Archive of SID.ir

"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد یازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱
(ص ۹۸-۸۳)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 11, No.: 2, Summer 2022
(pp: 83-98)
DOI: 10.22092/ijsst.2021.354678.1398
Research Article

اثر بنزیل‌آمینوپورین، کود زیستی و وزن بنه بر شاخص‌های سبز شدن بنه‌های دختری زعفران توده فردوس (*Crocus sativus* L.)

حمیدرضا بلوچی[1*]، افسانه بخردیانی نسب[2]، محسن موحدی دهنوی[1]، علی سروش زاده[3]

۱. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج
۳. دانشیار گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۸)

چکیده

تکثیر گیاه زعفران به دلیل عقیم بودن آن منحصراً توسط بنه می‌باشد. لذا انتخاب بنه مناسب جهت کشت یکی از عوامل مهم تولید زعفران بوده و عملکرد نهایی بستگی زیادی به اندازه بنه دارد. این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر پرایمینگ هورمونی با بنزیل آمینوپورین، کاربرد کودهای زیستی و وزن بنه‌های مادری بر شاخص‌های سبز شدن بنه دختری زعفران اجرا شد. تیمارهای آزمایش بنه‌های مادری، شامل بنه‌های بزرگ (۱۰-۷/۱ گرم) و کوچک (۷-۴ گرم)، پرایمینگ با بنزیل آمینوپورین (با غلظت‌های صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و سطوح کود زیستی (بدون کود، کاربرد مایکوریزا و فسفات بارور۲) بودند. نتایج نشان داد بنه‌های مادری با وزن ۷/۱ تا ۱۰ گرم نسبت به بنه‌های با وزن ۴ تا ۷ گرم ۱۴ درصد سرعت سبز شدن گیاهچه و ۶/۳ درصد شاخص طولی بنیه گیاهچه را افزایش داد. پرایمینگ هورمونی بنه‌های مادری با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ۳۴ درصد وزن خشک برگ جوانه اصلی و جانبی، ۳۷ درصد وزن خشک جوانه اصلی و کل جوانه‌ها و همراه با مصرف کود زیستی ۵۶ درصد سرعت سبز شدن، ۷۷ درصد تعداد ریشه رابط بنه‌های دختری را افزایش داد. اثر متقابل پرایمینگ هورمونی (غلظت ۲۵۰ میلی گرم) و بنه‌های مادری (وزن ۷/۱ تا ۱۰ گرم) باعث افزایش ۷۲ درصدی شاخص وزنی بنیه گیاهچه شدند. تیمار کود زیستی، ۲۵ درصد وزن خشک کل جوانه‌ها را افزایش داد. به طور کلی کاربرد بنه با وزن بالا و اعمال تیمارهای کود زیستی و پرایمینگ هورمونی باعث بهبود بنیه بنه و گیاهچه زعفران شد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌تیمار هورمونی، سرعت سبز شدن، شاخص بنیه گیاهچه، مایکوریزا

Effect of Benzyl aminopurine, Biofertilizer, and Corm Weight on the Emergence Indices Cormlet of Saffron (*Crocus sativus* L. Ferdows Ecotype)

H.R. Balouchi[1*], A. Bekhradyani Nasab[2], M. Movahhedi Dehnavi[1], A. Sorooshzadeh[3]

1. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University.
2. M.Sc. Student of Seed Science and Technology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University.
3. Assistant Professor, Department of Agronomy, Tarbiat Modares University.
(Received: May. 23, 2021 – Accepted: Aug. 30, 2021)

Abstract

Saffron is propagated exclusively by corm because of sterility. Therefore, choosing the suitable corm for cultivation is one of the important factors in saffron production and the final yield depends on the size of the corm. The research was conducted to investigate the effects of benzyl aminopurine hormone priming, application of bio-fertilizers and maternal corm weight on the germination indices of saffron cormlets. Experimental treatments consisted of large (7.1-10 g) and small (4-7 g) corms, priming with benzyl aminopurine at concentrations of 0, 250, and 500 mg/l and biofertilizer levels (no fertilizer, Mycorrhiza (*Funneliformis mossea*) and fertilizer**,** Phosphate Barvar2). The results showed that maternal corms with 7.1 to 10 g compared to 4 to 7 g increased seedling emergence rate by 14% and the seedling vigor length index by 6.3%. Hormonal priming of maternal corms with a concentration of 500 mg/l increased dry weight leaf of main and lateral shoots (34%), dry weight of the main and total shoots (37%), and also improved emergence rate (56%) and the number of the contractile root of cormlet (77%) with biofertilizer application. The interaction of hormonal priming (250 mg/l) and the use of maternal corms with 7.1 to 10 g increased the weight index of seedling vigor by 72%. Biofertilizer treatment increased 25% of the total dry weight of the shoots. In general, the application of larger corms and the application of biofertilizer and hormonal priming improved cormlet and saffron seedling vigor.

Keywords: Hormon priming, Emergence rate, Seedling vigor index, Mycorrhiza

* Email: balouchi@yu.ac.ir

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

زعفران زراعی (*Crocus sativus* L.) گیاهی از تیره زنبقیان (*Iridacea*) است، که به عنوان یک محصول استراتژیک، ارزشمندترین گیاه دارویی و گرانترین گیاه ادویه‌ای جهان محسوب می‌شود (Feli *et al.*, 2018). این گیاه عقیم بوده (Rasouli *et al.*, 2014)، لذا اندام‌های زیر زمینی به عنوان بذر جهت تکثیر آن محسوب می‌شود (Ali *et al.*, 2013).

بنه‌های دختری در زعفران، درواقع جوانه‌ها یا مناطق مریستمی روی بنه‌مادری هستند که با فعال شدن این مریستم‌ها در سطح بنه مادری ایجاد می‌شوند و به نوبه خود می‌توانند جهت کشت مجدد در فصل بعد به عنوان یک بنه مادری استفاده شوند (Koocheki and Seyyedi, 2016).

مرحله جوانه‌زنی در زعفران نیز همانند همه گیاهان زراعی مرحله‌ای حساس و مهم است و وابسته به میزان ذخیره غذایی بنه مادری است (Koocheki *et al.*, 2007). شرط اساسی برای دستیابی به محصول اقتصادی در یک زراعت زعفران، فراهم بودن شرایط جوانه‌زنی همه بنه‌های کشت شده گیاه زراعی و یا توانمند بودن گیاه زراعی درجوانه‌زنی یکنواخت و ایجاد سطح سبز اولیه می‌باشد. همچنین، اندازه یا وزن بنه مادری با توجه به وابستگی رشد بنه‌های دختری تا زمان مستقل شدن آن‌ها در خاک به آن، می‌تواند بطور مستقیم تشکیل بنه‌های دختری را تحت تأثیر قرار دهد (Koocheki and Seyyedi, 2016). درنتیجه، انتخاب وزن مناسب بنه‌های مادری در زمان کشت می‌تواند تشکیل و رشد بنه‌های دختری و در نهایت عملکرد زعفران را افزایش دهد (Renau-Morta *et al.*, 2012).

از آنجا که بنیه بذر از دو صفت درصد جوانه‌زنی و طول‌گیاهچه به دست می‌آید، هر عاملی که این دو مؤلفه را افزایش دهد بنیه بذر را نیز افزایش می‌دهد. طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد سبز شدن و در نتیجه بنیه گیاهچه در زعفران با انتخاب بنه‌های مادری بزرگتر به دلیل اندوخته غذایی بیشتر افزایش یافت (Koocheki *et al.*, 2014b). نقش و اهمیت فراهمی عناصر غذایی در خاک با افزایش رشد بنه‌های دختری و تحلیل تدریجی بنه مادری در طی فصل رشد، بیش از پیش افزایش می‌یابد (Koocheki *et al.*, 2014a).

کودهای زیستی از میکروارگانیسم‌های مفیدی تشکیل شده‌اند که معمولا اطراف ریشه مستقر می‌شوند و گیاه را در جذب عناصری مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول یاری می‌دهند (Han *et al.*, 2006). تلقیح قارچ مایکوریزا با گیاه زعفران باعث افزایش طول برگ، وزن تر ریشه و اندام‌های هوایی در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد شد (Zand *et al.*, 2014). در زعفران با توجه به اینکه ذخایر بیشتر بنه‌های بزرگتر، مواد بیشتری به جوانه‌های رویشی و زایشی اختصاص می‌دهد، وزن بوته، وزن جوانه اصلی، وزن جوانه‌های جانبی، وزن برگ اصلی و جانبی تحت تأثیر مثبت اندازه بنه می‌باشد. همچنین در این بنه‌ها بالاتر بودن سرعت سبز شدن سبب استفاده بهتر آن‌ها از منابع در طی فصل رشد شده که همین امر میزان رشد رویشی و زایشی را افزایش داده است (Nassiri Mahallati *et al.*, 2007).

باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد، گروه ویژه‌ای از میکروارگانیسم‌های خاک هستند که با کلونیزاسیون در محیط ریشه باعث افزایش رشد و کارآیی گیاه از طریق سازوکارهای مستقیم و غیرمستقیم می‌شوند (Ghorbanpoor *et al.*, 2014). باکتری‌های جنس ازتوباکتر و سودوموناس از مهمترین باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه می‌باشند که با تولید مقادیر قابل ملاحظه‌ای از هورمون‌های تحریک‌کننده رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سایتوکنین رشد و نمو و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Azadi *et al.*, 2013).

پرایمینگ بذر به عنوان یک راهکار مهم جهت افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، افزایش کیفیت گیاهچه تولیدی و استقرار مطلوب گیاه مطرح است

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

(Azarnia *et al.*, 2017). در روش پرایمینگ می‌توان از هورمون‌های گیاهی همچون سایتوکنین استفاده کرد. نقش تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نیز در بهبود عملکرد گیاهان مختلف به خوبی ثابت شده است (Setia *et al.*, 1993). بنزیل آمینوپورین اولین نسل از سایتوکینین‌های مصنوعی است که در رشد و نمو گیاه، گلدهی، پرشدن میوه و غده‌زایی به وسیله تقسیم سلولی دخالت دارد (Day, 2000). به طورکلی مقدار ذخایر بنه‌ها و هورمون‌های رشد به دلیل نقشی که در فعالیت‌های فیزیولوژیکی و فرآیندهای بیوشیمیایی گیاه دارند از فاکتورهای مهم در تولید این گیاه زراعی محسوب می‌شوند (Amirshekari *et al.*, 2006).

با توجه به تحقیقات ذکر شده، از آنجا که میزان عملکرد زعفران بخصوص در سال اول به شدت متأثر از وزن بنه‌های مادری است و پرایمینگ بذر در افزایش کیفیت گیاهچه تولیدی و افزایش بنیه بذر نقش مهمی را ایفا می‌کند، لذا تحقیقات هدفمند در جهت شناسایی عوامل موثر بر افزایش بنیه بنه و شاخص‌های سبزشدن در سال اول رشد مانند تأثیر تیمار بنزیل آمینوپورین و کاربرد کودهای زیستی (فسفات بارور۲ و مایکوریزا) می‌تواند ما را در رسیدن به عملکرد مطلوب یاری دهد. لذا این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر پرایمینگ هورمونی با بنزیل آمینوپورین، کاربرد کودهای زیستی و وزن بنه‌های مادری بر شاخص‌های سبز شدن بنه دختری زعفران اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با اعمال تیمارهای پرایمینگ با بنزیل آمینوپورین و کود زیستی بر روی بنه‌های مادری زعفران با وزن‌های مختلف انجام شد و سپس بنه‌های دختری حاصل از آن از نظر شاخص‌های سبز شدن مورد بررسی قرار گرفت. بنه‌های مادری از توده فردوس خراسان جنوبی توسط شرکت نگین زعفران دنا در یاسوج خریداری شده بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شمال یاسوج (۳۰ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی) انجام گرفت. عامل‌های آزمایش بکار رفته روی بنه‌های مادری شامل پرایمینگ با بنزیل آمینوپورین در سه سطح (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، کود زیستی در سه سطح (بدون کود، کاربرد مایکوریزا و کاربرد فسفات بارور۲) و وزن بنه مادری در دو سطح (۴ تا ۷ گرم و ۷/۱ تا ۱۰ گرم) بود. برای اعمال تیمار پرایمینگ بنه‌های مادری در سال ۱۳۹۶ به مدت یک ساعت در محلول هورمونی بنزیل آمینوپورین پرایم شدند. سپس بنه‌ها از محلول پرایمینگ خارج و در دمای اتاق به مدت ۴۸ ساعت تا رسیدن به رطوبت اولیه خشک شدند (Azarnia *et al.*, 2017). مایکوریزا (*Funneliformis mossea*) از شرکت دانش بنیان بیوزر همدان به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به خاک اضافه شد و فسفات بارور۲ حاوی ریزجانداران سودوموناس پوتیدا و پانتوآ آگلومرانس با جمعیت 10^9 و اسیدیته ۸/۴ از شرکت زیست فناوران سبز به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار قبل از کاشت استفاده شد. بنه‌های بذری (دختری) زعفران از مزرعه در سال ۱۳۹۷ برداشت شده و تحت شرایط کنترل شده به دانشگاه یاسوج منتقل شد. بنه‌ها در محیط آزمایشگاه در دمای مناسب (۲۵-۲۰ سلسیوس) و تهویه مطلوب نگه‌داری شدند. قبل از کشت، بنه‌های مناسب و سالم بدون بیماری انتخاب و پس از وزن کردن آماده کشت شدند. سپس عملیات کشت دستی در گلدان‌هایی ۲ کیلوگرمی به قطر ۲۰ سانتی‌متر حاوی خاک سترون با مشخصات فیزیکی و شیمیایی در جدول ۱ انجام گردید. در هر گلدان ۷ عدد بنه سالم زعفران کشت شد. درصد و سرعت سبز شدن بنه‌ها بر اساس روابط ۱ و ۲ سه هفته بعد از آبیاری اول در آبان ماه ۱۳۹۷ از هر گلدان شمارش شد. به منظور محاسبه سرعت سبز شدن گیاهچه شمارش جوانه‌های سبز شده به مدت ۱۵ روز (تا آن زمانی که سه روز متوالی هیچ جوانه‌زنی وجود نداشت) انجام شد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان

Table 1- Physical and chemical properties of potting soil

بافت Texture	شاخص واکنش pH	نیتروژن قابل دسترس Available nitrogen ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل دسترس Available phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس Available potassium ($mg.kg^{-1}$)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی Organic matter (%)
لومی رسی Clay Loam	7.78	0.03	51.3	163.14	0.5	0.3

رابطه ۱: سرعت سبز شدن گیاهچه (Javadi *et al.*, 2016)

$$\text{سرعت سبز شدن گیاهچه} = \sum\left(\frac{Ni}{Di}\right)$$

Ni: تعداد بنه‌های سبز شده تا روز iام، Di: تعداد روزها از ابتدای سبز کردن تا روز iام

رابطه ۲: درصد سبز شدن (Ikic *et al.*, 2012)

$$\text{درصد سبز شدن} = \frac{\text{تعداد بنه های سبز شده}}{\text{تعداد کل بنه ها}} \times ۱۰۰$$

بنه‌های دختری ۱۵ روز بعد از جوانه‌زنی اولیه در اواسط آذرماه سال ۱۳۹۷ از هر گلدان جهت اندازه‌گیری تعداد کل جوانه‌ها، شاخص وزنی و طولی بنیه گیاهچه، وزن خشک کل گیاهچه، طول جوانه اصلی، طول جوانه جانبی برداشت و اندازه‌گیری شد و شاخص بنیه از طریق روابط ۳ و ۴ اندازه‌گیری گردید.

رابطه ۳: شاخص طولی بنیه گیاهچه (Abdul-Baki and Anderson., 1973)

$$\text{شاخص طولی بنیه گیاهچه} = \frac{\text{میانگین طول گیاهچه (سانتی متر)} \times \text{درصد جوانه‌زنی}}{۱۰۰}$$

رابطه ۴: شاخص وزنی بنیه گیاهچه (Abdul-Baki and Anderson., 1973)

شاخص وزنی بنیه گیاهچه =

(میانگین وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) × درصد جوانه‌زنی)

تجزیهٔ واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (V. 9.1) و مقایسهٔ میانگین داده‌ها با آزمون LSD (کمترین اختلاف معنی دار) در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

