نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۴۷۹-۴۷۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 4, Winter 2014, P. 470-479
ISSN: 2008 - 4730

اثر بسترهای مختلف کاشت بر جذب عناصر غذایی، خصوصیات رشد و عملکرد گل ژربرا در کشت بدون خاک

محمد علی خلج[۱*]- مینا امیری[۲]- محمد حسین عظیمی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۵

چکیده

برای بررسی تأثیر بسترهای مختلف کاشت بر جذب عناصر غذایی، خصوصیات رشد و عملکرد گل ژربرا، آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار در ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات انجام گرفت. تیمارها شامل موارد زیر بودند: ماسه، پیت + ماسه (۲۵٪ + ۷۵٪)، پیت + ماسه (۵۰٪ + ۵۰٪)، پرلیت + پیت (۷۵٪ + ۲۵٪)، پرلیت + پیت (۵۰٪ + ۵۰٪)، پرلیت + پیت (۲۵٪ + ۷۵٪) و پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪)، پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۵۰٪ + ۲۵٪ + ۲۵٪)، پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۵۰٪ + ۲۵٪)، پیت + پوکه صنعتی (۵۰٪ + ۵۰٪). تمام تیمارها با محلول غذایی یکسان تغذیه و آبیاری شدند. نتایج نشان داد که بسترهای کاشت تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در خصوصیات ریخت‌شناسی و غلظت عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در گیاه داشت. داده‌ها نشان داد که بستر کاشت پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) مناسب‌ترین تیمار می‌باشد. دراین بستر کاشت، تعداد گل، قطر دیسک گل، قطر ساقه، قطر گردن ساقه، ارتفاع گل و عمر پس از برداشت گل به ترتیب ۲۰۷ عدد در متر مربع در سال، ۱۲/۴ سانتی‌متر، ۰/۸ سانتی‌متر، ۰/۵۸ سانتی‌متر، ۵۴/۵ سانتی‌متر و ۱۱/۶ روز بدست آمد. همچنین در این تیمار میزان غلظت عناصر پر مصرف ازت، فسفر و پتاسیم در برگ گیاه به ترتیب ۴/۱۷، ۰/۸ و ۴/۳۴ درصد و میزان غلظت عناصر کم مصرف آهن، منگنز، روی، مس و بُر در برگ‌های گیاه رشد یافته در این بستر به ترتیب ۱۵۵/۷۳، ۱۴۸/۱۹۴،۵۶/۸۳، ۴۴/۹۲ و ۵۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: ژربرا، کشت بدون خاک، بستر کاشت، پیت، رشد رویشی

مقدمه

ژربرا (*Gerbera jamesonii* L.) گیاهی علفی بوده که دارای گل‌های رنگارنگ زیبایی می‌باشد و به عنوان گل شاخه بریده، گلدانی و باغچه‌ای در بسترهای طبیعی (خاک) و مصنوعی (پیت، پرلیت و پوکه صنعتی به صورت مخلوط با درصدهای مختلف) کشت شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳، ۴، ۶ و ۷).

بسترهای کاشت مختلفی برای پرورش ژربرا در نقاط مختلف دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد که از جمله آن‌ها، پرلیت، پشم سنگ، ورمی‌کولایت، ماسه، الیاف نارگیل (کوکوپیت)، پوکه صنعتی، کمپوست گاوی، زئولیت و پومیس می‌باشند (۱۱، ۱۷ و ۱۸). لابک و همکاران (۱۳) در آزمایشی تأثیر بسترهای کاشت پشم سنگ و کوکوپیت (الیاف نارگیل) بر تولید گل و کیفیت ساقه گل‌دهنده گل ژربرا رقم ارولیا (Aurelia) را در دو سیستم پرورشی باز و بسته مطالعه کردند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که نوع ترکیب بستر، کیفیت گل را تحت تأثیر قرار داد. ساقه‌های گل‌دهنده‌ی گیاهان پرورش یافته در الیاف نارگیل (کوکوپیت) کوتاه‌تر از گیاهان پرورش یافته در پشم سنگ بود در صورتی که وزن ساقه گل‌دهنده در گیاهان پرورش‌یافته در الیاف نارگیل نسبت به پشم سنگ بیشتر بود. مالوپا و همکاران (۱۶) به منظور تعیین بستر کاشت مناسب و تأثیر آن برروی عملکرد و کیفیت گل ژربرا، آزمایشی با چهار رقم فیم (Fame)، رجینا (Regina)، پارتی (Party) و زیمنا (Ximena) و ۵ نوع بسترکاشت شامل آتاپولوژایت (Attapulgite)، پشم سنگ، پرلیت، زئولیت و ماسه انجام دادند. نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد گیاهان در بستر پشم سنگ کمتر از بسترهای مورد مطالعه دیگر بود. بیشترین عملکرد دررقم " پارتی" و کمترین آن در رقم" زیمنا" مشاهده شد. بیشترین

۱- عضو هیات علمی ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی شهرستان محلات
(*- نویسنده مسئول: Email: khalaj56@yahoo.com)
۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه پیام نور، واحد محلات
۳- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

عملکرد در مدت ۶ ماه در بستر ماسه به تعداد ۸/۰۶ گل در بوته و بعد از آن زئولیت با ۷/۱۳ و پرلیت با ۶/۹ وجود داشت که تفاوت معنی‌داری با پشم سنگ (۵/۳۸ گل) داشتند. طویل‌ترین ساقه در تمام ارقام مورد مطالعه، در بستر کاشت حاوی پرلیت مشاهده شد. فخری و همکاران (۱۱) عملکرد و کیفیت گل ژربرا، رقم‌های فیم (Fame)، رزابلا (Rosabella) و سان اسپات (Sunspot) را بین سیستم‌های کشت بدون خاک با بسترهای پرلیت و مخلوط پیت و پرلیت به نسبت ۱ به ۱ و پومیس مورد آزمایش قرار دادند.

