تأثیر سطوح و روش‌های مختلف کاربرد کود فسفره بر رشد و نمو دو رقم گل شب‌بو (*Mattiola incana* L.)

Effect of Different Levels and Methods of Phosphorus Fertilizer Application on Growth and Development of Two Stock (*Matthiola incana* L.) Cultivars

طاهره قمری[۱]، محمدکاظم سوری[۲*]، مصطفی عرب[۳] و بهزاد آزادگان[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۲۹

چکیده

علی‌رغم نقش شناخته شده فسفر در تغذیه گیاهی، پاسخ بسیاری محصولات به کاربرد کودهای فسفره هنوز به درستی شناخته نشده است. لذا این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر سطوح و روش‌های مختلف کاربرد کودهای فسفره بر رشد و نمو دو رقم گل شب‌بو سفید و قرمز به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه اجرا شد. در این تحقیق تیمارها شامل: کودسوپرفسفات تریپل به‌صورت گرانوله در چهارسطح (صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰) میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، کود مایع فسفاته در چهار سطح (صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰) میلی‌لیتر در کیلوگرم خاک و کود زیستی بارور۲ (۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب) بودند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بین تیمارهای مختلف کود گرانوله، مایع و کود زیستی فسفاته از نظر صفات مورفولوژیکی مورد بررسی اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود داشت، و مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم فسفر از کود مایع و به دنبال آن ۲۰۰ میلی‌گرم فسفر از کود گرانوله و در مرحله بعد کود بیوفسفات بارور۲ بیش‌ترین تاثیر را روی صفاتی مانند تعداد شاخه گل‌دهنده، طول گل‌آذین، تعداد گلچه در گل‌آذین، تعداد گلبرگ در گلچه، ارتفاع ساقه گل، تعداد برگ و قطر ساقه داشت. مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم از هر دو نوع کود اثراتی به مراتب کمتر از مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم فسفر نشان داد. اگرچه در بین دو رقم نیز پاسخ‌ها نسبتاً مشابه بود، اما رقم سفید همواره مقادیر بیشتری از صفات اندازه‌گیری شده را نسبت به رقم قرمز نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بیوفسفات بارور، سوپرفسفات، کود مایع فسفاته، گل‌آذین

۱، ۳ و ۴. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، استادیار و دانشیار گروه علوم باغبانی و منابع آب، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، پاکدشت
۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
*: نویسنده مسئول Email: mk.souri@modares.ac.ir

مقدمه

شب‌بو یک گیاه گل‌دهنده یکساله مقاوم به سرما با گل‌های معطر است که به خانواده کلم سانان[1] تعلق دارد. این گل دارای طیف وسیع رنگ شامل سفید، یاسی ارغوانی، بنفش، زرد، کرم، صورتی، قرمز تا زرد کم رنگ می‌باشد. شب‌بو به‌طورکلی به دو منظور شاخه بریده و گلدانی مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. ارقامی از شب‌بو که معمولاً مورد کشت و کار قرار می‌گیرند همگی از گونه *Matthiola incana* L. هستند (*سینگ*[2]، 2006).

امروزه تغذیه گیاهی به‌عنوان یکی از عوامل مهم حصول به حداکثر تولید کمی و کیفی در کشاورزی مطرح می‌باشد. فسفر از مهم‌ترین عناصر مورد نیاز جهت رشد و نمو گیاهی است و نقش حیاتی در واکنش‌های بیوشیمیایی دنیای زنده دارد. این عنصر یک بخش ضروری از ساختمان ATP در سلول‌های زنده است که در متابولیسم سلول و تولید و انتقال انرژی نقش بسزایی دارد. به علاوه فسفر یک بخش ضروری از ساختمان DNA و RNA می‌باشد. در موجودیت دنیای زنده از طریق نقش آن در فسفولیپیدهای موجود در غشای سلولی نیز حائز اهمیت است (*هوپکنز*[3]، 1999؛ *برادی و ویل*[4]، 1999). از نقطه نظر تغذیه‌ای، این عنصر یکی از کم تحرک‌ترین عناصر تغذیه‌ای بوده، لذا در اکثر خاک‌ها تا حدودی به آبشویی مقاوم می‌باشد (*تابارا*[5]، 2003). از طرف دیگر کمبود نسبی آن در خاک‌ها باعث کاهش تولیدات کشاورزی می‌گردد (*داورد*[6] *و* همکاران، 2004). بعد از کاربرد فسفر در خاک بیش از ۸۰ درصد آن با اجزای خاک واکنش داده و رسوب کرده و به‌صورت غیرمتحرک در می‌آید و به‌طور موقت از دسترس گیاه خارج می‌شود (فلاح و خاوازی، ۱۳۷۷). به‌طورکلی کمبود فسفر یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد در اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی است و این به سبب انحلال کم ترکیبات فسفره و در نتیجه غلظت کم فسفر در محلول خاک می‌باشد، به‌طوری‌که حداکثر قابلیت جذب فسفر در pH بین ۶ تا ۶/۵ می‌باشد (*مارشنر*[7]، 1995). به نظر می‌رسد که بالاترین کارآیی در جذب فسفر در خاک‌های طبیعی با pH ۶/۵ وجود دارد (*شارپلی*[8]، 2006). از طرف دیگر تعداد بسیار زیادی از باکتری‌ها و قارچ‌های خاک این توانایی را دارند که فسفات معدنی خاک را حل کرده و به فرم قابل جذب برای گیاهان تبدیل نمایند (*آنتوان*[9] و همکاران، 2001).

مطالعات نشان می‌دهد که به‌دلایلی متفاوت و متأثر از شرایط فیزیکو شیمیایی خاک، اثربخشی زراعی کودهای فسفاته کم می‌باشد (*اگبمردایوا*[10] و همکاران، 2003). از این نظر روش‌های کاربرد متفاوتی وجود دارند که می‌توانند از این حین مفید واقع گردند. کاربرد کود مایع فسفاته در مقایسه با کود گرانوله و به‌صورت مستقیم در خاک‌های آهکی و قلیایی استرالیا باعث کاهش تثبیت کود فسفره و لذا افزایش میزان فسفر قابل دسترس و به نوبه جذب گیاه شده است (*حالووی*[11] و همکاران، 2001). از سویی دیگر باکتری‌های حل‌کننده فسفات گروهی از ریزموجودات می‌باشند که قادرند فسفر نامحلول در خاک را به فرم محلول قابل دسترس گیاه تبدیل کنند. از مهم‌ترین جنس‌های این خانواده می‌توان به *Bacillus* و *Pseudomonas* اشاره کرد (*تیلاک*[12]، 2005). باکتری‌های حل‌کننده فسفات جدا از افزایش میزان فسفر محلول خاک، میزان نیتروژن خاک را نیز افزایش می‌دهند (*فریتاس* و *بانرجی*[13]، 2004). در مطالعه‌ای روی گیاه شب‌بو نشان داده شده است که کاربرد کودهای بیولوژیک فسفاته باعث افزایش رشد رویشی و افزایش ارتفاع، عملکرد بذر، وزن خشک، جذب فسفر و نیتروژن، عملکرد و بهبود کیفیت اسید لینولیک می‌شود (*راویا ابد*[14] و همکاران، 2009). هم‌چنین استفاده از کود بیولوژیک حاوی باکتری حل‌کننده فسفات به همراه کود نیتراته باعث افزایش شاخص‌های رشد نظیر طول شاخه گل‌دهنده، تعداد گلچه در ساقه گل‌دهنده، تعداد ساقه گل‌دهنده افزایش وزن‌تر گل و پیاز در گل مریم (*Polianthes tabersosa* L.) می‌گردد (*پارمار* و *نانی سولان*[15]، 2007).