سرعت سبز شدن گیاهچه

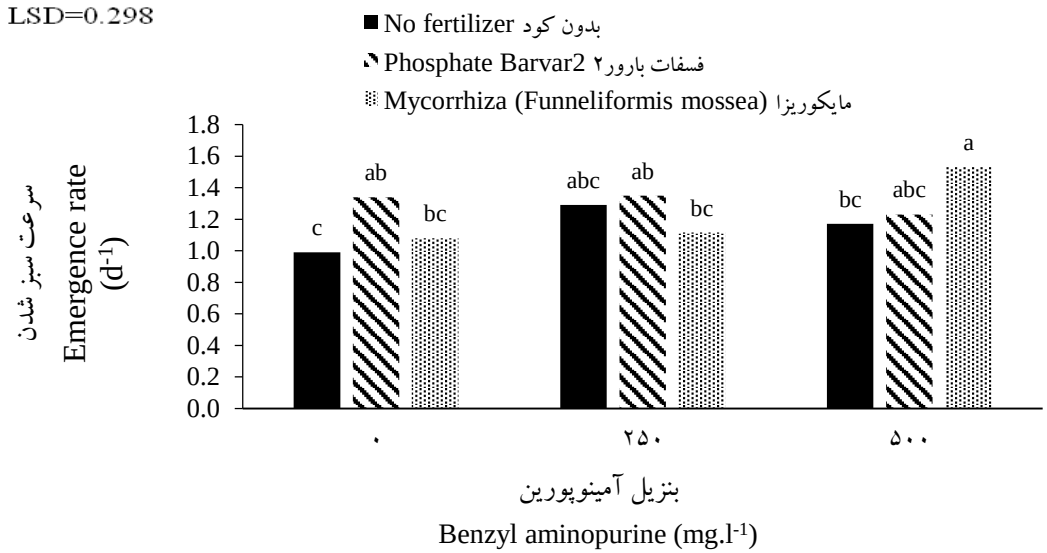
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده وزن بنه مادری و اثر متقابل کاربرد بنزیل‌آمینوپورین و کود زیستی در سطح احتمال ۵ درصد بر سرعت سبز شدن بنه‌های دختری مؤثر بود. مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که استفاده از بنه‌های مادری با وزن ۷/۱ تا ۱۰ گرم نسبت به بنه‌های با وزن ۴ تا ۷ گرم سرعت سبز شدن بنه‌های دختری را ۱۴ درصد افزایش داد. علت افزایش سرعت سبز شدن بنه‌های دختری را می‌توان به اثر بنه‌های مادری کشت شده با بنیه بالاتر اشاره کرد به این دلیل که بنه‌های بزرگ مواد ذخیره‌ای بیشتر و در نتیجه توانایی جوانه‌زنی بالاتری دارند. افزایش بنیه بذر، افزایش توانایی سبز شدن را به دنبال دارد، در حالی که امکان دارد توده‌های بذری دارای سرعت سبز شدن بالا، از لحاظ سن فیزیولوژیک تفاوت‌های زیادی داشته و در نتیجه از لحاظ بنیه بذر و توانایی تولید گیاهچه در مزرعه از یکدیگر متمایز باشند (Dehghanshoar *et al.*, 2005) همچنین، اثرمتقابل پرایمینگ بنزیل آمینوپورین با غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر و مصرف کود زیستی مایکوریزا نسبت به شاهد سرعت سبز شدن گیاهچه بنه‌های دختری را ۵۶ درصد افزایش داد (شکل ۱).

محققان نشان دادند که توانایی سبز شدن و ریشه‌زایی بنه‌های زعفران با افزایش وزن بنه‌های مادری و کاربرد

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

اکسین و سایتوکنین روی این بنه‌ها افزایش یافته است (Tavakoli *et al.*, 2012a,b). همچنین می‌توان به اثر مثبت پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین در توانایی ریشه‌زایی و استقرار بهتر گیاهچه و نقش کود مایکوریزا در بهبود جذب عناصر معدنی مانند روی، پتاسیم، نیتروژن و به ویژه فسفر که در فرایندهای زایشی بنه مادری زعفران تاثیر بسزایی دارد اشاره کرد. رشیدی و همکاران (Rashidi *et al.*, 2017)، گزارش کردند که اثر هورمون بنزیل‌آمینوپورین با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و افزایش بنیه بذر گیاه ذرت شد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل بنزیل آمینوپورین و کودهای زیستی بر سرعت سبز شدن بنه‌های دختری

Figure 1- Mean comparisons for the interaction of benzyl aminopurine and bio-fertilizers on cormlet emergence rate

تعداد کل جوانه‌ها

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل کاربرد بنزیل‌آمینوپورین، وزن بنه و کودهای زیستی بر تعداد کل جوانه‌های بنه دختری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۲) تعداد جوانه‌های بنه دختری حاصل از بنه مادری تحت تیمار برهمکنش کاربرد بنزیل‌آمینوپورین با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر و استفاده از بنه‌های با وزن بالاتر به همراه کود زیستی فسفات بارور۲در مقایسه با شاهد ۷۹ درصد افزایش یافت.

هورمون سایتوکنین یکی از هورمون‌های تنظیم کننده رشد گیاهی است که از طریق کم کردن چیرگی انتهایی باعث تحریک تشکیل ساقه نابجا و تاخیر در پیری می‌شود. هورمون سایتوکنین با افزایش تحریک جوانه‌های جانبی سبب افزایش تعداد بنه‌های دختری می‌شود (Tavakoli *et al.*, 2012b). تولید بنه‌های دختری کوچک به دلیل وجود تعداد زیاد جوانه‌های جانبی در بنه مادری زعفران و رقابت برای جذب عناصر غذایی و مصرف مواد ذخیره شده در بین آنها است (Tavakoli *et al.*, 2014). لذا استفاده از مواد تغذیه‌ای و بنه‌های مادری بزرگ‌تر برای افزایش وزن بنه‌های دختری امری ضروری است. همچنین استقرار و رشد مناسب جوانه اصلی تاثیر زیادی بر ظهور جوانه‌های فرعی در زعفران دارد، بنابراین گیاهانی که از ظهور، رشد و فتوسنتز بیشتری در جوانه اصلی برخوردارند، جوانه فرعی، تعداد و وزن بنه‌های دختری بیشتری تولید می‌کنند (Ghanbari and Khajoei-Nejad, 2018). در

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تحقیقی گزارش شده است که وزن بنه بطور معنی‌داری تعداد جوانه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بطوریکه بیشترین و کمترین جوانه تولید شده بترتیب مربوط به بنه‌های با وزن بیشتر و کمتر از ۶ گرم بود (Nassiri Mahallati *et al.*, 2007).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات وزن بنه، هورمون بنزیل آمینوپورین و کاربرد کود زیستی بر صفات کمی و کیفی بنه زعفران.

Table 2- Analysis of variance of the effect of corm size and benzyl aminopurine hormone and bio-fertilizer application on quantitative and qualitative traits of saffron corm.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of square												
		سرعت سبز شدن Emergence rate	تعداد کل جوانه‌ها Total number of shoots	شاخص وزنی بنیه گیاهچه Seedling vigor weight index	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling vigor length index	وزن خشک کل گیاهچه Total seedling dry weight	طول جوانه اصلی length of main shoot	طول جوانه جانبی length of lateral shoots	تعداد ریشه رابط Contractile roots number	وزن خشک برگ جوانه اصلی Dry weight Leaf of main shoot	وزن خشک برگ جوانه‌های جانبی Dry weight Leaf of latearal shoots	وزن خشک جوانه اصلی Dry weight of main shoot	وزن خشک جوانه‌های جانبی Dry weight leaf of latearal shoots	وزن خشک کل جوانه‌ها Total dry weight of shoots
تکرار Replication	2	0.001^{ns}	3.70**	0.168**	88.58^{ns}	0.140*	383.1**	375.2**	3.30*	0.0047^{ns}	0.018*	0.0120^{ns}	0.0029^{ns}	0.0258^{ns}
بنزیل آمینوپورین Benzyl aminopurine	2	0.074^{ns}	15.63**	0.212**	12.34^{ns}	0.200**	26.48^{ns}	12.98^{ns}	0.317^{ns}	0.009**	0.014*	0/028**	0.028**	0/0960**
کود زیستی Bio-fertilizer	2	0.066^{ns}	0.988^{ns}	0.084^{ns}	28.50^{ns}	0.080^{ns}	12.01^{ns}	16.72^{ns}	0.305^{ns}	0.002^{ns}	0.006^{ns}	0.012^{ns}	0.002^{ns}	0/047**
وزن بنه Corm weight	1	0.349*	0.284*	0.028^{ns}	91.52*	0.027^{ns}	51.43*	14.42^{ns}	0.445^{ns}	0.0012^{ns}	0.011^{ns}	0.002^{ns}	0.006^{ns}	0.0004^{ns}
بنزیل آمینوپورین× کودزیستی Benzyl aminopurine* Bio-fertilizer	4	0.240*	0.243^{ns}	0.038^{ns}	18.01^{ns}	0.032^{ns}	5.49^{ns}	16.18^{ns}	2.42*	0.001^{ns}	0.007^{ns}	0.003^{ns}	0.002^{ns}	0.015^{ns}
کودزیستی × وزن بنه Bio-fertilizer* corm weight	2	0.099^{ns}	0.238^{ns}	0.047^{ns}	0.757^{ns}	0.039^{ns}	2.41^{ns}	45.94*	3.55**	0.0009^{ns}	0.017*	0.002^{ns}	0.0309**	0.018^{ns}
بنزیل آمینوپورین × وزن بنه Benzyl aminopurine* Corm weight	2	0.038^{ns}	2.25*	0. 102*	45.82^{ns}	0.088*	6.18^{ns}	13.87^{ns}	0.726^{ns}	0.004^{ns}	0.003^{ns}	0.007^{ns}	0.010^{ns}	0.023^{ns}
کودزیستی × بنزیل آمینوپورین × وزن بنه Bio-fertilizer* Benzyl aminopurine* Corm weight	4	0.096^{ns}	2.30*	0.044^{ns}	9.97^{ns}	0.047^{ns}	3.99^{ns}	4.99^{ns}	0.990^{ns}	0.0012^{ns}	0.005^{ns}	0.005^{ns}	0.012*	0.013^{ns}
خطای آزمایش Error	34	0.074	0.693	0.029	23.13	0.026	10.76	13.30	0.623	0.002	0.004	0.005	0.004	0.008
ضریب تغییرات (درصد) CV		21.99	14.85	25.67	11.33	24.1	10.96	21.25	30.26	26.18	17.30	27.90	29.70	19.49

ns، ** و * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ را نشان می‌دهد.

ns, ** and * indicate no significant and significant differences at 1% and 5% probability levels, respectively.