نتایج نشان داد که عملکرد و کیفیت در مخلوط پیت-پرلیت مشابه و یا بیشتر از خاک بود. عملکرد و کیفیت در گیاهان پرورش یافته در بستر پومیس کمتر از بقیه بسترهای کاشت بود. بیشترین عملکرد در رقم" فیم" با ۶/۱۲ گل در هر گیاه در مخلوط پیت و پرلیت مشاهده شد و قطر گل نیز ۱۱/۷ سانتی‌متر بود و کمترین عملکرد در رقم"سان اسپات" با ۳/۹۴ گل در هر گیاه بود. همچنین طویل‌ترین ساقه (۶۹ سانتی‌متر) نیز در این رقم مشاهده شد. وجود پیت به عنوان ماده آلی درترکیب بستر، موجب بهبود شرایط رشد ریشه شده و در نتیجه افزایش خصوصیات کمی و کیفی گل را به دنبال داشته است. همچنین در آزمایش مشابهی توسط مالوپا و همکاران (۱۷)، رشد گل ژربرا رقم " فیم" در سه بستر پرلیت، مخلوط پیت و پرلیت با نسبت ۱ به ۱ و پومیس مقایسه شد. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد گل از گیاهان پرورش یافته در مخلوط پیت + پرلیت به نسبت ۱ به ۱ و کمترین آن در بستر پومیس بدست آمد. جذب بهینه ازت و پتاسیم توسط گیاه موجب بهبود کمیت و کیفیت گل ژربرا و عمر پس از برداشت آن خواهد شد. همچنین جذب مقدار مناسب فسفر موجب رشد بهتر ریشه‌ها شده و با جذب بهتر عناصر غذایی توسط گیاه، کمیت و کیفیت گل بهبود می‌یابد (۵ و ۱۰). محدوده مناسب غلظت عناصر پر مصرف ازت، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۴/۹-۲/۵۲، ۰/۷-۰/۲۵ و ۵-۳/۱ درصد بوده و همچنین محدوده مناسب غلظت عناصر کم مصرف آهن، منگنز،روی، مس و بُر در برگ‌های گل شاخه بریده ژربرا به ترتیب۲۰۰-۵۰، ۲۵۰-۴۰، ۲۰۰-۲۵، ۵۰-۶ و۶۰-۲۰ بیان شده است (۸ و ۱۲). یکی از ضرورت-های توسعه سیستم‌های کشت بدون خاک گیاهان زینتی در ایران، یافتن بسترهای کاشت مناسب با استفاده از مواد اولیه ارزان و در دسترس می‌باشد برهمین اساس، پژوهش حاضر با هدف معرفی مناسب‌ترین بستر کاشت برای سیستم کشت بدون خاک غیرچرخشی (باز) گل ژربرا اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار به منظور بررسی اثر بسترهای کشت متفاوت بر رشد و عملکرد گل ژربرا رقم رزالین (Rosalin) در ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات انجام گرفت. برای هر تیمار ۳ گلدان در نظر گرفته شد. تیمارهای طرح شامل موارد زیر بودند: ۱- ماسه، ۲- پیت + ماسه (۲۵٪ + ۷۵٪)، ۳- پیت + ماسه (۵۰٪ + ۵۰٪)، ۴- پرلیت + پیت (۷۵٪ + ۲۵٪)، ۵- پرلیت + پیت (۵۰٪ + ۵۰٪)، ۶- پرلیت + پیت (۲۵٪ + ۷۵٪)، ۷- پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪+۷۰٪ + ۵٪)، ۸- پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۵۰٪ + ۲۵٪ + ۲۵٪)، ۹- پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪+ ۵۰٪+ ۲۵٪)، ۱۰- پیت + پوکه صنعتی (۵۰٪+ ۵۰٪). در این آزمایش از ماسه با قطر میانگین ۱ میلی‌متر، پرلیت با قطر میانگین ۲ میلی‌متر، پوکه صنعتی با قطر میانگین ۵ میلی‌متر استفاده گردید. بسترها به صورت حجمی، با هم مخلوط شدند. دمای گلخانه در شبانه روز بین ۲۸-۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی بین ۷۰-۵۰٪ و میزان روشنایی بین ۲۵۰۰۰-۲۳۰۰۰ لوکس (متر مربع/ لومن) بود. نشاء ژربرا در گلدان‌های به حجم ۴ لیتر کاشته شده و در محل مناسب در گلخانه قرار داده شد. گلدان‌ها هر روز در سه مرحله (یک مرحله صبح و دو مرحله بعد از ظهر) و در هر مرحله ۱/۵ دقیقه با حدود ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول غذایی، آبیاری گردید. پ-هاش محلول غذایی به طور متوسط ۶/۵-۵/۵ و شوری آن ۱/۵-۲ دسی‌زیمنس‌بر متر بود. ترکیب محلول غذایی استفاده شده عبارت بود از: نیتروژن ، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد به ترتیب۱۲۳، ۳۷، ۱۶۶، ۱۶۰، ۲۴ و ۴۲ میلی‌گرم در لیتر و آهن، منگنز، روی، مس، بر و مولیبدن به ترتیب ۱۹۶۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۶۳۵، ۳۷۸ و ۹۵ میکروگرم در لیتر که به طور یکنواخت به تیمارها داده شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه گیری شد (۲۶). در یک دوره ۶ ماهه، گل‌ها برداشت شده و برخی صفات ریخت‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت: تعداد گل، ارتفاع ساقه گل‌دهنده و قطر دیسک گل با استفاده از خط کش، قطر گردن ساقه (محل اتصال ساقه به دیسک گل و قطر ساقه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری از پایین با استفاده از کولیس و عمر پس از برداشت گل در دمای ۲۰- ۱۵ درجه سلسیوس و در داخل آب مقطر، اندازه‌گیری شد. غلظت عناصر پر مصرف در برگ‌های گیاه مانند نیتروژن (با استفاده از روش تقطیر کجلدال)، پتاسیم (بوسیله دستگاه فلیم فتومتر) و فسفر(بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر) و عناصر کم مصرف (بوسیله دستگاه جذب اتمی) و همچنین بُر (با استفاده از روش آب داغ) تعیین گردید (۱). تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده نرم‌افزار Mstatc انجام شده و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excell استفاده گردید.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای کاشت مورد استفاده در این آزمایش