با توجه به ویژگی‌های حاد جذب فسفر و این حقیقت که سردی خاک در زمان پرورش گل شب‌بو ممکن است تغذیه فسفر در گیاه را با اختلال مواجه کند، این تحقیق به‌منظور بررسی پاسخ رشدونمو و عملکرد دو رقم گل شب‌بو سفید و قرمز که بیش‌ترین تولید و بازارپسندی را دارند، به غلظت‌ها و روش‌های کاربرد کودهای فسفره انجام گردید.

1. Brassicaceae
2. Singh
3. Hopkins
4. Brady and Wiel
5. Tabbara
6. Daverede
7. Marschner
8. Sharpley
9. Antoun
10. Egabmerdiyeva
11. Holloway
12. Tilak
13. Freritas and Banerjee
14. Rawia Eid
15. Parmar and Nauni Solan

مواد و روش‌ها

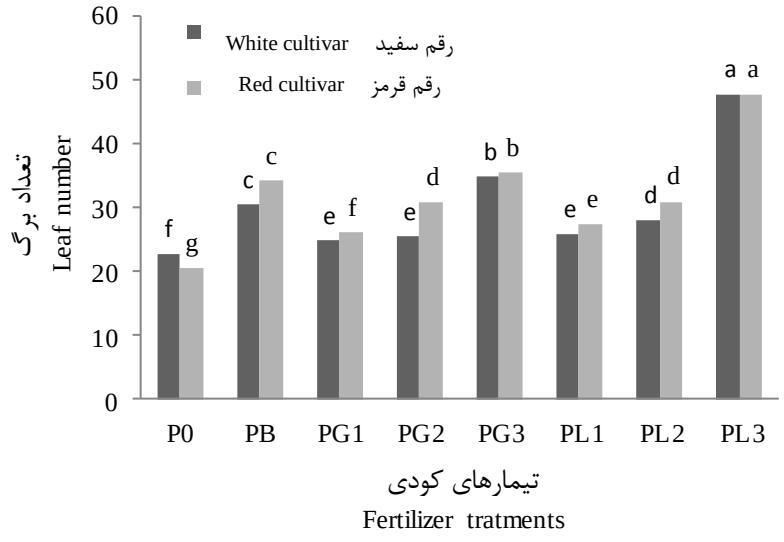
این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به‌صورت گلدانی و در گلخانه پلاستیکی گروه باغبانی پردیس ابوریحان واقع در پاکدشت اجرا شد. در این آزمایش از خاکی با پایین‌ترن میزان فسفر ۱۰ پی‌پی‌ام (جدول ۱) استفاده شد. تیمارها بر اساس میزان فسفر خاک و حداقل نیاز کودی گل شب‌بو انتخاب شدند. این پژوهش هم‌زمان با دو رقم شب‌بو سفید و قرمز به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار کود فسفاته انجام گردید. بذور مورد استفاده در این آزمایش رقم قرمز Column Crimson و رقم سفید Column White متعلق به شرکت Pan American بود. کود فسفاته گرانوله در سه غلظت (PG_1=۵۰، PG_2=۱۰۰، PG_3=۲۰۰) بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، و کود مایع هم‌چنین در سه غلظت (PL_1=۵۰، PL_2= ۱۰۰، PL_3=۲۰۰) میلی‌لیتر در کیلوگرم خاک و کود بیولوژیک فسفاته بارور۲ در یک غلظت به میزان ۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب (PB)، و تیمار شاهد (غلظت صفر بدون دریافت هیچ نوع کودی) به‌کار رفتند.

منبع فسفر کاربردی کود سوپرفسفات تریپل بود که دارای بیش‌ترین درصد فسفر (۴۶ درصد فسفر خالص) می‌باشد. جهت کاربرد به‌صورت مایع مقادیر مشخص (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم) در ۵۰ میلی‌لیتر آب حل شده و در اطراف ریشه گیاه در چهار مکان، موقع انتقال نشاء تزریق شد. تمامی تیمارهای کودی در زمان کشت اعمال گردید. واحد آزمایشی گلدان بود (ارتفاع ۳۵ و قطر ۲۵ سانتی‌متر). کشت بذور شب‌بو در مهر ماه سال ۱۳۹۰ انجام گردید. و بذرها ابتدا در سینی کشت شدند و بعداً به تعداد ۱۰ عدد در گلدان نشاء شده و دو هفته بعد ۴ عدد از گیاهان یکنواخت (در گلدان) انتخاب و بقیه حذف گردیدند. آبیاری و مراقبت‌های لازم در طول رشدونمو گیاهان به‌طور یکنواخت برای همه گلدان‌ها اعمال گردید.

جدول ۱: برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده

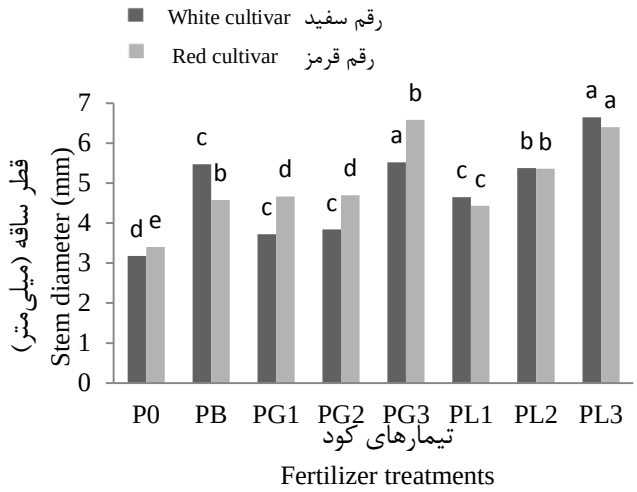
Table 1: Some physicochemical characteristics of the used soil

پتاسیم قابل‌دسترس Available potassium	فسفر قابل‌دسترس Available phosphorus	نیتروژن کل Total nitrogen	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)	درصد شن Sand (%)	درصد لای Silt (%)	درصد رس Clay (%)	بافت خاک Soil texture
525.3	10	1	7.6	5	38	46	16	لومی Loam



شکل ۱: تعداد برگ تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود. P0: تیمار شاهد (بدون استفاده از کود)، PB: کود بیولوژیک فسفاته (۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب)، PG1 تا PG3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم کود فسفاته گرانوله در کیلوگرم خاک و PL1 تا PL3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر کود مایع فسفاته در کیلوگرم خاک می‌باشند

Fig. 1: Leaf number affected by different treatments. P0: Control (no fertilizer), PB: Phosphate bio- fertilizer (100 gr in 2000 ml of water), PG1 to PG3: 50, 100 and 200 mg granular superphosphate fertilizer in kg soil and PL1 to PL3: 50, 100 and 200 ml liquid phosphate fertilizer in kg soil, respectively



شکل ۲: اثر تیمارهای مختلف کود بر قطر ساقه. P0: تیمار شاهد (بدون استفاده از کود)، PB: کود بیولوژیک فسفاته (۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب)، PG1 تا PG3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم کود فسفاته گرانوله در کیلوگرم خاک و PL1 تا PL3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر کود مایع فسفاته در کیلوگرم خاک می‌باشند

