اثر نوع بستر کشت بر عملکرد و جذب برخی عناصر غذایی به‌وسیله خیار گلخانه‌ای در کشت بدون خاک

نفیسه عالی‌فر[۱*]، احمد محمدی قهساره[۲] و ناصر هنرجو[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۲۹)

چکیده

سیستم‌های کشت هیدروپونیک با توجه به مزایای متعدد نظیر افزایش عملکرد، تولید محصول سالم و یکنواخت و کاهش نیاز به کارگر، در حال گسترش است. یکی از نکات مهم برای موفقیت آمیز بودن تولید در این سیستم‌ها، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بسته به نوع بستر کشت، در طی دوره رشد گیاه است. این پژوهش با هدف بررسی اثر بستر کشت بر جذب عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و منیزیم توسط خیار گلخانه‌ای صورت گرفت. آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار، در چهار تکرار و تعداد ۱۰ بوته در هر تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان اجرا شد. تیمارها شامل پنج بستر کاشت شامل کوکوپیت خالص، پرلیت-کوکوپیت (به نسبت حجمی ۵۰-۵۰)، پرلیت – کوکوپیت - پیت‌ماس با دو نسبت حجمی (۵۰-۲۰-۳۰ و ۵۰-۳۰-۲۰) و پرلیت-پیت‌ماس (به نسبت حجمی۵۰-۵۰) بودند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی بسترهای کشت، غلظت نیتروژن، پتاسیم و منیزیم و عملکرد گیاه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که از لحاظ عملکرد محصول خیار، اختلاف معنی‌داری بین بسترهای مختلف کاشت دیده نشد. اختلاف معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) از لحاظ زیست‌توده گیاه مشاهده شد. به طوری که بیشترین زیست‌توده گیاه در بستر کشت کوکوپیت و پرلیت-کوکوپیت به‌دست آمد. بین بوته‌های خیار رشد کرده در بسترهای مختلف، اختلاف معنی‌داری از لحاظ غلظت نیتروژن، پتاسیم و منیزیم مشاهده نشد. با این وجود، بیشترین غلظت نیتروژن و پتاسیم در مراحل دوم و سوم نمونه برداری، در کوکوپیت مشاهده شد. منیزیم گیاه در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری، در تمامی بسترها از غلظت بحرانی کمبود آن بیشتر بود. به طور کلی، بهترین غلظت عناصر غذایی و عملکرد در بستر کشت کوکوپیت به‌دست آمد که می‌تواند به عنوان بستر کشت مناسب خیار در سیستم‌های هیدروپونیک استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: هیدروپونیک، کوکوپیت، پرلیت، پیت‌ماس، خیار گلخانه‌ای، عناصر غذایی

مقدمه

کشت‌های گلخانه‌ای به منظور پیش‌رسی و تولید خارج از فصل در ایران، همانند بسیاری از کشورهای جهان، روز به روز در حال توسعه است. ایران با سطح زیر کشت ۰/۷۲ میلیون هکتار و تولید سالانه ۱۵/۵ میلیون تن سبزی یکی از کشورهای غیر پیشرفته در زمینه کشاورزی به شمار می‌آید (۲). در این میان، پرورش گیاهان در بسترهای کشت به دلیل مزایای متعدد نظیر کنترل تغذیهٔ گیاه، کاهش بروز بیماری‌ها و آفات و افزایش کمیت و کیفیت محصول نسبت به کشت خاکی در حال گسترش است. خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده به عنوان

