزی زیستی باشند. عصاره جلبک دریایی یکی از منابع تجدیدپذیر عمده دریاها در سطح جهان است که حاوی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و برخی عناصر ریزمغذی (آهن، مس، روی، کبالت، مولیبدن، منگنز)، هورمون‌های رشد (اکسین و سیتوکنین)، ویتامین‌ها و اسید آمینه‌ها بوده و سبب تحریک رشد و نمو و افزایش عملکرد گیاهان می‌گردد (Shahbazi et al., 2015). عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2020) گزارش کردند که بیشترین افزایش تعداد گل، وزن تَر گل و وزن خشک کلاله به ترتیب با ۳۷/۰۶، ۷۷/۹۲ و ۶۵/۳۲ درصد در تیمار محلول‌پاشی دو لیتر جلبک دریایی بدست آمد. همچنین در مطالعه کامل (Kamel, 2018) مصرف کود ریزمغذی حاوی عصاره جلبک دریایی باعث افزایش طول برگ، تعداد بنه در واحد سطح، عملکرد بنه، وزن خشک برگ، تعداد جوانه در بنه، متوسط وزن بنه، درصد وزنی بنه‌های کمتر از چهار گرم و درصد وزنی بنه‌های ۴-۸ گرم گردید.

عنصر پتاسیم نیز در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از قبیل فتوسنتز، ساخت پروتئین، ساخت و انتقال قند، فعالسازی بیش از ۶۰ نوع آنزیم، تنظیم پتانسیل اسمزی و یونی، تنظیم باز و بسته شدن روزنه-ها و تشکیل آوند آبکش گیاه نقش‌های کلیدی دارد (Karimi, 2017). طباطبائیان و همکاران (Tabatabaeian et al., 2020) اثر پتاسیم را بر وزن تَر و خشک بنه‌های مادری و دختری و همچنین وزن تَر و خشک گل و کلاله زعفران معنی‌دار گزارش کردند. بنابراین با توجه به اهمیت گیاه دارویی زعفران و مصارف گسترده آن در صنایع مختلف و با توجه به اثر مدیریت تغذیه‌ای و حاصلخیزی خاک بر تحریک تولید گل و افزایش عملکرد زعفران، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر سولفات پتاسیم و کود جلبک دریایی بر رشد رویشی و عملکرد گیاه زعفران به اجرا در آمد، تا با استفاده مناسب از نهاده‌های شیمیایی و آلی بتوان در جهت تولید پایدار و افزایش عملکرد این گیاه مهم دارویی قدم برداشت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شرایط مزرعه در سال‌های زراعی ۹۸-۹۷ و ۹۹-۹۸ به صورت فاکتوریل بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان

سرایان، در شمال غربی استان خراسان جنوبی انجام شد. در این آزمایش اثر استفاده از کودهای سولفات پتاسیم در چهار سطح (۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت مخلوط با خاک قبل از کاشت و عصاره جلبک دریایی در سه سطح (۰ و ۱ و ۲ در هزار) به‌صورت محلول‌پاشی بررسی شد. کود سولفات پتاسیم (با آنالیزهای درصد پتاسیم محلول ۵۰ درصد و گوگرد ۱۷/۵ درصد) از شرکت خدمات حمایتی در کیسه‌های ۵۰ کیلوگرمی، جلبک دریایی (با آنالیز پتاسیم ۱۷ درصد، آمینواسید چهار درصد، مانیتول چهار درصد، آلجینیک اسید چهار درصد و ماده آلی ۷۰ درصد) تولید کشور کانادا در بسته بندی های یک کیلوگرمی مورد استفاده قرار گرفت. قبل از انجام آزمایش و اقدام به عملیات آماده‌سازی، نمونه‌برداری از زمین به طور تصادفی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برای آزمایش آنالیز خاک انجام گردید (جدول ۱).

در اوایل اردیبهشت ۱۳۹۷ اقدام به شخم زمین با گاوآهن به عمق ۳۰ سانتی‌متر گردید. به منظور تسطیح کردن زمین و خرد کردن کلوخه‌های موجود، دو بار دیسک عمود انجام شد و سپس اقدام به ایجاد کرت-هایی با طول دو متر و عرض یک متر شد. فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها با احتساب جوی‌های مورد استفاده جهت آبیاری کرت‌ها ۱/۵ متر بود. در تاریخ‌های مشخص شده بنه‌ها از مزرعه مادر شهرستان سرایان برداشت و پس از آماده‌سازی و ضدعفونی با قارچ‌کش بنومیل با غلظت دو در هزار، طبق نقشه طرح در مزرعه کاشته شدند (تنها از بنه‌هایی دارای وزن هشت تا ۱۰ گرم برای کاشت استفاده شد). شروع عملیات کاشت در تاریخ بیست و پنجم شهریور ماه ۹۷ بود. هرکرت شامل چهار خط بود که فاصله دو خط کاشت از یکدیگر ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بنه‌ها درروی هر خط پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد و در هر خط ۴۰ بنه کشت گردید. تراکم کاشت ۸۰ بوته در مترمربع (با وزن متوسط ۸ گرم، سالم و بدون زخم و خراشیدگی و عاری از هر نوع بیماری) بود.

برای اعمال تیمار محلول‌پاشی با کود جلبک دریایی پس از آماده‌سازی محلول‌ها با غلظت‌های مورد نظر عملیات محلول‌پاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی و پس از کالیبره کردن آن انجام شد. محلول‌پاشی طی سه نوبت به فاصله حداقل ۱۵ روز در اوایل و اواسط اسفند ماه ۱۳۹۷ و اول فروردین ماه ۱۳۹۸ انجام گردید، به منظور جلوگیری از پاشش کودها در هنگام محلول‌پاشی برای کرت‌های مجاور از جداکننده پلاستیکی استفاده شد. لازم به ذکر است که در کرت مربوط به تیمار غلظت‌های صفر درصد کودهای مایع، محلول‌پاشی با آب مقطر صورت گرفت.

