

نشریه پژوهشی:

بررسی اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل ژربرا رقم دانی (*Gerbera jamesonii* cv. Dune)

شادی حسین‌پور بالو^۱، پرویز نوروزی^{۲*} و افسانه انصاری^۳

۱، ۲ و ۳. کارشناسی ارشد، استادیار و دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۱۸)

چکیده

ژربرا یکی از معروف‌ترین گل‌های شاخه بریده و جزو ده گل شاخه بریده برتر صنعت گلکاری محسوب می‌گردد. استفاده از برنامه غذایی مناسب یکی از فاکتورهای کلیدی در تولید محصولات گلخانه‌ای می‌باشد. میزان و نسبت صحیح عناصر غذایی با یکدیگر در محلولهای غذایی تحت تاثیر برخی شرایط تولید و جذب مانند شدت نور، دمای محیط و نوع بستر کشت قرار می‌گیرد که در این میان نسبت برخی از عناصر پرمصرف مانند پتاسیم و نیتروژن از اهمیت چشمگیری برخوردار است. به منظور بررسی اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گل ژربرا رقم Dune، پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار نسبت کودی پتاسیم به نیتروژن (۱/۲۵ به ۱، ۱/۵ به ۱، ۱/۷۵ به ۱ و ۲ به ۱) با سه تکرار و پنج مشاهده اجرا شد. نتایج نشان داد افزایش نسبت پتاسیم به نیتروژن تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، تعداد گل، ارتفاع ساقه گلدهنده، وزن تر ساقه گلدهنده، شاخص کلروفیل و قندهای محلول داشت. همچنین تاثیر معنی‌داری در سطح پنج درصد بر عمر گلجایی و آنتوسیانین گلبرگ مشاهده گردید. به طور کلی با در نظر گرفتن هزینه‌های تولید ژربرا در گلخانه و یافته‌های حاصل از این پژوهش کاربرد نسبت ۱/۷۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن در مقایسه با سایر نسبت‌های پتاسیم به نیتروژن مورد استفاده اثرات مثبت و مطلوب تری بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل ژربرا رقم Dune داشت و قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، تغذیه، ژربرا، کلروفیل، گلدهی.

Effect of different potassium to nitrogen ratios on yield and some quantitative and qualitative indices of *Gerbera jamesonii* cv. Dune.

Shadi Hossinpour Balou¹, Parviz Noruzi^{2*} and Afsaneh Ansari³

1, 2, 3. M. Sc. Student, Assistant Professor and Ph. D. Candidate, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
(Received: Sept. 12, 2020- Accepted: June 08, 2021)

ABSTRACT

Gerbera is one of the most famous cut flowers, considered as one of the top ten cuts in the floriculture industry. Nutrient recipe management is one of the key factors in greenhouse crops production. The correct amount and ratio of nutrients with each other in nutrient solutions is influenced by some production and absorption conditions such as light intensity, ambient temperature and type of culture medium, among which the ratio of some high-consumption elements such as potassium and nitrogen is significant. In order to investigate the effect of different ratios of potassium to nitrogen on yield and some quantitative and qualitative characteristics of gerbera flower of Dune cultivar, a study in a completely randomized design with four treatments of potassium to nitrogen fertilizer ratio (1.25 to 1, 1.5 To 1, 1.75 to 1 and 2 to 1) were performed with three replications and five observations. Results showed that increasing the ratios of potassium to nitrogen improved growth and flowering and had a significant effect at the 1% level on the number of leaves, leaf fresh and dry weight, flower number, flower stem height, flower stem fresh weight, chlorophyll index and soluble sugars content. A significant effect at the 5% level also observed in flower vase life and petal anthocyanin. In general, with regarding the costs of greenhouse crops production and results of the present study, the application of 1.75:1 ratio of potassium to nitrogen in comparison with others ratios of potassium to nitrogen is recommendable and have more positive effects on the quantitative and qualitative characteristics of gerbera cv. Dune.

Keywords: Anthocyanin, chlorophyll, flowering, gerbera, nutrition.

* Corresponding author E-mail: p.noruzi@urmia.ac.ir

مقدمه

ژربرا (*Gerbera jamesonii*) گیاهی از تیره آستراسه می‌باشد. اگرچه این گیاه بومی آفریقای جنوبی است، اما تقریباً در اکثر کشورهای دنیا با شرایط آب و هوایی مختلف، به عنوان یک گل شاخه بریده کشت و کار می‌شود. ژربرا به ویژه در کشورهای آسیای شرقی ارزش تجاری بیشتری داشته و روند تولید و صادرات در این کشورها صعودی می‌باشد. تقاضای جهانی روزافزون برای گل شاخه بریده ژربرا باعث ایجاد بازارهای رقابتی و توجه بیشتر به استانداردهای تولید ژربرا شده است (Shafiullah Prodhان *et al.*, 2017). کیفیت ظاهری گیاهان زینتی با تعادل مناسب عناصر غذایی ارتباط تنگاتنگی دارد. علاوه بر شرایط محیطی، تغذیه معدنی به طور مستقیم در ارتفاع بوته، شکل، رنگ و جنبه‌های کیفی بسیاری از گونه‌های زینتی تاثیرگذار است. نیازهای تغذیه‌ای برخی از گونه‌های زینتی هنوز به خوبی مشخص نشده است و اغلب از کودهای شیمیایی و آلی، بدون توجه به نیازهای خاص هر گونه و همچنین زمان مناسب مصرف، به طور ناکارآمدی استفاده می‌شود (Neto *et al.*, 2015). گیاهان برای تغذیه به تعدادی از عناصر احتیاج دارند. مقدار این عناصر برای انواع مختلف گیاهان متفاوت است. در بیشتر خاک‌ها مقدار نسبی این عناصر، برابر نیازهای اولیه گیاهان است. از آن گذشته زمین نمی‌تواند تمام مواد غذایی را به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار دهد و آن مقداری هم که در خاک وجود دارد، به مرور به وسیله گیاه جذب می‌شود یا به روش دیگر از دست می‌رود. پس برای به دست آوردن محصول کافی، لازم است همه ساله مواد مورد نیاز را به خاک افزود (Khosh-Khui *et al.*, 2010). نیتروژن از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه است. برای اکثر محصولات، نیتروژن یکی از مواد مغذی است که به مقدار زیاد جذب می‌شود و نسبت به سایر عناصر معدنی در مقادیر بیشتری در توده خشک گیاهان تجمع می‌یابد. نیتروژن به طور عمده به صورت یون‌های نیترات و آمونیوم که قابل جذب برای گیاه است در محلول خاک وجود دارد. علاوه بر این، نیتروژن در پپتیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، اوره و DNA که حاوی اطلاعات ژنتیکی است وجود دارد (Neto *et al.*, 2015; Sonneveld *et al.*, 2009).

نیتروژن در گیاهان باعث کاهش سطح ترکیبات ساختاری فتوسنتزی مانند کلروفیل و ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز (Rubisco) می‌شود، که با کاهش ظرفیت فتوسنتزی و افت کارایی چرخه کربوکسیلاسیون همراه است (Lam *et al.*, 1996).

