

تأثیر نسبت‌های مختلف پیت و پرلیت بر خصوصیات کمی و کیفی آلوئه‌ورا رقم صبر زرد در

سیستم کشت هیدروپونیک

فائقه سلیقه‌دار^۱، علیرضا صفری^{۲*}، ایوب ملاحمد نالوسی^۱ و صابر اوستان^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۴)

چکیده

آلوئه‌ورا یکی از معروف‌ترین گیاهان زینتی است که به طور گسترده در ساخت دارو و مواد آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آزمایشی با هدف بررسی اثر نسبت‌های مختلف پیت و پرلیت بر خصوصیات کمی و کیفی آلوئه‌ورا به صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج بستر کشت شامل پیت، پیت و پرلیت (۱:۳ حجمی)، پیت و پرلیت (۱:۱ حجمی)، پیت و پرلیت (۳:۱ حجمی) و پرلیت (کرت اصلی) در پنج زمان مختلف (کرت فرعی) اجرا شد. نتایج نشان داد که اضافه کردن پرلیت به محیط کشت پیت باعث افزایش میزان رشد و شاخص‌های کمی و کیفی آلوئه‌ورا شده است. بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان، فنل کل، آلونین و درصد وزن خشک از گیاهان کشت شده در محیط کشت پیت و پرلیت (۳:۱ حجمی) به دست آمد. اما بیشترین تعداد برگ، ارتفاع گیاه، تعداد پاجوش، وزن ریشه، وزن برگ، وزن کل، وزن ژل و وزن ماده خشک برگ در گیاهان کشت شده در محیط کشت پیت و پرلیت (۱:۱ حجمی) مشاهده شد. طبق نتایج این تحقیق، برای افزایش شاخص‌های کمی و کیفی آلوئه‌ورا می‌توان محیط کشت پیت و پرلیت (۱:۱ حجمی و ۳:۱ حجمی) را توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، فنل کل، آلونین، ژل

بدن است (۱۹).

مقدمه

امروزه در دنیا استفاده از کشت بدون خاک، به عنوان نوعی فناوری تولید گیاهان که موجب افزایش کیفیت و کمیت محصولات باغبانی می‌شود، به طور فزاینده‌ای گسترش یافته است. تلفیق کشت‌های گلخانه‌ای با روش‌های جدید، نظیر کشت بدون خاک یا هیدروپونیک، امکان کنترل هر چه بهتر شیمیایی بسترهای کشت مورد استفاده در باغبانی را فراهم آورده و تحول شگرفی را در عرصه تولید محصولات ایجاد کرده است (۲۴). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای

آلوئه‌ورا (*Aloe vera*) گیاهی گوشتی و چندساله، از خانواده Aloeaceae می‌باشد که بالغ بر ۵۰۰ گونه از آن در دنیا یافت می‌شود و حداقل یک چهارم از گونه‌های آلوئه‌ورا ارزش دارویی دارند (۳ و ۱۷). این گیاه هم به عنوان گیاه زینتی و دارویی استفاده وسیعی در هند و کشورهای غربی دارد و هم امروزه به عنوان یک ترمیم‌کننده زخم و سوختگی قابل دسترس است. این گیاه دارای خواص ضد تورمی، ضد باکتریایی، جلوگیری‌کننده از تشکیل تومور، ضد حساسیت و تقویت‌کننده سیستم ایمنی

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

۲. گروه زاعت، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: alireza_s_839@yahoo.com

گیاه آلوئه ورا در بسترهای مختلف کمتر مورد توجه قرار گرفته است و اطلاعات چندانی در این رابطه در دست نیست، بنابراین این پژوهش برای انتخاب و معرفی بهترین بستر کشت جهت استفاده بهینه از فضای تولید و رسیدن به حداکثر کیفیت طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر بسترهای مختلف کشت بر شاخص‌های رشد آلوئه ورا، رقم صبر زرد، آزمایشی به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج بستر کشت شامل پیت، پیت و پرلیت (۱:۳ حجمی)، پیت و پرلیت (۱:۱ حجمی)، پیت و پرلیت (۳:۱ حجمی) و پرلیت (کرت اصلی) در پنج زمان مختلف (کرت فرعی) در سال ۱۳۹۱ در گلخانه پلاستیکی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام گرفت. نمونه‌برداری‌ها در پنج زمان مختلف (به صورت ماهانه، یک تا پنج ماه پس از کشت) و در دمای 23 ± 7 صورت گرفت. برای کشت، از پاجوش‌های یکنواخت و تا حد امکان یک اندازه (۳-۴ برگه) استفاده گردید. گیاهان به صورت هفتگی با محلول غذایی کوئیک تغذیه شدند. برای سازگاری بهتر گیاهان با شرایط کشت بدون خاک، محلول‌های غذایی در ابتدا به صورت یک دوم و سپس دو سوم غلظت و در نهایت به شکل محلول کامل در اختیار گیاهان قرار گرفت. در طول آزمایش، تعداد برگ، ارتفاع، طول ریشه، تعداد پاجوش، وزن ریشه، وزن برگ، وزن کل، وزن رُز و وزن خشک ریشه در هر مرحله از نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. همچنین، در این آزمایش، صفات کیفی مانند میزان ماده مؤثره (آلوئین)، آنتی‌اکسیدان و فنل کل در پنج ماه پس از کاشت اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری وزن رُز