عملیات آبیاری با آب چاه شهرستان سرایان با ds/m EC=۱/۲ انجام پذیرفت بدین صورت که اولین آبیاری در ۱۵ مهر سال ۹۷ و ۹۸ و آبیاری‌های بعدی، بعد از اتمام دوره‌ی گلدهی و سپس در ماه‌های دی، بهمن، اسفند 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 (اواخر اردیبهشت ماه ۹۸) برگ‌های زرد شده برداشت و سپس مزرعه وارد دوره خواب تابستانی شده و در ابتدای فصل رشد بعدی و با شروع سرما (۱۵ مهر ماه ۹۸) اولین آبیاری انجام و سله‌شکنی نیز انجام شد. همزمان با شروع گلدهی در سال دوم (اواخر آبان ماه ۹۸)، گل‌های هر کرت به صورت روزانه از کل سطح کرت‌ها جمع‌آوری شد. صفات مرتبط با گلدهی شامل تعداد گل، عملکرد گل تَر، عملکرد کلاله تَر و خشک (با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم) و صفات مرتبط با رشد برگ شامل طول برگ (به وسیله خط‌کش)، وزن تَر و خشک برگ (بعد از مطمئن شدن از نبود خاک روی سطوح برگ با ترازوی دیجیتال)، و سپس شاخص‌های مربوط به وضعیت رشدی بنه‌ها در هر دو سال (در اردیبهشت ۹۷ و ۹۸) نظیر وزن کل بنه، تعداد کل بنه، فراوانی تعداد و وزن بنه‌ها، تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی و وزن بنه دختری اصلی اندازه‌گیری شد.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 انجام شد. میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه.

Table 1. Physical and chemical properties of soil in the study area.

سیلت Silt	رس clay	شن Sand	بافت Texture	ماده آلی(٪) Organic matter (%)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	pH	درصد رطوبت وزنی Percentage weight moisture	هدایت الکتریکی (میلی‌زیمنس بر سانتیمتر) EC ($mS.cm^{-1}$)
34	18	48	لومی Loamy	0.64	4.5	270	0.032	7.7	38	8.31

نتایج و بحث

صفات مرتبط با گل زعفران

تعداد گل

نتایج بدست آمده حاکی از تأثیر معنی‌دار اثرات ساده و متقابل مصرف کودهای سولفات پتاسیم و جلبک دریایی بر متوسط تعداد گل زعفران در سطح احتمال یک درصد در سال دوم می‌باشد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بیشترین تعداد گل در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و غلظت دو در هزار جلبک دریایی با مقدار ۲۳۰/۶۶ عدد در متر مربع و کمترین تعداد گل به مقدار ۱۹۵/۳۳ عدد در متر مربع در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۵).

در نتایجی مشابه، اکرمی و همکارانش (Akrami et al., 2015) با بررسی اثر مصرف کودهای پتاسیم و روی بر عملکرد گل و کلاله زعفران بدین نتیجه رسیدند که اثر پتاسیم بر تعداد گل زعفران معنی‌دار نشده است، با وجود این؛ با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم تعداد گل ۵/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته بود. طی بررسی که بیات و همکارانش (Bayat et al., 2019) بر روی گیاه گل حسرت انجام دادند مشخص شد که اثر پتاسیم بر تعداد گل این گیاه معنی‌دار بود. پتاسیم به عنوان عنصری مؤثر منجر به بهبود راندمان فتوسنتزی، به ویژه انتقال مواد هیدروکربنی در گیاه می‌شود (Barker & Pilbeam, 2015) و از این طریق می‌تواند سبب افزایش تعداد گل زعفران گردد. در نتایجی مشابه، کاربرد عصاره جلبک دریایی به صورت محلول‌پاشی بر روی گیاه زعفران، سبب افزایش تعداد گل شد (Behdani et al., 2020). به طور کلی، عصاره‌ی جلبک دریایی، حتی در غلظت‌های پایین، قادر به ایجاد واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاهی، مانند تحریک رشد گیاه و بهبود گلدهی و افزایش تعداد گل هستند (Khan et al., 2009).

عملکرد گل تَر

نتایج نشان داد که اثرات ساده و متقابل سولفات پتاسیم و جلبک دریایی بر عملکرد گل تَر معنی‌دار بود (جدول ۲). در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل کمترین مقدار عملکرد گل تَر (۸۵/۹۴ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار شاهد و بیشترین مقدار (۱۰۶/۰۳ گرم در متر مربع) هنگام مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و غلظت دو در هزار جلبک دریایی حاصل گردیده است (جدول ۵). برخی محققین بدین نتیجه رسیدند که اثر پتاسیم مصرفی بر عملکرد وزن گل زعفران معنی‌دار نشده با این وجود با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم عملکرد وزن گل ۵/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته است و بالاترین عملکرد وزن گل از مصرف توأم ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بدست آمده که نسبت به تیمار توأم ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم سولفات روی، وزن گل ۱۰۷ درصد افزایش داشته است (Akrami et al., 2015). پتاسیم رشد ریشه، جذب آب و عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. به فتوسنتز و تشکیل غذا و انتقال قند و نشاسته کمک می‌کند (Rabani-Foroutagheh et al., 2014) و احتمالاً سبب افزایش عملکرد زعفران شده است.

مشابه این نتایج بسیاری از محققین افزایش عملکرد گل تَر زعفران را در نتیجه مصرف عصاره جلبک گزارش

کرده‌اند (Khandan Deh Arbab, 2018; Behdani et al., 2020). از طرفی استفاده از جلبک دریایی منجر به افزایش عملکرد و کیفیت میوه در برخی گیاهان شده است (Masny et al., 2004; Abdel-Mawgoud et al., 2010). احتمالاً دلیل این امر وجود مواد افزایش دهنده متابولیسم سلولی همانند تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از جمله اکسین، جیبرلین و سایتوکینین و نیز اسمولیت‌های آلی مانند، بتائین، اسیدهای آمینه، عنصرهای معدنی، پلی‌ساکاریدها و ویتامین‌ها در عصاره جلبک دریایی است (Geny et al., 2007). 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 نقش قابل توجهی دارد (Vijayanand et al., 2014).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مرتبط با گلدهی زعفران تحت تأثیر دو کود سولفات پتاسیم و جلبک دریایی آکادین در سال دوم.

Table 2. Results of analysis of variance (mean square) of traits related to saffron flowering under the influence of two fertilizers of potassium sulfate and acadine seaweed in the first and second year.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد گل Number of flowers	عملکرد گل تَر Flower performance	عملکرد کلاله تَر Fresh stigma performance	عملکرد کلاله خشک Dry stigma performance
بلوک Block	2	0.333^{ns}	0.04795^{ns}	0.00060^{ns}	0.00008^{ns}
سولفات پتاسیم Potassium sulfate	3	1200.48^{**}	420.40^{**}	0.5120^{**}	0.00044^{**}
جلبک دریایی آکادین Acadine seaweed	2	230.250^{**}	60.905^{**}	0.1122^{**}	0.00010^{*}
پتاسیم × جلبک Potassium × Seaweed	6	5.842^{**}	1.82^{**}	0.0042^{**}	0.00006^{ns}
خطا Error		0.333	0.06307	0.000469	0.000051
ضریب تغییرات C.V.		0.276	0.265	1.797	1.94

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 ۳. مقایسه میانگین اثر ساده سولفات پتاسیم بر صفات مرتبط با گلدهی زعفران (سال دوم).

