

تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر برخی خصوصیات رویشی، زینتی و عملکرد بانه در گونه وحشی گل حسرت (*Colchicum kotschy* Boiss)

حسن بیات^{۱*}، محمد حسین امینی فرد^۱ و مرتضی علیرضایی نقندر^۲

۱. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۲. دانشجوی سابق دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۷)

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر خصوصیات رویشی و زینتی گونه وحشی گل حسرت (*Colchicum kotschy* Boiss) انجام شد. بدین منظور، آزمایشی فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و به صورت گلدانی شامل سه سطح نیتروژن (۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار)، سه سطح فسفر (۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح پتاسیم (۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار) در دانشگاه فردوسی مشهد طی سالهای ۹۵-۹۶ انجام شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، مقادیر کلروفیل a، b و کاروتنوئید، تعداد گل و قطر گل و قطر و طول، قطر و وزن تر و خشک بانه بودند. بررسی نتایج اثرات متقابل تیمارهای کودی نشان داد که بیشترین تعداد گل و برگ در بوته، قطر و وزن تر و خشک بانه در تیمار ۶۰، ۶۰ و ۴۰ کیلوگرم به ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم حاصل شد. بیشترین قطر گل و مقادیر کلروفیلها و کاروتنوئید در تیمار ۶۰، ۶۰ و ۸۰ به ترتیب از نیتروژن، فسفر و پتاسیم به طور کلی، نتایج حاکی از آن است که کاربرد همزمان سطوح متوسط از کودهای شیمیایی در گونه *C. kotschy* Boiss، منجر به بروز نتایج مثبت در صفات رویشی و زینتی گیاه گردید. تحقیقات بیشتر بر روی جنبه‌های زینتی و تلاش در جهت حفظ، اهلی‌سازی و تکثیر گونه‌های بومی گل حسرت، می‌تواند زمینه‌ساز استفاده پایدار این گیاه زینتی در فضای سبز گردد.

واژه‌های کلیدی: اهلی‌سازی، جنبه‌های زینتی، فضای سبز، گونه‌های بومی.

The effects of NPK fertilizers on growth, ornamental traits and corm yield of wild species of colchicum (*Colchicum kotschy* Boiss)

Hassan Bayat^{1*}, Mohammad Hossein Aminifard¹ and Morteza Alirezaie Noghondar²

1. Assistant Professor, Department of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

2. Former Ph.D. Student, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: Aug. 24, 2017 - Accepted: Nov. 28, 2017)

ABSTRACT

This research was carried out with the aim of investigating the effect of different levels of chemical fertilizers on vegetative and ornamental characteristics of wild species of colchicum (*Colchicum kotschy* Boiss). For this purpose, a pot factorial experiment was conducted based on completely randomized design with three replications including three levels of nitrogen (N= 0, 60, 120 kg ha⁻¹) three levels of phosphorus (P= 0, 30 and 60 kg ha⁻¹) and three levels of potassium (K= 0, 40 and 80 kg ha⁻¹) at Ferdowsi University of Mashhad during 2015-2016. Studied traits was included leaf number and area, leaf fresh and dry weight, chlorophyll a, b and carotenoids, number of flowers and flower diameter, and length, diameter and fresh and dry weights of the corms. Results of interaction effects of nitrogen, phosphorus and potassium levels showed that the highest number of flowers, leaf number, fresh and dry weights and corm diameter was obtained in 60:60:40 kg ha⁻¹ of N×P×K, respectively. The highest flower diameter, chlorophylls and carotenoids were obtained in treatments of 60:60:80 kg ha⁻¹ from N×P×K, respectively. Overall, results indicated that the application of moderate levels of N, K and P improved most vegetative and ornamental traits in *C. kotschy* Boiss. More research on ornamental aspects and efforts to preserve, domestication and propagation of native species of colchicum, can lead to the sustainable use of this ornamental plant in landscape.

Keywords: Domestication, green space, indigenous plants, ornamental aspects.

* Corresponding author E-mail: hassanbayat@birjand.ac.ir

مقدمه

جنس گل حسرت یکی از چند جنس متعلق به خانواده گل حسرت^۱ است که عموماً شامل سوخوارهای چندساله^۲ هستند و بالغ بر ۱۰۰ گونه از این جنس در دنیا وجود دارد (Komjathyova et al., 2000). کشور ایران منبعی غنی از گونه‌های مختلف جنس گل حسرت را در خود جای داده است که رشد چندین گونه از آن در سراسر ایران گزارش شده است (Persson, 1992). این گونه‌ها عمدتاً در اروپا به خصوص ناحیه شرقی مدیترانه و آسیا می‌رویند و گیاهانی پایا هستند و چون گل‌های زیبای آن‌ها معمولاً قبل از بهار ظاهر می‌گردد، به گل حسرت شهرت دارند. اگرچه اکثر گونه‌های گل حسرت دارای مصارف دارویی بوده با این حال گونه‌های متعددی نیز به‌عنوان گیاهان زینتی معرفی شده و در کشورهای مختلف مورد کشت و کار قرار می‌گیرند.

