اثر بستر کشت خاکی و آب‌کشت بر رشد و عملکرد غده‌چه سیب‌زمینی

مجله بوم شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۰ شماره ۳
صفحات ۳۵ – ۲۵

منیره حاجی‌آقائی کامرانی*
دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم خاک
دانشگاه محقق اردبیلی
اردبیل، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
kamranimona@yahoo.com

کاظم هاشمی‌مجد
استادیار گروه علوم خاک
دانشگاه محقق اردبیلی
اردبیل، ایران
نشانی الکترونیک ✉ :
hashemmajd@yahoo.com

نصرت‌اله نجفی
دانشیار گروه علوم خاک
دانشگاه تبریز
تبریز، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
nanajafi@yahoo.com

هادی حسین‌نیا
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد قائم‌شهر
باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان
قائم‌شهر، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
maghaleh110@yahoo.com

(مسئول مکاتبات)

چکیده این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار شامل پرلیت، پرلیت + ورمی‌کولایت (۱:۱ حجمی)، پرلیت + پیت‌ماس (۱:۱ حجمی)، پرلیت + خاک (۱:۱ حجمی)، پرلیت + خاک + کمپوست کود گاوی (به ترتیب ۴۰، ۳۰، ۳۰٪)، پرلیت + خاک + ورمی کمپوست (۴۰، ۳۰، ۳۰٪)، خاک، پرلیت + پیت‌ماس شاهد در چهار تکرار انجام شد. در طول دوره رشد، سطح برگ، ارتفاع بوته، قطر ساقه در محل طوقه و پس از برداشت بخش هوایی و تعداد غده‌ها، طول، وزن‌تر و خشک غده اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع بستر کشت بر شاخص‌های سطح برگ، ارتفاع بوته و قطر ساقه در محل طوقه معنی‌دار بود. رشد و تولید غده‌چه در بستر خاک و بسترهای که حاوی خاک بودند، پایین بود، بنابراین هیچکدام از بسترها نتوانست به اندازه کافی اثرات منفی خاک منطقه را خنثی کند. بسترهای خاکی دارای بیشترین وزن مخصوص ظاهری، وزن مخصوص حقیقی،هدایت الکتریکی و اسیدیته و کمترین تخلخل بودند. بیشترین تعداد غده دره بستر پرلیت + پیت‌ماس تولید شد. بیشترین تعداد غده در بستر پرلیت + پیت‌ماس و بیشترین ارتفاع بوته در بستر پرلیت + خاک + کمپوست کود گاوی بود. بستر پرلیت + پیت‌ماس (با نسبت ۱:۱ حجمی) به عنوان بهترین بستر کشت برای تولید غده‌چه سیب‌زمینی توصیه می‌شود.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۱۳۹۱**
تاریخ دریافت: **۱۳۹۲/۱۰/۱۳**
تاریخ پذیرش: **۱۳۹۳/۰۴/۰۲**

واژه‌های کلیدی:
- **پرلیت**
- **پیت‌ماس**
- **ورمیکمپوست**
- **کود حیوانی**
- **مینی‌تیوبر**
- **هیدورپونیک**

مقدمه سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از پر تولیدترین محصولاتی است که در جهان کشت می‌شود و دو برابر برنج و گندم کالری تولید می‌کند[۵]. *فائو (۲۰۰۶)* اهمیت سیب‌زمینی را به‌عنوان یک محصول غذایی جهانی در رتبه چهارم، میان سایر محصولات اعلام کرد[۱۳]. سیب‌زمینی با توجه به وجود مواد غذایی گوناگون نظیر پروتئین، نشاسته‌ای و املاح معدنی از غنی‌ترین منابع غذایی به شمار می‌رود.[۱٤] غده‌چه[1] سیب‌زمینی نقش مهمی در سیستم تولید بذر آن دارد.[۳۹] تولید غده‌چه از روش‌های مهم تولید بذر سیب‌زمینی می‌باشد که در همه جای دنیا به‌عنوان یک پل ارتباطی بین تکثیر سریع گیاهچه درون شیشه براساس قلمه‌های گرهی و تکثیر مزرعه‌ای غده‌های بذری می‌باشد. بامطالعه روی سیستم-های آب‌کشت[2]، به این نتیجه رسیدند که این سیستم‌ها امکان تولید غده‌چه سیب‌زمینی عاری از ویروس را افزایش می‌دهند.[۲۳،۳٤،۳۸] غده‌چه‌ها از گیاهچه درون شیشه یا ریزغده[3] تولید می‌شوند. وقتی ارتفاع گیاهچه‌های درون شیشه‌ای به ٤ تا ۵ سانتی‌متر رسید، آن‌ها را به گلخانه انتقال می‌دهند.[۲۷] غده‌چه‌های سیب‌زمینی غده کوچک عاری از بیماری هستند که از گیاهچه‌های آزمایشگاهی پس از انتقال به گلخانه تولید می‌شوند و غده‌های بذری سالم و باکیفیت بالا تولید می‌کنند. معمولاً قطر ۵ تا ۲۰ میلی‌متر و وزن ۰/۱ تا ۱۰ گرم دارند.[۱۷،۳۵] انتخاب یک بستر مناسب برای کشت بسیار ضروری می‌باشد. بستر مناسب کشت باید توانایی در اختیار قرار دادن هوای کافی برای ریشه را داشته باشد و ضمن داشتن ظرفیت نگهداری آب مناسب، بتواند به سهولت و به نحوی مطلوب آب را تخلیه کند.[٤۱] یک بستر کاشت مناسب علاوه برداشتن ویژگی‌های مطلوب فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی باید در دسترس، ارزان، پایدار و به‌اندازه کافی سبک باشد تا کار با آن راحت‌تر و حمل‌ونقل آن ازنظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه باشد.[۱۰]