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان

۲. استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: alifar_n@yahoo.com

بستر کشت، به طور مستقیم و غیر مستقیم، بر رشد گیاه و تولید محصول اثر دارد (۱۶). بنابراین، یکی از مهمترین عوامل در ایجاد یک سیستم کشت بدون خاک، انتخاب بستر کشت مناسب می‌باشد (۱۳). پیت‌ماس، ذرات تجزیه شدهٔ مواد آلی است که در مناطق مرطوب و سرد ایجاد می‌شود. نوع ترکیب و pH مواد تشکیل دهندهٔ آن در انواع مختلف، متفاوت است (۵). کوکوپیت یک ترکیب حاصل از فرایندسازی پوستهٔ میوهٔ نارگیل می‌باشد که از نظر فیزیکی ماده‌ای اسفنجی و شبیه پیت‌ماس است (۱۲). این ماده در سال‌های اخیر به مقدار بسیار زیادی در صنعت باغبانی در اروپا، استرالیا و در سال‌های اخیر در آمریکا و کانادا مورد استفاده قرار گرفته است (۱۰). کوکوپیت از نسبت‌های مساوی لیگنین و سلولز تشکیل شده است و غنی از پتاسیم و عناصر کم‌مصرف به ویژه آهن، منگنز، روی و مس می‌باشد. به علت غلظت زیاد پتاسیم در کوکوپیت مورد استفاده به عنوان بستر کشت، مصرف کودهای پتاسیمی در این سیستم‌ها کاهش یافته است (۱۴).

پرلیت، آلومینوسیلیکاتی با منشأ آتشفشانی است. همچنین این ماده دارای گنجایش تبادل کاتیونی زیادی نمی‌باشد (۱). پرلیت باعث افزایش زهکشی بستر کشت و بهبود تهویهٔ آن می‌شود (۱۱).

برای تولید موفق سبزی‌ها در کشت بدون خاک درگلخانه‌ها احتیاج به ذخیره کافی از مواد غذایی در بسترهای مختلف کشت در هر مرحله از رشد گیاه می‌باشد (۷). خیار (*Cucumis sativus* L.) یکی از مهمترین محصولات گلخانه‌ای در ایران محسوب می‌شود. رشد مناسب خیار، به حفظ تعادل مطلوب تغذیه‌ای در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی بستگی دارد. نیاز این گیاه به عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد زیاد است. نیتروژن از مواد اصلی مورد نیاز گیاه می‌باشد و بیشتر از سایر عناصر در تغذیهٔ گیاهی مصرف می‌شود. پتاسیم به مقدار زیاد برای رشد مناسب و عملکرد بالا و کیفیت مطلوب مورد نیاز می‌باشد. در محیط‌های کشت بدون خاک، کمبود پتاسیم بسیار متداول است، به ویژه زمانی که مقدار پتاسیم اضافه شده به محلول غذایی ناکافی باشد. کمبود منیزیم در سیستم‌های کشت بدون خاک به مراتب رایج‌تر از کشت‌های خاکی است (۴). آباد و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که فسفر و پتاسیم قابل جذب در کوکوپیت به ترتیب از ۰/۲۸ تا ۲/۸۱ mol/m^3 و ۲/۹۷ تا ۵۲/۶۶ mol/m^3 متغیر بوده که نسبت به بستر کشت پیت‌ماس ($K=۰/۲۶\ mol/m^3$ و $P=۰/۰۵\ mol/m^3$) بسیار بیشتر است. صابری (۱۳۸۵) نشان داد که کوکوپیت و زئولیت باعث افزایش غلظت پتاسیم و منیزیم در شاخساره و میوهٔ گوجه‌فرنگی چری شدند. همچنین جذب پتاسیم و منیزیم در بستر کوکوپیت و بسترهای حاوی زئولیت افزایش یافت.