پتاسیم یک عنصر ضروری می‌باشد، که با انتقال از طریق آوند آبکش همراه با ساکارز اهمیت زیادی در تولید شیب اسمزی بین منبع و محل مصرف گیاه، به ویژه در مرحله گلدهی دارد (Neto *et al.*, 2015). پتاسیم در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه از قبیل انتقال آب و مواد غذایی، حفظ فشار تورژسانس سلول، فتوسنتز و تحریک رشد و تشکیل نقاط مرستمی نقش ویژه ای دارد (Amin *et al.*, 2015; Marschner, 2012; Taiz and Zeiger, 2002). کاربرد کودهای پتاسیمی منجر به بهبود متابولیسم نیتروژن شده و افزایش عملکرد و کیفیت گیاهان را در پی دارد (Gaj *et al.*, 2013). پتاسیم با ایفای نقش در چرخه‌ی انتقال ساکارز و کربوهیدراتها در نهایت منجر به بهبود گلدهی می‌شود (Moshiri *et al.*, 1393). همچنین کمبود پتاسیم، متابولیسم نیتروژن رو با مشکل مواجه نموده و باعث تجمع مواد آمینی مضر در گیاه می‌گردد (Nurzynska-Wierdak *et al.*, 2012).

کاربرد همزمان دو عنصر پتاسیم و نیتروژن در برنامه غذایی، شدت فتوسنتز را تحت تاثیر قرار داده و باعث افزایش عملکرد و کیفیت گیاهان تولیدی می‌گردد. افزایش مقادیر پتاسیم در برنامه غذایی، حتی در شرایط کمبود نیتروژن نیز تاثیر مثبتی بر شدت فتوسنتز دارد (Hou *et al.*, 2019). تغذیه با کودهای NPK و سیلیسیم و کلسیم در ژربرا منجر به تداوم رشد گیاه در شرایط شوری و حتی در برخی تیمارها افزایش رشد نسبت به شاهد شد (Abbasi *et al.*, 2018). تعیین نسبت مناسب پتاسیم به نیتروژن در محلول‌های غذایی یکی از عوامل تاثیر گذار در کیفیت گیاهان زینتی می‌باشد. با افزایش نسبت پتاسیم به نیتروژن، عملکرد گل داوودی بهبود یافت و حداکثر تعداد گل و ارتفاع بوته با کاربرد مقادیر بالاتر پتاسیم به نیتروژن حاصل گردید (Azeezahmed *et al.*, 2016). در مطالعات دیگری نیز حداکثر تعداد گل و عملکرد بوته گل داوودی (Barbosa *et al.*, 2000) و حداکثر عملکرد گوجه‌فرنگی (Kaur *et al.*, 2018) و

گلدان در هر دور آبیاری بود.

$$LR = EC_w / ((5 * EC_e) - EC_w) \quad (1)$$

در این رابطه، LR نیاز آبیاری، EC_w هدایت الکتریکی محلول غذایی و EC_e هدایت الکتریکی عصاره اشباع بستر کشت می‌باشد. واحد جایگذاری EC در این رابطه ds/m می‌باشد. مقدار محلول عرضه شده در هر دور آبیاری برای تمامی گلدان‌ها یکسان بوده و معادل ۳۵۰ میلی‌لیتر بود که تقریباً ۶۰ میلی‌لیتر از آن به صورت زه‌آب از ته گلدان خارج می‌شد. دمای شب و روز گلخانه به ترتیب ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد و شدت نور ۴۵۰ تا ۵۰۰ $\mu\text{mol/s/m}^2$ بود.

برنامه غذایی مورد استفاده

به منظور تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاهان از محلول غذایی Sonneveld تغییر یافته (De Kreij *et al.*, 1992) استفاده گردید که دارای نسبت ۱/۲۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن بود (جدول ۱). برای تامین عناصر غذایی میکرو، دست‌و‌عمل تهیه محلول هوگلند (Hoagland & Arnon, 1950) به کار گرفته شد. به منظور تهیه محلول غذایی از آب نرم با هدایت الکتریکی ۲۰ میکروزیمنس بر سانتی-متر استفاده گردید. هدایت الکتریکی نهایی (EC) محلول غذایی ۱/۷ دسی زیمنس بر سانتی‌متر بوده و pH آن با استفاده از اسید نیتریک رقیق شده (۱۷ درصد) بر روی ۵/۸ تا ۶ تنظیم گردید. جداول ۱ و ۲ میزان کودهای مورد استفاده برای تهیه ۱۰۰ لیتر محلول غذایی را نشان می‌دهد.

همچنین به منظور تامین نیاز گیاه به ریز مغذی‌ها از محلول پایه ۱۰ برابر غلظت به شرح زیر استفاده گردید. برای تهیه محلول پایه ریز مغذی‌ها، مقادیر ذکر شده در جدول شماره ۲، در یک لیتر آب حل شده و به ازای هر ۱۰۰ لیتر محلول غذایی کامل، ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول پایه به مخزن اصلی اضافه گردید.

لیزیانتوس (Alvarado-Camarillo *et al.*, 2018) با کاربرد نسبت‌های بیشتر پتاسیم به نیتروژن حاصل گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی، آزمایشگاه‌های باغبانی و خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه اجرا گردید. به منظور بررسی اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن در محلول غذایی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گل ژربرا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار نسبت کودی پتاسیم به نیتروژن (۱/۲۵، ۱، ۱/۵، ۱، ۱/۷۵ به ۱ و ۲ به ۱) با ۳ تکرار و ۵ مشاهده اجرا شد. در این آزمایش از نشاهای ۳ تا ۴ برگه ژربرا رقم Dune، که از شرکت Florist خریداری شده بودند، استفاده گردید. در اواخر خرداد ماه پس از تهیه رقم مورد نظر، نشاهای مذکور در گلدان‌های پلاستیکی ۷ لیتری با ارتفاع ۱۹ سانتی‌متر و قطر دهانه ۲۳ سانتی‌متر کشت شدند. در این آزمایش از ترکیب پیت‌ماس (با دانه بندی ریز) و پرلیت (سایز ۴ تا ۶ میلی‌متر) با نسبت حجمی ۳ به ۱ به عنوان بستر کشت استفاده گردید. به منظور بهبود رشد و گیرایی بهتر نشاها پس از انتقال به گلدان نهایی، در زمان تهیه بستر کشت به ازای هر متر مکعب بستر کشت، ۳۰۰ گرم کود NPK (۱۲-۱۴-۲۴) محصول شرکت Fertiberia اضافه گردید. یک ماه بعد از انتقال نشاها به گلدان نهایی اعمال تیمارها و استفاده از محلول‌های غذایی با نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن شروع شد. آبیاری گیاهان ژربرا با استفاده از محلول غذایی به صورت دستی و یک روز در میان انجام میگرفت. به منظور جلوگیری از افزایش EC بستر کشت، میزان نیاز به آبیاری بر اساس رابطه (۱) محاسبه شده و در هر دور آبیاری اعمال گردید که تقریباً معادل ۶۰ میلی‌لیتر بر

جدول ۱. برنامه تهیه محلول غذایی برای پرورش ژربرا با نسبت ۱/۲۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن

(مقادیر برای تهیه ۱۰۰ لیتر محلول غذایی می‌باشند).

Table 1. The nutrient solution preparation recipe for gerbera growing. K:N ratio equals 1.25:1 (for 100 liters of nutrient solution).