Table 3. Comparison of the mean of simple effect of potassium sulfate on traits related to saffron flowering (second year).

سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium sulfate ($kg.h^{-1}$)	عملکرد کلاله خشک (گرم در متر مربع) Dry stigma performance ($g.m^{-2}$)
0	1.04^{d}
100	1.06^{c}
200	1.09^{b}
300	1.17^{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 ۴. مقایسه میانگین اثر ساده جلبک دریایی بر صفات مرتبط با گلدهی زعفران (سال دوم).

Table 4. Comparison of the mean simple effect of seaweed on traits related to saffron flowering (second year).

جلبک دریایی (در هزار) Seaweed (per thousand)	عملکرد کلاله خشک (گرم در متر مربع) Dry stigma performance ($g.m^{-2}$)
0	1.070^{c}
1	1.094^{b}
2	1.117^{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 ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای مصرفی سولفات پتاسیم و جلبک دریایی بر صفات مرتبط با گلدهی زعفران (سال دوم).

Table 5. Comparison of the mean interaction of potassium sulfate and seaweed fertilizers on traits related to saffron flowering (second year).

سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium sulfate ($kg.h^{-1}$)	جلبک دریایی (در هزار) Seaweed (per thousand)	تعداد گل در متر مربع Number of flowers per square meter	عملکرد گل تَر (گرم در متر مربع) Flower performance ($g.m^{-2}$)	عملکرد کلاله تَر (گرم در متر مربع) Fresh stigma performance ($g.m^{-2}$)
	0	195.33^{j}	85.94^{k}	4.13^{i}
0	1	197.66^{j}	86.97^{j}	4.18^{h}
	2	201.66^{i}	88.72^{j}	4.27^{g}
	0	197.66^{j}	88.91i	4.18^{h}
100	1	203.33^{h}	91.50^{h}	4.30^{g}
	2	206.33^{f}	94.90^{f}	4.36^{ef}
	0	205.33^{g}	94.43^{g}	4.34^{f}
200	1	207.66^{e}	95.51^{e}	4.39^{e}
	2	213.33^{d}	98.11^{d}	4.51^{d}
	0	218.66^{c}	100.53^{c}	4.59^{c}
300	1	224.33^{b}	103.31^{b}	4.75^{b}
	2	230.66^{a}	106.03^{a}	4.88^{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.

عملکرد کلاله تَر و خشک

با مشاهده نتایج حاصل از تجزیه واریانس در سال دوم (جدول ۲)، اثرات ساده و متقابل کاربرد عصاره جلبک دریایی و کود سولفات پتاسیم بر عملکرد کلاله تَر زعفران در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. ولی در خصوص عملکرد کلاله خشک تنها اثر ساده این دو فاکتور معنی‌دار گردید و اثرات متقابل بر روی این صفت اختلاف معنی‌دار آماری نشان ندادند. با بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل فاکتورها کمترین عملکرد کلاله تَر در تیمار شاهد و بیشترین آن در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و مصرف دو در هزار جلبک دریایی به دست آمد (جدول ۵). با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر ساده مصرف کود سولفات پتاسیم، بیشترین عملکرد کلاله خشک از مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). در تیمار مصرف جلبک دریایی نیز، بیشترین عملکرد کلاله خشک با مصرف دو در هزار جلبک دریایی و کمترین مقدار در تیمار عدم مصرف جلبک دریایی به دست آمد (جدول ۴).

در نتایجی مشابه، گزارش شده است که محلول‌پاشی پتاسیم بر وزن تَر و خشک کلاله زعفران تأثیر معنی‌داری داشت (Tabatabaeian et al., 2020). ذبیحی و فیضی (Zabihi & Feizi, 2014) نیز گزارش کردند که مصرف پتاسیم، به شکل سولفات پتاسیم، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کلاله خشک زعفران نسبت به تیمار استفاده از کلرید پتاسیم شد. از آنجا که پتاسیم نقش مهمی در فعالیت‌های گیاه مانند فتوسنتز، جذب آب و حفظ پتانسیل اسمزی، همچنین تأثیر در افزایش

رشد و فعالیت ریشه، افزایش محتوی کلروفیل و افزایش فعالیت آنزیم ردوکتاز و انورتاز دارد (Ma & Shi, 2011)، لذا در افزایش میزان عملکرد زعفران نیز مؤثر واقع شده است. مشابه این نتایج، خندان ده ارباب (Khandan Deh Arbab, 2018) و بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2020) گزارش کردند که، بیشترین عملکرد کلاله زعفران با مصرف عصاره جلبک حاصل گردید. محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی منجر به افزایش رشد، عملکرد و تولید در محصول گردیده که این خاصیت به اسیدهای آمینه و محرک‌های رشد موجود در کود نسبت داده شده است(Norrie & Keathley, 2005).

صفات مرتبط با رشد رویشی زعفران

طول برگ

مصرف سولفات پتاسیم و جلبک دریایی در هر دو سال تأثیر معنی‌داری بر طول برگ زعفران داشتند، امّا اثر متقابل این دو عامل بر صفت مذکور غیر معنی‌دار بود (جدول ۶). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷ و ۸)، در سال اول و دوم کمترین طول برگ (به‌ترتیب ۴۶/۰۴ و ۴۴/۷۳ سانتی‌متر) در تیمار بدون استفاده از سولفات پتاسیم و کود جلبک دریایی و بیشترین آن (۵۰/۳۶ و ۶۲/۶۵ سانتی‌متر) در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و مصرف دو در هزار جلبک دریایی مشاهده شد.

اکبریان و همکاران (Akbarian et al., 2012) در آزمایشی دو ساله بر روی زعفران عنوان نمودند که با دو بار محلول‌پاشی برگی عناصر پتاسیم، روی و آهن، طول برگ نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت.

مشابه نتایج ما بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2020) گزارش کردند که کمترین طول برگ در تیمار بدون استفاده از کود جلبک دریایی و بیشترین آن در تیمار دو در هزار جلبک دریایی مشاهده شد. کامل و همکاران (Kamel, 2018) نیز اثر مقدار مصرف کود کامل حاوی عصاره جلبک دریایی بر طول برگ زعفران را معنی‌دار گزارش کردند. وجود هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد و ترکیبات هورمونی چون اکسین، جیبرلین، فنیل استیک اسید و سیتوکنین در انواع جلبک‌ها به اثبات رسیده است (Rayorath et al., 2008). بنابراین این افزایش طول برگ از سطح شاهد تا محلول‌پاشی با بالاترین دوز جلبک دریایی را می‌توان به تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اسیدجیبرلیک که موجب القا رشد بیشتر می‌شوند مرتبط دانست که در نهایت سبب افزایش رشد سبزینه‌ای برگ و افزایش طول برگ در گیاه می‌شود. محققان دیگری نیز بالاترین طول برگ زعفران را در نتیجه مصرف اسیدجیبرلیک گزارش کردند (Shakeri et al., 2018).