با توجه به گسترش روز افزون کشت‌های گلخانه‌ای و استفاده از بسترهای کشت در گلخانه‌ها، پژوهش حاضر با هدف مطالعهٔ اثر نوع بستر کشت بر جذب نیتروژن، پتاسیم و منیزیم توسط خیار در کشت بدون خاک و تعیین بهترین بستر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار و تعداد ۱۰ بوته گیاه خیار در هر تکرار، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد خوراسگان اصفهان در یک دوره کشت شش ماهه اجرا شد. متوسط دمای گلخانه ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۱/۲-۳۷/۱ درصد بود. بسترهای کشت با نسبت‌های مختلف حجمی شامل: کوکوپیت ۱۰۰٪، پرلیت-کوکوپیت به نسبت ۵۰٪، پرلیت-کوکوپیت-پیت‌ماس به نسبت ۵۰٪ - ۲۰٪ - ۳۰٪، پرلیت-کوکوپیت-پیت‌ماس به نسبت ۵۰٪ - ۳۰٪ - ۲۰ ٪ و پرلیت-پیت‌ماس به نسبت ۵۰ ٪ - ۵۰ ٪ بودند. بلوک‌های فشرده شدهٔ کوکوپیت قبل از استفاده از این ماده، با آب خیسانده شد تا کاملاً باز و حجیم شوند. بستر کشت پیت‌ماس کاملاً به صورت یکنواخت درآمد و روی بستر کشت پرلیت هیچ‌گونه عملیاتی صورت نگرفت. برای کشت از کیسه‌هایی به ابعاد ۳۰×۱۰۵ سانتی‌متر در ۳۰ سانتی‌متر

جدول ۱. فرمول غذایی مورد مصرف در هفته‌های مختلف رشد در سیستم کود آبیاری (ppm)

هفته	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	B
اول تا سوم	۲۳۵	۲۰۰	۲۰۰	۳۶/۵۰	۸/۱۰	۳/۸۰	۰/۳۵	۱/۸۰	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۳۰
سوم تا انتها	۱۸۵	۵۰	۳۰۰	۳۶/۵۰	۸/۱۰	۳/۸۰	۰/۳۵	۱/۸۰	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۳۰

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مواد استفاده شده در تهیه بسترهای کشت

بستر کشت آلی	EC (dS/m)	pH	CEC (cmol+/kg)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	خلل و فرج کل (cm^3/cm^3)	ظرفیت نگه‌داری رطوبت (cm^3/cm^3)
پرلیت	۱/۶۰	۴/۰	۰	۰/۱۵	۰/۸۸	۰/۵۶
پیت‌ماس	۲/۲۰	۴/۱	۱۱۹	۰/۰۷	۰/۹۳	۰/۸۶
کوکوپیت	۲/۹۰	۵/۷	۶۴/۴	۰/۱۱	۰/۹۷	۰/۸۷

و به گنجایش ۴۲ لیتر استفاده شد که هر کیسه برای ۲ بوتهٔ خیار مناسب بود. از گچ و سوپر فسفات هر کدام به میزان ۴۰۰ گرم و سولفات پتاسیم به میزان ۷۰۰ گرم به دلیل پر کردن سایت‌های تبادلی و تعدیل pH به مخلوط‌های تیمارها اضافه شد (۱). سپس کیسه‌ها با ترکیب‌های مختلف بستر کشت، با نسبت‌های ذکر شده پر شده و درب کیسه‌ها با منگنه بسته شد. کیسه‌ها به صورت تصادفی در گلخانه چیده شد. در روی کیسه‌ها دو حفره به ابعاد حدود ۳/۵ سانتی‌متر ایجاد شد.

در تاریخ ۱۸ بهمن ماه ۱۳۸۶ بذور خیار رقم *Nasim* به طور مستقیم در کیسه‌ها کاشته شدند. در مورد بذور کاشته شده، وزن ۲۸ دانه معادل ۱ گرم، درجه خلوص ۱۰۰ درصد و جوانه زنی ۹۹ درصد بود. همچنین داخل هر حفره یک قطره‌چکان به منظور تزریق محلول غذایی به داخل بستر کشت قرار داده شد. در زیر کیسه‌ها دو تا سه شکاف ۴ سانتی‌متری ایجاد شد تا به عنوان زهکش عمل نماید. دور آبیاری، دمای محیط و رطوبت اشباع برای تیمارها ثابت در نظر گرفته شد. فرمول غذایی مورد استفاده در هفته‌های مختلف رشد در جدول ۱ ارائه شده است. آب و محلول غذایی در تانکرهای پلاستیکی و به صورت تحت فشار به کیسه‌های کشت منتقل شد.