تیمارها	خلل و فرج (درصد)	CEC (cmolc/kg)	EC (dS/m)	pH
T1) ماسه	۴۰	۰/۷۵	۱/۰۴	۶/۹۱
T2) پیت+ ماسه (۲۵٪ + ۷۵٪)	۴۱/۱	۳/۵	۱/۰۲	۶/۸۷
T3) پیت+ ماسه (۵۰٪ + ۵۰٪)	۴۲/۷	۷/۷	۰/۹۹	۶/۸۲
T4) پرلیت+ پیت (۷۵٪ + ۲۵)	۷۳/۷	۲۶/۵	۰/۸۴	۶/۵۴
T5) پرلیت+ پیت (۵۰٪ + ۵۰٪)	۷۹/۴	۵۷/۲	۰/۶۵	۶/۱۵
T6) پرلیت+ پیت (۲۵٪ + ۷۵٪)	۸۶/۳	۹۴/۹	۰/۴۱	۶/۶۵
T7) پرلیت+ پیت+ پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪)	۸۰/۷	۸۰/۳	۰/۳۹	۶/۱۷
T8) پرلیت+ پیت+ پوکه صنعتی (۵۰٪ + ۲۵٪ + ۲۵٪)	۶۲/۷	۲۲/۴	۰/۴۹	۷/۷۵
T9) پرلیت+ پیت+ پوکه صنعتی(۲۵٪ + ۵۰٪ + ۲۵٪)	۶۶/۲	۴۳/۵	۰/۳۴	۶/۵۱
T10) پیت+ پوکه صنعتی (۵۰٪+ ۵۰٪)	۵۹	۳۵/۳	۰/۱۸	۸/۲۹

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های ریخت شناسی گل ژربرا

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد گل	قطر گل	قطر ساقه	قطر گردن ساقه	ارتفاع گل	عمر پس از برداشت
بسترهای کاشت	۹	۱۲۲/۲۴**	۰/۵۶۳**	۰/۰۰۴*	۰/۰۰۲**	۲۷/۲۴**	۲/۴۶*
خطا	۲۰	۲۱/۳۷	۰/۰۷۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۷/۲۲	۰/۷۶۹
CV%		۲۱/۴۷	۲/۴۷	۵/۳۹	۳/۷۴	۵/۴	۷/۷۸

ns ، * و**- به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

نتایج

خصوصیات ریخت‌شناسی

تعداد گل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که تیمارهای مختلف بستر کاشت از لحاظ تعداد گل با هم تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ آماری داشتند. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد گل (۲۰۷ عدد در مترمربع در سال) از تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) بدست آمد و در این رابطه بوته‌های رشد کرده در بستر کاشت پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪)با ۱۸۴ عدد گل در مترمربع در سال در رده بعدی قرار داشته و بوته‌های رشد کرده در بسترکاشت ماسه با ۷۶ عدد گل در مترمربع در سال در پایین‌ترین رده قرار داشتند (شکل ۱).

قطر دیسک گل

بر طبق نتایج جدول ۲ مشاهده می‌شود که تیمارهای مختلف بستر کاشت در سطح ۱٪ با هم تفاوت معنی‌داری از لحاظ قطر دیسک گل داشتند. تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۱۲/۴۰ سانتی‌متر بیشترین قطر دیسک گل را تولید نمود. در این رابطه بوته‌های رشد کرده در بستر کاشت پیت + ماسه (۲۵٪ + ۷۵٪) با ۱۱/۶ سانتی‌متر در رده بعدی و بوته‌های رشد کرده در بسترکاشت ماسه با ۱۰/۹ سانتی‌متر در پایین‌ترین رده قرار داشت (شکل ۲).

قطر ساقه

داده‌های حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول ۲) که تیمارهای مختلف بستر کاشت از لحاظ قطر ساقه گل با هم در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری داشتند. تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۰/۸ سانتی‌متر قطر ساقه بیشترین مقدار را داشته و بوته‌های رشد کرده در بستر کاشت پیت + پرلیت + پوکه صنعتی (۵۰٪ + ۲۵٪ + ۲۵٪) با ۰/۷ سانتی‌متر در رده دوم و بوته-های رشد کرده در بستر کاشت ماسه با ۰/۶ سانتی‌متر در پایین‌ترین رده قرار داشتند (شکل ۳).

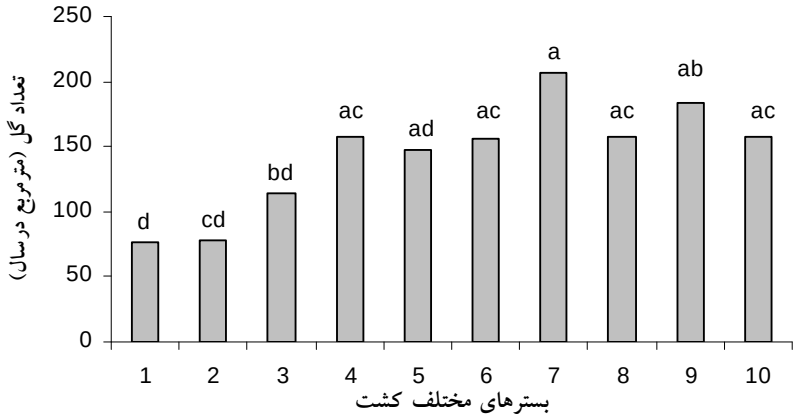
قطر گردن ساقه (محل اتصال ساقه به گل)

تیمارهای مختلف بستر کاشت از لحاظ قطر گردن ساقه در سطح ۱٪ با هم تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۰/۵۸ سانتی‌متر بیشترین قطرگردن ساقه ساقه را داشت.

بوته‌های رشد کرده در بستر کاشت پیت + ماسه (۲۵٪ + ۷۵٪) و بستر پیت + ماسه (۲۵٪ + ۷۵٪) با ۰/۵۲ و ۰/۴۹ سانتی‌متر به ترتیب در رده دوم و پایین‌ترین رده قرار داشتند (شکل ۴).