برای تعیین وزن رُز، پس از جداسازی بخش رویی، رُز داخل برگ‌ها به کمک یک قاشق کاملاً جدا گردید و وزن آن بر

کشت مورد استفاده در باغبانی با یکدیگر تفاوت دارد که روی رشد گیاه نیز تاثیر متفاوتی می‌گذارند. مثلاً پیت دارای ظرفیت تبادل کاتیونی زیادی است در حالیکه پرلیت و شن با ظرفیت تبادل کاتیونی کم یا بدون ظرفیت تبادل کاتیونی هستند (۱). بنابراین، این ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد روی پاسخ گیاه به شکل‌های مختلف نیتروژن تأثیرگذار است (۸). خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده در بسترهای رشد اثرات مستقیم و غیر مستقیمی روی رشد گیاه و میزان ویتامین C آن دارد. انتخاب یک ماده خاص به‌عنوان بستر رشد، به در دسترس بودن، هزینه و تجربه استفاده از آن بستگی دارد (۵). پرلیت وزن کمی داشته، از نظر شیمیایی خنثی بوده و دارای خلل و فرج و ظرفیت نگهداری آب زیاد می‌باشد (۹). کوکوپیت ماده‌ای آلی با ظرفیت جذب یونی مناسب و ظرفیت نگهداری زیاد آب است. پرلیت، ظرفیت تبادل کاتیونی کم و قدرت موئینگی زیاد دارد. همچنین، پرلیت دارای منافذ زیادی است که هوای کافی در اطراف ریشه گیاه فراهم می‌کند. از طرف دیگر، این ماده توانایی جذب و نگهداری زیاد آب (۳ تا ۴ برابر وزن خود) را دارد که نسبت مناسبی از هوا و آب را در اطراف محیط ریشه فراهم می‌کند. ترکیب این دو فاکتور، نتیجه مثبتی در نگهداری مواد غذایی، تبادل مواد غذایی، مخصوصاً یون‌های مثبت درون بستر، و توزیع بهینه رطوبت و هوا در اطراف ریشه دارد که در نتیجه در شکل‌دهی ریشه و جذب عناصر و رشد گیاه مؤثر است (۳۲).

به طور کلی، موادی که به‌عنوان بستر کاشت و محافظ ریشه گیاه در کشت استفاده می‌شوند باید از ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی زیاد، تهویه کافی، زهکشی مناسب و ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد برخوردار باشند، بدون اینکه تأثیر زیانباری روی گیاه داشته باشند. بسترهای رشد مانند پرلیت، شن و سایر بسترهای آلی مانند پیت و پوسته نارگیل، شرایط خوبی را برای توسعه رشد گیاهان فراهم می‌کنند (۲۸). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای رشد به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر عملکرد و کیفیت محصول مؤثر هستند (۲۸). از آنجا که تولید

حسب گرم اندازه‌گیری شد.

Asamp میزان جذب (نمونه + DPPH) است.

اندازه‌گیری فنل کل

اندازه‌گیری میزان فنل کل برگ با استفاده از روش فولین-سیوکالچو انجام گرفت. برای این منظور، یک گرم نمونه در هاون چینی با کمک نیتروژن مایع آسیاب گردید. سپس ۱۰ میلی‌لیتر متانول خالص برای استخراج ترکیبات فنلی به آن اضافه گردیده و عصاره‌ها با کاغذ صافی صاف شدند.

برای اندازه‌گیری میزان جذب عصاره برگ، ۱۲۵ میکرولیتر عصاره برگ با آب مقطر به حجم ۵۰۰ میکرولیتر رسانده، سپس به آن ۲۵۰۰ میکرولیتر فولین اضافه شد. پس از ۵ دقیقه، مقدار ۲۰۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم اضافه گردید و نمونه‌ها در شرایط تاریکی قرار داده شدند. پس از ۱/۵ ساعت نگهداری در دمای اتاق و شرایط تاریکی، میزان جذب عصاره قرائت گردید. میزان فنل کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم بافت بیان گردید (۲۹).

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آلوئه ورا از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH تعیین گردید (۲۲). برای این منظور، ۰/۵ گرم از هر نمونه در داخل هاون چینی با کمک نیتروژن پودر گردید و به آن ۵ میلی‌لیتر متانول اضافه گردید و پس از کمی به هم زدن در داخل بشرهای کوچک ریخته و به مدت یک ساعت در دمای اتاق قرار داده شد تا استخراج به خوبی صورت گیرد. سپس عصاره توسط کاغذ صافی واتمن، صاف شده و با ۳۰۰۰ دور به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید. کاهش میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید. سپس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی (DPPHsc%) به صورت زیر محاسبه گردید (۱۴):

$$[\text{1}] \quad \% \text{DPPHsc} = (\text{Acont} - \text{Asamp}) / \text{Acont} \times 100$$