وزن برگ تَر و خشک برگ

همانطور که نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان می‌دهد در هر دو سال اثرات ساده فاکتورهای آزمایشی بر وزن تَر و خشک برگ زعفران اختلاف معنی‌دار داشت، وزن تَر برگ تحت تأثیر اثر متقابل مصرف کودهای سولفات پتاسیم و جلبک دریایی نیز قرار گرفت. همانطور که در مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر صفت وزن تَر برگ (جدول ۹) ملاحظه می‌گردد بیشترین مقدار وزن تَر برگ در هر دو سال (به‌ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۹۰ گرم در بوته) از تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و کاربرد دو در هزار جلبک دریایی و کمترین آن (به‌ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۳۰ گرم در بوته) در تیمار شاهد حاصل شد. در خصوص وزن خشک برگ، بیشترین مقدار این صفت در هر دو سال در زمان مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به‌دست آمد و کمترین مقدار در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۷). همچنین، در هر دو سال زمانی که جلبک دریایی به میزان دو در هزار محلول‌پاشی گردید بیشترین وزن خشک برگ حاصل شد و کمترین مقدار در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۱۲). مصرف پتاسیم با بهبود بخشیدن فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و افزایش تثبیت نیترات در گیاه، باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ گردیده و در نتیجه فرآیند فتوسنتز، افزایش دوام سطح برگ و تولید ماده خشک تداوم می‌یابد (Doberman, 2004). همچنین، پتاسیم در افزایش راندمان فتوسنتزی گیاه نقش قابل ملاحظه‌ای دارد و گسترش برگ‌ها نیز ارتباط نزدیکی با مقدار پتاسیم آنها دارد (Barker & Pilbeam, 2015).

نتایج بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2020) حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر جلبک دریایی در سطح احتمال یک درصد بر وزن تَر و خشک برگ زعفران بود. خندان ده ارباب (Khandan Deh Arbab, 2018) و

گرامی صادقیان (Grami Sadeghian, 2019) مصرف عصاره جلبک دریایی بر افزایش میزان ماده خشک برگ زعفران را گزارش کردند. با افزایش مقدار مصرف کود حاوی عصاره جلبک دریایی به صورت محلول‌پاشی در مرحله‌ی رویشی، شرایط تغذیه‌ای گیاه بهبود یافته (Sibi et al., 2016) و به علّت 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 سبب افزایش فتوسنتز و افزایش وزن برگ‌ها می‌گردد (Sunarpi et al., 2011).

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مربوط به صفات برگ زعفران تحت تاثیر کاربرد سولفات پتاسیم و جلبک دریایی آکادین در سال اول و دوم.

Table 6. Results of analysis of variance (mean square) related to saffron leaf traits under the influence of potassium sulfate and Acadine seaweed in the first and second year.

	منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	طول برگ Leaf length	وزن برگ تَر Fresh leaf weight	وزن برگ خشک Dry leaf weight
سال اول First year	بلوک Block	2	7.505^{ns}	0.0011^{ns}	0.0009^{ns}
	سولفات پتاسیم Potassium sulfate	3	29.731^{**}	0.079^{**}	0.0046^{**}
	جلبک دریایی آکادین Acadine seaweed	2	96.34^{**}	0.105^{**}	0.0054^{**}
	پتاسیم × جلبک Potassium × Seaweed	6	5.75^{ns}	0.017^{**}	0.0014^{ns}
	خطا Error		4.797	0.0040	0.00082
	ضریب تغییرات C.V.		4.53	10.99	18.33
سال دوم Second year	بلوک Block	2	1.530^{ns}	0.0012^{ns}	0.000014^{ns}
	سولفات پتاسیم Potassium sulfate	3	480.37^{**}	0.670^{**}	0.00016^{**}
	جلبک دریایی آکادین Acadine seaweed	2	694.028^{**}	0.084^{**}	0.00048^{**}
	پتاسیم × جلبک Potassium × Seaweed	6	12.426^{ns}	0.010^{**}	0.000015^{ns}
	خطا Error		30.452	0.002	0.000058
	ضریب تغییرات C.V.		9.04	6.852	8.33

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 ۷. مقایسه میانگین اثر سولفات پتاسیم بر خصوصیات برگ زعفران در سال اول و دوم.

Table 7 - Comparison of the mean effect of potassium sulfate on saffron leaf characteristics in the first and second year

	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium sulfate ($kg.h^{-1}$)	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	وزن برگ خشک (گرم در بوته) Dry leaf weight ($g.\ plant^{-1}$)
سال اول First year	0	46.044^{c}	0.134^{b}
	100	47.878^{bc}	0.138^{b}
	200	48.911^{ab}	0.175^{a}
	300	50.367^{a}	0.176^{a}
سال دوم Second year	0	44.73^{c}	0.163^{c}
	100	50.98^{b}	0.265^{b}
	200	52.40^{b}	0.277^{b}
	300	62.65^{a}	0.482^{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 ۸. مقایسه میانگین اثر ساده جلبک دریایی بر خصوصیات برگ زعفران در سال اول و دوم.

Table 8. Comparison of the mean simple effect of seaweed on saffron leaf characteristics in the first and second year.

وزن برگ خشک (گرم در بوته) Dry leaf weight (g. plant^{-1})	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	جلبک دریایی (در هزار) Seaweed (per thousand)	
0.13^{b}	45.48^{c}	0	سال اول First year
0.15^{ab}	48.22^{b}	1	
0.17^{a}	51.15^{a}	2	
0.130^{b}	45.39^{c}	0	سال دوم Second year
0.154^{ab}	49.16^{b}	1	
0.172^{a}	54.17^{a}	2	

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 ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل جلبک دریایی و کود سولفات پتاسیم بر وزن تَر برگ زعفران در سال اول و دوم.

Table 9. Comparison of the mean interaction of seaweed and potassium sulfate fertilizer on the fresh weight of saffron leaves in the first and second year.