Fig. 2: Effect of different fertilizer treatments on stem diameter. P0: Control (no fertilizer), PB: Phosphate bio- fertilizer (100 gr in 2000 ml of water), PG1 to PG3: 50, 100 and 200 mg granular superphosphate fertilizer in kg soil and PL1 to PL3: 50, 100 and 200 ml liquid phosphate fertilizer in kg soil, respectively

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کود روی صفات اندازه‌گیری شده در رقم قرمز

Table 2: Analysis of variance of the effect of different fertilizer treatments on measured indices in red cultivar

	میانگین مربعات Mean squares						
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	طول گل آذین (سانتی‌متر) Length of inflorescent (cm)	تعداد گلچه در گل‌آذین Number of flowers in inflorescence	تعدادگلبرگ در گلچه Petal number in flower	ارتفاع ساقه گل‌دهنده (سانتی‌متر) Height of flowering stem (cm)	تعداد برگ Leaf number	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)
کود Fertilizer	7	69.20**	135.109**	53.59**	128.88**	256.21**	4.44**
خطا Error	24	1.194	0.55	1.33	3.79	0.49	0.07
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		6.32	2.51	4.19	3.67	2.23	5.44

**: معنی‌دار در سطح ۱٪

**: Significant differences at 1%

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کود روی صفات اندازه‌گیری شده در رقم سفید

Table 3: Analysis of variance of the effect of different fertilizer treatments on measured indices in white cultivar

	میانگین مربعات Mean squares						
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	طول گل آذین (سانتی‌متر) Length of inflorescent (cm)	تعداد گلچه در گل‌آذین Number of flowers in inflorescence	تعدادگلبرگ در گلچه Petal number in flower	ارتفاع ساقه گل‌دهنده (سانتی‌متر) Height of flowering stem (cm)	تعداد برگ Leaf number	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)
کود Fertilizer	7	175.07**	108.87**	94.42**	70.20**	259.46**	5.39**
خطا Error	24	1.33	1.87	1.70	9.06	0.80	0.13
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		5.01	4.31	4.33	6.17	2.99	7.60

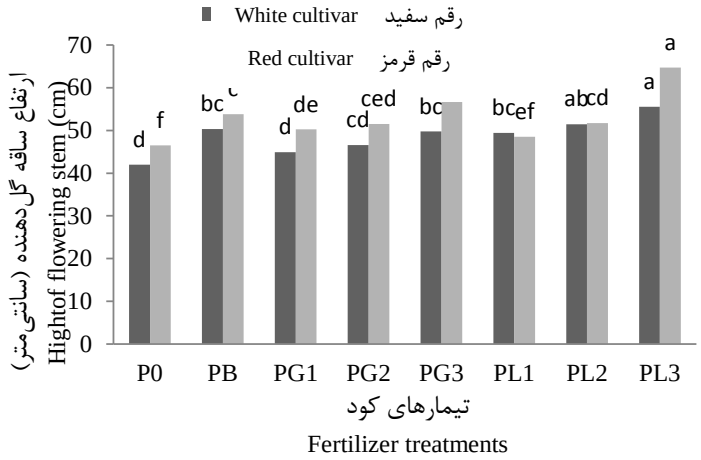
**: معنی‌دار در سطح ۱٪

**: Significant differences at 1%

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای مختلف کود روی وزن خشک اندام هوایی گیاه و غلظت فسفر برگ

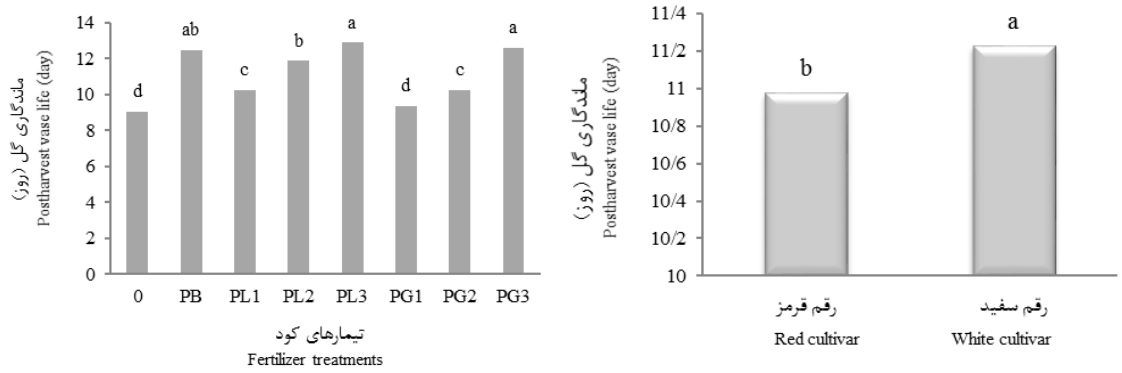
Table 4: Means comparison of the effect of different fertilizer treatments on shoot dry weight and leaf phosphorus concentration

غلظت فسفر برگ (درصد) Leaf phosphorus concentrations (%)		وزن خشک بخش هوایی (گرم) Shoot dry weight (g)		تیمارهای کودی Treatment
رقم سفید White cultivar	رقم قرمز Red cultivar	رقم سفید White cultivar	رقم قرمز Red cultivar	
0.210a	0.192b	11.25b	14.52b	PB
0.170c	0.153d	10.46c	10.57dc	PL_1
0.179bc	0.191b	11.35b	13.82b	PL_2
0.220a	0.228a	15.97a	16.03a	PL_3
0.152d	0.142de	10.42c	10.46cd	PG_1
0.184b	0.171c	11bc	11.10c	PG_2
0.213a	0.218a	15.33a	14.63b	PG_3
0.139e	0.126e	8.26d	9.91d	0 (Control)



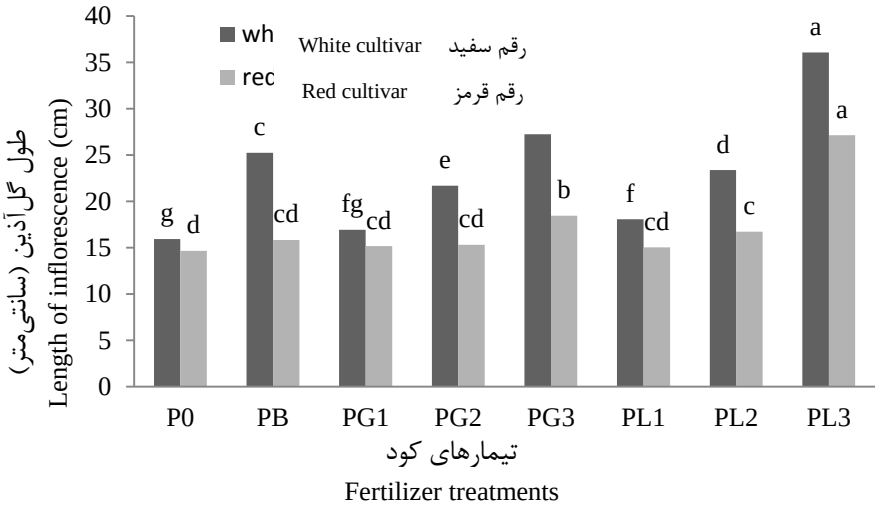
شکل ۳: اثر تیمارهای مختلف کود بر ارتفاع ساقه گل‌دهنده. P0: تیمار شاهد (بدون استفاده از کود)، PB: کود بیولوژیک فسفاته (۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب)، PG1 تا PG3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم کود فسفاته گرانوله در کیلوگرم خاک و PL1 تا PL3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر کود مایع فسفاته در کیلوگرم خاک می‌باشند