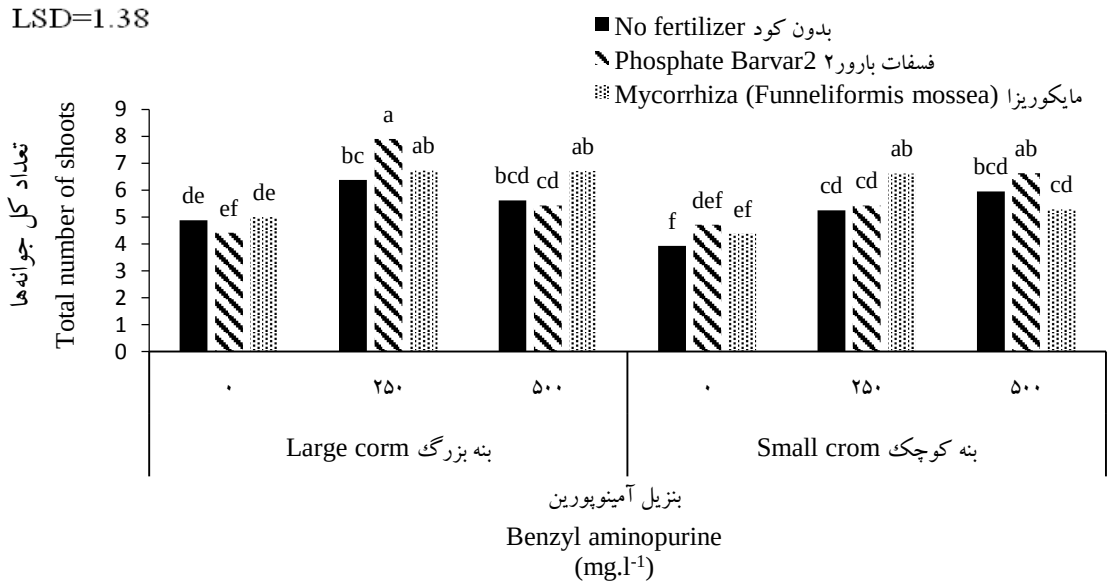
جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر وزن بنه مادری بر برخی صفات سبز شدن بنه‌های دختری زعفران.

Table 3- Mean comparisons effect of corm weight on some traits of saffron cormlet.

وزن بنه (گرم) Weight of corm (g)	سرعت سبز شدن (در روز) Emergence rate (d^{-1})	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling vigor length index	طول جوانه اصلی(سانتی‌متر) Length of main shoot (cm)
7.1-10	1.32	43.7	30.9
4-7	1.16	41.1	28.9
LSD	0.14	2.62	1.69

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل بنزیل آمینوپورین، وزن بنه و کودزیستی بر تعداد کل جوانه‌ها

Figure 2- Mean comparisons for the interaction of benzyl aminopurine, corm weight and biofertilizer on total number of shoots

شاخص وزنی و طولی بنیه گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین و وزن بنه مادری بر شاخص وزنی و بنیه گیاهچه و اثر ساده وزن بنه مادری بر شاخص طولی بنیه گیاهچه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. کاربرد بنزیل‌آمینوپورین با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر و استفاده از بنه‌های با وزن ۷/۱ تا ۱۰ گرم نسبت به شاهد (عدم کاربرد بنزیل‌آمینوپورین و مصرف بنه‌های با وزن ۴ تا ۷ گرم) موجب افزایش ۷۲ درصدی شاخص وزنی بنیه گیاهچه شدند (شکل ۳). نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) نشان داد که وزن بالای بنه مادری باعث افزایش ۶/۳ درصدی شاخص طولی بنیه گیاهچه شد. پرایمینگ می‌تواند باعث رشد سریع‌تر گیاهچه، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی از طریق توسعه ریشه‌ها تحت شرایط متغیر محیطی، گلدهی زودتر و افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه شود (Azarnia and Eisvand., 2013).

وزن خشک گیاهچه

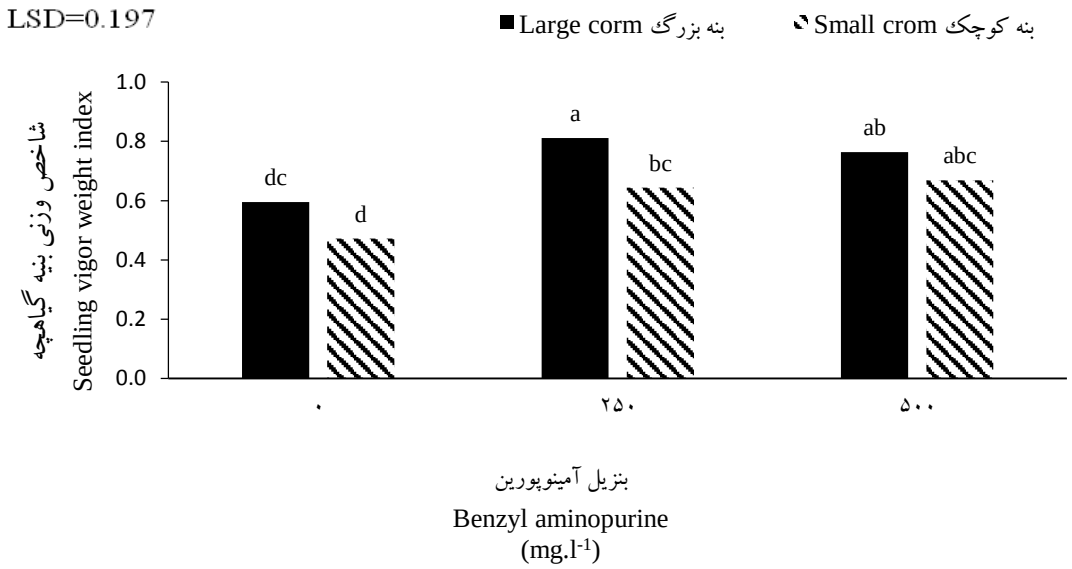
تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین و وزن بنه‌ها در سطح احتمال ۵٪ بر وزن خشک کل گیاهچه بنه دختری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۴) نشان داد که برهمکنش تیمار بنه بزرگ و بنزیل‌آمینوپورین با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر ۶۵ درصد وزن خشک گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش داد.

توکلی و همکاران (Tavakoli *et al.*, 2012b) بیان نمودند که تیمار مخلوط اکسین و سایتوکنین باعث افزایش رشد ۴ درصدی تعداد ریشه، ۲۸ درصدی طول ریشه، ۲۲ درصدی حجم ریشه، ۳۷ درصدی وزن خشک ریشه، ۲۶ درصدی طول اندام هوایی و برگ و ۲۷ درصدی تعداد برگ زعفران در مقایسه با شاهد شد. یکی از دلایل افزایش وزن خشک گیاهچه احتمالاً به دلیل افزایش در رشد و تقسیمات سلولی از طریق فعالیت هورمون سایتوکنین است (Azarnia *et al.*, 2017). کشت بنه‌های با وزن ۶ تا ۸ گرم در مقایسه با بنه‌های ۲ تا ۴ و ۴ تا ۶ گرمی باعث افزایش وزن خشک ریشه و نیز وزن و عملکرد بیشتر گیاه در مزرعه می شود (Moshatati *et al.*, 2009). با افزایش وزن بنه، وزن