Fertilizer type and amount					
NH ₄ NO ₃	K ₂ SO ₄	Ca(NO ₃) ₂ NH ₄ .10H ₂ O	KNO ₃	NH ₄ H ₂ PO ₄	Mg(NO ₃) ₂
10 g	8.7 g	7.5 g	49.3 g	11.5 g	21g

جدول ۲. برنامه تهیه محلول پایه ۱۰ برابر غلظت عناصر کم مصرف.

Table 2. The micro-elements stock solution preparation recipe with 10X of concentration.

Fertilizer type and amount				
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	CuSO ₄ .5H ₂ O	ZnSO ₄ .7H ₂ O	MnCl ₂ .4H ₂ O	H ₃ BO ₃
0.12 g	0.08 g	0.22 g	1.81 g	2.86 g

انجام شد. وزن تر ساقه گل‌دهنده و وزن تر و خشک برگ گیاهان، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم (METTLER, PJ300) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیولوژیکی

شاخص کلروفیل (SPAD)، در پهنک برگ‌های توسعه یافته و با دستگاه سنجش شاخص کلروفیل (MINOLTA 502, Osaka Japan) اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری آنتوسیانین گلبرگ، ۰/۱ گرم از بافت تر برگ به همراه ۱۰ میلی لیتر متانول اسیدی (شامل متانول خالص و اسید کلریدریک خالص به نسبت حجمی ۱:۹۹) در هاون چینی کاملاً ساییده شده و سپس عصاره حاصل به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه داری شد. سپس عصاره‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در ۴۰۰۰ دور در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و فاز بالایی آنها در طول موج ۵۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده شد. برای محاسبه غلظت آنتوسیانین از ضریب خاموشی معادل ($\epsilon = 33000$) استفاده گردید. مقدار آنتوسیانین با استفاده از رابطه (۲) بر حسب میلی مول بر گرم وزن تازه محاسبه شد. در این رابطه A جذب نمونه، b عرض سل و c غلظت محلول مورد نظر می‌باشد.

$$A = \epsilon bc \quad (2)$$

برای اندازه‌گیری کارتنوئید برگ ۰/۱ گرم از بافت برگ (برگ‌های کاملاً توسعه یافته) با قیچی خرد شده و در هاون چینی ریخته شد. سپس ۵ میلی لیتر استون ۱۰۰ درصد به نمونه‌ها اضافه و سائیده شد تا به صورت توده یکنواختی درآید (عمل سائیدن و له کردن بافت برگ در محیط خنک و در نور کم انجام گرفت). ۰/۵ میلی لیتر از مخلوط به دست آمده برداشته شده و با ۲/۵ میلی لیتر آب مخلوط شده و با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس

آهن مورد نیاز گیاهان در هر بار تهیه محلول غذایی به صورت مجزا به مخزن ۱۰۰ لیتری اضافه گردید. برای تامین نیاز گیاهان ژربرا به آهن از کلات آهن ۶ درصد (Fe-EDDHA 6%) به میزان ۱/۵ گرم در هر ۱۰۰ لیتر استفاده شد. نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن شامل نسبت ۱/۲۵ به ۱، ۱/۵ به ۱، ۱/۷۵ به ۱ و ۲ به ۱ بودند. برای دستیابی به نسبت‌های مذکور، مقادیر مشخصی از سولفات پتاسیم به محلول اصلی (محلول غذایی ذکر شده در جدول ۱) اضافه گردید (جدول ۳).

جدول ۳. مقادیر و نوع کودهای مورد استفاده برای تهیه نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن (مقادیر برای تهیه ۱۰۰ لیتر محلول غذایی می‌باشند).

Table 3. Amount and type of fertilizer source to preparation of different potassium to nitrogen ratios 1 (for 100 liters of nutrient solution).

Fertilizer source	Potassium to nitrogen (K:N) ratio			
	1.25:1	1.5:1	1.75:1	2:1
NH ₄ NO ₃	10 g	10 g	10 g	10 g
K ₂ SO ₄	-----	8.7 g	17.4 g	26.1 g
Ca (NO ₃) ₂ .NH ₄ .10H ₂ O	7.5 g	7.5 g	7.5 g	7.5 g
KNO ₃	49.3 g	49.3 g	49.3 g	49.3 g
NH ₄ H ₂ PO ₄	11.5 g	11.5 g	11.5 g	11.5 g
Mg (NO ₃) ₂	21 g	21 g	21 g	21 g
Total N (mg/l)	150	150	150	150
Total K (mg/l)	187.5	225	262.5	300

اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیکی

به منظور اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی، سه گلدان به طور تصادفی انتخاب شده و شاخص‌های مورد نظر بررسی شد. تعداد گل و برگ کل گیاه با شمارش تعیین شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح سنج (Leaf Area Meter, AM 200) استفاده شد. به طوریکه سه عدد برگ از برگ‌های میانی گیاهان تحت تیمار انتخاب شده و سپس عدد نهایی از میانگین گیری سطح سه برگ به دست آمد. ارتفاع ساقه گل‌دهنده در گیاه (شامل ارتفاع از سطح گلدان تا انتهایی ترین قسمت ساقه گل‌دهنده) توسط خط کش

رطوبت ۷۰ درصد و دوره ۱۰ ساعت تاریکی و ۱۴ ساعت روشنائی روزانه قرار داده شدند. میزان نور طی دوره پس از برداشت $100 \mu\text{mol/s/m}^2$ بود. باز برش ساقه گل هر دو روز یکبار به میزان ۲/۵ سانتی متر صورت می‌گرفت. زمان پایان عمر گل، وقتیکه ۳۰ درصد گل‌های زبانه‌ای پژمرده شدند تعیین شد (Haghighi et al., 2012).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن باعث تاثیر معنی‌داری بر برخی صفات مورفولوژیک دارند.

تعداد برگ

اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن نشان داد که بیشترین تعداد برگ (۲۲/۱۶ عدد) در نسبت ۱/۷۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن به دست آمد (شکل ۱). گیاهان برای آغاز گل‌انگیزی و ظهور گل به حد مشخصی از تعداد برگ نیازمند هستند که آنرا بلوغ مورفولوژیک می‌گویند (Nemali & Iersel, 2004). از جمله راه‌هایی که گیاه می‌تواند از طریق آن ذخیره کربوهیدراتی و کارآیی فتوسنتزی بیشتری داشته باشد، افزایش تعداد برگ در گیاه می‌باشد (Amador et al., 2007). افزایش تعداد برگ در گیاهان تیمار شده با غلظت بیشتر پتاسیم می‌تواند به این دلیل باشد که پتاسیم در تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها نقش داشته و به عنوان محرک رشد شناخته شده است.