Fig. 3: Effect of different fertilizer treatments on the height of flowering stem. P0: Control (no fertilizer), PB: Phosphate bio- fertilizer (100 gr in 2000 ml of water), PG1 to PG3: 50, 100 and 200 mg granular superphosphate fertilizer in kg soil and PL1 to PL3: 50, 100 and 200 ml liquid phosphate fertilizer in kg soil, respectively



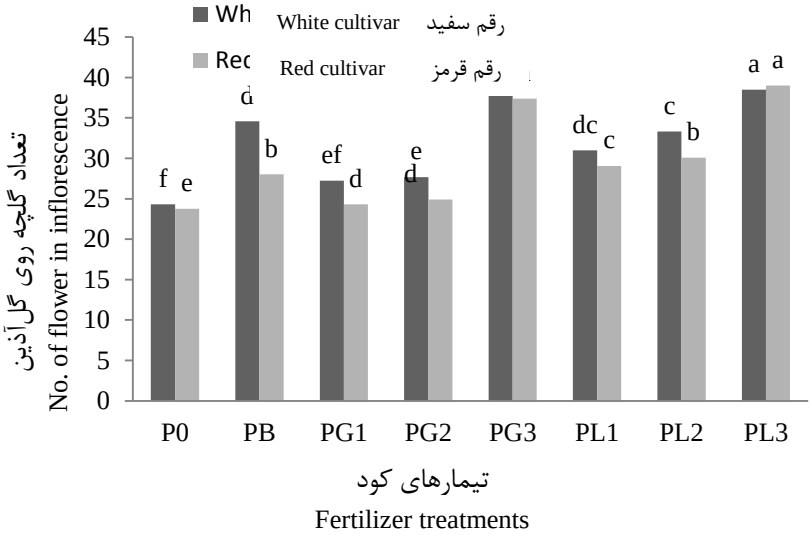
شکل ۴: اثر تیمارهای کود بر ماندگاری گل در رقم سفید (سمت چپ) و تفاوت دو رقم سفید و قرمز (شکل سمت راست)

Fig. 4: Effect of fertilizer treatments on postharvest vase life of cut flowers in white cultivar (left), and the difference between two cultivars (right)



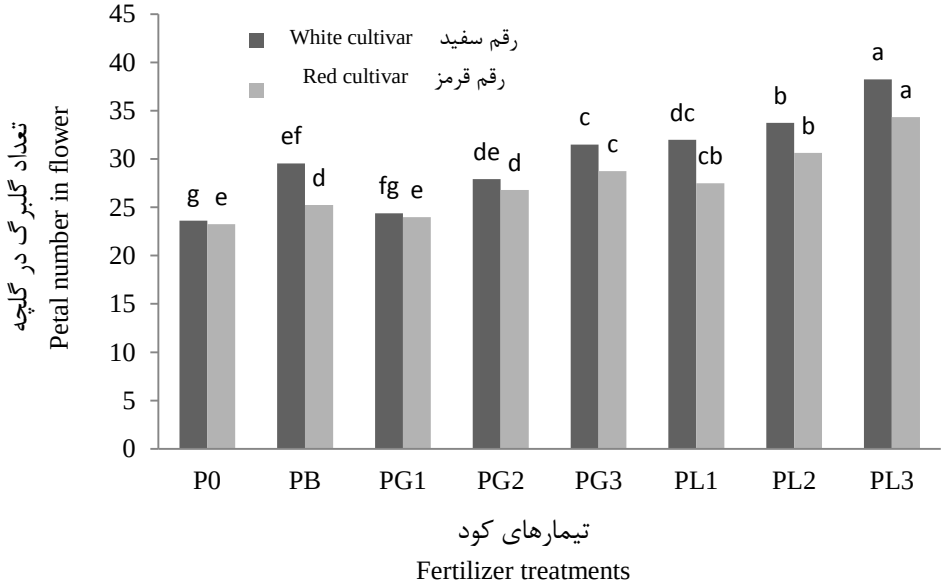
شکل ۵: اثر تیمارهای مختلف کود بر طول گل‌آذین. P0: تیمار شاهد (بدون استفاده از کود)، PB: کود بیولوژیک فسفاته (۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب)، PG1 تا PG3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم کود فسفاته گرانوله در کیلوگرم خاک و PL1 تا PL3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر کود مایع فسفاته در کیلوگرم خاک می‌باشند

Fig. 5: Effect of different fertilizer treatments on the length of inflorescence. P0: Control (no fertilizer), PB: Phosphate bio- fertilizer (100 gr in 2000 ml of water), PG1 to PG3: 50, 100 and 200 mg granular superphosphate fertilizer in kg soil and PL1 to PL3: 50, 100 and 200 ml liquid phosphate fertilizer in kg soil, respectively



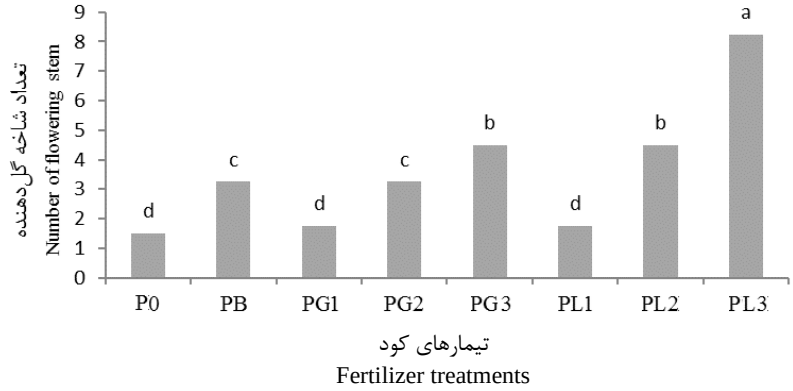
شکل ۶: اثر تیمارهای مختلف کود بر تعداد گلچه روی گل آذین. P0: تیمار شاهد (بدون استفاده از کود)، PB: کود بیولوژیک فسفاته (۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب)، PG1 تا PG3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم کود فسفاته گرانوله در کیلوگرم خاک و PL1 تا PL3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر کود مایع فسفاته در کیلوگرم خاک می‌باشند

Fig. 6: Effect of different fertilizer treatments on the number of flowers in inflorescence. P0: Control (no fertilizer), PB: Phosphate bio- fertilizer (100 gr in 2000 ml of water), PG1 to PG3: 50, 100 and 200 mg granular superphosphate fertilizer in kg soil and PL1 to PL3: 50, 100 and 200 ml liquid phosphate fertilizer in kg soil, respectively



شکل ۷: اثر تیمارهای مختلف کود بر تعداد گلبرگ در گلچه. P0: تیمار شاهد (بدون استفاده از کود)، PB: کود بیولوژیک فسفاته (۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب)، PG1 تا PG3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم کود فسفاته گرانوله در کیلوگرم خاک و PL1 تا PL3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر کود مایع فسفاته در کیلوگرم خاک می‌باشند

Fig. 7: Effect of different fertilizer treatments on the petal number in flower. P0: Control (no fertilizer), PB: Phosphate bio- fertilizer (100 gr in 2000 ml of water), PG1 to PG3: 50, 100 and 200 mg granular superphosphate fertilizer in kg soil and PL1 to PL3: 50, 100 and 200 ml liquid phosphate fertilizer in kg soil, respectively