که DPPHsc درصد بازدارندگی، Acont میزان جذب DPPH و

میزان آلوئین کل

برای اندازه‌گیری میزان آلوئین کل، یک گرم از بافت برگ را توسط نیتروژن مایع در هاون چینی کوبیده، سپس به آن یک میلی‌لیتر حلال استخراج (۱۵ میلی‌لیتر اسید استیک و ۸۵ میلی‌لیتر متانول) اضافه گردید. محلول ایجاد شده به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس فاز مایع ایجاد شده داخل میکروتیوب قرار داده و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه و سرعت ۱۰۰۰۰ rpm سانتریفوژ گردید. در نهایت، عصاره پس از فیلتر کردن به وسیله فیلترهای یک‌بار مصرف ۰/۴۵ میکرومتر، به دستگاه HPLC تزریق شد. در این آزمایش، از دستگاه HPLC مدل Waters, MA, USA با ستون دستگاه Grand 5C18RSWK و دتکتور UV با طول موج ۲۹۷ نانومتر استفاده شد.

در نهایت، تجزیه آماری داده‌های حاصل از صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS 9/1 بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۱٪ انجام گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمارها در زمان در سطح احتمال ۱٪ برای صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت نشان داد که بیشترین تعداد برگ و تعداد پاجوش در یک ماه پس از کشت، در محیط کشت پیت و پرلیت (۱:۱ حجمی) به دست آمد. در مورد ارتفاع گیاه، اختلاف معنی‌داری بین هیچکدام از تیمارهای موجود دیده نشد (جدول ۲). در مورد طول ریشه، وزن برگ و وزن خشک ریشه بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۳ حجمی) و پیت و پرلیت (۱:۱ حجمی) و در مورد وزن ریشه، وزن کل و وزن ژل بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۱ حجمی) و پیت و پرلیت (۱:۳ حجمی) اختلاف معنی‌داری دیده نشد. نتایج مقایسه میانگین

(۱:۱-حجمی) و پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت در پنج ماه پس از کشت نشان داد که بیشترین تعداد برگ، ارتفاع گیاه، تعداد پاجوش، وزن ریشه، وزن برگ، وزن کل، وزن ژل و وزن ماده خشک برگ از نمونه‌برداری گیاهان کشت شده در محیط کشت پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) به‌دست آمد. میزان طول ریشه در تیمار پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) بیشتر از همه تیمارهای موجود بود. اما اختلاف معنی‌داری را با تیمار پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) نشان نداد. در مورد وزن ژل در بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) و پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) و در مورد تعداد پاجوش اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۳-حجمی)، پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) و پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) دیده نشد (جدول ۶).

نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی اندازه‌گیری شده در پنج ماه پس از کشت نشان داد که اثر تیمارها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۷). بررسی نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین داده‌های صفات کیفی اندازه‌گیری شده در پنج ماه پس از کشت نشان داد که بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان، فنل، آلئوئین و درصد وزن خشک از نمونه‌برداری گیاهان کشت شده در محیط کشت پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) به‌دست آمد. در واقع این محیط کشت بیشترین تأثیر را در خصوصیات کیفی گیاه آلوئه‌ورا دارا بود. ولی بیشترین میزان وزن آب در تیمار پرلیت به‌دست آمد، هر چند اختلاف معنی‌داری با تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۳-حجمی) نداشت (جدول ۸).

بحث

بسترهای محیط کشت پرلیت و پیت به تنهایی و در ترکیب با یکدیگر اثرهای معنی‌داری را روی بیشتر فاکتورهای اندازه‌گیری شده در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری نشان دادند که پژوهش‌های مشابه نیز این نتایج را تأیید می‌کنند. آلن و همکاران (۱۲) در کشت کیسه‌ای، اثر بسترهای متفاوت کشت

اثر بسترهای مختلف در دو ماه پس از کشت نشان داد که بیشترین تعداد برگ، ارتفاع گیاه، طول ریشه، تعداد پاجوش و وزن خشک ریشه در محیط کشت پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) به دست آمد. ولی بیشترین میزان وزن ژل و وزن برگ در تیمار پیت و پرلیت (۱:۳-حجمی) و بیشترین وزن ریشه و وزن کل در تیمار پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) به‌دست آمد (جدول ۳). در مورد طول ریشه و وزن ریشه، بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) و پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) و در مورد وزن خشک ریشه اختلاف معنی‌داری بین ترکیب پیت و پرلیت (۱:۳-حجمی) و پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) دیده نشد (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین داده‌ها در سه ماه پس از کشت نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه، طول ریشه، وزن ریشه، وزن برگ، وزن کل و وزن ژل در بستر حاوی پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) به دست آمد (جدول ۴). ولی بیشترین میزان تعداد برگ در تیمار پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) و بیشترین میزان طول ریشه، تعداد پاجوش و وزن خشک ریشه در تیمار پیت و پرلیت (۱:۳-حجمی) به‌دست آمد. در مورد طول ریشه، بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۳-حجمی)، پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) و پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) و در مورد ارتفاع، وزن ریشه و وزن ژل بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) و پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) و در مورد تعداد پاجوش و وزن خشک ریشه بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۳-حجمی) و پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در چهار ماه پس از کشت نشان داد که بیشترین تعداد برگ، ارتفاع گیاه، طول ریشه، تعداد پاجوش، وزن ریشه، وزن برگ، وزن کل، وزن ژل و وزن ماده خشک برگ، از گیاهان کشت شده در محیط کشت پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) به دست آمد. در مورد وزن برگ، بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۳-حجمی) و پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) و در مورد طول ریشه، وزن کل و وزن ژل بین تیمارهای پیت و پرلیت (۱:۱-حجمی) و پیت و پرلیت (۳:۱-حجمی) و در مورد تعداد پاجوش بین تیمارهای پیت و پرلیت