از جمله گونه‌های بسیار زیبای گل حسرت بومی ایران می‌توان از *Colchicum kotschy* Boiss نام برد که عمدتاً در شمال شرقی کشور می‌روید. این گونه دارای گل‌های بسیار زیبا بوده و از لحاظ وضعیت گلدهی، هیستراتنوس بوده که گلدهی آن در رویشگاه طبیعی قبل از ظهور برگ‌ها یعنی از اواخر تابستان شروع شده و تا آخر مهر و گاهی تا اوایل آبان ادامه دارد. رشد و فعالیت ریشه‌ها از اواسط آبان آغاز می‌شود. رشد رویشی از اواخر اسفند شروع شده و مدت کمی بعد، یعنی از اوایل فروردین، کپسول‌های حاوی میوه بر روی ساقه ظاهر می‌شوند (Alirezaie, Noghondar et al., 2013).

گزارش شده است که کشت و کار گیاه کلشیکوم (*C. autumnale*) باعث افزایش عملکرد وزن خشک بنه نسبت به رویشگاه می‌گردد (Poutaraud & Girardin, 2005). همچنین آل فیاد و همکاران (Al-Fayyad et al., 2002, 2004) در بررسی تأثیر سطوح مختلف ازت، فسفر و پتاس بر عملکرد بنه و کلشی‌سین دو گونه رویشگاهی گل حسرت در شرایط کشت خاکی، گزارش دادند که بهترین عملکرد بنه در نسبت ۷۵:۱۰۰:۷۵ به ترتیب از

عناصر ازت، فسفر و پتاس، حاصل می‌شود. تعیین زمان شروع هر کدام از مراحل نمو در جنس گل حسرت، به دلیل اینکه گلدهی و رشد رویشی و بلوغ بنه‌ها در گونه‌های مختلف، متفاوت است، از اهمیت زیادی برخوردار است (Vicar et al., 1992; Alali et al., 2006). به نظر می‌رسد که در شرایط کشت کنترل‌شده، عوامل بسیار زیادی در عملکرد کمی و نیز خصوصیات گلدهی گل حسرت دخالت داشته باشند؛ از جمله این عوامل می‌توان به مقادیر عناصر غذایی به کاررفته، خصوصیات بافت خاک، نوع گونه مورد آزمایش و همچنین تعیین زمان مناسب برداشت بنه‌های گل حسرت اشاره نمود، چرا که در تعیین زمان بلوغ بنه‌ها و خصوصیات گلدهی آنها مؤثر می‌باشد (Alali et al., 2004, 2006). استفاده از پتانسیل بالای گیاهان بومی با ارزش در کشور برای کاربردهای دارویی و زینتی اهمیت زیادی دارد. همزمان با توجه به کاربردهای صحیح و اصولی گیاهان بومی، باید این ذخایر با ارزش ژنتیکی را از خطر برداشت بی‌رویه حفظ کرد و از خطر انقراض آنها جلوگیری نمود؛ بنابراین مطالعات مربوط به روش‌های تکثیر و اهلی‌سازی این گیاهان باید در اولویت توجه پژوهشگران قرار گیرد. اطلاعات کمی درباره رفتار گونه‌های گل حسرت تحت شرایط مختلف کشت و کار وجود دارد. سطوح عناصر غذایی در کوددهی، از عواملی است که نقش مهمی در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان در شرایط مختلف کشت و کار ایفا می‌کند. گزارش‌های زیادی از اهلی‌سازی گل حسرت در داخل کشور وجود ندارد؛ با این حال در کشورهای دیگر تلاش‌هایی به منظور اهلی‌سازی گل حسرت و کشت و کار آن در شرایط کنترل‌شده انجام شده است. اگرچه تأثیر سطوح کودی بر گونه‌های مختلف گل حسرت در سایر کشورها مطالعه شده است، با این حال گزارشی از گونه‌های بومی کشور ارائه نشده است. گونه *C. kotschy* Boiss به‌عنوان گونه‌ای پاییز گل با گل‌های بسیار زیبا و منحصر به فرد می‌تواند به‌عنوان گیاهی با قابلیت زینتی و کاربرد در فضای سبز قابل توجه باشد. از آنجایی که اندازه اندام زیرزمینی در گیاهان سوخوار، تأثیر قابل توجهی بر زمان گلدهی، تعداد و اندازه گل دارد، از این رو در این مطالعه، برای اولین بار تأثیر سطوح مختلف کودی ازت،

1. Colchicaceae
2. Perennial geophytes

ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر ریخته شد و سپس در اوایل آبان، بنه‌های با اندازه یکنواخت و وزن تقریبی ۱۵ گرم در عمق ۷ سانتی‌متری خاک گلدان کشت شدند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

تیمارهای کودی فسفر و پتاسیم به دو قسمت تقسیم شده و در دو نوبت اعمال شدند (نیمی همزمان با کاشت بنه‌ها در پاییز و نیمی در آغاز رشد رویشی و همزمان با ظهور دماغه در اواخر زمستان) و کود نیتروژن به سه قسمت تقسیم شده و در سه نوبت (یک سوم همزمان با کاشت در پاییز، یک سوم در زمان آغاز رشد رویشی یا ظهور دماغه در اواخر زمستان و یک سوم دیگر یک ماه بعد از آغاز رشد رویشی) اعمال شد. قبل از زرد شدن برگها (اواسط اردیبهشت) صفاتی همچون تعداد و سطح برگ در بوته، وزن تر و خشک برگ اندازه‌گیری شدند. همچنین اندازه‌گیری مقادیر کلروفیل‌های a و b و کاروتنوئید با استفاده از روش (Dere et al. 1998) انجام شد.