جدول ۲ خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد استفاده شده در تهیه بسترهای کشت گیاه خیار و جدول ۳ غلظت عناصر غذایی بسترها قبل از کشت را نشان می‌دهد. بیشترین غلظت عناصر غذایی قبل از کشت مربوط به بستر کوکوپیت بود.

نمونه‌برداری از میوه خیار در سه مقطع زمانی (به فاصله یک‌ماه از یکدیگر) انجام شده و غلظت نیتروژن (با استفاده از روش متداول تقطیر کجلدال)، پتاسیم (با استفاده از دستگاه جذب اتمی) و منیزیم (به‌وسیلهٔ تیتراسیون) در نمونه‌ها تعیین گردید. همچنین وزن محصول خیار و خصوصیات فیزیکوشیمیایی بسترها در انتهای آزمایش اندازه‌گیری شد. نتایج این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS و EXCEL تجزیه آماری شده و مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

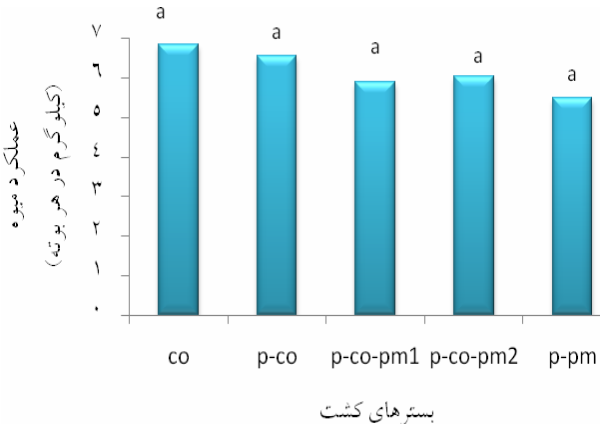
بیشترین عملکرد میوه در بسترهای کشت کوکوپیت (۶/۸۲ کیلوگرم در هر بوته) و پرلیت-کوکوپیت (۶/۵۴ کیلوگرم در هر بوته) مشاهده گردید، اگرچه از نظر آماری تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۱).

همچنین بسترهای کشت بر میزان نیتروژن، پتاسیم و منیزیم

جدول۳. غلظت عناصرغذایی بسترها قبل از کاشت

بسترهای کشت	N (٪)	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
					(mg/kg)				
Co	۰/۷۰	۵۰۸	۹۸۳۴	۱۸۰۰	۱۹۶۰	۲۲۴	۱/۲۲	۵۷/۴	۲۴۴
P-Co	۰/۴۶	۳۶۵	۴۲۰۴	۱۰۵۳	۸۹۸	۹۹	۰/۵۱	۲۴/۷	۱۵۱
P-Co-Pm1	۰/۳۷	۳۳۰	۱۹۲۲	۸۳۵	۵۹۲	۱۱۴	۰/۲۴	۱۲/۵	۱۲۲
P-Co-Pm2	۰/۴۵	۳۳۴	۲۶۶۸	۸۹۱	۶۸۴	۱۰۶	۰/۳۳	۱۶/۶	۱۰۱
P-Pm	۰/۳۱	۳۰۳	۱۲۴	۶۶۳	۳۵۲	۱۲۵	۰/۰۳	۳/۳۵	۷۱

*-Co: کوکوپیت، P-Co: پرلیت- کوکوپیت، P-Co-Pm1: پرلیت- کوکوپیت- پیت‌ماس (۵۰-۲۰-۳۰ ٪)، P-Co-Pm2: پرلیت- کوکوپیت- پیت‌ماس (۵۰-۳۰-۲۰٪)، P- Pm: پرلیت- پیت‌ماس



شکل۱. اثر بستر کشت بر عملکرد خیار گلخانه‌ای

*-Co: کوکوپیت، P-Co: پرلیت- کوکوپیت، P-Co-Pm1: پرلیت- کوکوپیت- پیت‌ماس (۵۰-۲۰-۳۰ ٪)، P-Co-Pm2: پرلیت- کوکوپیت- پیت‌ماس (۵۰-۳۰-۲۰٪)، P- Pm: پرلیت- پیت‌ماس

وجود حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون توکی می‌باشد.