از فاکتورهای مؤثر بر موفقیت کشت بدون خاک می‌توان به نوع بستر اشاره نمود که می‌تواند دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی باشد.[۱۱] در سیستم‌های کشت بدون خاک یا آب‌کشت،گیاهان در محیطی به‌غیراز خاک، به‌منظور رسیدن به حداکثر تراکم کشت، بهبود عملکرد و کاهش آلودگی‌های خاک‌زاد و مشکلات جذب عناصر، کشت می‌شوند.[۱۹] از ترکیبات آلی و معدنی مختلف به‌عنوان بستر کاشت استفاده می‌شود. انواع کمپوست‌ها نظیر ورمی‌کمپوست و نیز انواع پیت نظیر پیت‌ماس ازجمله ترکیبات آلی رایج مورداستفاده در بسترهای کاشت می‌باشند. ورمی-کمپوست یک کود آلی است که از تجزیه‌ی میکروبی و ثبات مواد آلی تحت تأثیر کرم‌های خاکی و ریزجانداران مختلف به دست می‌آید.[۸] ورمی‌کمپوست کودی بسیار نرم، سبک‌وزن، ترد، تمیز و بدون بو است. ازلحاظ کیفی یک ماده آلی با اسیدیته مناسب و سرشار از مواد هومیک[4] و عناصر غذایی به‌صورت قابل‌جذب گیاه بوده و دارای انواع ویتامین‌ها، هورمون‌های رشد گیاه و آنزیم‌های مختلف می-باشد.[۲] کمپوست شدن یک فرآیند بیولوژیکی هوازی است که در شرایط کنترل‌شده ازنظر دما، رطوبت، تهویه و ریزجانداران، مواد آلی را به دی‌اکسید کربن، مواد معدنی و مواد آلی پایدار تبدیل می‌کند.[۱۸] پیت‌ماس یک ماده گیاهی است که به مقدار کمی تجزیه‌شده و در زمین‌های خزه‌ای و هم‌چنین شرایط بی‌هوازی مثل مرداب‌ها و باتلاق‌ها تشکیل می‌گردد و اسیدی