در پایان فصل رشد و بعد از زرد و خشک شدن برگ‌ها در اوایل خرداد، از هر تیمار ۳ تکرار از خاک خارج شد و طول و قطر بنه و وزن تر و خشک بنه اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک بنه‌ها، بنه‌های تازه به قطعات ریزتری تقسیم شدند و سپس در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. سه تکرار باقی‌مانده از هر تیمار نیز جهت اندازه‌گیری قطر گل و تعداد گل در بوته در اواخر تابستان سال ۹۵ مورد استفاده قرار گرفتند.

تجزیه داده‌ها

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار JMP8 و از طریق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح آماری ۵ درصد انجام شد و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شدند.

فسفر و پتاس بر صفات زینتی، رشدی و عملکرد بنه گونه بومی *C. kotschy* Boiss مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. بنه‌های گیاه *C. kotschy* پس از پایان فصل گلدهی در اوایل پاییز سال ۹۴ از ریشگاه طبیعی گیاه واقع در ییلاق نقندر (یکی از روستاهای اطراف شهر مشهد) جمع‌آوری شدند و به‌منظور جلوگیری از پوسیدگی، در مکان خشک و خنک تا قبل از کاشت نگهداری شدند. قبل از کاشت، بنه‌ها با قارچکش‌های کاپتان و بنومیل با نسبت ۱/۵ در هزار، ضدعفونی شدند. آزمایش به‌صورت گلدانی در فضای باز و به‌صورت فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با سه سطح عنصر نیتروژن خالص (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب معادل ۰، ۳۳ و ۶۶ میلی‌گرم نیتروژن خالص بر کیلوگرم خاک گلدان) از منبع کودی اوره، سه سطح فسفر خالص (صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب معادل ۰، ۱۶ و ۳۲ میلی‌گرم فسفر خالص بر کیلوگرم خاک گلدان) از منبع کودی سوپرفسفات و سه سطح پتاسیم خالص (صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب معادل ۰، ۲۲ و ۴۴ میلی‌گرم پتاسیم خالص بر کیلوگرم خاک گلدان) از منبع کودی سولفات پتاسیم با سه تکرار انجام شد. لازم به ذکر است که برای هر تیمار، شش گلدان در نظر گرفته شد که سه گلدان برای اندازه‌گیری صفات رویشی، کلروفیل a و b، کاروتنوئید، وزن تر و خشک بنه و سه گلدان نیز برای اندازه‌گیری صفات زینتی به‌کار رفت. عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب از کودهای اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم تأمین شدند. قبل از اعمال تیمارهای کودی، خاک مورد استفاده آنالیز شد و تیمارهای کودی مطابق با نتایج تجزیه خاک اعمال شدند. خاک مورد استفاده مخلوطی از ۲ قسمت خاک لوم و یک قسمت ماسه بود که در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ و

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده آزمایش

Table 1. Physiochemical properties of the soil used in the experiment

Soil texture	Sand	Clay	Silt	N	P	K	Fe	Zn	Mn	EC	pH	Bulk density
	(%)						(mg kg ⁻¹)			(ds m ⁻¹)		(g cm ⁻³)
Sandy loam	43	28	29	0.07	9.1	117	2.3	3.4	2.8	1.2	7.2	1.46

نتایج

صفات فوق در تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن حاصل شد (جدول ۳). بررسی اثرات سطوح مختلف فسفر بر مقادیر صفات مورد آزمایش نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر در تمام صفات مورد بررسی، مربوط به تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بود و کمترین مقادیر در تیمار عدم کاربرد کود فسفر وجود داشت (جدول ۳). تأثیر سطوح مختلف پتاسیم نشان از برتری تیمار ۴۰ کیلوگرم در هکتار در تمامی صفات مورد بررسی به جز قطر گل داشت. بیشترین قطر گل در تیمار ۸۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم به‌دست آمد (جدول ۳).

جدول ۴ اثرات متقابل سه‌گانه تیمارهای مختلف کودی بر صفات مورد بررسی را نشان می‌دهد. بر این اساس، بیشترین تعداد گل در بوته، تعداد برگ در بوته، قطر بنه و وزن تر و خشک بنه در تیمار ۶۰، ۶۰ و ۴۰ کیلوگرم به‌ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم حاصل شد. بیشترین قطر گل و مقادیر کلروفیل a, b و کاروتنوئید در تیمار ۶۰، ۶۰ و ۸۰ به‌ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌دست آمد. بیشترین میانگین سطح برگ، وزن تر و خشک برگ در تیمار ۱۲۰، ۶۰ و ۴۰ کیلوگرم به‌ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم مشاهده شد. مقادیر تمامی صفات مورد بررسی در تیمار شاهد از همه کمتر بود (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است. بر این اساس، اثرات ساده تیمار کود نیتروژن بر تمامی صفات به‌جز تعداد گل معنی‌دار بود. همچنین اثر ساده تیمار فسفر بر تمامی صفات مورد بررسی به‌جز طول بنه معنی‌دار بود. اثر تیمار ساده کود حاوی پتاسیم بر تمامی صفات مورد بررسی به‌جز تعداد برگ، میزان کاروتنوئید و طول بنه معنی‌دار بود (جدول ۲). اثرات متقابل دوگانه کود نیتروژن × فسفر حاکی از این بود که تیمار مذکور بر تمامی صفات مورد مطالعه به‌جز تعداد گل اثر معنی‌داری داشته است. اثر متقابل دوگانه تیمارهای نیتروژن × پتاسیم و همچنین فسفر × پتاسیم و همچنین اثر متقابل سه‌گانه نیتروژن × فسفر × پتاسیم بر تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار بود.

بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که بیشترین تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، مقادیر کلروفیل و کاروتنوئید، قطر بنه، وزن تر و خشک بنه و تعداد و قطر گل در تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد. همچنین بیشترین سطح برگ و طول بنه در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. کمترین مقادیر تمامی

جدول ۲. تجزیه واریانس اثرات نیتروژن، فسفر و پتاس بر صفات مورد بررسی گیاه گل حسرت (*C. kotschy* Boiss)

Table 2. Variance analysis of the effects of N, P and K on the studied traits of *C. kotschy* Boiss

Source of variation	df	MS						
		Leaf number	Leaf area	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Carotenoid
N	2	13.30*	13487.97**	57.90*	1.004*	6.041*	1.014*	4.034*
P	2	10.03*	6575.69*	22.81*	0.380*	4.348*	0.684*	2.440*
K	2	3.67 ns	5705.30*	24.97**	0.401**	1.307*	0.173*	0.875ns
N×P	4	1.50*	751.23**	4.10*	0.063*	0.562*	0.097*	0.321*
N×K	4	0.35*	999.43*	4.24**	0.073**	0.224*	0.025*	0.273*
P×K	4	0.46*	401.95*	2.17*	0.037*	0.209*	0.022*	0.128*
N×P×K	8	0.19*	178.37*	0.842**	0.015**	0.110*	0.022*	0.064*
Error	54	0.04	2.66	0.0113	0.0002	0.0012	0.0002	0.0007

*, **, ns: به ترتیب بیانگر معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار است.

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

ادامه جدول ۲. تجزیه واریانس اثرات نیتروژن، فسفر و پتاسیم در صفات مورد بررسی گیاه گل حسرت (*C. kotschy* Boiss)

Continued table 2. Variance analysis of the effects of N, P and K on the studied traits of *C. kotschy* Boiss

Source of variation	df	MS					
		Flower number	Flower diameter	Corm dry weight	Corm fresh weight	Corm length	Corm diameter
N	2	11.73ns	12.32	132.627*	287.47*	32.70	15.31*
P	2	4.94*	10.69*	89.637*	176.22*	23.97ns	8.92*
K	2	5.47*	3.68*	47.595**	111.07**	11.82ns	6.06**
N×P	4	0.88ns	6.24*	13.340*	30.62*	2.73*	1.54*
N×K	4	0.87*	1.55*	7.870**	17.97**	2.16*	0.96*
P×K	4	0.40*	6.002*	3.072*	6.10*	0.66ns	0.32*
N×P×K	8	0.15*	4.67*	0.861**	2.92**	0.78*	0.19*
Error	54	0.002	0.088	0.028	0.06	0.073	0.003

*, **, ns: به ترتیب بیانگر معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار است.

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

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح مختلف عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در صفات مورد بررسی در گیاه گل حسرت

C. kotschy Boiss

Table 3. Mean comparison of simple effects of nitrogen, phosphorus and potassium elements on some studied traits in *C. kotschy* Boiss

Treatment	Leaf number (plant)	Leaf area (cm ²)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g)	Chlorophyll a content (mg/g.fw)	Chlorophyll b content (mg/g.fw)	Carotenoid content (mg/g.fw)
N (kg/ha)							
0	2.31c*	68.3c	4.41c	0.57b	1.464c	0.578c	1.157b
60	3.68a	101.0b	6.65b	0.87a	2.352a	0.933a	1.839a
120	3.25b	111.1a	7.16a	0.93a	2.190b	0.891b	1.810a
P (kg/ha)							
0	2.38b	76.3c	5.08c	0.66c	1.594c	0.637c	1.280c
30	3.37a	97.4b	6.24b	0.81b	2.018b	0.808b	1.648b
60	3.49a	106.7a	6.90a	0.90a	2.395a	0.957a	1.877a
K (kg/ha)							
0	2.66a	76.7b	4.97b	0.65b	1.749c	0.709b	1.398a
40	3.37a	102.9a	6.72a	0.87a	2.263a	0.841a	1.670a
80	3.21a	100.8a	6.53a	0.85a	2.102b	0.852a	1.740a

* میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک در هر ستون هستند مطابق با آزمون مقایسه میانگین حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معناداری با یکدیگر نمی باشند.

*: In each column, means with the similar letters are not significant different ($P < 0.05$) using LSD test.

ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح مختلف عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در صفات مورد بررسی در گیاه گل

C. kotschy Boiss حسرت

Continued table 3. Mean comparison of simple effects of nitrogen, phosphorus and potassium on some studied traits in *C. kotschy* Boiss

Treatment	Corm diameter (cm)	Corm length (cm)	Corm fresh weight (g)	Corm dry weight (g)	Flower number (plant)	Flower diameter (cm)
N (kg/ha)						
0	2.36b*	3.58b	17.50b	7.00b	2.01a	1.88a
60	3.73a	5.45a	27.49a	10.96a	3.19a	3.84a
120	3.59a	5.51a	26.66a	10.70a	3.12a	3.64a
P (kg/ha)						
0	2.59c	3.77a	19.06c	7.56c	2.30c	2.37b
30	3.41b	5.23a	25.12b	9.96b	2.89b	3.40a
60	3.70a	5.53a	27.48a	11.14a	3.13a	3.59a
K (kg/ha)						
0	2.68b	4.11a	19.91b	8.02b	2.26c	2.23c
40	3.54a	5.66a	25.98a	10.36a	3.10a	3.39b
80	3.46a	5.04a	25.77a	10.28a	2.95b	3.74a

* میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک در هر ستون هستند مطابق با آزمون مقایسه میانگین حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معناداری با یکدیگر نمی باشند.