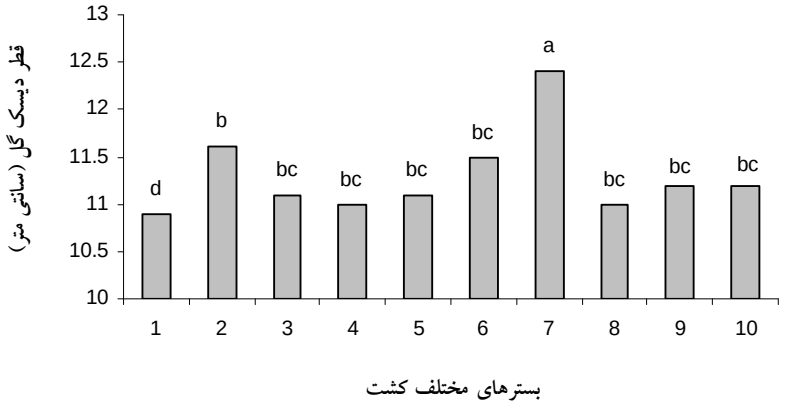
ارتفاع ساقه گل‌دهنده

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد (جدول ۲) که از لحاظ ارتفاع ساقه گل‌دهنده بین تیمارهای مختلف بستر کاشت تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود داشت. بیشترین ارتفاع ساقه گل‌دهنده از تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۵۴/۵ سانتی‌متر بدست آمد. بوته‌های رشد کرده در بستر کاشت پرلیت + پیت (۷۵٪ + ۲۵٪) با ۴۵ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را داشتند (شکل ۵).



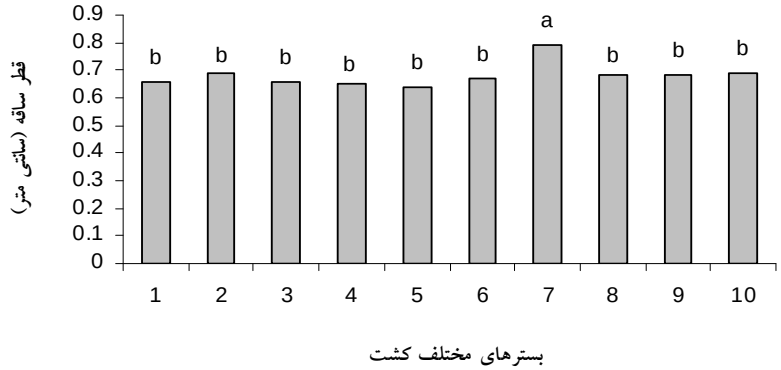
شکل ۱- اثر بسترهای مختلف کاشت بر تعداد گل ژربرا

(میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، باهم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ندارند.)



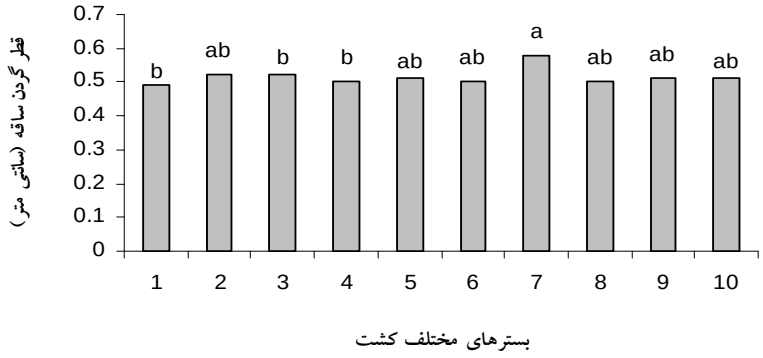
شکل ۲- اثر بسترهای مختلف کاشت بر قطر دیسک گل ژربرا

(میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، باهم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ندارند.)



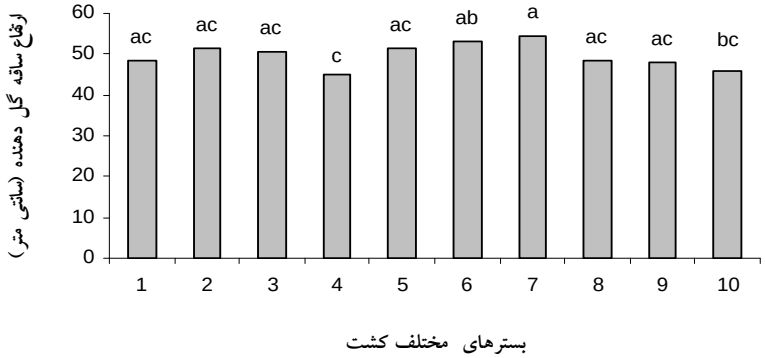
شکل ۳- اثر بسترهای مختلف کاشت بر قطر ساقه گل ژربرا

(میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، باهم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ندارند.)



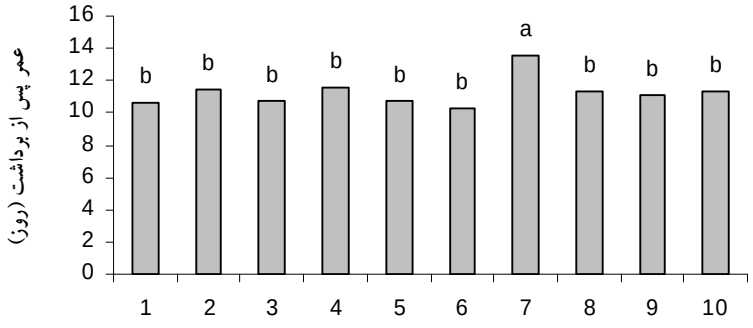
شکل ٤- اثر بسترهای مختلف کاشت بر قطر گردن ساقه گل ژربرا

(میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، باهم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ندارند.)



شکل ۵- اثر بسترهای مختلف کاشت بر ارتفاع ساقه گل دهنده گل ژربرا

(میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، باهم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ندارند.)



شکل ٦- اثر بسترهای مختلف کشت بر عمر پس از برداشت گل ژربرا

(میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، باهم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ندارند.)

عمر پس از برداشت

داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف بستر کاشت از لحاظ عمر پس از برداشت با هم در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار داشتند. تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۱۳/۶ روز، بیشترین و سایر تیمارها اختلاف معنی دای از نظر آماری نداشتند، درعین حال تیمار پیت + پرلیت + پوکه صنعتی (۵۰٪ + ۲۵٪ + ۲۵٪) با ۱۰/۳ روز، کمترین عمر پس از برداشت را داشتند (شکل ۶).

غلظت عناصر غذایی در برگ گیاه

غلظت ازت در برگ گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادکه اثر بسترهای مختلف از لحاظ میزان جذب ازت توسط گیاه، در سطح ۱٪ تفاوت معنی دار دارند(جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۴/۱۷ و تیمار ماسه به تنهایی با ۱/۲۷ درصد، بیشترین و کمترین مقدار جذب ازت را داشتند (جدول ۴).