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد برگ	ارتفاع	طول ریشه	تعداد پاجوش	وزن ریشه	وزن برگ	وزن کل	وزن ریشه خشک	وزن برگ خشک	تیمار (a)
خطای a	۴	۴/۸۴ **	۹/۳۴ **	۲/۷۳ **	۰/۷۲۵ **	۱۳/۷۵ **	۲۹۸۶/۰۸ **	۵۵۱۶/۶ **	۱۶۲۰/۴۹ **	۰/۳۸	تیمار (a)
خطای b	۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۰۳	۲/۱۸	۱/۸۹	۰/۳۸	خطای b	
زمان × تیمار	۴	۱۵۱/۰۱ **	۶۴/۱۴ **	۸۰/۵۸ **	۰/۰۶۲ **	۱۸۹۲۵/۰۲ **	۱۳۹/۰۸ **	۲۲۲۵۱/۲۶ **	۴۶۷۷/۷۳ **	۲/۵۳ **	
خطای b	۱۶	۲/۱۸ **	۸/۴۳ **	۲۴/۳۹ **	۲/۰۶ **	۳۱۴۸/۶۹ **	۳۲/۱۴ **	۲۶۵۲/۵۳ **	۱۰۳۶/۴۳ **	۰/۲۰ **	
خطای b	۴	۰/۰۲۳	۰/۰۲۰	۰/۰۲۷	۰/۵۲۴	۰/۱۵	۰/۷۶	۰/۷۷	۱/۲۴	۰/۰۰۴	
ضریب تغییرات		۲/۷۸	۲/۰۲	۲/۴۹	۸/۱۲	۲/۵۳	۰/۷۶۶	۰/۷۴	۱/۲۹	۲/۹۸	

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت بر صفات کمی و کیفی آلوئه ورا در یک ماه پس از کشت

صفات اندازه‌گیری شده	تعداد برگ		ارتفاع (سانتی‌متر)		طول ریشه (سانتی‌متر)		تعداد پاجوش		وزن ریشه (گرم)		وزن برگ (گرم)		وزن کل (گرم)		وزن ریشه خشک (گرم)	تیمار
	تعداد	ارتفاع	طول ریشه	تعداد	وزن ریشه	وزن برگ	وزن کل	وزن ریشه	وزن برگ	وزن کل	وزن ریشه	وزن برگ				
پیست	۴/۵۳ c	۱۵/۹ a	۱۰/۷۳ d	۱/۵ b	۷/۹ c	۶/۷ d	۶۹/۶۶ d	۲۷/۲ d	۰/۶۶ b	پیست						
پیست و پرلیت (۱:۳)	۵/۷۳ b	۱۵/۶ a	۱۲ ab	۱/۵ b	۱۲/۸ b	۹/۴ a	۹۸/۳۳ b	۴۶ b	۱/۶ a	پیست و پرلیت (۱:۳)						
پیست و پرلیت (۱:۱)	۷/۱۲ a	۱۶/۰۳ a	۱۴ a	۲/۶ a	۱۵/۷ a	۹/۵۲ a	۱۱۰/۹۲ a	۵۱/۲۲ a	۱/۸ a	پیست و پرلیت (۱:۱)						
پیست و پرلیت (۳:۱)	۶/۰۶ b	۱۵/۳۳ a	۱۲/۲۳ bc	۲ b	۱۴/۵ ab	۸/۴ b	۱۰۹/۵۳ a	۵۲/۹۳ a	۱/۰۶ b	پیست و پرلیت (۳:۱)						
پرلیت	۵/۵۰ b	۱۵/۰۶ a	۱۱/۹۳ c	۲ b	۶/۵ c	۷/۲ c	۷۸/۹۳ c	۳۱/۵۳ c	۱ b	پرلیت						

در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت بر صفات کمی و کیفی آلوئه ورا در دو ماه پس از کشت

وزن خشک (گرم)	وزن ریشه (گرم)	وزن کل (گرم)	وزن برگ (گرم)	وزن ریشه (گرم)	تعداد پاجوش	طول ریشه (سانتی متر)	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد برگ	تیمار
۱ d	۴۲/۴ d	۹۲/۲ e	۸۰/۸ e	۸/۴ d	۱/۵ e	۱۲/۹۳ c	۱۸/۴۶ c	۵/۹۶ c	پیست
۲/۵ a	۷۴/۲ a	۱۴۰/۳ c	۱۵۰/۵۶ a	۱۷/۲ b	۱/۸ d	۱۷/۱۶ b	۲۰ b	۶/۷ b	پیست و پرلیت (۱:۳)
۲/۶ a	۶۹/۹ b	۱۵۴/۹ b	۱۳۲/۱ b	۲۲/۸ a	۲/۸ a	۱۹/۲۳ a	۲۱/۵ a	۷/۹۶ a	پیست و پرلیت (۱:۱)
۲ b	۶۷/۶ c	۱۷۲/۵ a	۱۲۲/۱ c	۲۲/۹ a	۲/۳ b	۱۸/۸۳ ab	۲۰/۴ b	۶/۲۳ bc	پیست و پرلیت (۳:۱)
۱/۲ c	۴۵/۴ d	۱۰۴/۴ d	۹۳/۸ d	۱۰/۶ c	۲ c	۱۴/۱۳ c	۱۸/۶۳ c	۵/۴۶ d	پرلیت