وزن برگ تَر در سال دوم (گرم در بوته) Fresh leaf weight in the second year (g. plant^{-1})	وزن برگ تَر در سال اول (گرم در بوته) Fresh leaf weight in the first year (g. plant^{-1})	جلبک دریایی (در هزار) Seaweed (per thousand)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium sulfate (kg.h^{-1})
0.30^{f}	0.34^{f}	0	
0.55^{de}	0.52^{de}	1	0
0.60^{de}	0.57^{cde}	2	
0.48^{ef}	0.45^{ef}	0	
0.61^{bc}	0.58^{bcd}	1	100
0.54^{de}	0.52^{de}	2	
0.61^{bc}	0.58^{bcd}	0	
0.63^{bc}	0.60^{bcd}	1	200
0.67^{bc}	0.69^{b}	2	
0.54^{de}	0.52^{de}	0	
0.72^{b}	0.65^{bc}	1	300
0.90^{a}	0.87^{a}	2	

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.

صفات بنه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر ساده کود سولفات پتاسیم در هر دو سال بر تعداد کل بنه، اثر ساده سولفات پتاسیم و جلبک دریایی در سال اول بر تعداد بنه ۳-۰ گرم و تعداد بنه ۶-۳ گرم، اثر ساده سولفات پتاسیم و جلبک دریایی در سال دوم بر تعداد بنه ۹-۶ گرم، اثر ساده سولفات پتاسیم و جلبک دریایی در سال هر دو سال بر تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم، میانگین تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی و میانگین وزن بنه دختری اصلی، اثرات ساده و متقابل سولفات پتاسیم و جلبک دریایی در سال اول و اثرات ساده در سال دوم بر وزن کل بنه، اثرات ساده و متقابل سولفات پتاسیم و جلبک دریایی در هر دو سال بر میانگین وزن هر بنه، اثر ساده کود سولفات پتاسیم در

سال اول بر وزن بنه ۱۲-۹ گرم، اثرات ساده و متقابل سولفات پتاسیم و جلبک دریایی در سال اول بر وزن بنه بیشتر از ۱۲ گرم معنی‌دار گردید (جدول ۱۰ و ۱۱).

بررسی نتایج مقایسه میانگین مربوط به سولفات پتاسیم نشان می‌دهد که بیشترین تعداد کل بنه، وزن کل بنه، میانگین وزن هر بنه و میانگین وزن بنه دختری اصلی در هر دو سال با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، برای صفت تعداد بنه ۳-۰ گرم در سال اول بیشترین تعداد (۱۶۱ عدد در متر مربع) در سطح شاهد، برای صفات تعداد بنه ۶-۳ گرم، تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم و وزن بنه بیشتر از ۱۲ گرم در سال اول و میانگین تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی در هر بنه در سال دوم بیشترین مقدار در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم، و بیشترین مقدار صفات میانگین تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی در هر بنه در سال اول و تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم در سال دوم در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم مشاهده شد (جدول ۱۲).

با مشاهده جدول مقایسه میانگین مربوط به جلبک دریایی می‌توان دید که، برای صفت تعداد بنه ۳-۰ گرم در سال اول و تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم در سال دوم بیشترین مقدار در سطح شاهد و برای صفت تعداد بنه ۶-۳ گرم، تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم، میانگین تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی، وزن کل بنه، میانگین وزن هر بنه، وزن بنه بیشتر از ۱۲ گرم و میانگین وزن بنه دختری اصلی در سال اول بیشترین مقدار در سطح دو در هزار جلبک دریایی است و برای صفت میانگین تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی در سال دوم بیشترین عدد در سطح یک در هزار جلبک دریایی مشاهده شد (جدول ۱۳).

برای صفات وزن کل بنه، میانگین وزن هر بنه و میانگین وزن بنه دختری اصلی بیشترین مقدار در سطح دو در هزار و کمترین مقدار در سطح شاهد به‌دست آمد (جدول ۱۳).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل کود جلبک دریایی و سولفات پتاسیم بر روی بنه زعفران در سال اول برای صفت وزن کل بنه نشان می‌دهد که بیشترین مقدار (۴۹۱۵ گرم در متر مربع) در کاربرد همزمان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و غلظت دو در هزار جلبک دریایی و کمترین مقدار (۱۸۸۰ گرم در متر مربع) را در سطح شاهد داریم (جدول ۱۴).

میانگین وزن هر بنه بیشترین مقدار در سال اول و دوم (به‌ترتیب ۱۱/۹۷ و ۱۲/۹۰ گرم) در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و دو در هزار جلبک دریایی مشاهده شد (جدول ۱۴).

در رابطه با صفت وزن بنه بیشتر از ۱۲ گرم در سال اول بیشترین مقدار (۲۷۱۰ گرم در متر مربع) در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و دو در هزار جلبک دریایی و کمترین مقدار (۱۲۰۰ گرم در متر مربع) در سطح شاهد مشاهده شد (جدول ۱۴).

گرامی صادقیان (Grami Sadeghian, 2019) در نتایجی مشابه بیان کرد که جلبک دریایی تأثیر معنی داری بر وزن کل بنه، تعداد بنه دختری و وزن بنه دختری اصلی زعفران داشت.

بهدانی و همکاران (Behdani et al., 2020) نیز افزایش تعداد کل بنه‌های دختری و وزن کل بنه دختری زعفران را در نتیجه مصرف جلبک دریایی گزارش کردند. شاید بتوان تأثیر محرک‌های رشد موجود در جلبک دریایی، سیتوکنین ترانس-زآتین، مواد اکسینی، بتائین و مواد شبیه بتائین که باعث افزایش میزان کلروفیل یا ممانعت از تخریب کلروفیل می‌شوند را عامل افزایش وزن کل بنه-ها ازطریق افزایش فتوسنتز و تولید آسیمیلات‌ها توسط کلروفیل دانست (Juanmardi & 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 ها در زعفران می‌شوند (Adams-Phillips et al., 2004). محلول‌پاشی زعفران باعث افزایش جذب مواد مغذی توسط برگ‌ها و تجمع آن‌ها در پارانشیم ذخیره-ای بنه‌ها شد (Hosseini et al., 2003).

جدول ۱۰. نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد کود پتاسیم و جلبک دریایی آکادین بر صفات بنه زعفران در سال اول و دوم.

Table 10. Results of analysis of variance of the effect of application of potassium and Acadine seaweed fertilizer on saffron corm traits in the first and second year.