*: In each column, means with the similar letters are not significant different ($P < 0.05$) using LSD test.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه سطوح مختلف کودهای نیتروژن × فسفر × پتاسیم بر صفات مورد بررسی در گیاه

C. kotschy Boiss گل حسرت

Table 4. Mean comparisons of interaction effects of nitrogen × phosphorus × potassium on some studied traits in *C. kotschy* Boiss

Treatments	Leaf number (plant)	Leaf area (cm ²)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g)	Chlorophyll a content (mg/g.fw)	Chlorophyll b content (mg/g.fw)	Carotenoid content (mg/g.fw)
N (kg/ha)							
0	2.01l*	60.0u	3.90L	0.51u	1.05tu	0.51t	1.83qr
60	2.14kl	63.1st	3.99L	0.52tu	1.08st	0.53st	1.81r
120	2.12kl	61.4tu	4.10L	0.53st	1.03u	0.54rs	1.89pq
P (kg/ha)							
0	2.18kl	65.0rs	4.31kL	0.57r	1.11rs	0.57q	1.98o
30	2.84h	78.9no	4.96i	0.65o	1.23pq	0.60p	2.04no
60	2.20kl	71.9pq	4.77ij	0.56r	1.13r	0.57q	1.97op
K (kg/ha)							
0	2.17kl	66.2r	4.23rs	0.55rs	1.14r	0.56qr	2.06n
40	2.80h	78.1no	5.08hi	0.66no	1.41m	0.71kl	2.64i
80	2.31jkl	70.2q	4.35r	0.59q	1.20q	0.62op	2.16m
0	2.41ijk	66.9r	4.56q	0.61pq	1.26p	0.63o	2.20m
40	2.63hij	82.5lm	5.24hi	0.68mn	1.35no	0.69lm	2.41k
80	2.59hij	80.5mn	5.36h	0.70lm	1.38mn	0.68mn	2.35kl
60	3.62ef	76.4o	5.13hi	0.67no	1.46l	0.73k	2.50j
40	4.42bc	121.0f	7.86cd	1.02f	2.26d	1.13d	4.07c
80	4.70ab	116.4g	6.97e	0.91h	2.04f	1.04f	3.63e
0	3.30fg	107.3h	6.54f	0.85i	2.00g	1.02fg	3.58e
40	4.90a	132.0d	9.30a	1.21b	2.35c	1.18c	4.24b
80	4.55b	125.8e	8.92b	1.16c	2.45b	1.31a	4.60a
0	2.37jk	73.4p	4.67jk	0.62p	1.34no	0.67mn	2.31l
40	2.71hi	97.8j	6.36f	0.83j	1.31o	0.66n	2.35kl
80	2.43igk	100.6i	7.57d	0.98g	1.73i	0.84i	2.93h
120	2.70hi	85.0l	5.87g	0.76k	1.67j	0.77j	2.59i
30	3.94de	119.2f	7.75cd	1.01f	1.84h	0.86i	3.35f
60	3.76e	143.0b	8.58bc	1.12d	2.07f	1.00g	3.30f
0	3.22g	90.2k	5.52gh	0.72l	1.55k	0.92h	3.07g
40	3.94de	153.2a	9.96a	1.29a	2.15e	1.23b	4.05c
80	4.20cd	137.2c	8.18c	1.06e	2.63a	1.08e	3.77d

* میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک در هر ستون هستند مطابق با آزمون مقایسه میانگین حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معناداری با یکدیگر نمی باشند.

*: In each column, means with the similar letters are not significant different ($P < 0.05$) using LSD test.

ادامه جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه سطوح مختلف کودهای نیتروژن × فسفر × پتاسیم بر صفات مورد بررسی در

گیاه گل حسرت *C. kotschy* Boiss

Continued table 4. Mean comparisons of interaction effects of nitrogen × phosphorus × potassium on some studied traits in *C. kotschy* Boiss