گیاه اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. اگرچه بیشترین غلظت نیتروژن در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری در بستر کشت‌های پرلیت-پیت‌ماس-کوکوپیت به نسبت‌های ۵۰-۳۰-۲۰ و۵۰-۲۰-۳۰ و در مراحل بعدی در بستر کشت کوکوپیت مشاهده شد.

بیشترین میزان پتاسیم در اولین مرحله نمونه‌برداری در بستر کشت پرلیت-کوکوپیت و در مراحل بعدی در بستر کشت کوکوپیت مشاهده گردید. در هر سه مرحله از نمونه‌برداری، بیشترین مقدار منیزیم گیاه در بستر کشت پرلیت-کوکوپیت به‌دست آمد. این میزان از حد بحرانی کمبود منیزیم گیاه بالاتر بود.

بحث

با مقایسهٔ عملکرد گیاه خیار در بسترهای مختلف کشت، مشاهده می‌گردد که بیشترین میزان عملکرد در بستر کشت کوکوپیت به‌دست آمد، اگر چه اختلاف معنی‌داری با سایر بسترها مشاهده نشد. بیشترین بیوماس (زیست توده) گیاه در بستر کشت کوکوپیت اندازه‌گیری مشاهده شد که با بستر کشت پرلیت-کوکوپیت اختلاف معنی‌دار نداشت ولی با سایر بسترها اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ نشان داد. این نتایج را می‌توان به ویژگی‌های فیزیکی مناسب کوکوپیت مانند تخلخل مناسب و ظرفیت نگه‌داری رطوبت بالا نسبت داد. همچنین همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود میزان عناصر غذایی قابل جذب در کوکوپیت بسیار بالاتر از سایر بسترها بود. بنابراین احتمالاً کوکوپیت محیط مناسبی برای تأمین آب و عناصر غذایی گیاه فراهم کرده است. استفادهٔ طولانی مدت از پیت‌ماس سبب فشرده شدن آن می‌گردد. کاهش زیست‌توده در ترکیباتی که دارای پیت‌ماس بوده ممکن است به‌دلیل کاهش

جدول۴. اثر بسترهای مختلف کاشت بر غلظت (درصد) نیتروژن، پتاسیم و منیزیم توسط خیار گلخانه ای

تیماربستر کاشت	زیست توده (گرم)	مرحله اول			مرحله دوم			مرحله سوم		
		N	K	Mg	N	K	Mg	N	K	Mg
Co	۱۰۷۵[a]	۱/۵۱ [a]	۳/۷۶ [a]	۲/۷۶ [a]	۳/۸۲ [a]	۳ [a]	۲/۱ [a]	۳/۸۵ [a]	۲/۸۱ [a]	۰/۹ [a]
P-Co	۹۲۸[ab]	۱/۷۲ [a]	۴/۲۵ [a]	۱/۹۸ [a]	۳/۲۲ [a]	۲/۶۳ [a]	۲/۲۲ [a]	۳/۳۸ [a]	۲/۷۵ [a]	۰/۹۶ [a]
P-Co-Pm(50-20-30 v/v)	۶۹۵[b]	۲/۱۴ [a]	۴/۱۸ [a]	۱/۶۸ [a]	۳/۷۵ [a]	۲/۶۹ [a]	۲/۵۲ [a]	۳/۴۱ [a]	۲/۶۸ [a]	۰/۹۶ [a]
P-Co-Pm(50-30-20 v/v)	۷۲۶[b]	۲/۳۳ [a]	۳/۷۹ [a]	۲/۴ [a]	۳/۴۵ [a]	۲/۹۳ [a]	۲/۵۸ [a]	۳/۵۲ [a]	۲/۶۷ [a]	۱/۰۷ [a]
P-Pm(50-50)	۶۵۵[b]	۱/۳۵ [a]	۴/۱۴ [a]	۴/۲۶ [a]	۲/۸۹ [a]	۲/۹۵ [a]	۳/۰۶ [a]	۲/۹۶ [a]	۲/۵۵ [a]	۱/۳۸ [a]

* : وجود حروف در هر ستون متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار و حروف مشابه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده آزمون توکی می‌باشد.