از سانتریفیوژ کردن، میزان جذب در طول موج ۴۷۰ برای کارتنوئید توسط اسپکتروفوتومتر قرائت شد و در نهایت با استفاده از رابطه (۳)، میزان کارتنوئید بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه بدست آمد.

$$\text{Car} = (1000 A_{470} - 2 \cdot 27 \text{ Chla} - 81.4 \text{ Chlb}) / 227 \quad (3)$$

برای اندازه‌گیری میزان قندهای محلول، از عصاره الکلی نگهداری شده در یخچال استفاده شد. برای تهیه عصاره، ۰/۵ گرم از بافت برگ در هاون با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد له شده و مایع رویی جدا و به لوله آزمایش به حجم ۲۵ میلی‌لیتر منتقل شد. سپس ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد به بخش جامد باقیمانده اضافه و کاملاً شستشو گردید. این بخش از مایع رویی جدا و به لوله آزمایش به حجم ۲۵ میلی‌لیتر منتقل شد. در نهایت ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره به دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه در دور ۳۵۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس به کمک میکروپیپت به داخل لوله آزمایش ریخته شد. سپس ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) به آن افزوده شده و لوله‌های آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شدند تا ماده رنگی تشکیل گردد. پس از خنک شدن نمونه‌ها، میزان جذب در طول موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شد. برای تهیه استاندارد قند، از گلوکز محلول‌هایی با غلظت صفر تا ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه و کلیه مراحل آزمایشی روی آنها انجام گردید و نهایتاً میزان جذب آنها در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت گردید (Irigoyen et al., 1992). به منظور تعیین عمر گلجایی ژربر، گل‌ها قبل از به‌گرده‌نشستن چیده شدند. شاخه‌های گل بریده در آب مقطر، دمای 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد و

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک ژربر.

Table 4. Results of variance analysis effect of different ratios of potassium to nitrogen on some morphological indices of gerbera.

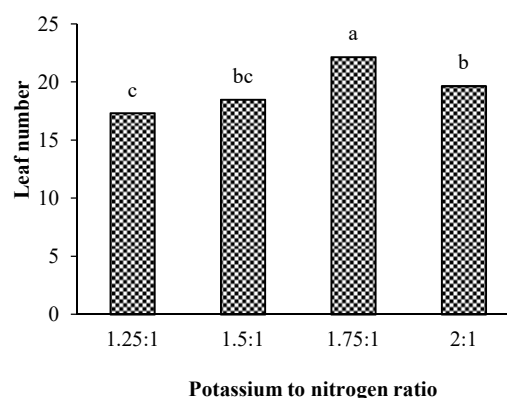
Source of variation	df	Mean of squares							
		Leaf number	Leaf area	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	Flower number	Flower stem height	Flower stem weight	Vase life
K to N ratio	3	12.805**	6405150.02 ^{ns}	90.129**	3.043**	5.944**	14.173**	32.532**	1.444*
Error	8	0.562	3331921.96	8.434	0.245	0.666	1.666	1.946	0.208
CV %		3.86	8.12	8.32	9.66	11.13	2.16	6.75	4.34

ns, *, **: Non-Significantly difference and significantly difference at 5 and 1 % probability level, respectively

مشابهی تعداد برگ در گل داوودی (Sajid & Amin, 2016; Azeezahmad *et al.*, 2014) و گیاه ژربرا (Renuka *et al.*, 2015) نیز با افزایش غلظت پتاسیم نسبت به نیتروژن افزایش پیدا کرد.

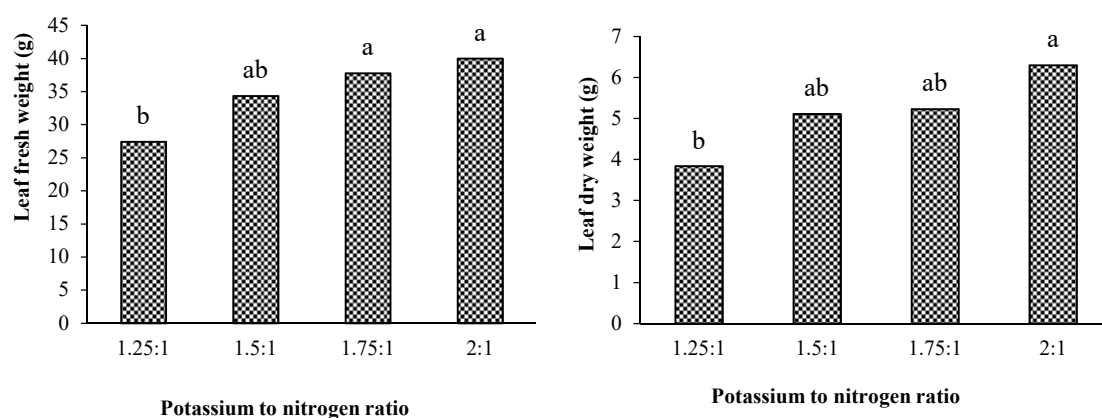
وزن تر و خشک برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن در سطح یک درصد بر وزن تر و خشک برگ معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین میانگین وزن تر و خشک برگ (به ترتیب، ۳۹/۹۸ و ۶/۳۰ گرم) در نسبت ۲ به ۱ پتاسیم به نیتروژن مشاهده شد (شکل ۲). پتاسیم نقش مهمی در تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها و حفظ و انتقال آب دارد (Zorb *et al.*, 2012; Marschner, 2014). پتاسیم میزان آب از دست دهی ناشی از تعرق را کاهش داده و با حفظ فشار تورژسانس، در بهبود وضعیت آبی گیاه نقش مثبت ایفا می‌کند. این مساله در نهایت منجر به جذب و متابولیسم بهینه مواد غذایی شده و درشت‌شدن سلول‌ها و افزایش زیست توده را در پی دارد (Taiz & Zeiger, 2002). پتاسیم همچنین جذب و متابولیسم نیتروژن در گیاه را تسهیل کرده و از این طریق نیز اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشد گیاه می‌گذارد (Patel, 2012; Gaj *et al.*, 2013).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر میانگین تعداد برگ ژربرا رقم Dune. Figure 1. Mean comparison effect of different potassium to nitrogen ratios on leaf number of gerbera cv. Dune.

همچنین بین پتاسیم درون گیاه و رشد بافت‌های مرستمی ارتباط مثبتی وجود دارد که در نهایت منجر به رشد سریعتر بافت‌های گیاهی می‌شود (Shabala, 2003; Marschner, 2012). پتاسیم در تنفس، فتوسنتز، توسعه کلروفیل و میزان آب برگ نقش داشته و باعث افزایش میزان فتوسنتز برگ، جذب دی‌اکسید کربن و تسهیل حرکت کربن در گیاه می‌شود (Sangakkara *et al.*, 2000). از طرف دیگر پتاسیم با بهبود تسهیم و متابولیسم نیتروژن در گیاه، نمو برگ و آغازهای برگ را بهبود بخشیده و افزایش تعداد برگ در گیاه را باعث می‌شود (Kumar, 2007; Gaj *et al.*, 2013). در آزمایش

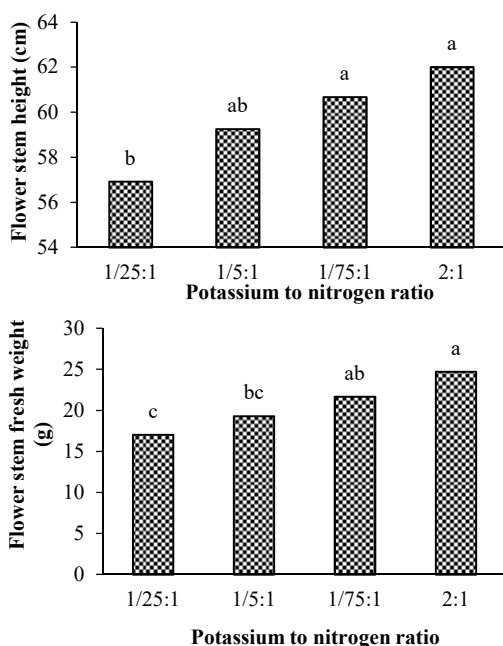


شکل ۲. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر میانگین وزن تر برگ (شکل چپ) و وزن خشک برگ (شکل راست) ژربرا رقم Dune.