در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت بر صفات کمی و کیفی آلوئه ورا در سه ماه پس از کشت

وزن خشک (گرم)	وزن ریشه (گرم)	وزن کل (گرم)	وزن برگ (گرم)	وزن ریشه (گرم)	تعداد پاجوش	طول ریشه (سانتی متر)	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد برگ	تیمار
۱/۳ c	۵۱/۷ c	۱۲۱/۱ e	۱۰۸/۴ d	۱۲/۶ c	۲ d	۱۴/۷ b	۲۱/۴۶ c	۶/۲۳ c	پیست
۲/۷ a	۷۸/۷ b	۱۸۸/۴ c	۱۶۷/۰۶ b	۲۲/۷ b	۲/۸ a	۲۳ a	۲۴/۵۶ b	۸/۵۳ b	پیست و پرلیت (۱:۳)
۲/۴ a	۸۸/۴ a	۲۱۲/۳ a	۱۸۴/۶ a	۲۸/۷ a	۲/۵ ab	۲۲/۹۶ a	۲۶/۷۲ a	۸/۹۳ b	پیست و پرلیت (۱:۱)
۲/۵ b	۸۶/۱ a	۱۹۵/۳ b	۱۶۵/۶ b	۲۸/۲ a	۲/۸ bc	۲۱/۹ a	۲۵/۹۳ ab	۹/۶۶ a	پیست و پرلیت (۳:۱)
۱/۵ c	۵۳ c	۱۳۲/۴ d	۱۱۸/۴ c	۱۳/۹ c	۲/۶ cd	۱۶/۲۳ b	۲۲/۶۳ c	۶/۵۶ c	پرلیت

در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت بر صفات کمی و کیفی آلوده ورا در چهار ماه پس از کشت

وزن خشک (گرم)	وزن ژل (گرم)	وزن کل (گرم)	وزن (گرم)	برگ (گرم)	وزن ریشه (گرم)	فاکتورهای اندازه‌گیری شده		تعداد پاجوش	تعداد ریشه سانتی‌متر	طول ریشه سانتی‌متر	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد برگ	تیمار
						وزن ریشه (گرم)	برگ (گرم)						
۲/۴۶ e	۶۱/۳ c	۱۵۹/۸ d	۱۴۴/۸ d	۱۴/۹ d	۲/۳ c	۱۶/۲ c	۲۲/۵ c	۶/۸ c	پیت				
۴/۱ b	۱۲۵ b	۲۸۵/۳ b	۲۶۵/۳ a	۲۰/۵ c	۴ ab	۲۶/۳ b	۲۸/۴ b	۱۰/۵ b	پیت و پرلیت (۱:۳)				
۴/۴۳ a	۱۳۶/۱ a	۳۰۱/۷ a	۲۶۶ a	۲۵/۶ a	۴/۱۶ a	۲۸/۸ a	۲۹/۶ a	۱۱/۲ a	پیت و پرلیت (۱:۱)				
۲/۰۳ c	۱۳۳/۸ a	۲۹۹/۴ a	۲۵۶/۷ b	۲۴/۱ b	۴ ab	۲۸/۴ a	۲۸/۳ b	۱۰/۳ b	پیت و پرلیت (۳:۱)				
۲/۷ d	۶۲/۷ c	۱۶۸/۳ c	۱۵۲/۸ c	۱۴/۴ d	۲/۸ bc	۱۷/۸ c	۲۴/۳ c	۶/۷ c	پرلیت				

در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت بر صفات کمی و کیفی آلوده ورا در پنج ماه پس از کشت

وزن خشک (گرم)	وزن ژل (گرم)	وزن کل (گرم)	وزن برگ (گرم)	وزن ریشه (گرم)	تعداد پاجوش	طول ریشه (سانتی‌متر)	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد برگ	تیمار
۲/۹ d	۹۹/۴ c	۲۴۸/۳ e	۲۲۸/۵ e	۱۹/۸ d	۲/۸ c	۱۷/۸ d	۲۴ e	۷/۱۶ e	پیت
۴/۶ a	۱۰۲/۵ b	۴۳۲/۹ b	۳۱۰/۳ c	۲۵/۳ c	۴/۸ a	۲۰/۷ b	۳۱/۷ b	۱۲/۳ b	پیت و پرلیت (۱:۳)
۴/۸ a	۲۰۵/۳ a	۴۶۲/۰۶ a	۴۱۶/۶ a	۴۵/۴ a	۵ a	۲۴/۹ a	۲۵/۳ a	۱۲/۷ a	پیت و پرلیت (۱:۱)
۲/۶ b	۲۰۲/۰۶ a	۲۵۲/۳ c	۲۹۸/۶ b	۴۱/۹ b	۴/۱ ab	۲۵ a	۳۰/۵ c	۱۱/۲ c	پیت و پرلیت (۳:۱)
۲/۱ c	۱۰۲/۷ c	۲۶۷/۲۶ d	۲۴۷/۵ d	۱۹/۷ d	۲/۱ bc	۲۰/۹ c	۲۶/۴ d	۷/۶ d	پرلیت