Treatments			Corm diameter (cm)	Corm length (cm)	Corm fresh weight (g)	Corm dry weight (g)	Flower number (plant)	Flower diameter (cm)	
N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)							
0	0	0	2.07u*	3.11u	15.33o	6.13u	1.78u	1.47j	
		40	2.18st	3.18tu	16.13n	6.45st	1.82tu	1.54j	
		80	2.12tu	3.27st	15.69no	6.28tu	1.87st	1.62j	
	30	0	2.25rs	3.64q	16.62n	6.65rs	1.93rs	1.78ij	
		40	2.64o	3.96o	18.38Lm	7.51p	2.27o	2.28h	
		80	2.54p	3.73 pq	18.77L	7.35pq	1.99r	1.97hi	
	60	0	2.29r	3.43r	17.11m	6.84r	1.96r	1.81ij	
		40	2.70no	3.81p	19.51L	7.81o	2.32no	2.13hi	
		80	2.49pq	4.05no	19.95kL	7.98no	2.18p	2.36h	
	60	0	0	2.42q	3.47r	16.93mn	6.77r	2.13pq	1.72ij
			40	2.85lm	4.68k	20.57jk	8.06no	2.39mn	2.48gh
			80	2.73n	4.40l	20.16k	8.23mn	2.52l	2.70g
30		0	2.78mn	5.22i	21.09jk	8.44lm	2.34no	2.40h	
		40	4.74c	6.18f	35.07bc	14.03c	4.24b	5.03bc	
		80	4.12f	6.03g	30.47f	11.90g	3.45g	6.08a	
60		0	3.71h	5.07j	27.42g	10.97h	2.99i	3.34fg	
		40	5.30a	7.12c	39.16a	15.66a	4.55a	5.29ab	
		80	4.94b	6.84d	36.55b	14.62b	4.07c	5.57a	
120		0	0	2.32r	3.37rs	17.94m	7.17q	2.08q	2.06hi
			40	3.12k	4.18mn	23.06i	8.68l	2.90j	3.48f
			80	3.48i	4.28lm	25.72h	10.29i	3.18h	4.26cde
	30	0	3.38j	4.09no	24.99h	9.22k	2.68k	2.58gh	
		40	4.02g	7.94a	29.75f	12.19f	3.54f	3.81ef	
		80	4.18f	6.27f	30.91ef	12.37f	3.59f	4.72c	
	60	0	2.94l	5.56h	21.71j	10.00j	2.45lm	2.96g	
		40	4.35e	7.41b	32.15de	12.86e	3.92d	4.48cd	
		80	4.56d	6.52e	33.73c	13.49d	3.73e	4.40cd	

* میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک در هر ستون هستند مطابق با آزمون مقایسه میانگین حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معناداری با یکدیگر نمی‌باشند.

*: In each column, means with the similar letters are not significant different ($P < 0.05$) using LSD test.

سایر محصولات باغبانی و زراعی حساسیت بیشتری دارند و به کوددهی و تغذیه تکمیلی پاسخ بهتری نشان می‌دهند (Brewster, 1994). در این آزمایش، کاربرد سطوح متوسط کودی حاوی عناصر نیتروژن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم (۴۰ کیلوگرم در هکتار)، نتایج بهتری در اغلب صفات مورد بررسی نشان دادند و سطوح بالای کودی اگرچه نسبت به تیمارهای عدم کاربرد کودی وضعیت بهتری داشتند، با این حال کاربرد این تیمارها در مقایسه با سطوح متوسط کودی، نه تنها برتری نشان ندادند، بلکه در بسیاری از صفات مهم از جمله ویژگی‌های مربوط به عملکرد بانه و همچنین قطر و تعداد گل، باعث کاهش این صفات گردید. کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی موجب تخریب عناصر پایه موجود در خاک و کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی و حاصلخیزی طبیعی خاک می‌گردد (Nassiri Mahallati et al., 2008).

بررسی همبستگی بین برخی از صفات مهم در جدول ۵ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، همبستگی مثبت بالایی بین قطر بانه، با تعداد و قطر گل و همچنین، وزن تر و خشک بانه وجود دارد. با این حال همبستگی بالایی بین طول بانه و صفات ذکر شده وجود نداشت (جدول ۵).

بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که در اثر کاربرد کودهای شیمیایی در گونه وحشی گل حسرت (*Colchicum kotschy* Boiss)، بهبود قابل توجهی در صفات مربوط به رشد رویشی، عملکرد و همچنین صفات زینتی مثل قطر و تعداد گل حاصل شد. گیاهان سوخ‌دار به دلیل دارا بودن ریشه کم‌عمق و فقدان ریشه‌های فرعی فراوان، نسبت به کمبود عناصر غذایی (به‌خصوص عناصر غذایی غیرمتحرک)، در مقایسه با

جدول ۵. بررسی ضریب همبستگی بین برخی از صفات مورد بررسی (n = ۸۱)

Table 5. Pearson correlation coefficients (n = 81) among some studied traits

Traits	Flower number	Flower diameter	Corm diameter	Corm length	Corm fresh weight	Corm dry weight
Flower number	1.000					
Flower diameter	0.941**	1.000				
Corm diameter	0.988**	0.936**	1.000			
Corm length	0.690*	0.534*	0.593*	1.000		
Corm fresh weight	0.986**	0.938**	0.998**	0.895*	1.000	
Corm dry weight	0.981**	0.932**	0.991**	0.617*	0.993**	1.000

*، ** و ns: به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی دار است.

*، **، ns: Significant at 5 and 1% of probability levels and non-significance, respectively.