غلظت فسفر در برگ گیاه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بسترهای مختلف از لحاظ میزان فسفر جذب شده در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌دار دارند (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۰/۸ و تیمار ماسه به تنهایی با ۰/۳۶ درصد ، بیشترین و کمترین مقدار جذب فسفر را داشتند (جدول ۴).

غلظت پتاسیم در برگ گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بستر از لحاظ میزان پتاسیم جذب شده در سطح ۱٪ تفاوت معنی دار دارند(جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار پرلیت + پیت (۲۵٪ + ۷۵٪) با ۴/۶۳ و تیمار ماسه به تنهایی با ۲/۷۶ درصد، بیشترین و کمترین مقدار جذب پتاسیم را داشتند (جدول ۴).

غلظت آهن در برگ گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از لحاظ میزان جذب آهن، بین تیمارها در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳). جدول میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۱۵۵/۷۳ و تیمار ماسه به تنهایی با ۶۳/۰۲ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک ، بیشترین و کمترین مقدار جذب آهن را داشتند (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر غذایی جذب شده در برگ گل ژربرا

منابع تغییر	درجه آزادی	ازت	فسفر	پتاسیم ب	آهن	منگنز	روی	مس	بَر
بستر کاشت	۹	۱/۹۳**	۰/۰۶۶**	۰/۷۵۱**	۲۷۷۲۳/۳**	۷۰۶۰/۸۵**	۱۴۲۴/۷۳**	۸۰۵/۱۰**	۱۶۹/۹۵*
خطا	۲۰	۰/۰۶۸	۰/۰۰۳	۰/۱۶۱	۱۳۳/۱۴	۶۶/۷۳	۴۴/۱۲	۶۹/۰۸	۸/۹۲
CV%		۶/۵۳	۹/۰۲	۱۰/۲۹	۳/۵۴	۶/۱۱	۵/۳۹	۱۱/۲۵	۷/۹۸

ns ، * و**- به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ٤- اثر بسترهای مختلف کشت روی غلظت عناصر غذایی جذب شده در گل ژربرا

تیمار	غلظت ازت در برگ	غلظت فسفر در برگ	غلظت پتاسیم در برگ	غلظت آهن در برگ	غلظت منگنز در برگ	غلظت روی در برگ	غلظت مس در برگ	غلظت بَر در برگ
	درصد			میلی گرم در کیلو گرم				
T_1	۱/۲۷f	۰/۳۶e	۲/۷۶b	۶۳/۰۰f	۶۲/۰۰d	۷۵/۶۶d	۲۵/۲۵d	۲۵/۶۶e
T_2	۲/۳۵e	۰/۴۵de	۳/۵۷ab	۶۹/۹۰ef	۷۸/۸۳d	۹۷/۶۳c	۲۹/۰۸d	۲۹/۰۰de
T_3	۲/۶۶de	۰/۵۴cd	۴/۰۱a	۷۷/۹۰e	۱۱۹/۱۶bc	۱۲۱/۶۶b	۴۲/۰۰ac	۳۳/۵۰cd
T_4	۲/۹۴ce	۰/۷۱ab	۴/۱۰ a	۱۲۱/۳۷c	۱۳۷/۶۶b	۱۳۳/۸۰ab	۳۵/۷۵bd	۴۱/۸۳b
T_5	۳/۳۷bc	۰/۷۷a	۳/۸۲ a	۱۴۲/۳۷b	۱۲۸/۵۰b	۱۴۱/۴۳a	۳۳/۵۸cd	۳۸/۸۳bc
T_6	۳/۰۰cd	۰/۷۴ab	۴/۳۴ a	۹۴/۹۹d	۲۰۰/۵a	۱۳۵/۸۰ab	۴۸/۲۵a	۳۳/۸۳cd
T_7	۴/۱۷a	۰/۸۰a	۴/۶۳a	۱۵۵/۷۳a	۱۹۴/۸۳a	۱۴۸/۵۶a	۴۴/۹۲ab	۵۱/۵۰a
T_8	۳/۴۰bc	۰/۶۳bc	۳/۷۳b	۱۲۱/۰۹c	۱۰۳/۳۳a	۱۲۱/۳۰b	۴۱/۷۵ac	۳۷/۵۰bc
T_9	۳/۰۵cd	۰/۷۳ab	۴/۰۷ab	۱۳۷/۵۱b	۱۹۲/۶۶a	۱۲۳/۲۰b	۲۶/۰۰d	۳۸/۰۰bc
T_{10}	۳/۷۶ab	۰/۷۱ab	۳/۹۷ab	۱۰۳/۹۰d	۱۲۰/۳۳bc	۱۳۳/۶۰ab	۴۲/۶۷ac	۴۴/۶۶ab

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، باهم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ندارند.

غلظت منگنز در برگ گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارها از لحاظ جذب منگنز، تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ دارند(جدول ۳). جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار پرلیت + پیت (۲۵٪ + ۷۵٪) با ۲۰۰/۵ و تیمار ماسه به تنهایی با ۶۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک ، بیشترین و کمترین مقدار جذب منگنز را داشتند (جدول ۴).

غلظت روی در برگ گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف بستر کاشت از لحاظ جذب روی،اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ دارند(جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۱۴۸/۵۶ و تیمار ماسه به تنهایی با ۷۵/۶۶ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک ، بیشترین و کمترین مقدار جذب روی را داشتند (جدول ۴).

غلظت مس در برگ گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف بستر کاشت از لحاظ جذب مس، تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ دارند(جدول ۳). جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار پرلیت + پیت (۲۵٪ + ۷۵٪) با ۴۸/۲۵ و تیمار ماسه به تنهایی با ۲۵/۲۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک ، بیشترین و کمترین مقدار جذب مس را داشتند (جدول۴).

غلظت بُر در برگ گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۳) که بسترهای مختلف کاشت از لحاظ جذب بُر،اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ دارند. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۵۱/۵ و تیمار ماسه به تنهایی با ۲۵/۶۶ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک، بیشترین و کمترین مقدار جذب بُر را داشتند (جدول ۴).

بحث

مواد اولیه مختلفی به عنوان بستر کاشت برای گیاهان زراعی و زینتی در سیستم‌های کشت بدون خاک به ویژه گل ژربرا در نقاط مختلف دنیا استفاده می‌شود. این بسترها به صورت تنها و یا ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرند به طوری که شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسبی را برای گیاه فراهم نمایند (۱۴، ۱۵ و ۱۹).