Figure 2. Mean comparison effect of different potassium to nitrogen ratios on leaf fresh weight (left) and dry weight (right) of gerbera cv. Dune.

ارتفاع و وزن ساقه گلدهنده

کاربرد نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع و وزن ساقه گل دهنده داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که در بین نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بیشترین ارتفاع و وزن ساقه گلدهنده در نسبت ۲ به ۱ پتاسیم به نیتروژن به ترتیب با ۶۲ سانتی‌متر و ۲۴/۷ گرم به دست آمد (شکل ۴). ارتفاع ساقه گلدهنده یکی از معیارهای مهم و اصلی برای بیان کیفیت گل بریدنی است (Al-khassawneh *et al.*, 2006).



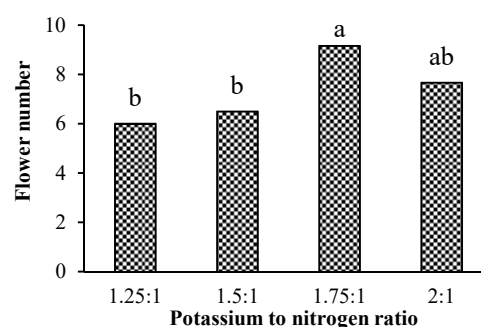
شکل ۴. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر میانگین وزن ساقه گلدهنده (شکل چپ) و ارتفاع ساقه گلدهنده (شکل راست) ژربرا رقم Dune.

Figure 4. Mean comparison effect of different potassium to nitrogen ratios on Flower stem weight (left) and Flower stem height (right) of gerbera cv. Dune.

پتاسیم با افزایش متابولیسم، بهبود روابط آبی و فعالیت آنزیم‌ها موجب تحریک رشد گیاه و افزایش وزن ساقه گلدهنده می‌شود (Marschner, 2012). پتاسیم نقش عمده‌ای در حمل و نقل آب و مواد غذایی از طریق آوند چوبی در سراسر گیاه بر عهده دارد. هنگامی که مقدار پتاسیم کاهش می‌یابد، انتقال نیترات، فسفات، کلسیم، منیزیم و اسیدهای آمینه کاهش می‌یابد. حمل و نقل پتاسیم در آوند آبکش و

تعداد گل

جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر تعداد گل در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. در این پژوهش افزایش غلظت پتاسیم، بر میانگین تعداد گل تاثیر مثبت داشت و بیشترین میانگین تعداد گل (۹/۱۶ عدد) در نسبت ۱/۷۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن و کمترین میانگین تعداد گل (۶ عدد) با کاربرد نسبت ۱/۲۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن در محلول غذایی به دست آمد (شکل ۳).

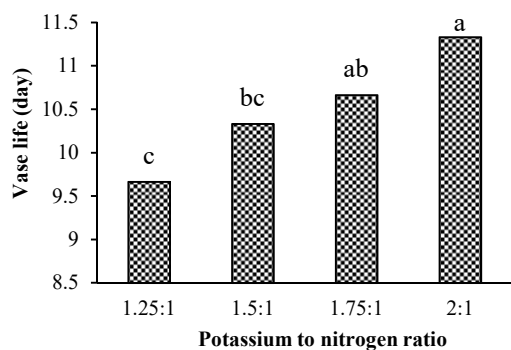


شکل ۳. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر میانگین تعداد گل ژربرا رقم Dune.

Figure 3. Mean comparison effect of different potassium to nitrogen ratios on flower number of gerbera cv. Dune.

محتوای پتاسیم و نیتروژن جزو مهم‌ترین فاکتورهای کیفی گیاه بوده و در حد متعادل می‌توانند تعداد گل را در گیاهان زینتی افزایش دهند (Monish *et al.*, 2008). پتاسیم در تحریک رشد، افزایش جذب مواد غذایی و افزایش برخی فرآیندهای سوخت و سازی مانند جابه‌جایی کربوهیدرات‌ها نقش دارد و باعث افزایش تعداد و اندازه گل در گیاه می‌شود (Hussein, 2008; Neto *et al.*, 2015). استفاده همزمان از پتاسیم و نیتروژن میزان کلروفیل را در گیاه افزایش داده و در نتیجه فتوسنتز و تجمع مواد غذایی در گیاه افزایش می‌یابد (Hou *et al.*, 2019). با افزایش کربوهیدرات‌ها تعداد گل بیشتری در گیاه تولید می‌شود (Sajid & Amin, 2014). افزایش تعداد گل در اثر افزایش نسبت پتاسیم به نیتروژن در محلول غذایی، در داوودی (Barbosa *et al.*, 2000; Alvarado- Azeezahmed *et al.*, 2016) و لیزیانوس (Camarillo *et al.*, 2018) نیز گزارش شده است.

دارد (Moallaye Mazraei *et al.*, 2019). سلول‌ها در زمان پژمردگی نیز مقداری قند در خود ذخیره دارند و این احتمال وجود دارد که علی‌رغم غلظت بالای قند در واکوئل، اعضای سلول از جمله میتوکندری‌ها قادر به استفاده از آن نباشند. این ناتوانی اندام‌های سلولی در دریافت قند، سبب کاهش عمر گلجایی و پژمردگی گلبرگ‌ها می‌گردد (Van Doorn, 2000). افزایش پتاسیم سبب افزایش فتوسنتز، افزایش انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به آوندهای آبکش، افزایش سرعت انتقال مواد در آوندها و انتقال آن‌ها به گل می‌شود (Neto *et al.*, 2015). همچنین پتاسیم از طریق افزایش شدت فتوسنتز و بالا بردن سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به بافت ذخیره‌ای (Lin *et al.*, 2004) و تسهیل انتقال ساکارز و کربوهیدرات‌ها (Moshiri *et al.*, 1393) می‌تواند باعث افزایش کمیت و کیفیت گل شود. برهمکنش پتاسیم و نیتروژن نیز باعث افزایش تعداد شاخه‌ها و زیست توده گیاهی می‌شود. در نتیجه میزان مواد غذایی ذخیره شده در بافت‌ها افزایش یافته و به طور غیر مستقیم منجر به افزایش عمر گلجایی در گیاه می‌شود (Parihar, 2014).



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به

نیتروژن بر عمر گلجایی ژبررا رقم Dune.

Figure 5. Mean comparison effect of different potassium to nitrogen ratios on flower number of gerbera cv. Dune.