Archive of SID.ir

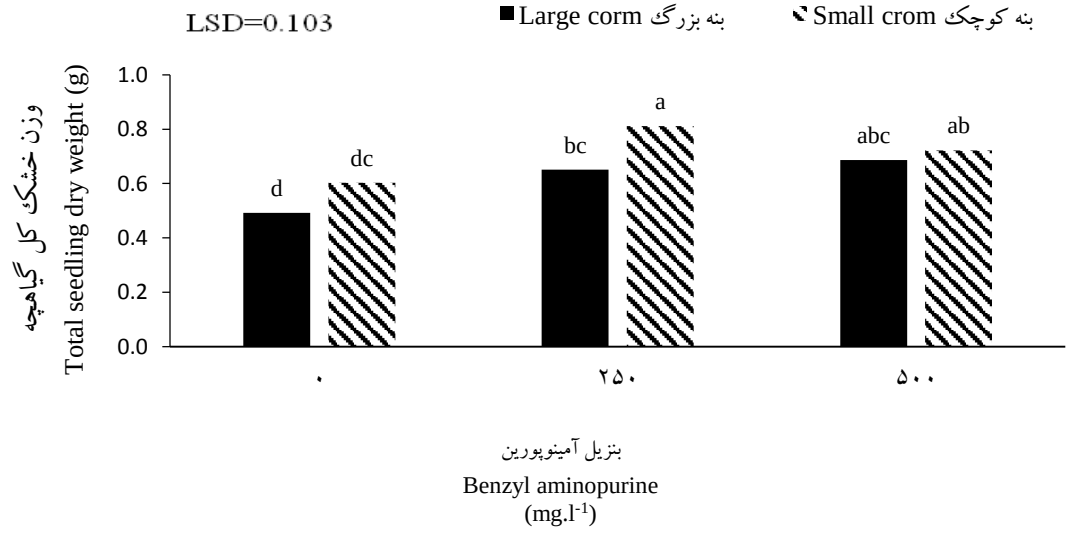
Archive of SID.ir

خشک گیاهچه زعفران (وزن جوانه اصلی و جانبی) روندی افزایشی نشان داد (Sabet Teimouri *et al.*, 2010). همچنین، در آزمایشی دیگر نتایج نشان داد استفاده از هورمون سایتوکنین و جیبرلین در گیاه زعفران موجب رشد گیاهچه قوی‌تر، ریشه‌ها و برگ‌های طویل‌تر و در کل افزایش وزن خشک گیاهچه می‌شود (Koul and Farooq, 1984). یکی از راهکارهای افزایش عملکرد زعفران، انتخاب بنه با وزن بالا و کاربرد هورمون‌های رشد در مزرعه می‌باشد (Shakeri *et al.*, 2018).



شکل۳- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ بنزیل آمینوپورین و وزن بنه بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه

Figure 3- Mean comparisons for the interaction of priming of benzyl aminopurine and corm weight on seedling vigor weight index



شکل۴ – مقایسه میانگین اثر متقابل بنزیل آمینوپورین و وزن بنه بر وزن خشک کل گیاهچه

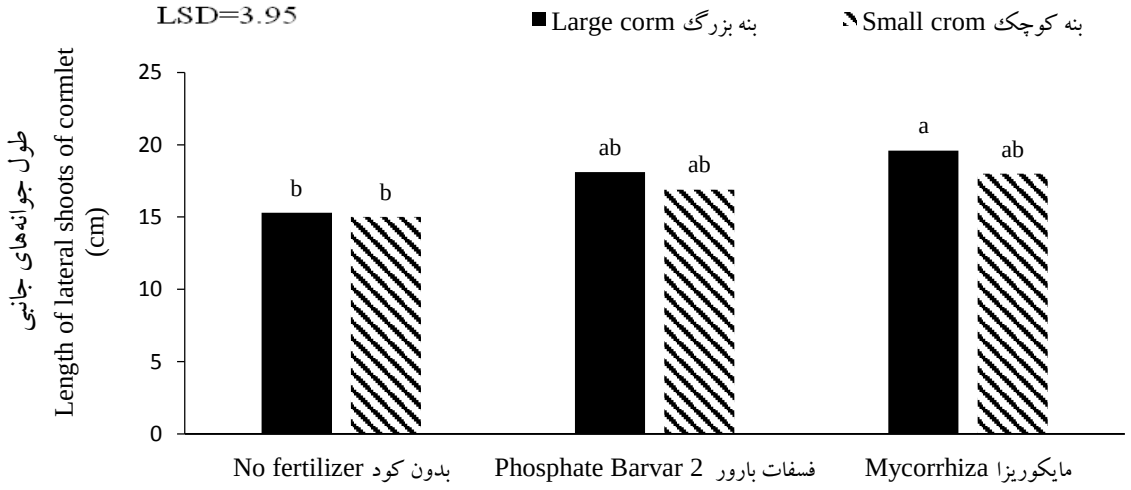
Figure 4- Mean comparisons for the interaction of benzyl aminopurine and corm weight on Total

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

طول جوانه اصلی و جانبی بنه دختری

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشـان داد که اثر ساده وزن بنه بر طول جوانه اصلی و برهمکنش وزن بنه و کـود زیسـتی بر طول جوانـه جـانبی بنـه دختری در سطحاحتمال ۵٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد بنه بزرگ‌تر (جدول ۳) ۷ درصد طول جوانه اصلی و تیمار کود زیستی مایکوریزا و کاربرد بنه بزرگ (شکل ۵) ۳۷/۷ درصد طول جوانه‌های جانبی را نسبت به شـاهد افزایش داد. تاثیر همزیسـتی مایکوریزایی بر طول جوانه‌ها و وزن اندام هوایی در سـطح ۵ درصـد معنی‌دار شد، بطوریکه میانگین ارتفاع در زعفران مایکوریزایی (۴۲ سانتی متر) نسبت به شاهد(۲۸ سانتی متر) افزایش نشان داد (Zand *et al.*, 2014). افـزایش طول جوانـه در زعفران در اثر استفاده از کود زیستی مشاهده شد (Sharaf-Eldin *et al.*, 2008). میکروارگانیسم‌های کود زیستی می‌توانند با تولید هورمون‌های رشد، باعث افزایش معنی‌دار طول جوانه در زعفران شوند (Aminifard *et al.*, 2019).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل وزن بنه و کود زیستی بر طول جوانه‌های جانبی بنه دختری

Figure5- Mean comparisons for the interaction of corm weight and bio-fertilizer on length of lateral shoots of cormlet

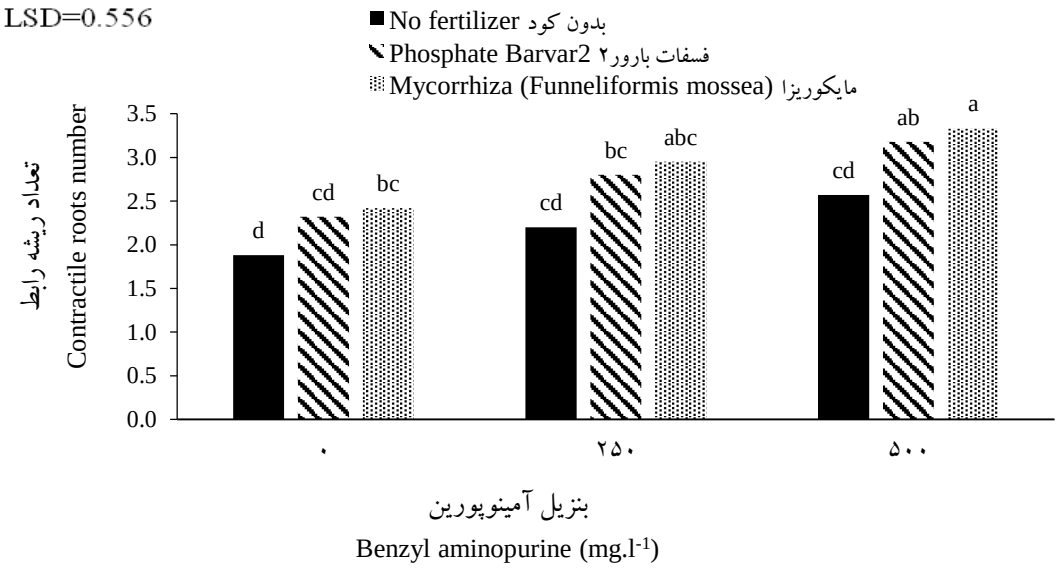
تعداد ریشه‌های رابط

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشـان داد که اثر متقابـل پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین و کودزیسـتی در سـطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل وزن بنه و کود زیستی در سـطح احتمال ۱ درصـد بر صفت تعداد ریشه‌های رابط معنی‌دار بود. کـاربرد بنزیـل آمینوپورین بـا غلظـت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کود مایکوریزا ۷۷ درصـد تعداد ریشـه رابط را در مقایسه با شاهد افزایش داد (شکل ۶). همچنین، اسـتفاده از بنه با وزن ۱۰ تا ۷/۱ گرم، کود مایکوریزا و هر دو گروه وزنی بـا کـاربرد کود فسـفات بـارور۲ بـه طور یکسـان در مقایسـه با شـاهد به ترتیب ۴۶ و ۴۳ درصـد افزایش داشتند (شکل ۷).

در زعفران نفوذ بیشـتر بنه به سـمت خاک به کمک ریشـه‌های رابط منجر به قرار گیری بنه در عمق و موقعیت مناسـبی از خاک می‌گردد (Koocheki and Seyyedi., 2015). کـاربرد کودهای زیسـتی از طریق تامین عناصـر غذایی مورد نیاز با افزایش تعداد و اندازه ریشـه‌های رابط، می‌توانـد عملکرد گیـاه زعفران را از نظر کمی و کیفی افزایش دهد (Rasouli *et al.*, 2013).