در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۷. تجزیه واریانس صفات کیفی اندازه‌گیری شده در پنج ماه پس از کاشت

وزن آب	میانگین مربعات				درجه آزادی	منبع تغییرات
	وزن خشک ژل	آلومین	فنل کل	آنتی‌اکسیدان		
۰/۴۹ **	۰/۵۸ **	۶۵/۴۷ **	۷/۷۵ **	۳۴۳/۱۰ **	۴	تیمار
۰/۰۲۴	۰/۰۳	۱/۷۳	۰/۰۱۲۶	۲۶/۹۶	۱۰	خطا
۰/۱۵۹	۱۱/۲۵	۱۵/۴۰	۱/۸۷	۱۲/۳۵		ضریب تغییرات

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف کشت بر خصوصیات کیفی آلوئه‌ورا

وزن آب (گرم)	وزن خشک ژل (درصد)	آلومین (mg/100 g d.m)	فنل کل (میلی‌گرم بر لیتر)	آنتی‌اکسیدان (%DPPHsc)	تیمار
۹۸/۶۸ ab	۱/۳۱ bc	۸/۸۹ b	۴/۲۸ e	۳۷/۲۵ bc	پیت
۹۸/۳۶ b	۱/۶۳ b	۳/۸۰ c	۵/۷۸ c	۳۲/۲۷ c	پیت و پرلیت (۱:۳)
۹۸/۵۲ ab	۱/۴۶ bc	۱۰/۸۴ b	۶/۱۲ b	۴۷/۰۲ ab	پیت و پرلیت (۱:۱)
۹۷/۸۴ c	۲/۲۴ a	۱۴/۹۴ a	۸/۵۸ a	۵۸/۴۱ a	پیت و پرلیت (۳:۱)
۹۸/۹۲ a	۱/۰۷ c	۴/۲۵ c	۵/۲۰ d	۳۵/۲۵ c	پرلیت

در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

کشت بدون خاک است (۱۳، ۱۶، ۲۰ و ۲۲) که می‌تواند دلیلی بر وجود اختلاف معنی‌دار در میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده در این پژوهش باشد (جداول ۳ و ۹).

مارتینز و آباد (۲۱) بیان کردند که آب در دسترس پرلیت به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد و نوسانات رویشی موجود در مراحل مختلف آزمایش در این بسترها ناشی از این مسئله باشد. همچنین، افزایش جذب عناصر در بسترهای حاوی پرلیت و کوکوپیت تا اندازه‌ای به تخلخل تهویه‌ای زیاد آنها مربوط است (۷).

در پژوهش حاضر، بیشترین میزان شاخص‌های کمی در نسبت مساوی پیت و پرلیت به دست آمد. حاجی‌آقایی کامرانی و همکاران (۲) نیز اثر بسترهای مختلف با نسبت‌های متفاوت از آنها را مورد بررسی قرار دادند و بهترین نتیجه را در محیط کشت با بستر پرلیت + پیت ماس (با نسبت ۱:۱ حجمی) به عنوان بستر کشت آبکشت برای تولید مینی تیوبر (ریزغده) سیب‌زمینی توصیه نمودند.

افشاری‌پور و روستا (۱۱) محیط کشت حاوی پرلیت و کوکوپیت را در سیستم هیدروپونیک مورد آزمایش قرار دادند. بیشتر پارامترهای اندازه‌گیری شده در محیط کوکوپیت و در محیط حاوی پرلیت به تنهایی و خالص نتیجه خوبی نداشت. بلکه ترکیب آنها با یگدیگر به صورت ۵۰٪ پرلیت + ۵۰٪ کوکوپیت و ۲۵٪ پرلیت + ۷۵٪ کوکوپیت بهترین نتیجه را داده است، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (جداول ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۹). همچنین، صابری و همکاران (۷) نیز اثر محیط‌های مختلف کشت پرلیت، ورمیکولیت، ژئولیت و شلتوک را به صورت خالص یا به صورت ترکیب‌هایی با نسبت‌های مختلف و کوکوپیت به صورت ۱۰۰٪ حجمی مورد آزمایش قرار دادند. آنها نشان دادند که به طور کلی، بیشترین جذب عناصر غذایی توسط گوجه‌فرنگی گیلاسی در بستر حاوی مخلوطی از پرلیت و ورمیکولیت مشاهده شده است، که احتمالاً به سبب شرایط بهینه رشد ریشه‌ها، مخصوصاً تخلخل زیاد و قدرت نگهداری آب و عناصر غذایی است.

مانند خاک، پرلیت، پیت و شن را به تنهایی و در ترکیب‌های متفاوت بر کیفیت و کمیت گوجه‌فرنگی بررسی و مشاهده کردند که بسترهای مورد استفاده از نظر اثر بر کیفیت و کمیت گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین، بسترهای کشت از لحاظ جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل، هدایت الکتریکی (EC) و pH تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۱٪ دارند (۲).