است که کاربرد کود فسفر باعث افزایش وزن و قطر بنه‌های دختری، وزن خشک و تعداد دانه و کپسول در بوته می‌گردد. این نتایج نشان‌دهنده این حقیقت است که فسفر عمدتاً رشد زایشی را ارتقا می‌دهد؛ لذا انرژی بیشتری در بنه ذخیره شده و بنه‌های قوی‌تری تولید می‌شود (Azizi et al., 2014). نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد ترکیبی کودهای شیمیایی، تأثیر مثبتی بر صفات زینتی داشته، به‌نحوی که تیمار ترکیبی از سطوح متوسط کودهای ازت، فسفر و سطح بالای کود پتاسیم، باعث افزایش میانگین صفات قطر و تعداد گل در مقایسه با تیمارهای دیگر می‌گردد. محققین دیگر نیز از افزایش قطر گل در گیاهان پیازی زنبق (Mahgoub et al., 2006)، مریم (Mishra, 2004) و گلایل (Khan & Ahmed, 2004) در اثر کاربرد کودهای NPK گزارش داده‌اند. به‌نظر می‌رسد که کاربرد کودهای شیمیایی، ضمن فراهم‌نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، سبب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد کمی گیاه می‌گردد. نیتروژن در تقسیم سلولی و بزرگ‌شدن سلول‌ها نقش دارد و از این طریق باعث افزایش طول و عرض برگ می‌شود (Parmer, 2007). همچنین نیتروژن و فسفر از اجزای سازنده سلول و گیاه هستند و برای طول‌شدن سلول‌ها و تقسیم سلولی لازم و ضروری هستند (Lehri et al., 2011). در این آزمایش نیز کاربرد کودهای شیمیایی باعث افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) گردید. گزارش شده است که رنگدانه‌های فتوسنتزی نقش مستقیم بر افزایش تجمع مواد ذخیره‌ای در اندام‌های ذخیره‌ای دارد و اندازه و وزن بنه به‌وسیله مقدار کل مواد غذایی ذخیره‌شده در بنه توسط گیاه،

مطابق با نتایج این پژوهش، نتایج مطالعات قبلی بر روی گونه *C. kotschy* Boiss نشان داد که عملکرد بنه این گیاه در تغذیه با کودهای شیمیایی بهبود یافته است (Alirezaie Noghondar et al., 2012 a, b). نتایج آزمایش ایشان که تحت شرایط کشت بدون خاک و با کاربرد سطوح مختلف کودهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم انجام گرفت، حاکی از آن بود که بیشترین مقادیر وزن تر و خشک و درصد وزن خشک بنه در تیمار سطوح کودی متوسط (۱۵۰، ۶۷، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم) عناصر مذکور به‌دست آمد و در کاربرد سطوح کودی بالاتر (۲۰۰، ۲۶۰، ۷۵ و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم) افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در مقادیر صفات فوق حاصل نشد (Alirezaie Noghondar et al., 2012 b). همچنین Sargsyan (2008) از واکنش مثبت گونه *C. autumnale* L. به تغذیه با محلول‌های غذایی تحت شرایط کشت بدون خاک در فضای باز، گزارش کرد که کاربرد محلول عناصر غذایی با نسبت متعادلی از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف باعث افزایش عملکرد بنه در واحد آزمایشی می‌گردد. در آزمایش دیگری که بر روی گل حسرت در شرایط مزرعه انجام گرفت گزارش شد که کاربرد کود اوره باعث افزایش معنی‌دار تعداد کپسول و دانه در بوته و وزن خشک کپسول و دانه در بوته نسبت به شاهد می‌شود (Azizi et al., 2014).

در این پژوهش کاربرد کود فسفر در بالاترین مقدار (۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص) بیشترین بازدهی را برای صفات رویشی، زینتی و عملکرد بنه به‌دنبال داشت. پیش از این، در آزمایش مشابهی گزارش شده

تیمار ۶۰، ۶۰ و ۴۰ کیلوگرم به ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دست آمد. قطر گل و مقادیر کلروفیل‌ها و کاروتنوئید در تیمار ۶۰، ۶۰ و ۸۰ به ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، بیشترین بود. همچنین بالاترین میانگین سطح برگ، وزن تر و خشک برگ در کاربرد ۱۲۰، ۶۰ و ۴۰ کیلوگرم به ترتیب از عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم مشاهده شد. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که کاربرد سطوح متوسط از کودهای شیمیایی در گونه *C. kotschy* Boiss اثرات مطلوبی در بهبود صفات رویشی و زینتی گیاه داشت. نتایج این آزمایش می‌تواند گامی ابتدایی در جهت زمینه‌سازی استفاده پایدار این گیاه با ارزش در فضای سبز باشد، با این حال لازم است تا پژوهش‌های بیشتری بر روی جنبه‌های زینتی و نیز تلاش در جهت حفظ، اهلی‌سازی و تکثیر گیاهان زینتی بومی گل حسرت انجام شود.

از طریق فرآیند فتوسنتز تعیین می‌شود (Nassiri Mahallati et al., 2008). نتایج همبستگی بین برخی از صفات مهم نشان می‌دهد که قطر بنه هر چقدر بیشتر باشد، وزن تر و خشک بنه و نیز تعداد و قطر گل بیشتر خواهد بود و بنابراین قطر بنه شاخص مناسبتری در مقایسه با طول بنه برای ارزیابی صفات مربوط به گلدهی می‌باشد. مطابق با نتایج این آزمایش، از نتایج چند پژوهش بر روی گیاه زعفران گزارش شده است که اندازه بنه رابطه مستقیمی با عملکرد بنه و همچنین تعداد گل دارد (Nehvi et al., 2010; Mashayekhi et al., 2007).