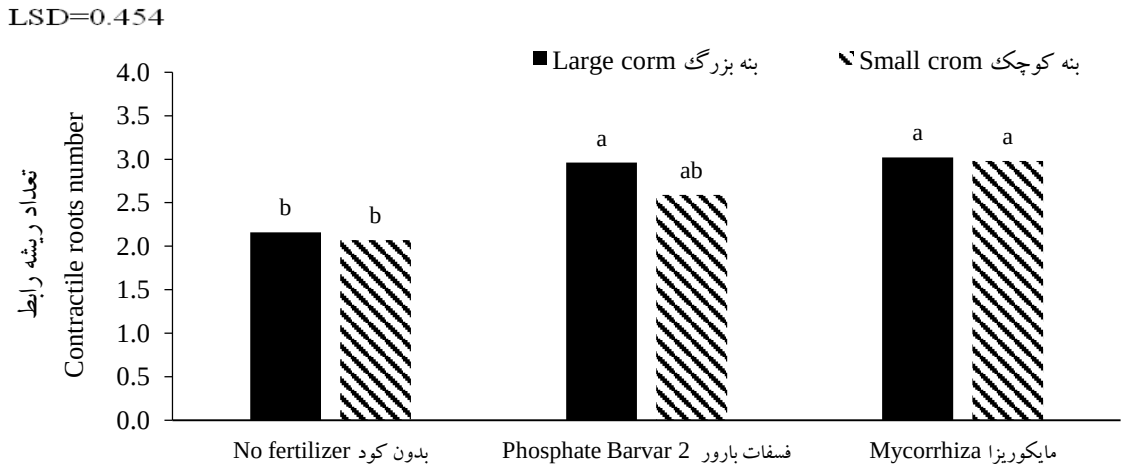
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل بنزیل آمینوپورین و کود زیستی بر تعداد ریشه‌های رابط

Figure 6- Mean comparisons for the interaction of benzyl aminopurine and bio-fertilizer on Contractile roots number



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل وزن بنه و کود زیستی بر تعداد ریشه‌های رابط

Figure 7- Mean comparisons for the interaction of corm weight and bio-fertilizer on Contractile roots number

براساس یافته‌های کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.*, 2014b) با افزایش وزن بنه مادری درصد بنه‌های دختری تشکیل شده با وزن ۴ - ۰/۱ گرم کاهش و درصد بنه‌های دختری تشکیل شده با وزن ۸ – ۴/۱ و بیشتر از ۸ گرم رو به افزایش می‌گذارد و به این ترتیب بنه‌های دختری تشکیل شده از بنه مادری با وزن بیشتر برای کشت در سال‌های آتی مناسب‌تر می‌باشد و تشکیل ریشه رابط بیشتر در آنها مشهود است (Koocheki and Seyyedi, 2015). در تحقیقات توکلی و همکاران (Tavakoli *et al.*, 2012a) مشخص شد تعداد ریشه رابط

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تحت تاثیر اندازه بنه قرار گرفت و در بنه‌های با وزن ۸-۶ نسبت به بنه‌های با وزن ۴-۲ گرم تعداد ریشه رابط بیشتر بود، از نتایج تفاوت خصوصیات ریشه‌های رابط در بنه‌های درشت نسبت به بنه‌های متوسط می‌توان چنین استنباط کرد در صورتی که فراهمی عناصر غذایی بیشتری برای بنه وجود داشته باشد ریشه‌های رابط رشد بهتری خواهند داشت.

وزن خشک برگ جوانه اصلی و جوانه‌های جانبی

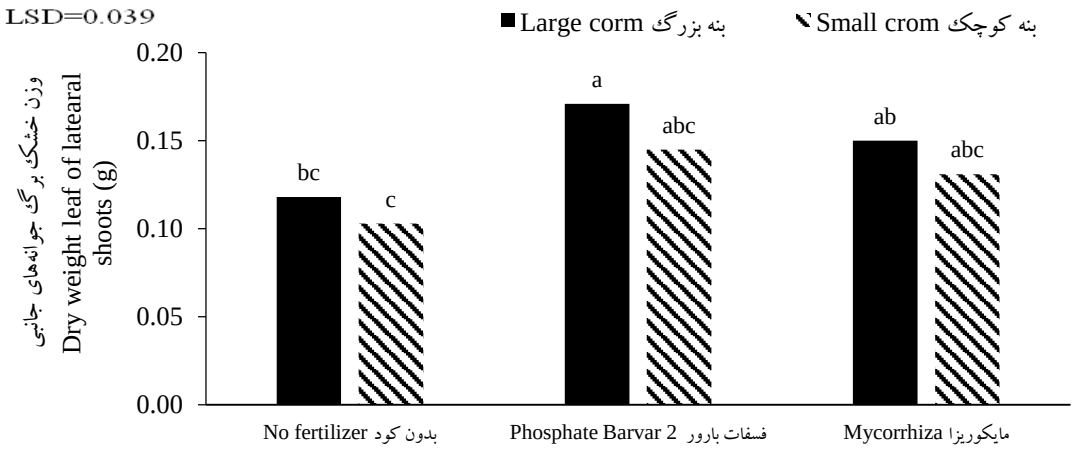
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر پرایمینگ بنزیل آمینوپورین در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت وزن خشک برگ جوانه اصلی معنی‌دار شد. پرایمینگ بنزیل آمینوپورین با غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب ۲۴ و ۳۴ درصد وزن خشک برگ جوانه اصلی را افزایش داد (جدول ۴).

جدول۴- مقایسه میانگین اثر بنزیل آمینوپورین بر برخی صفات سبز شدن بنه دختری زعفران.

Table 4- Mean comparisons for the effects of benzyl aminopurine on some traits of saffron cormlet.

بنزیل‌آمینوپورین (میلی‌گرم در لیتر) Benzyl aminopurine ($mg.l^{-1}$)	وزن خشک برگ جوانه اصلی (گرم) Dry weight leaf of main shoot (g)	وزن خشک برگ جوانه‌های جانبی (گرم) Dry weight leaf of latearal shoots (g)	وزن خشک جوانه اصلی (گرم) Dry weight of main shoot (g)	وزن خشک کل جوانه‌ها (گرم) Total dry weight of shoots (g)
0	0.132	0.104	0.202	0.374
250	0.164	0.144	0.258	0.484
500	0.177	0.161	0.276	0.512
LSD	0.027	0.033	0.048	0.073

همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد اثر پرایمینگ بنزیل آمینوپورین و اثر متقابل کود زیستی و وزن بنه در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت وزن خشک برگ جوانه‌های جانبی معنی‌دار شد. پرایمینگ بنزیل آمینوپورین با غلظت ۵۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب ۵۵ و ۳۸ درصد وزن خشک برگ جوانه‌های جانبی را در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۴). کاربرد کود زیستی فسفات بارور۲ و کشت بنه با وزن ۷/۱ الی ۱۰ گرم باعث افزایش ۶۶ درصدی وزن خشک برگ جوانه‌های جانبی در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۸).



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل وزن بنه و کود زیستی بر وزن خشک برگ جوانه‌های جانبی بنه دختری

Figure 8- Mean comparisons for the interaction of corm weight and bio-fertilizer on dry weight Leaf of lateral shoots of cormlet

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

امینی فرد و همکاران (Aminifard *et al.*, 2019)، گزارش کردند که کود زیستی بر تعداد، طول و وزن خشک برگ جوانه‌ها اثر معنی‌دار دارد. مشابه نتایج این آزمایش در مطالعات شرف الدین و همکاران (Sharaf-Eldin *et al.*, 2008) افزایش طول و در نتیجه وزن خشک برگ در گیاه زعفران مشاهده شد. امیدی و همکاران (Omidi *et al.*, 2009)، گزارش کردند که میکروارگانیسم‌های، زیستی می‌توانند با تولید هورمون‌های رشد به ویژه سایتوکنین و جیبرلین، باعث افزایش معنی‌دار تعداد برگ و در نتیجه وزن خشک برگ زعفران شوند. نتایج آزمایشات کاو و همکاران (Cao *et al.*, 2010) نشان داد که کاربرد کود زیستی به دلیل تأمین عناصر مورد نیاز و ایجاد شبکه گسترده ریشه‌ای، باعث افزایش طول ریشه، رشد اندام هوایی و در نتیجه افزایش وزن خشک برگ جوانه‌ها می شود. نتایج تحقیقات علی پور میاندهی و همکاران (Alipoor Miandehi *et al.*, 2015) نشان داد مصرف کودهای زیستی باعث افزایش معنی‌دار در تعداد، طول و وزن خشک برگ جوانه‌های زعفران شد به گونه‌ای که بیشترین تعداد، طول و وزن خشک برگ از مصرف کود زیستی به دست آمد. این مسأله بیانگر مؤثر بودن کود زیستی در تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه است (Omidi *et al.*, 2009) نتایج آزمایش ثابت تیموری و همکاران (Sabet-Teimouri *et al.*, 2010) نشان داد که بهترین اندازه بنه برای افزایش وزن خشک برگ جوانه‌ها ۸-۶ گرم است. نتایج بدست آمده در این آزمایش با نتایج سایر محققان همسو می باشد. در تحقیقی که نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati *et al.*, 2007) انجام دادند، مشخص گردید که اثر وزن بنه بر وزن خشک برگ جوانه‌ها در سال اول آزمایش معنی‌دار بود و با افزایش وزن بنه این صفت افزایش یافت. بیشترین تعداد برگ و وزن خشک برگ با کاربرد بزرگترین اندازه بنه بدست آمد، به نظر می‌رسد که افزایش وزن بنه با افزایش قدرت تقسیم سلولی و افزایش سرعت تکثیر، افزایش تعداد، سطح برگ و بهبود خصوصیات رویشی را به دنبال دارد (Amirshekari *et al.*, 2008).