هرچند کوکوپیت به عنوان یک بستر کشت مناسب برای کشت بدون خاک شناخته شده است، اما به دلیل اینکه آب زیادی را حفظ می‌کند هوای کمی در اطراف ریشه قرار می‌گیرد که در انتشار اکسیژن به ریشه مؤثر است. خصوصیات فیزیکی کوکوپیت وابستگی زیادی به روش پردازش و آماده سازی آن دارد (۱۰) و ظرفیت هوا و نگهداری آب این مواد ممکن است از ۱۱-۵۳ و ۵۰-۸۱ درصد به ترتیب متغیر باشد. ترکیب مواد درشت‌تر می‌تواند وضعیت هوادهی را بهبود بخشد (۱۵، ۲۵ و ۲۷). پرلیت، پوست سوخته برنج و فیبر هسته کف می‌تواند به عنوان مواد درشت‌تر برای بهبود وضعیت نسبت آب و هوا به کوکوپیت کمک کنند (۱۸، ۲۷ و ۳۱). از سوی دیگر، پرلیت به دلیل یک عمل کاپیلاری مناسب، به عنوان یک بستر کشت خیلی مناسب شناخته شده است (۲۶). پرلیت به دلیل یکنواختی و سبکی برای افزایش هوادهی و زهکشی گلدان‌ها بسیار مناسب است. پرلیت دارای حفره‌های ریزی است که سطح هر ذره را پوشانده است. این حفره‌ها هوادهی و سطوح زیاد آب را که باید در دسترس گیاه قرار بگیرد را فراهم می‌کند. بعلاوه، به دلیل شکل فیزیکی ذرات، عبور هوا شکل می‌گیرد و توازن مناسبی بین رطوبت حفظ شده و هوا ایجاد می‌کند. همچنین، افزایش نسبت کوکوپیت به پرلیت، رشد و نمو ژبر را افزایش داده است (۲۳). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که خواص فیزیکی و شیمیایی کوکوپیت می‌تواند به وسیله مواد دیگر مانند پرلیت افزایش یابد که این با نتایج تحقیق آونگ و همکاران (۱۳) که در مورد گیاه *Celosia cristata* انجام دادند، مطابقت دارد. همچنین، گزارش شده که خصوصیات فیزیکی بستر به عنوان عامل تعیین کننده نمو گیاه در

نتیجه‌گیری

بسترهای کشت، اثرهای متفاوتی بر رشد و نمو گیاه دارند. هر بستر کشت نیز خصوصیات خاص خود را دارد. بنابراین، برای تولید محصول با کیفیت، بهتر است از مخلوطی از بسترهای پیت و پرلیت استفاده شود. چون پرلیت دارای ذرات درشت‌تر است هوای بیشتری را در دسترس گیاه قرار می‌دهد و کوکوپیت نیز توانای نگهداری مقادیر زیادی آب را دارد که می‌توان محصول با کیفیت و با خصوصیات بهتری تولید کرد.

سپاسگزاری

امکانات لازم برای انجام این پژوهش توسط دانشگاه گیلان فراهم گردیده است که بدین وسیله مراتب قدردانی اعلام می‌گردد.

تراکا- مارونا و همکاران (۳۰) نیز بیشترین عملکرد گوجه‌فرنگی را در بسترهای حاوی ترکیبی از پرلیت- کوکوپیت به دست آوردند، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. همچنین، صابری (۶) 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 به دست آورد. صابری و همکاران (۷) گزارش دادند که غلظت عناصر در بسترها نمی‌تواند تنها عامل تأثیرگذار بر جذب آنها توسط گوجه‌فرنگی باشد. اما تفاوت‌های مشاهده شده در غلظت عناصر در گیاه می‌تواند به شرایطی که این بسترها جهت جذب برای ریشه فراهم می‌کنند مرتبط باشد. به عنوان مثال، افزایش جذب عناصر در بسترهای حاوی پرلیت و کوکوپیت تا اندازه‌ای به تخلخل تهویه‌ای زیاد آنها مربوط است.