میانگین تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی Mean number of buds with flowering potential in each corm	تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم Number of corms more than 12 gr	تعداد بنه ۹-۱۲ گرم Number of corms 9-12 gr	تعداد بنه ۶-۹ گرم Number of corms 6-9 gr	تعداد بنه ۳-۶ گرم Number of corms 3-6 gr	تعداد بنه ۰-۳ گرم Number of corms 0-3 gr	تعداد کل بنه Total number of corms	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.	
0.189^{ns}	0.194^{ns}	0.777^{ns}	0.250^{ns}	0.027^{ns}	0.027^{ns}	0.027^{ns}	2	بلوک Block	سال اول First year
0.908^{**}	4.666^{**}	1.879^{ns}	1.212^{ns}	1.296^{*}	1.435^{*}	14.111^{**}	3	سولفات پتاسیم Potassium sulfate	
0.380^{**}	2.194^{**}	0.861^{ns}	0.750^{ns}	2.020^{**}	3.027^{**}	1.027^{ns}	2	جلبک دریایی آکادین Acadine seaweed	
0.160^{ns}	0.638^{ns}	1.157^{ns}	0.935^{ns}	0.435^{ns}	0.768^{ns}	0.805^{ns}	6	پتاسیم × جلبک Potassium × Seaweed	
0.064	0.224	0.505	0.159	0.270	0.391	0.542	-	خطا Error	
13.88	25.09	69.14	95.72	85.095	23.21	10.96	-	ضریب تغییرات C.V.	
0.19^{ns}	101.86^{ns}	2.08^{ns}	2.08^{ns}	141^{ns}	3130^{ns}	2518^{ns}	2	بلوک Block	سال دوم Second year
0.808^{**}	2645^{**}	95.5^{ns}	2957^{**}	1101^{ns}	137628^{ns}	208496^{**}	3	سولفات پتاسیم Potassium sulfate	
0.560^{**}	381.56^{**}	12.12^{ns}	28.3^{**}	148^{ns}	409.1^{ns}	365^{ns}	2	جلبک دریایی آکادین Acadine seaweed	
0.240^{ns}	14.68^{ns}	31.8^{ns}	56.9^{ns}	51.5^{ns}	2250^{ns}	2558^{ns}	6	پتاسیم × جلبک Potassium × Seaweed	
0.004	36.87	20.6	49.7	71.2	1079	1614	-	خطا Error	
14.8	17.25	57.8	29.1	24.5	19.4	15.6	-	ضریب تغییرات C.V.	

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 ۱۱. نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد کود پتاسیم و جلبک دریایی آکادین بر صفات بنه زعفران در سال اول و دوم.

Table 11. Results of analysis of variance of the effect of application of potassium and acadine seaweed fertilizer on saffron corm traits in the first and second year.

	منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	وزن کل بنه Total weight of corms	میانگین وزن هر بنه Mean weight of each corm	وزن بنه ۳-۰ گرم Weight of corms 0-3 gr (m^{-2})	وزن بنه ۶-۳ گرم Weight of corms 3-6 gr (m^{-2})	وزن بنه ۹-۶ گرم Weight of corms 6-9 gr (m^{-2})	وزن بنه ۱۲-۹ گرم Weight of corms 9-12 gr (m^{-2})	وزن بنه بیشتر از ۱۲ گرم Corms weight more than 12 gr	میانگین وزن بنه دختری اصلی Mean weight of the original girl corms
سال اول First year	بلوک Block	2	1.30^{ns}	0.03^{ns}	1.49^{ns}	3.67^{ns}	5.12^{ns}	85.13^{ns}	45.54^{ns}	0.121^{ns}
	سولفات پتاسیم Potassium sulfate	3	3117.49^{**}	15.67^{**}	13.45^{ns}	29.04^{ns}	61.97^{ns}	262.87^{*}	2271.69^{**}	117.36^{**}
	جلبک دریایی آکادین Acadine seaweed	2	1026.40^{**}	21.20^{**}	14.11^{ns}	25.79^{ns}	65.05^{ns}	88.78^{ns}	1152.43^{**}	56.021^{**}
	پتاسیم × جلبک Potassium × Seaweed	6	153.69^{**}	6.07^{**}	8.75^{ns}	5.27^{ns}	44.99^{ns}	128.14^{ns}	11.21^{**}	10.65^{ns}
	خطا Error	-	0.54	14.51	1.45	0.39	0.27	0.505	0.22	6.25
	ضریب تغییرات C.V.	-	10.96	6.43	13.75	23.21	85.05	69.14	25.09	43.47
سال دوم Second year	بلوک Block	2	5261^{ns}	11.78^{ns}	6625.8^{ns}	1630.25^{ns}	1476.78^{ns}	95.37^{ns}	415.79^{ns}	1339.78^{ns}
	سولفات پتاسیم Potassium sulfate	3	874607^{**}	115.8^{**}	87175.68^{ns}	98428.8^{ns}	9514.68 ns	264.43^{ns}	441.9^{ns}	9417.36^{**}
	جلبک دریایی آکادین Acadine seaweed	2	44.12^{**}	11.12^{**}	7816.97^{ns}	6874.32^{ns}	5455.45^{ns}	48.893^{ns}	1452.432^{ns}	5156.21^{**}
	پتاسیم × جلبک Potassium × Seaweed	6	79.18^{ns}	16.7^{**}	2340.87^{ns}	1367.84^{ns}	229.44^{ns}	148.648^{ns}	71.629^{ns}	100.63^{ns}
	خطا Error	-	40.31	1.57	87.74	95.80	117.18	15.9	8.45	161.23
	ضریب تغییرات C.V.	-	11.6	16.43	19.87	13.21	15.59	45.12	7.14	13.40

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 سولفات پتاسیم بر ویژگی‌های تعداد و وزن بنه‌های دختری در سال اول و دوم.

Table 12. Comparison of the mean of simple effect of potassium sulfate on the characteristics of the number and weight of replacement corms in the first and second year.

میانگین وزن بنه دختری اصلی (گرم) Mean weight of the original girl corms (g)	وزن کل بنه (گرم در متر مربع) Total weight of corms ($g.m^{-2}$)	میانگین تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی در هر بنه Mean number of buds with flowering potential in each corm	تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم (در متر مربع) Number of corms more than 12 gr (m^{-2})	تعداد بنه ۶-۳ گرم (در متر مربع) Number of corms 3-6 g (m^{-2})	تعداد بنه ۳-۰ گرم (در متر مربع) Number of corms 0-3 g (m^{-2})	تعداد کل بنه (در متر مربع) Total number of corms (m^{-2})	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium sulfate ($kg.h^{-1}$)	
13.71^{c}	1885^{d}	1.38^{c}	55.5^{d}	27.50^{cd}	161^{a}	277.5^{c}	0	سال اول First year
17.23^{b}	2643^{c}	1.81^{b}	72.0^{c}	27.75^{c}	116^{d}	305.0^{b}	100	
20.71^{a}	3175^{b}	2.11^{a}	122.0^{b}	38.85^{b}	138^{b}	188.5^{d}	200	
21.63^{a}	4134^{a}	1.99^{ab}	127.5^{a}	50.00^{a}	122^{c}	422.0^{a}	300	
13.67^{c}	1814^{d}	1.20^{c}	67.0^{c}	-	-	220.0^{d}	0	سال دوم Second year
18.33^{b}	2692^{c}	1.70^{b}	84.0^{bc}	-	-	302.0^{c}	100	
21.71^{a}	3341^{b}	2.10^{ab}	102.0^{a}	-	-	342.0^{b}	200	
21.77^{a}	4867^{a}	2.80^{a}	99.0^{b}	-	-	409.0^{a}	300	

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 جلبک دریایی بر ویژگی‌های تعداد و وزن بنه‌های دختری در سال اول و دوم.