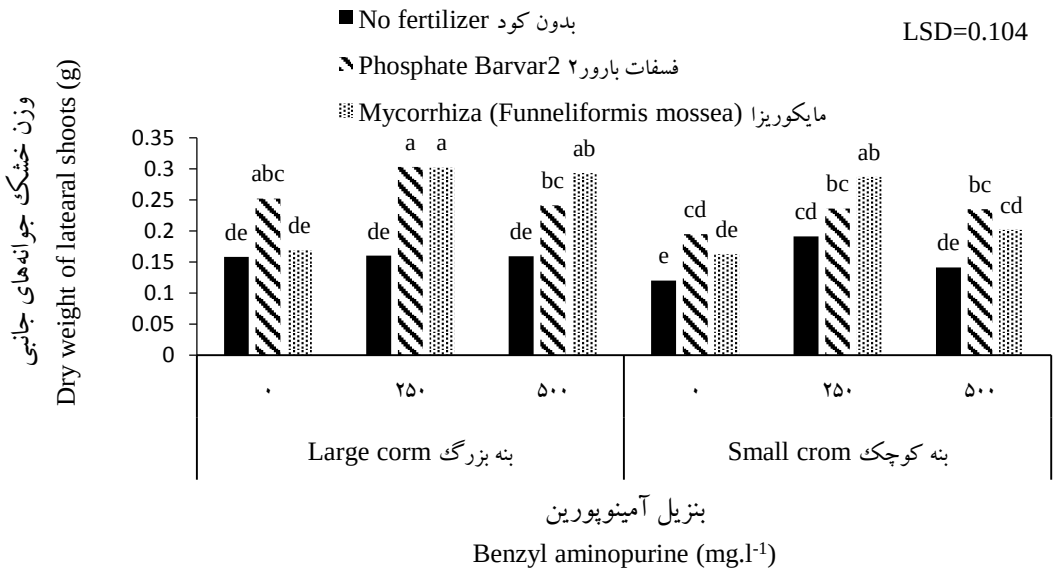
وزن خشک جوانه اصلی، جوانه‌های جانبی و کل جوانه‌ها

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت وزن خشک جوانه اصلی معنی‌دار شد. پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین با غلظت ۵۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بترتیب موجب افزایش ۳۷ و ۲۸ درصدی وزن خشک جوانه اصلی در مقایسه با شاهد شد (جدول ۴). همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد اثر متقابل پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین، کود زیستی و وزن بنه در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن خشک جوانه‌های جانبی معنی‌دار شدند. بیشترین وزن خشک جوانه‌های جانبی در تیمارهای پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، کشت بنه با وزن ۷/۱ الی ۱۰ گرم و کود زیستی فسفات بارور۲ و کود زیستی مایکوریزا مشاهده شد که در مقایسه با شاهد ۱۵۱ درصد افزایش نشان داد (شکل ۹).

همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین و کود زیستی در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت وزن خشک کل جوانه‌ها معنی‌دار شد. پرایمینگ بنزیل‌آمینوپورین با غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بترتیب موجب افزایش ۲۹ و ۳۷ درصدی وزن خشک کل جوانه‌ها در مقایسه با شاهد شد (جدول ۴). کود زیستی فسفات بارور۲، ۲۵ درصد وزن خشک کل جوانه‌ها را در مقایسه با شاهد افزایش داد (شکل ۱۰).

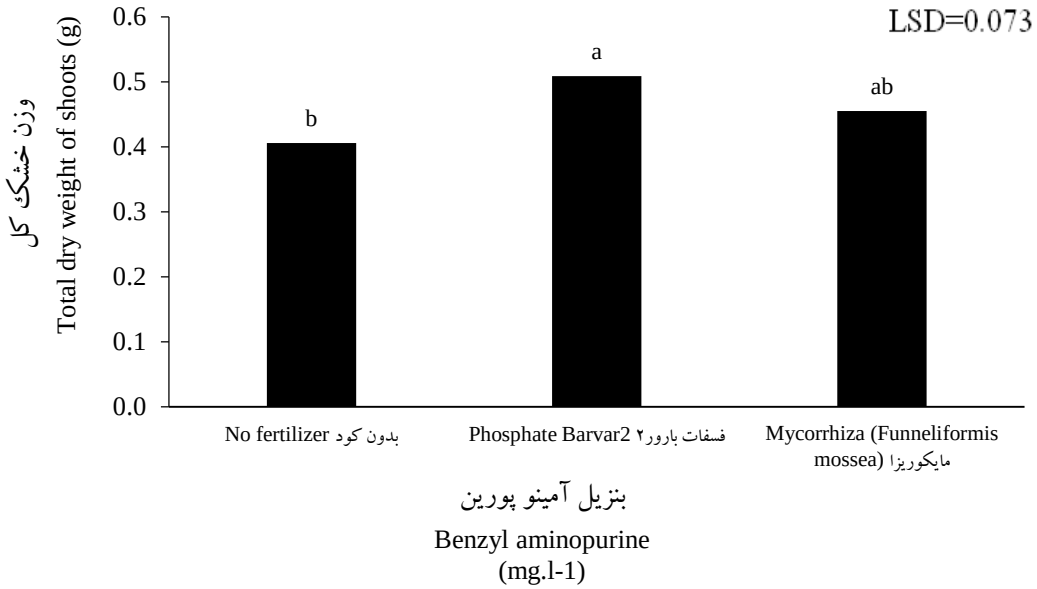
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل بنزیل آمینوپورین، وزن بنه و کود بر وزن خشک جوانه‌های جانبی

Figure 9- Mean comparisons for the interaction of benzyl aminopurine, corm weight and fertilizer on dry weight of latearal shoots



شکل ۱۰- مقایسه میانگین تاثیر کود زیستی بر وزن خشک کل جوانه‌ها بنه دختری زعفران

Figure 10- Mean comparisons of the average effect of biofertilizer on Total dry weight of shoots of saffron cormlet

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق بیانگر آن است که بنه‌های با وزن بیش از ۷ گرم به همراه پرایمینگ هورمونی آن‌ها با استفاده از تنظیم کننده رشد گیاهی بنزیل آمینوپورین تاثیر مثبتی بر بنیه بنه‌های زعفران داشت. همچنین باتوجه به چندساله بودن کاشت زعفران و اهمیت تولید بنه‌های دختری برای دستیابی به عملکرد بالا در چینهای بعدی این تیمارها می‌تواند توجیه اقتصادی داشته باشد و لذا قابل توصیه است. بنه‌های مادری با وزن بیشتر سرعت سبز شدن گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه، طول جوانه اصلی بنه‌های دختری را افزایش داد. پرایمینگ هورمونی بنه‌های مادری با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر وزن خشک برگ جوانه اصلی، وزن خشک برگ جوانه‌های جانبی، وزن خشک جوانه اصلی، وزن خشک کل جوانه‌ها و همراه با مصرف کود زیستی سرعت سبز شدن و تعداد ریشه رابط بنه‌های دختری را افزایش داد. پرایمینگ هورمونی با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر و استفاده از بنه‌های با وزن بیشتر موجب افزایش شاخص وزنی بنیه گیاهچه شدند. تیمار کود زیستی، وزن خشک کل جوانه‌ها و به همراه کاربرد بنه بزرگ طول و وزن خشک برگ جوانه‌های جانبی را افزایش داد. به طور کلی کاربرد بنه با وزن بالا و اعمال تیمارهای کود زیستی و پرایمینگ هورمونی باعث بهبود بنیه بنه و گیاهچه زعفران شد.

منابع

Reference

Abdul-Baki, A., and J. D. Anderson. 1973. Vigour determination in soybean by multiple criteria. Crop Sci. 13:630-633.

Alipoor Miandehi, Z., S. Mahmoodi, M. A. Behdani, and M. H. Sayyari. 2015. Effects of corm weight and application of fertilizer types on some growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) under Mahvelat conditions. J. Saffron Res. 2(2): 97-112. (In Persian, with English Abstract)

Ali, G., A. M. Iqbal, F. A. Nehvi, S. S. Samad, S. Nagoo, S. Naseer, and N. A. Dar. 2013. Prospects of clonal selection for enhancing productivity in saffron (*Crocus sativus* L.). Afr. J. Agric. Res. 8: 460–467.