بر اساس نتایج پروژه حاضر، بین بسترهای مختلف کاشت از نظر تعداد گل، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، قطر دیسک گل، قطر ساقه، قطر گردن ساقه و عمر پس از برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).

بستر کاشت دارای پر لیت، پیت و پوکه صنعتی بترتیب به میزان ۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪ در مقایسه با سایر بسترها بیشترین تعداد گل (۲۰۷ عدد در متر مربع در سال) را تولید نمود. تعداد گل تولید شده در این بستر کاشت ۳۹٪ بیشتر از بستر رایج برای گل ژربرا (شامل پرلیت + پیت با نسبت حجمی یکسان) بود.

بستر ماسه به تنهایی با تولید ۷۶ عدد در متر مربع در سال کمترین عملکرد محصول (تعداد گل) را به خود اختصاص داد. بستر کاشت پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) دارای ظرفیت تبادل کاتیونی برابر ۸۰ سانتی مول بار بر کیلوگرم بود که ۴۰٪ بیشتر از بستر پرلیت و پیت (۵۰٪ + ۵۰٪) و۸۰٪ بیشتر از بستر پرلیت و پیت (۲۵٪ + ۷۵٪) می‌باشد بر اساس نتایج تحقیقات

مختلف، وجود مواد آلی و بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی باعث افزایش ظرفیت جذب و نگهداری عناصر غذایی و آب شده و با ایجاد شرایط مناسب برای رشد ریشه گیاه، موجب افزایش خصوصیات کمی و کیفی گل شده است، اما استفاده از پیت به تنهایی به دلیل فشرده شدن و کاهش تهویه مفید نیست. همچنین ماسه یا پر لیت به تنهایی نیز به علت ظرفیت تبادل کاتیونی کم، مناسب نیستند (۲). علاوه بر آن، ماسه و پرلیت، به تنهایی یا ترکیب با هم به دلیل داشتن نمکهای مختلف، شوری بستر را افزایش می‌دهند که خود موجب نامناسب شدن بستر و افزایش نیاز آبشویی و در نتیجه، افزایش هزینه تمام شده گل تولیدی خواهد شد (۵). در همین ارتباط مالوپا (۱۹۹۶) با بررسی تاثیر سه نوع بستر کاشت بر رشد و عملکرد گل ژربرا گزارش کرد که بستر مخلوط پیت و پرلیت (۵۰٪+۵۰٪) بیشترین تعداد گل و بستر پومیس به تنهایی، کمترین تعداد گل را تولید نمود (۱۶). وجود پیت به عنوان یک ماده آلی در ترکیب بستر موجب بهبود شرایط رشد ریشه و گیاه شده و در نتیجه افزایش خصوصیات کمی و کیفی گل ژربرا را بدنبال داشته است (۹). به نظر می‌رسد که بستر ماسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مناسبی برای رشد گیاه فراهم نکرده است و در نتیجه، خصوصیات کمی وکیفی گل‌های تولیدی در آن در پایین‌ترین سطح قرار داشتند. در آزمایشی که توسط فخری و همکاران (۱۱) انجام شد، مشاهده شد که بیشترین قطر گل مربوط به مخلوط پرلیت و پیت (۵۰٪+۵۰٪) بوده و علت این تفاوت در قطر گل، وجود ماده آلی و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر مخلوط پرلیت و پیت گزارش شده است.ارتفاع ساقه گل‌دهنده در بین تیمارهای بستر کاشت متفاوت بوده و بسترکاشت پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۵۴/۵ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع گل را تولید نمود (جدول۲). طی آزمایشی با مخلوط بستر پیت و پرلیت به مساوی، بلندترین ارتفاع ساقه گل‌دهنده از رقم Sunspot به میزان ۶۹ سانتی‌متر بدست آمد که نشان‌دهنده اثر ژنتیکی رقم می‌باشد (۱۴). همچنین مخلوط پرلیت و پومیس، بلندترین ارتفاع ساقه گل‌دهنده را تولید نمودند (۲۶). داشتن خصوصیات مناسب فیزیکی و شیمیایی بستر موجب جذب بهتر مواد غذایی و در نتیجه کمیت و کیفیت بهتر گل خواهد شد (۱۸، ۲۱ و ۲۲). به نظر می‌رسد در این بستر کاشت (مخلوط پرلیت و پومیس) به دلیل شوری کمتر نسبت به بستر رایج تولید گل ژربرا (مخلوط با نسبت یکسان وزنی پرلیت + پیت) محیط مناسبتری برای رشد گیاه و جذب مواد غذایی فراهم شده است. افزایش شوری بستر، موجب افزایش نیاز آبشویی می‌شود (جدول۱). پ–هاش بسترها در محدوده ۶/۱۵ در پرلیت+ پیت (۵۰٪ + ۵۰٪)و ۸/۲۹ برای پیت +پوکه صنعتی (۵۰٪+۵۰٪) بود. طبق نتایج این آزمایش (جدول۱)، پ–هاش بیشتر بسترهای کاشت در محدوده مناسب گیاه قرار داشتند. افزایش پ–هاش بستر موجب مصرف بیشتر اسید برای تنظیم پ–هاش در محدوده مناسب برای گیاه خواهد بود که این موضوع باعث افزایش قیمت تمام شده گل تولیدی می‌شود. در آزمایشی اثر بسترهای مختلف کاشت به صورت تنها و یا ترکیب با هم بر کیفیت گل ژربرا مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد مخلوط پرلیت و پومیس مناسب‌ترین بستر بوده و اثر بسترها بر کیفیت گل کمتر از تاثیر آن بر عملکرد گیاه بوده است (۱۳). بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بیشترین عمر پس از برداشت مربوط به تیمار پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) با ۱۳/۶ روز بود که از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت. این بستر با ایجاد شرایط مناسب برای رشد و نموگیاه (تخلخل، ظرفیت تبادل کاتیونی، شوری و پ–هاش مناسب) موجب جذب بهتر آب و مواد غذایی شده و در نتیجه خصوصیات کمی و کیفی گل تولیدی در آن نسبت به بسترهای کاشت دیگر بهتر شده است (جدول ۱). نتایج حاصل با نتایج مانیوس و همکاران مطابقت دارد (۱۸). این پژوهشگران معتقدند، رشد مناسب‌تر ریشه و در نتیجه جذب بهتر آب و عناصر غذایی توسط گیاه موجب بهبود عمر پس از برداشت گل ژربرا شده است. اما برخی نتایج حاکی از آن است که اثر بسترها بر کیفیت گل کمتر از تاثیر آن بر عملکرد گیاه بوده است (۱۳). بر اساس نتایج آزمایش حاضر، عملکرد گل شاخه بریده ژربرا، در بسترهای مختلف کاشت بسیار متفاوت بود و در برخی بسترهای مورد استفاده، عملکرد کمی و کیفی گل بهتر از بستر رایج منطقه بود. این موضوع می‌تواند مربوط به اختلاف بسترها از لحاظ ایجاد شرایط مناسب شامل رطوبت، تهویه و دیگر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برای گیاه باشد. این امر توسط پژوهشگران متعددی مانند فخری (۱۱)، مالوپا (۱۶)، ماسکرینی (۱۹)، پیسانو (۲۴) و ونزیا (۲۵)، گزارش شده است. این پژوهشگران بیان داشتند که بستر انتخاب شونده باید طوری باشد که مناسب‌ترین شرایط را از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی برای گیاهان فراهم نماید.با توجه به نتایج پروژه حاضر، بین بسترهای مختلف کاشت از نظر جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف تفاوت معنی داری مشاهده می‌شود (جدول ۳). وجود مواد آلی و مناسب بودن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر باعث ایجاد شرایط مناسب مانند رطوبت، تهویه، پ هاش و ظرفیت تبادل کاتیونی شده که در نتیجه باعث افزایش ظرفیت جذب و نگهداری عناصر غذایی و آب شده و با ایجاد شرایط مناسب برای رشد ریشه گیاه، موجب افزایش خصوصیات کمی و کیفی گل در نتیجه جذب بهتر عناصر غذایی شده است، اما استفاده از پیت به تنهایی به دلیل فشرده شدن و کاهش تهویه مفید نیست. همچنین ماسه یا پر لیت به تنهایی نیز به علت ظرفیت تبادل کاتیونی کم، مناسب نیستند (۵). با توجه به جدول مقایسه میانگین داده‌های پژوهش، مشاهده می‌شود تیمار مخلوط پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) باعث جذب بهتر عناصر غذایی ضروری در گیاه گردیده است و در نتیجه خصوصیات کمی و کیفی گل در این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر بهتر شده