شکل ۸: اثر تیمارهای مختلف کود بر تعداد شاخه گل‌دهنده در رقم سفید. P0: تیمار شاهد (بدون استفاده از کود)، PB: کود بیولوژیک فسفاته (۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر آب)، PG1 تا PG3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم کود فسفاته گرانوله در کیلوگرم خاک و PL1 تا PL3: به‌ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر کود مایع فسفاته در کیلوگرم خاک می‌باشند

Fig. 8: Effect of different fertilizer treatments on the number of flowering stem in white cultivar. P0: Control (no fertilizer), PB: Phosphate bio- fertilizer (100 gr in 2000 ml of water), PG1 to PG3: 50, 100 and 200 mg granular superphosphate fertilizer in kg soil and PL1 to PL3: 50, 100 and 200 ml liquid phosphate fertilizer in kg soil, respectively

در طول دوره رشد و نمو گیاهان ویژگی‌ها، صفات و پارامترهایی از قبیل ارتفاع گیاه یا ساقه گل‌دهنده، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد شاخه گل‌دهنده در گیاه، طول گل‌آذین، تعداد گلچه در گل‌آذین و تعداد گلبرگ در گلچه اندازه‌گیری شدند. آزمایش از مهرماه ۱۳۹۰ تا اواخر اردیبهشت ۱۳۹۱ ادامه داشت. عمده اندازه‌گیری‌های انجام شده در فروردین ماه ۱۳۹۱ صورت گرفت. تعداد برگ از سطح خاک تا قسمت ظهور گل شمارش و ثبت شدند. قطر ساقه اصلی از یک سوم میانی ساقه به‌وسیله کولیس بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. طول گل‌آذین بعد از باز شدن تمام گل به‌وسیله خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. هم‌چنین تعداد شاخه گل‌دهنده در گیاه شمارش شد. بعد از باز شدن کامل گل تعداد گلچه‌ها شمارش شد. به‌طور تصادفی از بین گلچه‌ها چندتا را انتخاب، شمارش و میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد گلبرگ در گلچه آورده

شد. بعد از شروع گل‌دهی، برای اندازه‌گیری صفت عمر ماندگاری گل‌ها، در صبح زود شاخه‌های گل از تیمارها برش داده شده و سریعاً به آزمایشگاه منتقل و در ظروف حاوی آب مقطر که هرچند روز یکبار تعویض می‌شد قرار گرفتند. پژمردگی گلبرگ‌ها و گلچه‌ها به‌عنوان پایان دوره ماندگاری آن‌ها تلقی گردید. برای اندازه‌گیری فسفر موجود در برگ از روش هضم خشک در کوره (*کونتینه*[1]، 1980) و روش مولیبدو وانادت استفاده گردید.

داده‌های حاصل با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گردید. به‌علاوه آنالیز آماری دو رقم به‌صورت مجزا برای هرکدام انجام گردیده است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات مورد بررسی برای رقم قرمز در جدول ۲ و برای رقم سفید در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که تمام صفات مورد بررسی در این پژوهش در هر دو رقم در سطح ۱٪ تحت تأثیر کوددهی قرار گرفتند (جدول ۲ و ۳).

هم‌چنین مقایسه میانگین تیمارها برای صفات مختلف نشان داد بیش‌ترین تعداد برگ در هر دو رقم سفید و قرمز تحت تأثیر تیمار کودی غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم کود مایع (PL_3) به‌دست آمده است که به هر حال با دیگر تیمارها از جمله تیمار غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم کود گرانوله (PG_3) تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد (شکل ۱). در هر دو رقم، کود بیولوژیکی نیز افزایش معنی‌داری در تعداد برگ نسبت به شاهد نشان داد (شکل ۱). در این آزمایش بیش‌ترین قطر ساقه در رقم سفید و قرمز به‌ترتیب مربوط به تیمارهای PL_3 و PG_3 بود (شکل ۲). در رقم سفید اختلاف بین تیمارهای PL_2، PG_3 و PB با هم معنی‌دار نشد اما با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند (شکل ۲). در رقم قرمز هم بیش‌ترین قطر ساقه مربوط به تیمارهای PG_3 و PL_3 بود که با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. به هر حال تمام تیمارهای کود فسفره افزایش معنی‌داری در قطر ساقه نسبت به گیاهان شاهد نشان دادند (شکل ۲). از نظر ارتفاع ساقه گل‌دهنده نیز در هر دو رقم بیش‌ترین ارتفاع مربوط به تیمار PL_3 بود (شکل ۳). هم‌چنین بین دیگر تیمارها با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت، درحالی‌که در رقم سفید بین تیمارهای PL_2، PL_1، PB و PG_3 اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۳). فسفر عنصری کلیدی در بیولوژی موجودات زنده ازجمله گیاهان می‌باشد. نقش‌های حیاتی آن در فیزیولوژی بافت‌ها و سلول‌های گیاهی بیانگر آن است که رشدونمو و تولید گیاه وابستگی شدیدی به مقادیر کافی فسفر دارد (سوری، ۱۳۹۴). افزایش فاکتورهای رویشی در اثر کاربرد کودهای فسفره در گیاهان مختلف گزارش شده است (درزی و همکاران، ۱۳۸۵؛ *هاشم‌آبادی*[2] و همکاران، 2010). تعداد برگ یک شاخصه بسیار مهم در گیاهان می‌باشد که مستقیماً بر میزان فتوسنتز و عملکرد و کیفیت گیاهان تأثیر دارد. به‌طوری‌که هرچه در گیاهان تعداد برگ بیشتر و اندازه آن بزرگ‌تر باشد میزان فتوسنتز و تولید گیاه افزایش می‌یابد (*گوتیریز-بوم*، 1998؛ *چیرا*[3] و همکاران، 2002). در این پژوهش مقادیر بالای کاربرد کود فسفره به شکل مایع بیش‌ترین تعداد برگ و هم‌چنین بیش‌ترین ارتفاع ساقه گل‌دهنده را در گیاهان باعث شد که این امر بیانگر تأمین بهتر فسفر گیاه به شکل مایع می‌باشد. در یک مطالعه کاربرد کود بیولوژیک فسفاته به همراه ازوتوباکتر بیش‌ترین تعداد برگ را در گل مریم (*Polianthes toberosa* L.) در مقایسه با عدم کاربرد کود باعث شد (*کوکده*[4]، 2006). هم‌چنین *هاشم‌آبادی* و همکاران (2010) با استفاده از کود فسفاته بیولوژیک بارور۲ روی گل همیشه بهار بیش‌ترین تعداد برگ را در مقایسه با عدم کاربرد آن گزارش کردند. این پژوهشگران بیش‌ترین تعداد برگ را در اثر کود بیولوژیک فسفاته گزارش کردند. هم‌چنین نتایج مربوط به کاربرد تیمار کود بیولوژیک در صفت طول ساقه گل‌دهنده با نتایج *پارمار* و *نانی سولان* (2007) در گل مریم (*Polianthes toberosa* L.) مطابقت دارد. از طرف دیگر ارتفاع ساقه گل‌دهنده، تعداد ساقه گل‌دهنده و هم‌چنین تعداد گلچه روی گل‌آذین از مهم‌ترین صفات برای گل شاخه بریده شب‌بو می‌باشند، به نحوی که همواره ارتفاع، تعداد ساقه و تعداد گلچه بیشتر مدنظر می‌باشد. این صفات رابطه نزدیکی با افزایش عملکرد گیاه دارند و هم‌چنین در بازارپسندی آن تأثیر بسزایی دارند، و همان‌طورکه در این آزمایش ملاحظه می‌شود کاربرد کود مایع فسفاته باعث افزایش این صفات گردیده است.

اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه نشان داد (جدول ۴) که بیش‌ترین وزن خشک در تیمار PL_3 (در رقم قرمز ۱۶/۰۳ گرم و در رقم سفید ۱۵/۹۷ گرم) به‌دست آمد. در رقم سفید وزن خشک بخش هوایی در تیمار PG_3 تفاوت معنی‌داری با تیمار PL_3 نشان نداد. کم‌ترین مقدار وزن خشک اندام هوایی نیز در گیاهان شاهد به‌دست آمد. *مک بیث*[5] و همکاران (2005) با استفاده از کود فسفر مایع روی گندم نتایج

1. Conttenie

2. Hashemabadi
3. Chiera
4. Kukde
5. McBeath

مشابهی به‌دست آوردند. راثی‌پور و همکاران (۱۳۸۶) بیش‌ترین وزن خشک بخش هوایی را در سویا از کاربرد توأم دو باکتری *Bradyrhizobium* و *Pseudomonas putida* به‌دست آوردند.

در این آزمایش زمان شروع گل‌دهی به‌ترتیب در تیمارهای PL_3، PL_2 و PG_3 خیلی زودتر از تیمار شاهد مشاهده گردید. به‌طوری‌که گل‌دهی تیمارهای PL_3 و PL_2 از ششم اسفندماه شروع شد و تیمار PG_3 در هجدهم اسفند ماه و گیاهان شاهد در ششم فروردین سال بعد به گل رفتند. هم‌چنین از نظر عمر گل (شکل ۸)، بیش‌ترین طول عمر گل در هر دو رقم به‌ترتیب مربوط به تیمارهای PL_3، PG_3 و PB و حدود ۱۳ روز بود گرچه این تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. کم‌ترین مقدار نیز در گیاهان شاهد وجود داشت (شکل ۴).

مقایسه میانگین داده‌ها از نظر طول گل‌آذین نشان داد که بیش‌ترین طول گل‌آذین در هر دو رقم سفید و قرمز تحت تأثیر تیمار غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم کود مایع به‌دست آمده است، و تیمار PG_3 از نظر این صفت در مرتبه بعدی قرار داشت که اختلاف معنی‌داری با هم نشان دادند (شکل ۴). در هر دو رقم کوتاه‌ترین طول گل آذین در تیمار شاهد به‌دست آمد که در رقم سفید تنها با تیمار PG1 تفاوت معنی‌داری نشان نداد، ولی در رقم قرمز با کود بیولوژیکی و غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم کود جامد و غلظت ۵۰ میلی‌گرم کود مایع تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. به‌طورکلی طول گل‌آذین در رقم سفید بیشتر از رقم قرمز بود و کاربرد فسفر (جدا از شکل کاربرد) تأثیر بیشتری بر افزایش طول گل‌آذین در رقم سفید نسبت به رقم قرمز داشت. کاربرد کود فسفاته بیولوژیک بارور۲ تنها در رقم سفید با افزایش معنی‌داری طول گل‌آذین همراه بود (شکل ۵).

هم‌چنین بیش‌ترین تعداد گلچه روی گل‌آذین در هر دو رقم مربوط به تیمار PL_3 بود که تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ با دیگر تیمارها به‌غیر از PG3 نشان دادند (شکل ۶). تیمار کود فسفر بیولوژیک (PB) نیز باعث افزایش معنی‌دار تعداد گلچه در مقایسه با شاهد کردید، ولی تعداد کمتری را در مقایسه با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم کود مایع و جامد باعث شد و اثر آن بر افزایش تعداد گلچه در رقم سفید بیشتر از رقم قرمز بود (شکل ۶). در اثر کاربرد کود فسفر در هر دو رقم بیش‌ترین تعداد گلبرگ در تیمار غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم کود مایع به‌دست آمد که نسبت به دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. در بین دو رقم نیز رقم سفید تعداد گلبرگ بیشتری نسبت به رقم قرمز داشت (شکل ۶). کاربرد کود فسفره در تیمارهای مختلف به‌غیر از تیمار غلظت ۵۰ میلی‌گرم کود جامد باعث افزایش تعداد گلبرگ در گلچه در هر دو رقم نسبت به گیاهان شاهد گردید. اثر کود بیولوژیکی در رقم سفید از نظر این صفت بیشتر از رقم قرمز بود (شکل ۷). از نظر صفت تعداد شاخه گل‌دهنده در گیاه در رقم قرمز تفاوتی بین تیمارهای کودی مشاهده نگردید اما در رقم سفید اثر تیمارها بر این صفت در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (داده ها نشان داده نشده‌اند)، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد شاخه گل‌دهنده در تیمار غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم کود مایع بود که تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان داد. کم‌ترین تعداد شاخه گل‌دهنده نیز متعلق به گیاهان شاهد و غلظت ۵۰ میلی‌گرم کود گرانوله و مایع بود (شکل ۸). بهبود ویژگی‌های گل‌دهی و عملکردی گیاه از قبیل افزایش تعداد گلچه، تعداد گلبرگ، طول گل‌آذین و تعداد شاخه گل‌دهنده در اثر کاربرد کودهای فسفره مشاهده شد که در این بین کاربرد شکل مایع فسفر و در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بیش‌ترین افزایش در صفات مذکور را باعث گردید. نمو زایشی در گیاهان معمولاً به انرژی بیشتری نیاز دارد و در این بین فسفر به شکل ATP در متابولیسم سلول و تولید و انتقال انرژی نقشی حیاتی دارد (*چیرا* و همکاران، 2002). لذا در زمان‌های تولید این گیاه که معمولاً همراه با خنکی و دماهای پایین هوا و مخصوصاً خاک است شکل مایع کود سوپرفسفات در تأمین نیازهای فسفری گیاهان شب‌بو احتمالاً موثرتر می‌باشد.

در اندازه‌گیری میزان فسفر برگ (جدول ۴)، حداکثر میزان فسفر در رقم قرمز مربوط به تیمار کود مایع (۲۰۰ میلی‌گرم) بود، و در رقم سفید بیش‌ترین غلظت فسفر برگ در تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم کود مایع و ۲۰۰ میلی‌گرم کود جامد و هم‌چنین کود بیولوژیکی به‌دست آمد. کم‌ترین غلظت فسفر برگ در هر دو رقم نیز در گیاهان شاهد مشاهده گردید. *هاشم‌آبادی* و همکاران (2010) بیش‌ترین درصد فسفر برگ در گل همیشه بهار را در استفاده از کود بیولوژیک بارور۲ به‌دست آوردند. راثی‌پور و علی‌اصغرزاده (۱۳۸۶) نشان دادند تلقیح ریشه سویا به‌وسیله باکتری *Pseudomonas putida* همراه با *Bradyrhizobium* باعث به‌وجود آمدن بیش‌ترین غلظت فسفر در بخش هوایی گیاه می‌گردد.