[1] minitubers
[2] hidroponic
[3] microtuber
[4] humic material

است. ظرفیت تبادل کاتیونی این ماده بالا و هدایت الکتریکی آن کم است.[۳۶] پرلیت وزن کمی داشته و از نظر شیمیایی خنثی بوده و دارای خلل و فرج و ظرفیت نگه‌داری آب بالا می‌باشد. ورمی‌کولیت نیز ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی دارد و از نظر شیمیایی فعال است و به دلیل دارا بودن ساختمان خاص، کم‌دوام بوده و گرایش به فشرده شدن دارد.[۲۵] از تحقیقات انجام‌شده توسط *وئور و همکاران (۱۹۹۰)* چنین به دست آمد که با افزایش اندازه غده، تعداد غده‌های تولیدی و ارتفاع بوته و قطر ساقه و طول و عرض برگ‌ها افزایش می‌یابد. ازنظر قطر عرضی غده‌ها اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بیشترین مقدار در تیمار پرلیت + پیت‌ماس و کمترین در خاک حاصل شد. *کیم تائک (۱۹۹۸)* نیز به این نتیجه رسید که با افزایش ارتفاع بوته و قطر ساقه و طول و عرض برگ‌ها، اندازه غده‌ها نیز افزایش می‌یابد. کمترین و بیشترین وزن‌تر غده به ترتیب مربوط به تیمارهای خاک و تیمارهای پرلیت + پیت‌ماس و پرلیت + پیت‌ماس شاهد به دست آمد. درحالی‌که بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری حاصل نشد. طی تحقیقات اوزکیناک و سامانسی(۲۰۰۶) عملکرد و تعداد غده و وزن غده در غده‌چه‌های تولیدشده در سیستم‌های کشت آب‌کشت بیشتر بود که مطابق با نتایج این تحقیق است. *لومن (۱۹۹۵)* بیان کرد که در غده‌های بذری کوچک‌تر، وزن غده‌های تولیدشده در بوته کمتر می‌باشد. در این پژوهش با افزودن مخلوط‌هایی از کمپوست، ورمی کمپوست به خاک و نیز استفاده از سایر بسترهای کاشت سعی شده است با بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بسترهای کشت، کمیت و کیفیت محصول سیب‌زمینی ارتقا یابد.

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت بر رشد و عملکرد غده‌چه‌ها و مقایسه روش آب‌کشت با بسترهای خاکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار انجام گردید. بسترهای آزمایشی شامل پرلیت، پرلیت + ورمی‌کولایت (۱:۱ حجمی)، پرلیت + پیت‌ماس (۱:۱ حجمی)، پرلیت + خاک (۱:۱ حجمی)، پرلیت + خاک + کمپوست کود گاوی (به ترتیب۴۰، ۳۰، ۳۰٪) ، پرلیت + خاک + ورمی کمپوست (به ترتیب۴۰، ۳۰، ۳۰٪)، خاک، بستر کشت رایج در گلخانه (پرلیت + پیت‌ماس شاهد) بودند. خاک مورداستفاده از مزارع اطراف گلخانه انتخاب شد. هر یک از بسترهای کشت به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار یک‌بار در اتوکلاو سترون شدند. سپس نصف حجم بسترهای مختلف کشت در گلدان-هایی ضدعفونی شده، ریخته شد. بعد از رساندن رطوبت گلدان به ظرفیت مزرعه، گیاهچه‌های درون شیشه که قبلاً به طریقه کشت بافت تولیدشده بودند، به گلخانه انتقال داده و در گلخانه گیاهچه‌ها ابتدا از داخل لوله‌های آزمایش خارج و ریشه به‌وسیله آب شستشو گردید تا بقایای محیط کشت کاملاً حذف شود. پس از شستشوی کامل ریشه-ها، با ایجاد حفره کوچکی در بسترها، گیاهچه‌ها کاشته شدند. نصف باقی‌مانده بسترهای مختلف کشت بعد از رشد گیاهچه‌ها به‌صورت خاک‌دهی پای بوته به گلدان‌ها افزوده شد. برای تأمین مواد غذایی موردنیاز گیاهچه‌ها از محلول غذایی (میلی‌گرم بر لیتر) Mo=0.1, Mg=25, Mn=1, Fe=5, S=30, Ca= 200, K=350, P= 40 N=200, B=0.3, Zn=0.2 روزانه در سه نوبت، هر نوبت ۳۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان استفاده شد. برای بستر رایج مورداستفاده در گلخانه (پرلیت + پیت‌ماس شاهد) به‌جای محلول غذایی فوق در مرحله اول از محلول غذایی N، P، K، با میزان ۲۰، ۲۰،

جدول ۱ - ویژگی‌های شیمیایی مواد اولیه بسترهای کاشت

Table 1. Chemical properties of planting media

Medium	EC ($\mu S\ cm^{-1}$)	pH	CEC ($cmolkg^{-1}$)	OM (%)	OC (%)	N (%)	P ($mg\ kg^{-1}$)	K ($mg\ kg^{-1}$)	Na ($mg\ kg^{-1}$)	Ca ($mg\ kg^{-1}$)
Peat	588	6.44	77.00	10.08	5.85	0.16	30	730	340	1260
Perlite	1789	6.66	26.95	0.47	0.27	0.03	5	40	360	740
Vermicolite	213	7.06	97.11	0.67	0.39	0.04	7	270	81	2260
Soil	9400	7.85	27.52	1.34	.078	0.09	6	590	3300	1710
Vermicompost	2340	7.17	43.42	11.77	6.83	0.31	39	7500	1300	850
Compost	2370	7.25	61.11	12.10	7.02	0.51	52	11400	770	1620