است.

در این تیمار میزان غلظت عناصر پر مصرف ازت، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۴/۱۷، ۰/۸ و ۴/۳۴ درصد بدست آمد. ازت کافی در محیط ریشه، موجب افزایش رشد اندام هوایی و ریشه می‌شود. ازت با افزایش مقدار پروتئین تیلاکوئید و استرومای برگ موجب افزایش فتوسنتز نیز می‌شود. پتاسیم در رشد گیاه به دلیل ساخت مواد هیدروکربن و پروتئین نقش موثری دارد. همچنین تورگر بالای واکوئل در سلول‌های انبساط یافته، پتانسیل فشاری لازم برای رشد را فراهم میکند. بنابراین جذب بهینه ازت و پتاسیم توسط گیاه موجب بهبود کمیت و کیفیت گل ژربرا و عمر پس از برداشت آن خواهد شد (۱۸).

فسفر در انتقال انرژی در گیاه نقش داشته و بنابر این برای تنظیم فعالیت‌های متابولیکی در سیتوپلاسم و کلروپلاست ضروری بوده و بطور غیر مستقیم بر عملکرد گیاه از این طریق تأثیر می‌گذارد. همچنین جذب مقدار مناسب فسفر موجب رشد بهتر ریشه‌ها شده و به نظر می‌رسد با جذب بهتر عناصر غذایی توسط گیاه، کمیت و کیفیت گل بهبود می‌یابد (۲۰، ۲۱ و ۲۳). عنصر آهن در ساخت پروتئین و تشکیل کلروفیل در گیاه ضروری است. منگنز برای واکنش تجزیه آب و تولید اکسیژن در فتوسنتز الزامی است. همچنین وجود منگنز در نخستین مرحله جابجایی الکترون‌ها در واکنش‌های نوری فتوسنتزالزامی است. در نتیجه برای واکنش‌های فسفری شدن نوری و احیاء دی اکسید کربن ، نیترات و سولفات ضروری می‌باشد. با کمبود منگنز نه تنها فتوسنتز کاهش می‌یابد، بلکه از هم پاشیدگی کلروپلاست‌ها نیز گسترش می‌یابد (۱۸).

عنصر روی فعال کننده آنزیم کربنیک آنهیدراز در سیتوپلاسم و کلروپلاست‌ها است که واکنش تبدیل دی اکسید کربن به بی کربنات و بالعکس را کا تالیز کرده و به فراهم شدن دی اکسید کربن برای فتوسنتز کمک می‌نماید. عنصر روی برای ساخته شدن هورمون اسیدایندول استیک (IAA) از تریپتوفان نیز ضروری است که در افزایش رشد گیاه مؤثر است (۱۸).

مس در انتقال الکترون از فتوسیستم ۲ به ۱، با تنظیم فعالیت فعالیت پلاستوسیانین و سنتز کینون‌ها (پلاستوکوئینون) نقش مهمی دارد. کاهش فتوسنتز به دلیل نقش مس در وجود و فعالیت پلی پپتیدهای کلروپلاست است ، کمبود مس موجب کاهش سیالیت غشاء و تحرک پلاستوکوئینون که برای انتقال الکترون لازم است می‌گردد. در شرایط کمبود مس، تأخیر در گل دهی، بازشدن گل‌ها وکاهش در ساقه‌های گل دهنده مشاهده می‌شود (۱۸).