Table 13. Comparison of the mean simple effect of seaweed on the characteristics of the number and weight of replacement corms in the first and second year.

میانگین وزن بنه دختری اصلی (گرم) Mean weight of the original girl corms (g)	وزن کل بنه (گرم در متر مربع) Total weight of corms ($g.m^{-2}$)	میانگین تعداد جوانه دارای پتانسیل گلدهی Mean number of buds with flowering potential in each corm	تعداد بنه بیشتر از ۱۲ گرم (در متر مربع) Number of corms more than 12 gr (m^{-2})	تعداد بنه ۶-۳ گرم (در متر مربع) Number of corms 3-6 g (m^{-2})	تعداد بنه ۳-۰ گرم (در متر مربع) Number of corms 0-3 g (m^{-2})	جلبک دریایی (در هزار) Seaweed (per thousand)	
15.86^{b}	2486^{c}	1.63^{b}	70.5^{c}	20.5^{b}	158.0^{a}	0	سال اول First year
19.21^{a}	2982^{b}	1.86^{a}	100.0^{b}	16.5^{c}	137.5^{b}	1	
19.89^{a}	4910^{a}	1.98^{a}	112.0^{a}	54.0^{a}	108.0^{c}	2	
14.61^{b}	750^{c}	1.30^{b}	98.0^{a}	-	-	0	سال دوم Second year
18.77^{a}	1271^{b}	1.86^{a}	80.0^{b}	-	-	1	
18.99^{a}	3100^{a}	1.85^{a}	79.0^{b}	-	-	2	

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 کود سولفات پتاسیم و جلبک دریایی بر ویژگی‌های وزن بنه‌های دختری در سال اول و دوم.

Table 14. Comparison of the mean interaction effect of potassium sulfate and seaweed fertilizer on the characteristics of the weight of replacement corms in the first and second year.

میانگین وزن هر بنه در سال دوم (گرم) Mean weight of each corm in the second year (g)	وزن بنه بیشتر از ۱۲گرم در سال اول (در متر مربع) Corms weight more than 12 gr in the first year (m^{-2})	میانگین وزن هر بنه در سال اول (گرم) Mean weight of each corm in the first year (g)	وزن کل بنه در سال اول (گرم در متر مربع) Total weight of corm in the first year ($g.m^{-2}$)	جلبک دریایی (در هزار) Seaweed (per thousand)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium sulfate ($kg.h^{-1}$)
7.30^{d}	1200^{f}	6.26^{d}	1880^{f}	0	0
7.70^{c}	1295^{e}	7.68^{cd}	1880^{f}	1	
7.12^{d}	1331^{de}	6.74^{d}	1895^{f}	2	
7.10^{d}	1750^{c}	6.09^{d}	1920^{f}	0	100
11.60^{bc}	1690^{cd}	9.68^{bc}	1725^{g}	1	
11.48^{bc}	1925^{bc}	10.43^{ab}	3280^{d}	2	
7.70^{c}	1935^{bc}	6.61^{d}	2335^{e}	0	200
11.56^{bc}	2340^{ab}	10.07^{ab}	3340^{c}	1	
12.90^{a}	2970^{a}	11.97^{a}	3845^{b}	2	
11.95^{b}	2425^{ab}	9.95^{ab}	3805^{b}	0	300
11.54^{bc}	2465^{ab}	9.54^{bc}	3980^{b}	1	
11.91^{b}	2710^{a}	9.91^{ab}	4915^{a}	2	

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.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد، استفاده از کود جلبک دریایی به صورت محلول‌پاشی و کود پتاسیم به صورت کاربرد خاکی بر روی خواص کمی زعفران و خصوصیات زراعی و عملکرد گل و کلاله تأثیرگذار بود و در بیشتر موارد اثرات مثبت به همراه داشت. این تأثیرات افزایشی هنگام کاربرد همزمان کودهای جلبک دریایی و پتاسیم بیشتر ملموس می‌باشد. کاربرد خاکی سولفات پتاسیم همراه با محلول‌پاشی با کود جلبک دریایی علاوه بر اینکه عناصر مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کند، هورمون-های موجود در کود که به‌صورت محلول‌پاشی استفاده می‌گردد محرک رشد سبزینه گیاه بوده و سبزینه بیشتر عناصر غذایی بیشتری را برای بنه‌ها فراهم خواهد نمود. در حال حاضر جلبک دریایی به صورت گسترده در کشاورزی، صنعت، داروسازی و صنایع غذایی کاربرد دارد و در کشورهای پیشرفته دنیا بسیار مورد توجه قرار گرفته‌است. جلبک‌ها دارای مقدار زیادی فیبر هستند و می‌توانند در کشاورزی به نرم کردن بافت خاک و همچنین حفظ رطوبت خاک کمک نمایند، از طرفی به خاطر مواد معدنی و عناصر کمیاب و ارزشمندی که در بافت جلبک‌ها وجود دارد می‌توانند نقش زیادی در بهبود رشد و کیفیت محصولات کشاورزی داشته باشند، به گونه‌ای که استفاده از این فرآورده‌ها در کشاورزی افزایش کمی و کیفی محصول، جذب بیشتر مواد غذایی از خاک، بهبود مقاومت در برابر آفات، افزایش جوانه‌زنی بذور و افزایش مقاومت در برابر یخ‌زدگی را در پی داشته است. علاوه بر آن مصرف این نهاده‌های آلی باعث جلوگیری و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی نیز می‌گردد. لذا بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش و همچنین با انجام تحقیقات گسترده‌تر در این زمینه می‌توان این کودها را برای افزایش عملکرد کمی و کیفی زعفران توصیه نمود.

منابع

Abdel-Mawgoud, A., Tantaway, A., Hafez, M.M., & Habib, H.A. (2010). Seaweed extract improves growth, yield and quality of different watermelon hybrids. *Research Journal of Agriculture Biological Sciences. 6*(2), 161-168.

Adams-Phillips, L., Barry, C., & Giovannoni, J. (2004). Signal transduction systems regulating fruit ripening. *Trends in plant science*, *9*(7), 331-338.