منابع مورد استفاده

۱. جوانپور هروی، ر.، م. بابالار، ع. کاشی، م. میرعبدالباقی و م. عسگری. ۱۳۸۴. اثر چند نوع محلول غذایی و بستر کاشت در سیستم آبکشت بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی گلخانه‌ای رقم حمرا. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۴): ۹۳۶-۹۴۹.
۲. حاجی آقایی کامرانی، م.، ک. هاشمی مجد، ن. نجفی و س. ج. طباطبایی. ۱۳۹۱. تأثیر بسترهای مختلف کشت بر تعداد مینی تیوبر و غلظت عناصر در بخش هوایی و ریشه سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۳(۱۰): ۶۷-۷۷.
۳. رضایی، م.، ج. کامکار و ف. مظفریان. ۱۳۷۵. شناخت گیاه صبر زرد و ترکیب‌های دارویی و شیمیایی آن. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران.
۴. سالاردینی، ع. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
۵. سمیعی، ل. ا. خلیقی، م. کافی، س. سماوات و م. ارغوانی. ۱۳۸۴. بررسی امکان بهره‌گیری از ضایعات سلولزی به عنوان جایگزین پیت‌ماس در بستر کاشت گیاه برگ زیتنی آگلونما. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۲): ۵۰۳-۵۱۰.
۶. صابری، ز. ۱۳۸۵. کاربرد زئولیت، میکا و بعضی مواد بی‌اثر به عنوان بستر رشد گوجه‌فرنگی به روش هیدروپونیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۷. صابری، ز.، ا. ح. خوشگفتارمنش، م. کلباسی، م. مبلی و م. حقیقی. ۱۳۹۲. تأثیر بسترهای مختلف کشت بر جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف توسط گوجه‌فرنگی گیلاسی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۴(۱۵): ۷۷-۸۷.
۸. گنج‌های، ب. و ا. گلچین. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، پتاسیم و منیزیم بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه توت‌فرنگی در محیط کشت هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۲(۸): ۷۱-۸۰.
۹. ملکوتی، م. ج.، س. ج. طباطبایی و م. کافی. ۱۳۸۴. روش‌های نوین تأمین به موقع عناصر غذایی در گیاهان. انتشارات سنا، تهران.
10. Abad, M., P. Noguera, R. Puchades, A. Maquieira and V. Noguera. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. *Bioresour. Technol.* 82: 241-

245.

11. Afsharipoor, S. and H.R. Roosta. 2011. Effect of different planting beds on growth and development of strawberry in hydroponic and aquaponic cultivation systems. *Plant Ecophysiol.* 2: 61-66.
12. Alan, R., A. Zulkadir and H. Padem. 1994. The influence of growing media on growth yield and quality of tomato grown under greenhouse condition. *Acta Hort.* 366: 229-234.
13. Awang, Y., A.Sh. Shaharom, R.B. Mohamad and A. Selamat. 2009. Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of *Celosia cristata*. *Am. J. Agric. Biol. Sci.* 4(1): 63-71.
14. Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT- Food Sci. Technol.* 28: 25-30.
15. Bunt, A.C., 1988. Media and Mixes for Container-Grown Plants. 1st Edn., Springer, London.
16. Chavez, W., A. Di Benedetto, G. Civeira and R. Lavado. 2008. Alternative soilless media for growing *Petunia x hybrida* and *Impatiens wallerana*: Physical behavior, effect of fertilization and nitrate losses. *Bioresour. Technol.* 99: 8082-8087.
17. Grace, O.M., S.J.M. Simmonds, G.F. Smith and A.E. van Wyk. 2010. Chemosystematic evaluation of *Aloe* section *Pictae* (Asphodelaceae). *Biochem. Syst. Ecol.* 38: 57-62.
18. Islam, S. 2008. Evaluating performance of ecologically sound organic substrates under different temperature regimes. *Int. J. Agric. Biol.* 10: 297-300.
19. Joshi, S.P. 1998. Chemical constituents and biological activity of *Aloe barbadensis*. *JMAPS* 20(3): 768-773.
20. Karla, Y.P. 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. 3rd Edn., CRC Press, Boca Raton, FL.
21. Martinez, P.F. and M. Abad. 1992. Soilless culture of tomato in different mineral substrates. *Acta Hort.* 323: 251-259.
22. Michel, J.C., L.M. Riviere and M.N. Fontaine. 2001. Physical properties of peat: A key factor in their use as growing media. *Eur. J. Soil Sci.* 52: 1-7.
23. Paradiso, R. and S. De Pascale. 2008. Effects of coco fiber addition to perlite on growth and yield of cut gerbera. *Acta Hort.* 779: 529-534.
24. Peet, M.M., C.D. Raper, L.C. Tolley and W.P. Robarge. 1985. Tomato responses to ammonium and nitrate nutrition under controlled root-zone pH. *J. Plant Nutr.* 8: 787-798.
25. Richards, D.M.L. and D.V. Beardsell. 1986. The influence of particle-size distribution in pinebark:sand: brown coal potting mixes on water supply, aeration and plant growth. *Sci. Hort.* 29: 1-14.
26. Robbins, J.A. and M.R. Evans. 2004. Growing media for container production in a greenhouse or nurseries. Part 1: Components and mixes, Agriculture and Natural Resources, Division of Agriculture, University of Arkansas, Fayetteville.
27. Sambo, P., F. Sannazzaro and M.R. Evans. 2008. Physical properties of ground fresh rice hulls and sphagnum peat used for greenhouse root substrates. *HortTechnol.* 18: 384.
28. Shinohara, Y., T. Hata, T. Maruo, M. Hohjo and T. Ito. 1999. Chemical and physical properties of the coconut-fiber substrate and the growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants. *Acta Hort.* 481: 145-149.
29. Singleton, V.L., R. Orthofer and R.S. Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 299: 152-178.
30. Traka-Marrona, E., D. Gerasopoulou, 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.
31. Tsakalimi, M. 2006. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) core and rice hulls as components of container media for growing *Pinus halepensis* M. seedlings. *Bioresour. Technol.* 97: 1631-1639.
32. Wood, C.W., D.W. Reeves and D.G. Himelrick. 1993. Relationships between chlorophyll meter reading and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield. *Proc. Agron. Soc.* 23: 1-9.