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش کاربرد ترکیبی سطوح نیتروژن، فسفر و پتاسیم نشان داد که بیشترین تعداد گل در بوته، تعداد برگ در بوته، قطر بنه و وزن تر و خشک بنه در

REFERENCES

- Alali, F. Q., El-Alali, A., Tawaha, K. & El-Elimat, T. (2006). Seasonal variation of colchicine content in *Colchicum brachyphyllum* and *Colchicum tunicatum* (Colchicaceae). *Natural product research*, 20 (12), 1121-1128.
- Alali, F., Tawaha, K. & Qasaymeh, R. M. (2004). Determination of colchicine in *Colchicum steveni* and *C. hierosolymitanum* (Colchicaceae): Comparison between two analytical methods. *Phytochemical Analysis*, 15(1), 27-29.
- Al-Fayyad, M., Alali, F. & Al-Tell, A. (2004). Effect of NPK fertilizer levels on morphological characteristics and productivity of *Colchicum hierosolymitanum* and *Colchicum tunicatum*. *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 10(4), 11-17.
- Al-Fayyad, M., Alali, F., Alkofahi, A. & Tell, A. (2002). Determination of colchicine content in *Colchicum hierosolymitanum* and *Colchicum tunicatum* under cultivation. *Natural product letters*, 16(6), 395-400.
- Alirezaie noghondar, M., arouiee, H., Rezazadeh, H. & Shoor, M. (2012a). Influence of different levels of chemical and colchicine content in *Colchicum kotschy* Boiss under natural habitat. *Journal of Medicinal Plant*, 2(42), 91-103. (in Farsi)
- Alirezaie Noghondar, M., Arouiee, H., Rezazadeh, H., Shoor, M. & Bayat, H. (2012b). Study the role of some macro elements on corm yield and colchicine content in *Colchicum kotschy* Boiss. (colchicaceae) under soilless culture conditions. *Journal of Horticultural Science*, 25(4), 425-433. (in Farsi)
- Alirezaie Noghondar, M., Arouiee, H., Shoor, Mahmoud. & Rezazadeh, S. (2013). Comparison of colchicine content between hysteranthous and synanthous *colchicum* species in different seasons. *Global Journal of Research on Medicinal Plants & Indigenous Medicine*, 2(2), 81-88. (in Farsi)
- Azizi, H., Rezvani Moghaddam, P. & Parsa, M. (2014). Investigation on the effect of corm size, biological and chemical fertilizers on morphological characteristics of *Colchicum kotschy* under field conditions. In: *1st international and 13th Iranian crop science congress*, 24-26 Aug., seed and plant improvement institute, Karaj, Iran. (in Farsi)
- Brewster, J. L. (1994). Onion and other vegetable Alliums. CAB International. Wallingford Oxon UK pp: 236.
- Dere, S., Gunes, T. & Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll - a, b and total carotenoids contents of some algae species using different solvents. *Botany*, 22, 13-17.
- Khan, M. A. & Ahmed, I. (2004). Growth and flowering of *Gladiolus hortulanus* L. cv. Wind Song as influenced by various levels of NPK. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 6, 1037-1039.

12. Komjathyova, H., Frankova, L., Boka, K. & Pesenak, M. (2000). Botanical and developmental aspects of *Colchicum autumnale* L. (autumn crocus). *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae. Botanica*, 40, 67-80.
13. Lehri, S. M., Kurd, A. A. & Bangulzai, N. A. (2011). The response of *Gladiolus tristis* L. to N and P₂O₅ fertilizers. *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(2), 185-188.
14. Mahgoub, H., Rawi, M., Eid, A., Bedour, H. & Abou, L. (2006). Response of iris bulbs grown in sandy soil to nitrogen and potassium fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*, 2, 899-903.
15. Mashayekhi, K., Soltani, A. & Kamkar, B. (2007). The relationship between corm weight and total flower and leaf number in saffron. *Acta Horticulture*, (ISHS), 739, 93-96.
16. Mishra, H. P. (2004). Response of gladiolus to different levels of nitrogen and phosphorus on growth, spike and corm production in calcareous soil. *Indian Journal of Horticulture*, 61(2), 168-170.
17. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroomand, Z. & Tabrizi, L. (2008). Investigation on the effect of weight and storage duration of corms on photosynthetic allocation of saffron. (*Crocus sativus*). *Iranian Journal of Agricultural Researches*, 5, 155-166. (in Farsi)
18. Nehvi, F., A. Ajaz, A., Lone, M. A., Khan, M. & Makhdoomi, I. (2010). Comparative study on effect of nutrient management on growth and yield of saffron under temperate conditions of Kashmir. *Acta Horticulture*, (ISHS), 850, 165-170.
19. Parmer, Y. S. (2007). Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizer application on plant growth and bulb production in tuberose. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, 36, 82-85.
20. Persson, K. & Persson, K. (1992). *Liliaceae* III. Akademische Druck-und Verlagsanstalt.
21. Poutaraud, A. & Girardin, P. (2005). Influence of chemical characteristics of soil on mineral and alkaloid seed contents of *Colchicum autumnale*. *Environmental and Experimental Botany*, 54(2), 101-108.
22. Santavy, F., Dvorackova, S., Simanek, V. & Potesilovae, H. (1983). Isolation and identification of alkaloids of the subfamily Wurmbaeoideae. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis Medicae*, 105, 63-110.
23. Sargsyan, K. H. L. (2008). Alternative approach to colchicines production applying open air hydroponics cultivation. In: *International Conference & Daad Alumni Seminar "Biotechnology and Health*, 21-25 Apr., Yerevan, Armenia, pp. 89-92.
24. Vassiliades, D. & Persson, K. (2002). A new winter-flowering species of *Colchicum* from Greece. *Preslia*, 74(1), 57-65.
25. Vicar, J., Klusakova, L. & Simanek, V. (1992). Changes in colchicine and demecolcine content during vegetation period of *Colchicum autumnale* L. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis Medicae*, 136, 5-7.