آوند چوبی صورت می‌گیرد که با آنزیم‌ها هورمون‌های رشد گیاه در ارتباط است. بنابراین وجود پتاسیم کافی برای عملکرد مطلوب این سیستم‌ها ضروری است (Thomas & Thomas, 2009). نیتروژن کافی در محلول غذایی و جذب بهینه آن توسط گیاه موجب رشد سلول‌ها و تحریک جوانه‌های فرعی و در نتیجه افزایش ارتفاع گل‌ها می‌شود (Singh, 2000). افزایش ارتفاع گیاه به دلیل افزایش در تعداد گره و طول میانگره‌ها می‌باشد که منجر به افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. نیتروژن با تحریک بیوسنتز سیتوکینین و انتقال آن از ریشه به بخش‌های هوایی گیاه منجر به تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها شده و باعث افزایش ارتفاع ساقه گل‌دهنده می‌شود (Pouryousef *et al.*, 2010). پتاسیم نیز با ایفای نقش در انتقال آب و حفظ فشار تورژسانس، بزرگ شدن و رشد طولی شدن سلول‌ها را تسهیل نموده (Taiz & Zeiger, 2002) و از این طریق باعث افزایش وزن و ارتفاع ساقه گل‌دهنده می‌شود.

عمر گلجایی

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن در سطح پنج درصد بر عمر گلجایی معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۵) بیانگر افزایش طول عمر گلجایی ژبررا با افزایش غلظت پتاسیم بود. بیشترین عمر گلجایی (۱۱/۲ روز) در نسبت ۲ به ۱ پتاسیم به نیتروژن و کمترین عمر گلجایی (۹/۷ روز) در نسبت ۱ به ۱/۵ مشاهده شد. از عوامل مهم در تعیین عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده درصد مواد جامد محلول آن می‌باشد. بیشتر گل‌های شاخه بریده زمانی که پژمرده می‌شوند سطوح پایینی از از قندهای محلول در گلبرگ‌های آنها وجود دارد. عمر پس از برداشت گل به طور معنی‌داری تحت تاثیر نوع رقم قرار

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی ژبررا.

Table 5. Results of variance analysis effect of different ratios of potassium to nitrogen on some physiological indices of gerbera.

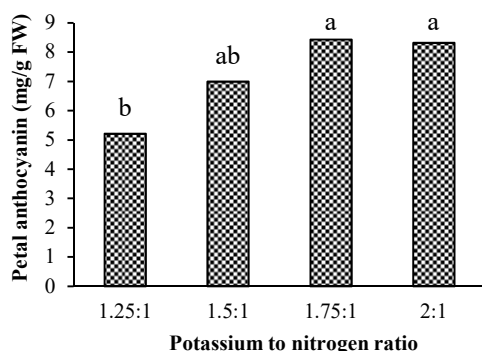
Source of variation	df	Mean of squares			
		Leaf chlorophyll index	Petal anthocyanin	Leaf carotenoid	Soluble sugar
K to N ratio	3	28.439**	6.749*	0.000009 ^{ns}	176.877**
Error	8	1.138	1.318	0/003	17.436
CV %		1.91	15.86	20.93	7.42

ns * ** : نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال به ترتیب ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **: Non-Significantly difference and significantly difference at 5 and 1 % probability level, respectively

آنتوسیانین گلبرگ

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر آنتوسیانین گلبرگ در سطح پنج درصد معنی‌دار است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۷) نشان داد که کاربرد نسبت ۱/۷۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن در محلول غذایی، باعث تولید بیشترین مقدار آنتوسیانین در گلبرگ به میزان ۸/۴۲mg/g FW گردید.



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر محتوای آنتوسیانین گلبرگ ژربرا رقم Dune.
Figure 7. Mean comparison effect of different potassium to nitrogen ratios on petal anthocyanin content of gerbera cv. Dune.

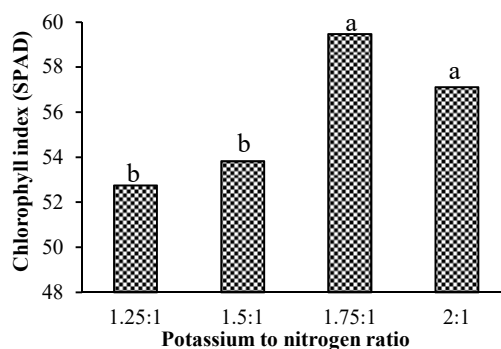
افزایش بیوسنتز فنولیک‌ها با افزایش سطح پتاسیم ممکن است با نقش پتاسیم به عنوان فاکتور مهم در فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لایاز (PAL) در ارتباط باشد (Ibrahim *et al.*, 2011). پتاسیم احتمالاً با افزایش آنزیم PAL میزان آنتوسیانین را افزایش می‌دهد (Nadernejad *et al.*, 2012). این عنصر همچنین در حمل و نقل قندها و تولید کربوهیدرات‌ها نقش بسیار مهمی داشته و می‌تواند به طور غیر مستقیم در تحریک تولید آنتوسیانین دخیل باشد (Zheng *et al.*, 2008). گزارش کردند که افزایش میزان آنتوسیانین احتمالاً می‌تواند به دلیل نقش پتاسیم در افزایش فتوسنتز و افزایش آمینواسیدها و پروتئین باشد (Malakooti *et al.*, 2008).

قندهای محلول

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می‌دهد که اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر میزان

شاخص کلروفیل

نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر شاخص کلروفیل برگ داشت (جدول ۵). در غلظت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن نسبت ۱/۷۵ به ۱، باعث حصول بیشترین میانگین شاخص کلروفیل گردید (شکل ۶).



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر شاخص کلروفیل ژربرا رقم Dune.
Figure 6. Mean comparison effect of different potassium to nitrogen ratios on chlorophyll index (SPAD) of gerbera cv. Dune.

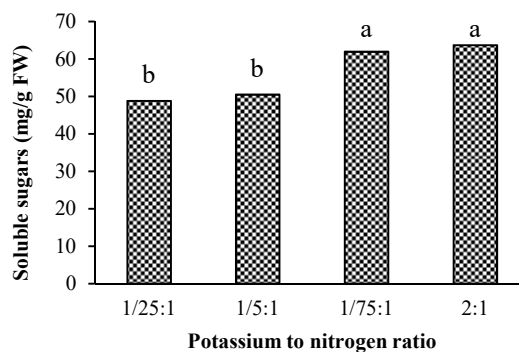
پتاسیم نقش بسیار اساسی و تعیین کننده در تسهیم و انتقال کربوهیدرات‌ها و ترکیبات پروتئینی در گیاه داشته (El-Bassiony, 2012) و باعث فعال نگه داشتن نقاط مریستمی و حفظ بافت‌های جوان گیاه می‌گردد (Hegazi *et al.*, 2011). حفظ تعادل یونی گیاه توسط پتاسیم و تاثیر این عنصر بر فعالیت آنزیم پیرووات کیناز که در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و توسعه اندام‌های فتوسنتزکننده و محتوای کلروفیل نقش بسزایی دارد، اثبات شده است (Ramzan *et al.*, 2010) و افزایش شاخص کلروفیل را در پی خواهد داشت. اثر افزایشی کود نیتروژن بر مقدار کلروفیل به نقش نیتروژن در ساختار کروموفیل مربوط می‌شود. نیتروژن جزو اصلی همه اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها می‌باشد که به صورت یک ترکیب ساختاری در کلروپلاست عمل می‌کند (Ouda & Mahadeen, 2008). افزایش شاخص کلروفیل برگ گیاهان منجر به افزایش شدت فتوسنتز و رشد گیاهان می‌شود (Najafi *et al.*, 2011).