Akbarian, M.M., Sharifabad, H.H., Noormohammadi, G., & Kojouri, F.D. (2012). The effect of potassium, zinc and iron foliar application on the production of saffron (*Crocus sativa*). *Annals of Biological Research*. *3*(12), 5651-5658.

Akrami, M.R., Malakouti, M.J., & Keshavarz, P. (2015). Study of flower and stigma yield of saffron as affected by potassium and zinc fertilizers in Khorasan Razavi Province. *Journal of Saffron Research*. *2*(1), 85-96. [in Persian].

Azizi, G., Musavi, S.G., Seghatoleslami, M.J., & Fazeli Rostampour, M. (2020). The Effect of Foliar application of seaweed Extract, Urea and micronutrient fertilizers On Performance and Its Components of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research, 8*(1), 141-159.

Bagri, J., Yadav, A., Anwar, K., Dkhar, J., Singla-Pareek, S.L., & Pareek, A. (2017). Metabolic shift in sugars and amino acids regulates sprouting in Saffron corm. *Scientific Reports, 7*(1),1-10.

Barker, A.V., & Pilbeam, D.J. (2015). *Handbook of plant nutrition*. CRC press.

Bayat, H., Aminifard, M.H., & Alirezaie Noghondar, M. (2019). The effects of NPK fertilizers on growth, ornamental traits and corm yield of wild species of colchicum (*Colchicum kotschyi Bioss*). *Iranian Journal of Horticultural Sciences, 49*(4), 939-947. [in Persian].

Behdani, M.A., Gerami Sadeghian, M., Eslami, S.V., & Aminifard, M.H. (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), 307-32. [in Persian].

Doberman, A. (2004). Crop potassium nutrition–implications for fertilizer recommendations. *Department of Agronomy and Horticulture*, University of Nebraska, Lincoln, NE.

Einafshar, S., & Sharayei, P. (2020). The effect of extraction condition on Bio active compounds of saffron corm extract. *Saffron Agronomy and Technology, 8*(1), 89-98. [in Persian].

Geny, L., Bernardon Mery, A., & Larrive, G. (2007). Un filtrat d'algues agit sur la vigne et le pommier. *Phytoma, La Défense des Végétaux, (609)*, 37-40.

Grami Sadeghian, M. (2019). Study of the effect of different levels of foliar application of Acadine seaweed and Biomex poultry liquid fertilizer on the growth and yield of saffron (Master's thesis). Birjand University, Iran.

Juanmardi, J., & Sattar, H. (2016). Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of five greenhouse tomato cultivars in response to fertilizers containing seaweed extract and amino acids. S*cience and Technology of Greenhouse Cultivation, 7*(25), 121-129. [in Persian].

Kamel, P. (2018). Effect of time and amount of complete fertilizer containing seaweed extract on shoot growth characteristics and safflower corm (Master's thesis). Islamic Azad University of Sabzevar, Iran. [in Persian].

Karimi, R. (2017). Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. *Scientia Horticulturae, 215*, 184-194.

Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation, 28*(4), 386-399.

Khandan Deh Arbab, S. (2018). Effect of amino acid, algae extract and corm weight on quantitative and qualitative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) (Master's thesis). Birjand University, Iran.

Ministiry of Agriculture-Jahad. (2020). Agricultural statistics of the cropping year 2019-2020, the second volume of horticultural products. Ministry of Jihad Agriculture, Deputy of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center.

Ma, L., & Shi, Y. (2011). Effects of potassium fertilizer on physiological and biochemical index of Stevia rebaudiana Bertoni. *Energy Procedia, 5*, 581-586.

Masny, A., Basak, A., & Zurawicz, E. (2004). Effect of foliar applications of Kelpak SL and Goemar BM 86 preparations on yield and fruit quality in two strawberry cultivars. *Journal of Fruit Ornamental Plant Research, 12*, 23-27.

Molina, R., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J., & García-Luis, A. (2005). Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae, 103*(3), 361-379.

Moradi, R., Nasiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A., & Nezhadali, A. (2011). The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity and quality essential oil of *Foeniculum vulgare* Mill.(Fennel). *Journal of Horticultural Science, 25*(1), 25-33. [in Persian].

Norrie, J., & Keathley, J. (2005). *Benefits of Ascophyllum nodosum marine-plant extract applications to Thompson Seedless grape production.* Paper presented at the X International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production 727.

Rabani-Foroutagheh, M., Hamidoghli, Y., & Mohajeri, S.A. (2014). Effect of split foliar fertilisation on the quality and quantity of active constituents in saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of the Science of Food Agriculture, 94*(9), 1872-1878.

Rayorath, P., Khan, W., Palanisamy, R., MacKinnon, S.L., Stefanova, R., Hankins, S.D., Critchley, A.T., & Prithiviraj, B. (2008). Extracts of the brown seaweed Ascophyllum nodosum induce gibberellic acid (GA_3)-independent amylase activity in barley. *Journal of Plant Growth Regulation, 27*(4), 370-379.

Saeedi-Rad, M.H., & Mokhtarian, A. (2011). Applied Scientific Principles of Planting, Harvesting and Harvesting saffron. *Education and Promotion of Agriculture*.112 p. [In Persian].

Shahbazi, F., Nejad, M.S., Salimi, A., & Gilani, A. (2015). Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of wheat. *International Journal of Agriculture Crop Sciences, 8*(3), 283-287.

Shakeri, M., Aminifard, M.H., Behdani, M.A., & Tabatabaei, S.J. (2018). Study of the effect hormone of gibberellic acid and corm weight on vegetative and yield traits of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Plant Production, 25*(2),153-165. [in Persian].

Sibi, M., Khazaei, H.R., & Nezami, A. (2016). Effect of concentration, time, and method of consumption of seaweed extract on some morphological characteristics of root and shoot of safflower. *Crop Physiology, 8*(29), 5-21. [in Persian].

Sunarpi, A., Kurnianingsih, R., Julisaniah, N.I., & Nikmatullah, A. (2011). Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. *Asian Journal of Tropical Biotechnology, 8*(1).

Tabatabaeian, J., Hassanian Badi, S., & Kadkhodaee, A. (2020). Effect of micronutrient foliar application on quantitative and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy Technology, 8*(2), 147-163. [in Persian].

Vijayanand, N., Ramya, S.S., & 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.

Zabihi, H., & Feizi, H. (2014). Saffron response to the rate of two kinds of potassium fertilizers. *Saffron Agronomy and Technology, 2*(3), 191-198

.

COPYRIGHTS
© 2023-2024 by the authors. Published by University of Birjand – Saffron Research Group. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)