فسفر از مهم‌ترین عناصر مورد نیاز جهت رشد و نمو گیاهی است و نقشی حیاتی در واکنش‌های بیوشیمیایی سلول‌ها و بافت‌های گیاهی دارد. از طرف دیگر این عنصر یکی از کم تحرک‌ترین و غیرقابل دسترس‌ترین عناصر بوده، لذا در اکثر خاک‌ها کمبود نسبی آن باعث کاهش تولیدات کشاورزی می‌گردد (*مارشنر*، 1995؛ فلاح و خاوازی، ۱۳۷۷). به‌طورکلی کمبود فسفر یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد در اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی است و این به سبب انحلال کم ترکیبات فسفره و در نتیجه غلظت کم فسفر در محلول خاک می‌باشد (*مارشنر*، 1995).

گرچه در این آزمایش روش‌های مختلف کاربرد فسفر به غیر از کود بیولوژیکی مبتنی بر غلظت بسیار بالای فسفر کاربردی بود، ولی با این وجود به نظر می‌رسد که شکل کاربرد نقشی اساسی در تأثیرپذیری رشدونمو گیاهی از فسفر به‌کار رفته دارد. گزارشات زیادی مبنی بر افزایش رشدونمو در اثر کاربرد کودهای فسفره وجود دارد (*گوتیریز-بوم*[1] و همکاران، 1998؛ *هاشم‌آبادی* و همکاران، 2010؛ *لومبی*[2] و همکاران، 2004 and 2006؛ مک *بیت*[3] و همکاران، 2007؛ *پارمار* و *نانی‌سولان*، 2007).

کود زیستی فسفره نیز اثرات مطلوبی در مقایسه با شاهد در رشد و صفات کمی و کیفی گل ایجاد نمود. نتایج یک بررسی نشان می‌دهد که با کاربرد چندین سوش از باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر روی علف لیمو مشاهده شد که کود بیولوژیک فسفاته باعث افزایش ارتفاع گیاه نسبت به شاهد گردید (*رایتی*[4] و همکاران، 2001). هم‌چنین کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات در حضور سنگ فسفات معدنی باعث افزایش ارتفاع گیاه چای گردیده است (*هازاریکا*[5] و همکاران، 2000). درزی و همکاران (۱۳۸۵) نیز نتیجه گرفتند که کود زیستی فسفاته باعث افزایش ارتفاع گیاه دارویی رازیانه می‌شود. *هاشم‌آبادی* و همکاران (2010) با استفاده از کود بیولوژیک فسفاته بیش‌ترین ارتفاع را در گل همیشه بهار (*Tagetes erecta* L.) به‌دست آوردند. استفاده از کود بیولوژیک حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات به‌همراه کود نیتراته در گل مریم (*Polianthes tabersosa* L.) نیز باعث بیش‌ترین تعداد گلچه در ساقه گل‌دهنده شده است (*پارمار و نانی سولان*، 2007). هم‌چنین رحیم‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) از بررسی اثر کودهای فسفره و بیولوژیک بر روی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین تعداد سرشاخه گلدار مربوط به تیمار کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل به همراه کود اوره می‌باشد.

به هر حال در آزمایش حاضر کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک کود فسفره به شکل مایع بیش‌ترین تأثیر را بر رشدونمو و تولید کمی و کیفی گل شب‌بو داشت. به‌طور مشابه در آزمایشاتی روی گندم در خاک‌های قلیایی استرالیا نشان داده شد که کاربرد کود فسفاته مایع نسبت به کود گرانوله با همان منبع باعث افزایش بیوماس گیاه به میزان ۵۰-۱۵٪ شد (*لومبی* و همکاران، 2006 and 2004؛ مک *بیت* و همکاران، 2007). هم‌چنین مطالعات گلخانه‌ای نشان داد به‌کارگیری کود مایع فسفاته باعث افزایش عملکرد در گیاه سویا می‌شود (*توماس و رنگل*[6] 2002). در آزمایشی دیگر استفاده از کود فسفری مایع در مقایسه با روش سنتی کاربرد گرانوله روی گیاه گوجه‌فرنگی باعث افزایش عملکرد و کاهش مصرف کود در هکتار گردید (*آرگریچ و لورنز*[7]، 2008) و این عمدتاً به سبب دسترسی بهتر ریشه به فسفر از منبع کود مایع می‌باشد. مک *بیث* و همکاران (2007) در یک مطالعه گلخانه‌ای در وریکتوریا و جنوب استرالیا در ۳۰ نوع خاک مختلف (قلیایی تا خنثی شامل آهکی و غیرآهکی) روی گندم انجام شد نشان دادند که به‌کارگیری کودهای فسفاتی مایع باعث افزایش ماده خشک گندم در مقایسه با نوع گرانولی همان کود می‌گردد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک فسفر به شکل مایع (از منبع سوپرفسفات‌تریپل) تأثیر بهتر و معنی‌دارتری در افزایش صفات رویشی و زایشی در گل شب‌بو نسبت به گیاهان شاهد و هم‌چنین سطوح و اشکال دیگر کاربرد کود فسفره دارد. به هر حال به نظر می‌رسد که در این پژوهش برای بسیاری صفات غلظت فسفر فاکتوری تعیین‌کننده‌تر از شکل کاربرد آن می‌باشد. نتایج بهتر در اثر کاربرد کود به‌صورت مایع می‌تواند به‌دلیل انتقال و پخشیدگی یکنواخت‌تر کود مایع فسفاته و دسترسی بهتر ریشه به آن در مقایسه با شکل گرانوله باشد. تاکنون گزارشی مبنی بر کاربرد کود فسفاته مایع در گیاهان زینتی مشاهده نشده است. به هر حال برای گل شب‌بو که یک گل فصل خنک تا سرد در اوائل بهار می‌باشد کاربرد فسفر به شکل مایع بهتر می‌تواند نیازهای گیاه را برطرف نماید. هم‌چنین کاربرد کود بیولوژیک فسفاته بارور۲ هم در این آزمایش افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد در صفات مورد اندازه‌گیری داشته است.

1. Gutiérrez-Boem
2. Lombi
3. McBeath
4. Ratti
5. Hazarika
6. Thomas and Rengel
7. Argerich and Lorenzo

منابع

درزی، م.، قلاوند، ا.، رجالی، ف. و سفیدکن، ف. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۲ (۴): ۲۷۶-۲۹۲.

راثی‌پور، ل. و علی‌اصغرزاده، ن. ۱۳۸۶. اثر متقابل باکتری‌های حل‌کننده فسفات و (*Bradyrhizobium japanicum*) بر شاخص‌های رشد، غده‌بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا. علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم. شماره ۴۰ (الف). ۶۳-۵۳

رحیم‌زاده، س.، سهرابی، ی.، حیدری، غ. و پیرزاد، ع. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر برخی صفات مرفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی بادرشبو. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۳): ۳۴۳-۳۵۵.

سوری، م. ک. ۱۳۹۴. فسفر در کشاورزی و محیط‌زیست؛ با تأکید بر روش‌های مدیریت و اندازه‌گیری، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۳۲۰ صفحه.

فلاح، ع. ر. و خاوازی، ک. ۱۳۷۷. نقش باکتری‌های حل‌کننده فسفات در کشاورزی. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. نشر آموزش کشاورزی. ۲۴۳ صفحه.

Antoun, H. and Kloepper, J. W. 2001. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), in: Encyclopedia of Genetics, Brenner, S. and Miller, J. H. eds., Academic Press, N. Y. pp. 1477-1480.