Aminifard, M., A. Oftadeh Fadafen, F. Moradi Nezhad, and M. Behdani. 2019. Effects of vermicompost and nitroxin on replacement corm characteristics and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. Saffron Agron. Technol. 7(2): 139-154. (In Persian, with English Abstract)

Amirshekari, H., A. Soroushzadeh, A. Modares-Sanavi, and M. Jalali Joran. 2006. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian J. Biol. 19 (1): 5-18. (In Persian, with English Abstract)

Amirshekari, H., A. Sorooshzadeh, A. M. Modarres-Sanavi, and J. Javaran. 2008. Effects of root-zone temperature, corm size, and gibberellin on vegetative growth of saffron. (*Crocus sativus* L.). J. Agric. Sci. Nat. Res. 14(5): 175-188. (In Persian, with English Abstract)

Azadi, S., S. Siyadat, R. Naseri, A. Soleimani Fard, and A. Mirzaei. 2013. Effect of integrated application of azotobacter chroococcum and azospirillum brasilense and nitrogen chemical fertilizers on qualitative and quantitative of durum wheat. J. Crop Ecophysiol. (Agric. Sci.). 7(2): 129-146. (In Persian, with English Abstract)

Azarnia, M. and H. Eisvand. 2013. Seed quality improving by priming to increase crops growth and yield. Res. Achievements for Field and Hortic. Crops. 2(4): 277-287. (In Persian, with English Abstract)

Azarnia, M., A. Biabani, H. R. Eisvand, E. Gholamalipour-Alamdari, and S. Safikhani. 2017. Effect of seed priming with gibberellic acid and salicylic acid on germination characteristic and seed and seedlings physiological quality of lentil (*Lens culinaris*). Iranian J. Seed Res. 3(1): 59-73. (In Persian, with English Abstract)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Cao, D., Z. Liang-Gang, J. Z. Xiao, and Z. Y. Qian. 2010. Effects of biofertilizer on organically cultured cucumber growth and soil biological characteristics. Chinese J. Appl. Ecol. 21(10): 2587-2592.

Day, J. 2000. The effect of plant growth regulator treatment on plant productivity and capsule dehiscence in sesame. Field Crops Res. 66: 15-24.

Dehghanshoar, M., A. Hamidi, and S. Mobasser. 2005. Handbook of Vigour Test Methods. Agricultural Education Press, Tehran. (In Persian)

Feli, A., S. Maleki Farahani, and H. Besharati. 2018. Effect of urea fertilizer and different organic and biological fertilizers on qualitative and quantitative yield and some soil properties in saffron (*Crocus sativus* L.) culture. Agron. Agric. Prod. 20(2): 356-345. (In Persian, with English Abstract)

Ghanbari, J., and G. Khajoei-Nejad. 2018. The effect of compost and combination of compost and biochar application in soil bulk density of planting bed, seedling emergence rate and early growth of saffron ecotypes. Saffron Agron. Technol. 6(1): 17-33. (In Persian, with English Abstract)

Ghorbanpour, M., N. Hosseini, M. Khodae Motlagh, and M. Solgi. 2014. The effects of inoculation with pseudomonads rhizobacteria on growth, quantity and quality of essential oils in sage (*Salvia officinalis* L.) Plant. J. Med. Plants. 13(52): 89-100. (In Persian, with English Abstract)

Han H., S. Supanjani, and K.D. Lee. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilising bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil Environ. 52(3): 6-130.

Ikic, I., M. Maric evic, S. Tomasovic, J. Gunjaca., Z. S. Atovic, and H. S. Arcevic. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica. 188: 25-34.

Javadi, A., S. Khangari, and A. Sfalyan. 2016. Effects of seed burnout and elements of boron and calcium on germination and establishment of rapeseed under salinity stress. Plant Process and Function. 15(5): 180-169. (In Persian, with English Abstract).

Koocheki, A., A. Ganjeali, and F. Abbassi. 2007. The effect of duration and condition of incubation, weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian J. Field Crops Res. 4: 315–331. (In Persian, with English Abstract)

Koocheki, A., P. Rezvani Moghaddam, A. Molafilabi, and S. M. Seyyedi. 2014 (a). The effects of high corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. J. Saffron Res. 1: 144–155. (In Persian, with English Abstract)

Koocheki, A., S. Seyyedi, H. Azizi, and R. Shahriyari. 2014 (b). The effects of mother corm size, organic fertilizers and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agron. Technol. 2(1): 3-16. (In Persian, with English Abstract)

Koocheki, A. and S. M. Seyyedi. 2015. Phonological stages and formation of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) during growing period (review article). J. Saffron Res. (In Persian, with English Abstract)

Koocheki, A. and S. M. Seyyedi. 2016. A comprehensive look at nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agron. Technol. 4(2): 75-91. (In Persian, with English Abstract)

Koul, K. and S. Farooq. 1984. Growth and differentiation in the shoot apical meristem of the saffron plant (*Crocus sativus* L.). J. Ind. Bot. Soc. 63: 153-160.

Moshatati, A., A. Hejazi, M. Kianmehr, S. A. Sadat Nouri, and M. H. Qaryneh. 2009. Effect of seed weight on germination and seedling growth of Pishtaz cultivar (short scientific report). Crop Prod. (Electron. J. Crop Prod.). 2(1): 137-144. In Persian, with English Abstract)

Nassiri Mahallati, M., A. Koocheki, Z. Boroomandzadeh, and L. Tabrizi. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Agron. Crop Res. 5(1): 166-155. In Persian, with English Abstract)

Omidi, H., H. A. Naghdibadi, A. Golzad, H. Torbati, and M. H. Fotookian. 2009. Effect of chemical and nitrogen bio-fertilizer on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). J. Medicinal Plants. 30(2): 98-109. (In Persian, with English Abstract)

Rashidi, S., H. Abbas Dukht, O. Gholami, and R. Tavakol Afshari. 2017. Effects of gibberellin and cytokinin on germination and vigor of seed germination traits of maize (*Zea mays* L.). J. Crop Physiol. 9(34): 79-96. (In Persian, with English Abstract)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Rasouli, Z., S. Maleki Farahani, and H. Besharati. 2013. Some vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by various fertilizers. Iranian J Soil Res. 27: 35–36. (In Persian, with English Abstract)

Rasouli, Z., S. A. Maleki Farahani, and H. Evangelism. 2014. Investigation of trend changes in saffron underground organic application of organic, biological and chemical fertilizers. Agron. Soil Res. (Soil Water Sci.). 28(2): 312-295. (In Persian, with English Abstract)

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

Sabet-Teimouri, M., M. Kafi, Z. Avarseji, and K. Orooji. 2010. Effect of dry stress, corm size and cover on morphoecophisiologiky specifications of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions. J. Agroecol. 2(2): 323-334. (In Persian, with English Abstract)

SAS Institute. 1999. SAS/Stat User's Guide, Version 9.1. SAS Institute, Cary, NC.

Setia, N., R. Sangeetha, R. C. Setia, and C. P. Malik. 1993. Alterations in growth and yield componse to foliar application of naphthyl acetic acid (NAA). Indian J. Plant physiol. 1: 47-52.

Shakeri, M., M. Aminifard, M. Behdani, and S. Tabatabaei. 2018. Effect of gibberlin cacid hormone and mother corm weight on vegetative and reproductive growth of saffron (*Crocus sativus* L.). J. Plant Prod. Res. 25(2): 153-165. (In Persian, with English Abstract)

Sharaf-Eldin, M. A., S. Elkholy, J. A. Fernandez, H. Junge, R. D. Cheetham, J. L. Guardiola, and P. J. Weathers. 2008. The effect of Bacillus subtilis FZB24 on flowers quantity and quality of saffron (*Crocus sativus* L.). Planta Medica. 74 (10): 1316-1320.

Tavakoli, A., A. Sorooshzadeh, and M. Ghorbani Javid. 2014. Effect of buds removing and corm size on growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agron. Agric. Technol. 1(2): 84-69. (In Persian, with English Abstract)

Tavakoli, A., A. Sorooshzadeh, and M. Ghorbani Javid. 2012 (a). Effect of buds removing and corm size on growth characteristics and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). 2nd Natl. Congr. Hydroponics Greenhouse Prod. Isfahan Univ. Technol., Sept. 14-16. (In Persian, with English Abstract)

Tavakoli, A., A. Sorooshzadeh, and M. Ghorbani Javid. 2012 (b). Effect of foliar application of cytokine and auxin growth regulators on vegetative traits of saffron (*Crocus sativus* L.). 2nd Natl. Congr. Hydroponics Greenhouse Prod. Isfahan Univ. Technol., Sept. 14-16. (In Persian, with English Abstract)

Zand, A., H. Riahi, Z. Shariatmadari, and S. Zangeneh. 2014. Effect of Funneliformis mosseae mycorrihza symbiosis on growth and yield of (*Crocus sativus* L.). J. Saffron Res. 2(2): 141-151. (In Persian, with English Abstract)

Archive of SID.ir