تجمع متابولیت‌های اولیه مانند نشاسته و قندهای محلول در اندام‌های گیاهی را تسهیل می‌کند (Ibrahim *et al.*, 2012).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که افزایش نسبت پتاسیم به نیتروژن باعث بهبود ویژگی‌های رشدی، افزایش شاخص کلروفیل، آنتوسیانین گلبرگ و قندهای محلول در گیاه ژبربا شد. افزایش نسبت پتاسیم به نیتروژن، باعث افزایش تعداد برگ، تعداد گل و محتوای قندهای محلول گردید. بیشترین افزایش در این صفات در نسبت ۱/۷۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن مشاهده شد. تیمار ۲ به ۱ پتاسیم به نیتروژن در مقایسه با سایر تیمارها افزایش حداکثری وزن تر و خشک برگ، ارتفاع و وزن ساقه گل‌دهنده و عمر گلجایی در گیاه ژبربا را باعث شد. آنتوسیانین گلبرگ با افزایش غلظت پتاسیم افزایش یافته و بیشترین میزان آنتوسیانین گلبرگ (mg/g FW) ۸/۴۲ در نسبت ۱/۷۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن مشاهده شد. اگرچه افزایش نسبت پتاسیم به نیتروژن در محلول غذایی باعث بهبود برخی صفات رشدی و کیفی گردید، اما بین نسبت ۲ به ۱ و ۱/۷۵ به ۱ نیتروژن به پتاسیم اختلاف معنی‌داری در رابطه با تاثیر آن‌ها بر صفات مورد بررسی مشاهده نگردید. با در نظر گرفتن این موضوع و هزینه‌های مربوط به مصرف کود در تولید تجاری ژبربا برای شاخه بریده، نسبت ۱/۷۵ به ۱ پتاسیم به نیتروژن به عنوان نسبت مناسب و منطقی در این تحقیق معرفی می‌گردد.

قندهای محلول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. بیشترین میزان قندهای محلول (mg/g FW) ۶۳/۷۴ با کاربرد نسبت ۲ به ۱ پتاسیم به نیتروژن در محلول غذایی به دست آمد (شکل ۸).



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف پتاسیم به نیتروژن بر محتوای قند محلول برگ ژبربا رقم Dune.
Figure 8. Mean comparison effect of different ratios of potassium to nitrogen on leaf soluble sugars content of gerbera cv. Dune.

پتاسیم از جمله عناصر مورد نیاز گیاه است که نقش مهمی در فتوسنتز و تسهیم، انتقال و ذخیره کربوهیدرات‌ها دارد (Pettigrew, 2008). پتاسیم سبب جریان مواد قندی از برگ‌ها به دیگر اندام‌ها شده و فعالیت آنزیم‌هایی را که در تبادل هیدروکربن‌ها شرکت دارند، تشدید می‌کند. این مساله سبب بالا رفتن فشار اسمزی سلول‌ها و تجمع نشاسته و مواد قندی می‌شود (Lester *et al.*, 2010). انتقال مواد از طریق جریان آبکشی در گیاهان نیازمند حضور پتاسیم در گیاه می‌باشد و وجود مقادیر کافی پتاسیم منجر به

REFERENCESVAN

1. Abbasi, J., Hassanpour Asil, M. and Olfati, J. A. (2018). Improvement of some growth traits of gerbera flower (*Gerbera jamesonii*) by using mineral nutrition at different stages of plant growth under effect of salinity stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 4 (50): 865-878. (in Farsi).
2. Al-Khassawneh, N. M., Karam, N. S., & Shibli, R. A. (2006). Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. *Scientia Horticulturae*, 107(2), 187-193.
3. Alvarado-Camarillo, D., Castillo-González, A. M., Valdez-Aguilar, L. A. & García-Santiago, J. C. (2018). Balance and concentration of nitrogen and potassium affect growth and nutrient status in soilless cultivated lisianthus. *Acta Agriculturae Scandinavica, Soil & Plant Science*, 68(6), 496-504.
4. Amador, B. M., Yamada, S., Yamaguchi, T., Puente, E. R. Serrano, N. A., Hernandez, R., Aguilar, R. L., Dieguez, E. T., & Garibay, A. N. (2007). Influence of calcium silicate on growth, physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193, 413-421.
5. Amin, N., Sajid, M., Qayyum, M. M., Shah, S. T., Wahid, F., & Hashmi, R. S. (2015). Response of gerbera (*Gerbera jamesonii*) to different levels of phosphorus and potassium. *International Journal of Biosciences*, 7(4), 1-11.

6. Azeezahmed, S. K., Dubey, R. K., Kukal, S. S., & Sethi, V. P. (2016). Effect of different nitrogen-potassium concentrations on growth and flowering of chrysanthemum in a drip hydroponic system. *Journal of Plant Nutrition*, 39(13), 1891-1898.
7. Barbosa, J. G., Kampf, A. N., Martinez, H. E. P., Koller, O. C., & Bohnen, H. (2000). Chrysanthemum cultivation in expanded clay. I. Effect of the nitrogen-phosphorus-potassium ratio in the nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 23(9), 1327-1336.
8. De Kreij, C., Sonneveld, C., Warmenhoven, M. G., & Straver, N. A. (1992). Guide values for nutrient element contents of vegetables and flowers under glass. *Research Station for Floriculture and Greenhouse Vegetables Report*, The Netherlands. 69 p.
9. El-Bassiony, A. M., Fawzy, Z. F., Abd El-Samad, E. H., & Riad, G. S. (2012). Growth, yield and fruit quality of sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.) as affected by potassium fertilization. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 6(12), 722-729.
10. Gaj, R., Gorski, D., & Przybyl, J. (2013). Effect of differentiated phosphorus and potassium fertilization on winter wheat yield and quality. *Journal of Elementol*, 18, 55-76.
11. Hegazi, E., Samira, S., Mohamed, M., El-Sonbaty, M. R., Abd El-Naby, S. K. M., & El-Sharony, T. F. (2011). Effect of potassium nitrate on vegetative growth, nutritional status and yield and fruit quality of olive cv. "Picual". *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 3, 252-258.
12. Haghghi M., Heidarian S., & Teixeira da Silva, J. A. (2012). The effect of titanium amendment in N-withholding nutrient solution on physiological and photosynthesis attributes and micronutrient uptake of tomato. *Biological Trace Element Research*, 150(1-3), 381-390.
13. Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Berkeley, University of California. 31 p.
14. Hou, W., Trankner, M., Lu, J., Yan, J., Huang, S., Ren, T., Cong, R., & Li, X. (2019). Interactive effects of nitrogen and potassium on photosynthesis and photosynthetic nitrogen allocation of rice leaves. *BMC Plant Biology*, 19, 302.
15. Hussein, A. H. A. (2008). Response of 'Manzanillo' olive (*Olea europaea* L.) cultivar to irrigation regime and potassium fertilization under Tabouk conditions, Saudi Arabia. *Journal of Agronomy*, 7(4), 285-296.
16. Ibrahim, M. H., Jaafar, H. Z. E., Rahmat, A., & Abdul Rahman, Z. (2011). The relationship between phenolics and flavonoids production with total non-structural carbohydrate and photosynthetic rate in *Labisia pumila* Benth. under high CO₂ and nitrogen fertilization. *Molecules*, 16(1), 162-174.
17. Ibrahim, M. H., Jaafar, H. Z. E., Karimi, E., & Ghasemzadeh, A. (2012). Primary, secondary metabolites, photosynthetic capacity and antioxidant activity of the Malaysian herb kacip fatimah (*Labisia pumila* Benth.) exposed to potassium fertilization under greenhouse conditions. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(11), 15321-15342.
18. Irigoyen, J. J., Emerich, D. W., & Sanchez- Diaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Plant Physiology*, 84, 55-60.
19. Kaur, H., Bedi, S., Sethi, V. P., & Dhatt, A. S. (2018). Effects of substrate hydroponic systems and different N and K ratios on yield and quality of tomato fruit. *Journal of Plant Nutrition*, 41(12), 1547-1554.
20. Khosh-Khui, M., Sheybani, B., Rouhani, A., & Tafazzoli, E. A. (1389). *Horticulture principles*. University of Shiraz. 640 p. (in Farsi).
21. Kumar, N. (2007). *Studies on the effects of hormones in combination with nitrogen fertilization in gladiolus*. Ph.D. Thesis. Division of Floriculture and Landscaping Indian Agricultural, Indian Agricultural Research Institute. New Delhi.
22. Lam, H. M., Coschigano, T., Oliveira, I. C., Oliveira, R. M., & Coruzzi, G. M. (1996). The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acid in higher plants. *Annual Reviews*, 47, 93-569.
23. Lester, G. E., Jifon, J. L., & Makus, D. J. (2010). Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L.) case study. *Plant and Soil*, 335, 117-131.
24. Lin, D., Huang, D., & Wang, S. (2004). Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. *Scientia Horticulturae*, 102: 53-60.
25. Marschner, H. (2012). *Mineral nutrition of higher plants*. London. Academic Press. 672 p.
26. Malakooti, M., Keshavarz, P., & Karimian, N. (2008). *A comprehensive method of fertilizer diagnoses and recommendation for sustainable agriculture*. 7th edition. Tarbiat Modares university. 718 p. (In Farsi).
27. Mikkelsen, R. (2008). Managing potassium for organic crop production. *Better Crops*, 92(2), 2729.
28. Moallaye Mazraei, S., Chehrazai, M. and Khaleghi, E. (2019). The effect of calcium nano-chelated sprays on physiological, morphological parameters and vase life of gerbera. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 4 (51): 849-860. (in Farsi).