** Co: کوکوپیت، P: پرلیت، Pm: پیت‌ماس

تهویهٔ بستر به‌دلیل فشردگی پیت‌ماس باشد. تراکا- مارونا و همکاران (۲۰۰۵) نیز بالاترین عملکرد گوجه‌فرنگی را در بسترهای پرلیت –کوکوپیت و کوکوپیت به دست آوردند. نتایج صابری (۱۳۸۵) بیشترین عملکرد گوجه‌فرنگی را در بستر کشت پرلیت- میکا و پس از آن در بستر کشت کوکوپیت و بیشترین وزن خشک اندام هوایی را در تیمار کوکوپیت و پرلیت- میکا به‌دست آورد.

غلظت عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و منیزیم در بسترهای کشت در مراحل مختلف نمونه‌برداری، در هیچ یک از تیمارها معنی‌دار نشد. با این حال بالاترین غلظت نیتروژن گیاه در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری مربوط به بستر کشت پرلیت- کوکوپیت- پیت‌ماس به نسبت حجمی ۵۰-۳۰-۲۰٪ و در مراحل دوم و سوم از نمونه‌برداری، در بستر کشت کوکوپیت مشاهده شد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود بیشترین میزان نیتروژن کل مربوط به بستر کوکوپیت می‌باشد که احتمالاً به این دلیل بیشترین میزان نیتروژن گیاه در بستر کشت کوکوپیت دیده می‌شود. بیشترین میزان غلظت پتاسیم گیاه در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری مربوط به بستر کشت پرلیت-کوکوپیت و در سایر مراحل در بستر کشت کوکوپیت مشاهده شد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، مقدار پتاسیم قابل جذب در کوکوپیت به مقدار قابل توجهی (۹۸۳۴ mg/kg) بیشتر از سایر تیمارها است. به نظر می‌رسد کوکوپیت به علت پتاسیم قابل جذب بالا، توانسته پتاسیم را به تدریج آزاد کرده و در اختیار گیاه قرار دهد. بونت (۱۹۸۸) اظهار داشت که میزان فسفر و پتاسیم در بیشتر انواع کوکوپیت از محدودهٔ غلظت استاندارد این عناصر برای محیط‌های رشد آلی تجاوز می‌کند. نتایج گال و همکاران (۲۰۰۵) در مورد کشت کاهو در سه بستر کشت پرلیت، کلینوپتیلولایت و زئولیت، میزان K و N بالایی را در بستر کشت زئولیت در مقایسه با سایرتیمارها نشان داد. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، مقدار منیزیم در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری در تمامی بسترهای کشت و در مرحلهٔ سوم در بستر کشت‌های پرلیت-کوکوپیت و پرلیت-کوکوپیت-پیت‌ماس (۵۰-۳۰-۲۰٪) از محدودهٔ غلظت استاندارد منیزیم بیشتر بود. مطلوبترین میزان منیزیم گیاه در مرحلهٔ سوم نمونه‌برداری در بستر کشت کوکوپیت مشاهده شد. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، نسبت K/Mg در بستر کشت کوکوپیت نسبت به بسترکشت پرلیت-پیت‌ماس کاهش یافته است. این نسبت در بسترهای کشت کوکوپیت، پرلیت-کوکوپیت، پرلیت-کوکوپیت-پیت‌ماس (۵۰-۲۰-۳۰٪)، پرلیت-کوکوپیت-پیت‌ماس (۵۰-۳۰-۲۰٪) و پرلیت-پیت‌ماس به ترتیب برابر ۵، ۴/۶، ۳/۲، ۳/۹ و ۰/۳۵ می‌باشد. با کاهش نسبت پتاسیم به منیزیم در بسترهای کشت، افزایش میزان