عنصر بُر در طویل شدن ریشه، پایداری ساختمان دیواره سلولی، متابولیسم پروتئین، اسید آمینه و نیترات، متابولیسم قند و نشاسته، تشکیل گل و تولید بذر نقش مهمی دارد. یکی از واکنش‌های بسیار سریع گیاه به کمبود بُر ، کاهش یا توقف طویل شدن ریشه می‌باشد که به ریشه‌ها ظاهری کوتاه و بوته مانند می‌دهد. طویل شدن ریشه برآیند فرآیندهای مختلف نظیر تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها می‌باشد. در شرایط کمبود بُر سرعت تقسیم سلولی کاهش یافته و رشد طولی محدود می‌شود. پایداری دیواره سلولی اولیه در گیاهان یک فاکتور مهم تعیین کننده اندازه و شکل سلول در طول توسعه گیاه می‌باشد. بُر در انتقال قندها نقش کلیدی دارد. این تاثیر ناشی از تشکیل کمپلکس‌های قند–بورات می‌باشد. تشکیل و ثبات پتانسیل‌های غشاء در حضور بُر انجام می‌شود. بُر موجب پایداری غشای سلولی از طریق واکنش با ترکیبات غنی از هیدروکسیل می‌شود. صدمه به غشا موجب تاثیر بر انتقال متابولیتهای مورد نیاز برای رشد و توسعه گیاه و همچنین فعالیت آنزیمهای متصل به غشا می‌شود (۱۸). میزان غلظت عناصر کم مصرف آهن، منگنز،روی، مس و بُر در برگ‌های گیاه رشد یافته در این بستر(تیمار ۷) به ترتیب ۱۵۵/۷۳، ۱۴۸/۱۹۴،۵۶/۸۳، ۴۴/۹۲ و ۵۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بدست آمد. نتایج این پژوهش با نتایج بدست آمده از آزمایشات قبلی مشابه است (۸، ۱۲). با توجه به خصوصیات کمی و کیفی گل ژربرا و جذب بهتر عناصر غذایی توسط گیاه در بسترهای مختلف کاشت، از بین بسترهای مختلف مورد استفاده در این پژوهش، مخلوط پرلیت + پیت + پوکه صنعتی (۲۵٪ + ۷۰٪ + ۵٪) را می‌توان مناسب‌ترین بستر کاشت برای تولید گل ژربرا دانست.

سپاسگزاری

از تمامی همکاران ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی که در انجام این پژوهش اینجانب را راهنمایی و کمک نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱- امامی ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه برگ (جلد اول) . نشریه فنی شمارهٔ ۹۸۲. مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.
۲- تولایی م. ۱۳۸۰. راهنمای کاشت گیاهان گلخانه ای به روش هیدروپونیک. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
۳- ثابتی ح. ۱۳۷۲. گیاهشناسی تشریح عمومی نباتات. انتشارات دهخدا، تهران، ایران
۴- خوشخوی م. ۱۳۷۶. ازدیات نباتات: مبانی و روش ها، انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۵- خلج م.ع. ۱۳۸۶. پرورش ژربرا نشریه فنی شماره ۸۶/۳۹۴ انتشارات ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات، استان مرکزی، ایران.
۶- خلیقی ا. ۱۳۷۴. گلکاری، پرورش گیاهان زینتی ایران، انتشارات روزبهان، تهران، ایران.
۷- لسانی ح و مجتهدی م. ۱۳۷۴. مبانی فیزیولوژی گیاهی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۸- محبوب خمامی ع. (۱۳۸۶). تغذیه گیاهان زینتی(جلد۱). انتشارات حق شناس. تهران، ایران.
9- Bontemps F. 1999. Gerbera: Study on soilless culture using coir, lien. Horticole, 21-24., 12-15.
10- Dufalt R.J., Philips T.L., and Kelly G.W.1991.Nitrogen and potassium fertility and plant populations in fluence field production of gerbera. Hort science, 25:12,1599-1602.
11- Fakhri M., Maloupa E. and Gerasopoulos D. 1995. Effect of substrate and frequency of irrigation in yield and quality of three gerbera jamesonii cultivars, Acta Hort. (ISHS), 408: 41-45.
12- Jeong K.Y., Whipker B. and McCall I. (2009). Gerbera Leaf Tissue Nutrient Sufficiency Ranges by Chronological Age. Acta Hort. (ISHS) 843:183-190
13- Labeke M.S. and Damber P.V. 1998. Gerbera cultivation on coir with recirculating of the nutrient. Solution: a comparision with rockwool culture, Acta Hort. (ISHS), 458: 357-362.
14- Malorgio F., Magnani G., Tognoni F.and Casarotti D. 1994. The Gerbera cultivation on artificial media, first production result, culture protette.
15- Maloupa E., Traka M.K. and Papadopoulos A. 1999. Wast water use to horticultural crops growing in soil and soilless media, Acta Hort. (ISHS), 181: 603-607.
16- Maloupa E., Fakhri M. and Zoulakis K.C. 1996. Effect of substrate and irrigation frequency on growth gas exchange and yield of Gerbera. cv. Fame. Advan. in hort. 10:195-198.
17- Maloupa E.I., Mitsios P.F. Martinez S.and Poulou B. 1993. Study of substrates used in Gerbera culture in plastic greenhouse, Acta Hort. (ISHS), 323: 139-144.
18- Marschner H. 2012. Mineral nutrition of higher plants, 3rd edn. Academic, London, UK.
19- Mascecarini L. 1998. Gerbera cultivation in growing media Horticulture international, 6:19, 86-88.
20- Ozcelik A. and Besirogla A. 1997. The use of different media for greenhouse Gerbera cut flower production, Acta Hort. (ISHS), 491-495.
21- Papadopaulos E., Gerasopoulos D.and Maloupa E. 1996. Effect of substrate and frequency of irrigation on growth, yield and quality of Gerbera jamesonii Bolus cultivated in pots. Agricultura mediterranea, 126:3, 297-302.
22- Pinamonti F., Zanella T. and Zorzi G. 1996. Compost and jute sacks or soilless cultivation, informatore Agrario, 52:40, 47-52.
23- Pisanu B., Leoni S. and Carletti M. 1994. Result of Gerbera cultivation on different inert substrates. informatore Agrario, 50:37, 69-72.
24- Pisanu B., Carletti M. and Leoni S. 1994. Gerbera jamesonii cultivation with different inert substrates. Acta Hort. (ISHS), 361: 590-602.
25- Venezia A., Martignon G., Schiavi M.and Cassarotti D. 1997. Soilless culture of Gerbera, open and closed systems, culture protette, 26:9:129-135.
26- Verdonck O. and Gabriels R. 1992. Reference method for the determination of physical properties of plant substrates. Acta Hort. 302: 169-179.