29. Monish, M., Umrao, V. K., Tyagi, A. K., & Meena, P. M. (2008). Effect of nitrogen and phosphorus levels on growth, flowering and yield of china aster. *Agricultural Science Digest*, 28(2), 97-100.
30. Moshiri, F., Shahabi, E. A., Keshavarz, P., Khogar, Z., Feyzi Asl, V., Tehrani, M. M., Asadi, H., Samavat, S., Sadri, M. H., Rashidi, N., Saadat, S., & Khademi, Z. (1393). *Instructions for integrated management of soil fertility and wheat nutrition*. Soil and water institute, Ministry of Agriculture - Jihad. 81 p. (In Farsi).
31. Nadernejad, N., Ahmadimoghadam, A., Hosseinifard, J., & Pourseyedi, S. (2012). Phenylalanine ammonia-lyase activity, total phenolic and flavonoid content in flowers, leaves, hulls and kernels of three pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, 12(6), 807-814.
32. Najafi, N., Parsazadeh, M., Tabatabai, S. J., & Oustan, S. h. (2011). Effects of nitrogen form and pH of nutrient solution on the uptake iron, zinc, copper and manganese by spinach in hydroponic culture. *Journal of Soil and Water Research*, 2, 283-295.
33. Nemali, K. S., & Iersel, V. M. V. (2004). Light effects on wax begonia: photosynthesis, growth Respiration, maintenance respiration, and carbon use efficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129(3), 416-424.
34. Neto, A. E. F., Boldrin, K. V. F., & Mattson, N. S. (2015). Nutrition and quality in ornamental plants. *Ornamental Horticulture*, 21(2), 139-150.
35. Nurzynska-Wierdak, R., Dzida, K., Rozek, E., & Jarosz, Z. (2012). Effects of nitrogen and potassium fertilization on growth, yield and chemical composition of garden rocket. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum cultus*, 11(2), 289-300.
36. Ouda, B. A., & Mahadeen, A. Y. (2008). Effect of fertilizers on growth, yield, yield components, quality and certain nutrient contents in broccoli (*Brassica oleracea*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 10, 627-632.
37. Parihar, B. (2014). *Response of gaillardia (Gaillardia pulchella Foug.) cultivars to different levels of nitrogen*. M.Sc. Thesis. Floriculture and Landscaping architecture, College of Horticulture. RVSKVV, Gwalior.
38. Patel, D. S. (2012). *Nutrition studies on gerbera (Gerbera jamesonii Bolus ex Hooker F.) under net house condition*. M. Sc. Thesis, Floriculture and Landscaping Architecture, College of Horticulture. RVSKVV, Gwalior.
39. Pettigrew, W. T. (2008). Potassium influence on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum*, 133, 670-681.
40. Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M. R., Rahimi, A., & Tavakoli, A. (2010). Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata* Forsk). *Electronic Journal of Crop Production*, 3, 193-213.
41. Ramzan, A., Hafiz, I. A., Ahmad, T., & Abbasi, N. A. (2010). Effect of priming with potassium nitrate and dehusking on seed germination of gladiolus (*Gladiolus alatus*). *Pakistan Journal of Botany*, 42(1), 247-258.
42. Renuka, M. D., Dalal, S. R., Gonge, V. S., Mohariya, A. D., & Anuje, A. A. (2005). Effect of phosphorus and potash on growth, flowering and yield of gerbera under polyhouse condition. *Crop Research*, 29(2), 268-271.
43. Sajid, M., & Amin, N. (2014). Effect of various combinations of nitrogen, phosphorus and potash on enhancing the flowering time in chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). *International Journal of Biosciences*, 10(4), 99-108.
44. Sangakkara, U. R., Frehner, M., & Nosberger, J. (2000). Effect of soil moisture and potassium fertilizer on shoot water potential, photosynthesis and partitioning of carbon in mungbean and cowpea. *Journal of Agron Crop Science*, 185, 201-207.
45. Shabala, S. (2003). Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. *Annals of Botany*, 92, 627-634.
46. Shafiullah Proshan, A. Z. M., Nazirul Islam Sarker Md., Shahidul Islam, Md., Arshad Ali, Md. (2017). Status and prospect of gerbera cultivation in Bangladesh. *International journal of Horticulture, Agriculture and Food Science*, 1(1), 24-29.
47. Singh, K. P. (2000). Response of graded levels of nitrogen in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single. *Advances in Plant Sciences*, 13(1), 283-285.
48. Sonneveld, C., & Voogt, W. (2009). *Plant nutrition of greenhouse crops*. Dordrecht. Springer. 431 p.
49. Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology*. Sunderland, Mass. Sinauer Associates. 690 p.
50. Thomas, T. C., & Thomas, A. C. (2009). Vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency. *Plant Signal Behaviour*, 4(3), 240-243.

51. Van Doorn, W. G. (2000). Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. *In VII International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants*, Fort Lauderdale, Florida, USA. 543, 179-183.
52. Zheng, Y., Jia, A., Tangyuan, N., Xu, J., Li, Z., & Jiang, G. (2008). Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 165(14), 1455-1465.
53. Zorb, C., Senbayram, M., & Peiter, E. (2014). Potassium in agriculture- Status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, 171(9), 656-669.