منیزیم در گیاه مشاهده می‌شود، که احتمالاً به دلیل اثرات ضدّیتی پتاسیم بر منیزیم می‌باشد. صابری (۱۳۸۵) بیشترین غلظت منیزیم اندام هوایی را در تیمار کوکوپیت و تیمارهای حاوی زئولیت به‌دست آورد، اگرچه اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت منیزیم اندام هوایی بین این تیمارها مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد که در مراحل ابتدایی رشد، گیاه به میزان بالاتری از K و Mg نیاز داشته است. به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، بهترین عملکرد و میزان عناصر غذایی گیاه خیار در بستر کشت‌های کوکوپیت و پرلیت- کوکوپیت مشاهده شد و با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مناسب آن به عنوان بستری مناسب برای کشت گیاه خیار پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. بنتون جونز، ج. ۱۳۸۵. هیدروپونیک (آبکشتی). ترجمه عبدالمجید رونقی و منوچهر مفتون، انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۷۳ صفحه.

۲. پاپادوپولوس، آ. ۱۳۸۶. پرورش سبزی‌های گلخانه‌ای در کشت خاکی و بدون خاک. ترجمه غلامعلی پیوست و رحیم برزگر، انتشارات دانش پذیر، ۲۲۵ صفحه.

۳. صابری، ز. ۱۳۸۵. کاربرد زئولیت، میکا و بعضی مواد بی اثر به عنوان بستر رشد گوجه‌فرنگی به روش هیدروپونیک. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. شکوهیان، ع. ا. ۱۳۸۴. پرورش خیارهای گلخانه‌ای در خاک و محیط‌های کشت بدون خاک. مؤسسه فرهنگی انتشارات یاوریان، ۲۱۸ صفحه.

۵. لئو، ا. چ. ت. ۱۳۸۶. راهنمای آبکشت. ترجمهٔ غلامرضا رفیعی و آرش اکبرزاده، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۵۹ صفحه.

6. Abad, M., P. Noguera, R. Puchades, R. Maquieira and A. Noguera. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. Bioresource Technol. 82: 241-245.
7. Bohme, M. 1994. Effects of hydroponics on the development of cucumber growing in ecologically suitable substrates. Acta Hort. 361: 133-140.
8. Bunt, A. C. 1988. Media and Mixes for Container-Grown Plants. 20th Ed., Unwin Hyman Ltd., London, UK.
9. Gul, A., D. Erogual and A. R. Ongum. 2005. Comaprison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. Sci. Hort. 106: 464-471.
10. Handreck, K. A. 1993. Properties of coir dust and its use in the formulation of soilless potting media. Comm. Soil Sci. & Plant Anal. 24: 348-363.
11. Maloupa, E., I. Mitsios, P. F. Martinez and S. Bladenopoulou. 1992. Study of substrate use in gerbera soilless culture grown in plastic greenhouse. Acta Hort. 323: 139-144.
12. Noguera, P., M. Abad, V. Noguera, R. Puchades and E. Maquieira. 2000. Coconut coir waste, a new and ecologically-friendly peat substitute. Acta Hort. 517: 279-286.
13. Olympios, C. M. 1995. Overview of soilless culture advantage, constraints and perspective for its use in Mediterranean countries. Cahier Option. 31: 307-324.
14. Savithri, P. and H. H. Khan. 1993. Characteristics of coconut coir peat and its utilization in agriculture. Journal of Plant Crop, 22: 1-18.
15. Traka-Marrona, E., D. Gerasopoulose, T. Pritsa and E. Maloupa. 2005. Growth, fruit yield and quality of tomato in relation to substrate and nutrient source in a soilless culture system. Acta Hort. 548: 173-179.
16. Verdonck, O., D. De Vleeschauwer and M. De Boodt. 1982. The influence of the substrates to plant growth. Acta Hort. 126: 251-258.