Argerich, C. A. and Lorenzo, M. G. 2008. Liquid fertilizer evaluation for furrow irrigation in processing tomatoes. In XI International Symposium on the Processing Tomato 823 (pp. 83-90).

Brady, N. C. and Weil, R. R. 1999. The nature and properties of Soils. Twelfth. Prentice-Hall. pp. 881

Chaudhary, S.S., 2007. Influence of biofertilizers, nitrogen and phosphorus application on flower quality in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Double. Haryana Journal of Horticultural Sciences, 36 (3/4): 273-276.

Chiera, J., Judith, T. and Rufty, T. 2002. Leaf initiation and development in soybean under phosphorus stress. Journal of Experimental Botany, 53: 473-481.

Cottenie, A. 1980. Methods of plant analysis in soil and plant testing. PP: 464. FAO. Soils Bulletin. 20-38.

Daverede, I. C., Kravchenko, A. N., Hoeft, R. G., Nafziger, E. D., Bullock, D. G., Warren, J. J. and Gonzini, L. C. 2004. Phosphorus run off from incorporated and surface-applied liquid swine manure and phosphorus fertilizer. Journal of Environmental Quality, 33 (4): 1535-1544.

De Freitas, J. R., Banerjee, M. R. and Germida, J. J. 1997. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). Biology and Fertility of Soils, 24 (4): 358-364.

Eid, A. R., Awad, M. N. and Hamouda, H. A. 2009. Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the growth parameters and marketable cut flowers of *Matthiola incana* L. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 5 (4): 509-518.

Gutiérrez-Boem, F. H. and Thomas, G. W. 1998. Phosphorus nutrition affects wheat response to water deficit. Agronomy Journal, 90 (2): 166-171.

Hashemabadi, D., Zaredost, F., Ziyabari, M. B., Zarchini, M., Kaviani, B., Solimandarabi, M. J., Torkashvand, A. M. and Zarchini, S. 2012. Influence of phosphate bio-fertilizer on quantity and quality features of marigold (*Tagetes erecta* L.). Australian Journal of Crop Science, 6 (6):1101-1109.

Hazarika, D. K., Taluk Dar, N. C., Phookan, A. K., Saikia, U. N., Das, B. C. and Deka, P. C. 2000. Influence of *Vesicular arbascular* mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. Symposium no. 12, Assam Agriculture University, Jorhat Assam, India.

Holloway, R. E., Bertrand, I., Frischke, A. J., Brace, D. M., McLaughlin, M. J. and Shepperd, W. 2001. Improving fertilizer efficiency on calcareous and alkaline soils with fluid sources of P, N, and Zn. Plant and Soil, 236: 209-219.

Hopkins, W. G. 1999. Introduction to plant physiology. 2nd Edition, John Wiley and sons, inc., New York, USA.

Lombi, E., McLaughlin, M. J., Johnston, C., Armstrong, R. D. and Holloway, R. E. 2004. Mobility and lability of phosphorus from granular and fluid monoammonium phosphate differs in a calcareous soil. Soil Science Society of America Journal, 68: 682-689.

Lombi, E., Scheckel, K. G., Armstrong, R. D., Forrester, S., Cutler, J. N. and Paterson, D. 2006. Speciation and distribution of phosphorus in a fertilized soil: a synchrotron-based investigation. Soil Science Society of America Journal, 70: 2038-2048.

McBeath, T. M., McLaughlin, M. J., Armstrong, R. D., Bell, M. J., Bolland, M. D. A., Conyers, M. K., Holloway, R. E. and Mason, S. D. 2007. Predicting the response of wheat (*Triticum aestivum* L.) to liquid and granular phosphorus fertilisers in Australian soils. Australian Journal of Soil Research, 45 (6): 448-458.

McBeath, T. M., McLaughlin, M. J., Armstrong, R. D., Bell, M., Bolland, M. D. A., Conyers, M. K., Holloway, R. E. and Mason, S. D. 2007. Predicting the response of wheat (*Triticum aestivum* L.) to liquid and granular phosphorus fertilisers in Australian soils. Soil Research, 45 (6): 448-458.

Parmar, Y. S. and Nauni Solan, H. P. 2007. Influence of biofertilizers, nitrogen and phosphorus application on flower quality in tuberose (*Polianthes tuberose* L.) cv. Double. Haryana Journal of Horticultural Sciences, 36 (3/4): 273-276.

Ratti, N., Kumar, S., Verma, H. N. and Gautam, S. P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Microbiological Research, 156 (2): 145-149.

Saharan, B. S. and Nehra, V. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. Life Science Medicine Research, 21 (1): 1-30.

Seema, K., Shalini, P., Nammi, M., Hemlata, K. and Khobragade, Y. R. 2006. Effect of organic manure and biofertilizer on growth, flowering and yield of tuberose cv. Single. Journal of Soils and Crops, 16 (2): 414-416.

Sharpley, A. 2006. Agricultural phosphorus management: protecting production and water quality. Lessan 34. USPA-Agricultural Research Service, md west plant service. Lowa State University, Ames, Lowa.

Singh, A. K. 2006. Flower Crops: Cultivation and Mangment. New India Publishing Agency. 465p.

Tabbara, H. 2003. Phosphorus loss to run off water twenty-four hours after application of liquid swine manure or fertilizer. Journal of Environmental Quality, 32 (3): 1044-1052.

Thomas, B. M. and Rengel, Z. 2002. Di-ammonium phosphate and monoammonium phosphate improve canola growth when banded in a P-fixing soil compared with triple superphosphate. Australian Journal of Agricultural Research, 53: 1211-1217.

Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K., De, R., Saxena, A. K., Nautiyal, C. S., Mittal, S., Tripathi, A. K. and Johri, B. N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89: 136-150.

Effect of Different Levels and Methods of Phosphorus Fertilizer Application on Growth and Development of Two Stock (*Matthiola incana* L.) Cultivars

Ghamari[1], T., Souri[2*], M. K., Arab[3], M. and Azadegan[4], B.

Abstaract

Despite the well known roles of phosphorus in plant nutrition, plant responses to this nutrient element have not yet been found out. Therefore, in this study different levels and forms of phosphorus fertilizer applied on two white and red cultivars of stock flower under greenhouse conditions and some growth and development indices were evaluated. The experimental conducted was completely randomized design with four replications. Treatments included the control (without P application), granular superphosphate fertilizer at four levels (0, 50, 100 and 200 $mg.kg^{-1}$ of soil), liquid phosphate fertilizer at four levels (0, 50, 100 and 200 mg kg^{-1} soil) and bio-fertilizer phosphate (Barvar2), 100 g in 2000 ml of water. The results showed that there were significant differences at 5% among treatments for most of traits. Many parameters such as the number of flowering stems, inflorescent length, number of flowers in inflorescence, number of petals in flower, flowering stem length, leaf number and stem diameter were recorded higher in 200 mg P/kg soil (liquid form) compared to the control and other treatments. Regarding these traits, 200 mg granular and then bio-fertilizer were the next best treatments, respectively. Phosphorus levels of 50 and 100 mg/kg soil were resulted in lower amount of yield and quality parameters. Although the two cultivars were relatively similar, but white cultivar showed higher amounts of measured traits.

Keywords: Barvar bio-fertilizer, Superphosphate, Phosphorus liquid fertilizer, Inflorescence

1. MSc Graduated, Assistant Professor and Associate Professor, Respectively, Department of Horticultural Sciences and Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Pakdasht

2. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran

※: Corresponding author Email: mk.souri@modares.ac.ir