۲۰ میلی‌مولار و در مرحله دوم پس از غده‌دهی از محلول غذایی N، P، K با میزان ۱۲، ۱۲، ۳۶ میلی‌مولار به همراه آب آبیاری استفاده شد. دمای گلخانه در محدوده ۱۸ تا ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی در ۵۰ تا ۶۰٪ در نوسان بود. ویژگی‌های شیمیایی مواد اولیه هر یک از بسترهای کشت شامل هدایت الکتریکی و اسیدیته در نسبت ۱:۵ بستر به آب با استفاده از پی‌اچ متر و هدایت‌سنج الکتریکی[۲۱] تعیین گردید. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل اسیدیته و هدایت الکتریکی در گل اشباع[۲]، سدیم قابل‌جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم[۲۰]، کربن آلی به روش *والکی بلک (۱۹۳۴)*، ظرفیت تبادل کاتیونی[۱] به روش *رودس(۱۹۸۲)*، پتاسیم قابل‌جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم[۲۰]، نیتروژن کل به روش کجلدال[۲][۴۲] اندازه‌گیری گردید. ویژگی‌های فیزیکی هر یک از بسترهای کشت شامل جرم مخصوص ظاهری به روش استوانه فلزی[۸]، جرم مخصوص حقیقی به روش پیکنومتر[۳]، بافت خاک به روش هیدرومتر[۴] اندازه‌گیری و تخلخل با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید[۲] (جدول ۱).

$$n = 1 - \frac{Db}{Dp}$$

سطح تک‌برگ (سانتی‌متر مربع)، ارتفاع بوته از سطح بسترها تا نوک بلندترین ساقه و قطر ساقه در محل طوقه در چهار مرحله (قبل از غده‌دهی، غده‌دهی، بعد از غده-دهی و زمان سرزنی) به‌وسیله دستگاه سطح برگ‌سنج[۵]، خط‌کش و کولیس اندازه-گیری شدند. بعد از برداشت بخش هوایی از محل طوقه، دو هفته فرصت داده شد تا پوسته غده‌چه‌ها سفت شود، سپس غده‌ها از داخل گلدان‌ها و از بسترها خارج شد و تعداد آن‌ها در هر گلدان شمارش شدند. وزن‌تر و خشک و همچنین طول غده‌ها اندازه‌گیری شد. برای انجام تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC و برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کشت

مقادیر اسیدیته و هدایت الکتریکی در خاک بیش از سایر بسترهای کاشت و در پیت‌ماس کمترین مقدار بود. در حالی که کربن آلی و ماده آلی در ورمی‌کمپوست و ورمی-کولیت به ترتیب بیش‌ترین و کمترین مقدار را داشت (جدول ۱). در بین مواد اولیه کمپوست بیشترین درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم و پرلیت کمترین درصدها را حائز بود.

[1] cation exchangeable capacity
[2] Kjeldahl method
[3] picnometer method
[4] hydrometer method
[5] CID-202, USA

مقدار سدیم و کلسیم نیز در خاک بیش‌تر از بقیه مواد مورداستفاده به‌عنوان بستر کاشت بود. *بابیوردی و ملکوتی (۲۰۰۷)* در مطالعات خود بیان کردند که بالا بودن درصد نیتروژن ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر کودها، احتمالاً به دلیل بالا بودن مقدار پروتئین آن می‌باشد[۷]. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها اختلاف معنی-داری را در جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل بسترها و هم-چنین مقادیر هدایت الکتریکی و اسیدیته در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای خاک + پرلیت + کمپوست و خاک +پرلیت + ورمی‌کمپوست و همچنین تیمارهای پرلیت +پیت و پرلیت + ورمی‌کولیت ازلحاظ ویژگی‌های گفته‌شده مشاهده نشد. بیشترین و کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری به ترتیب در تیمارهای خاک و پرلیت بود. جرم مخصوص حقیقی بسترها در تیمارهای خاک و پرلیت + ورمی‌کولیت به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشت. کمترین مقدار تخلخل در بستر خاک و بیشترین مقدار آن متعلق به بستر پرلیت بود (جدول۲).

میزان اسیدیته به ترتیب زیر بود: خاک > پرلیت > خاک + پرلیت + کمپوست > پرلیت + پیت‌ماس شاهد (جدول۲). اسیدیته در محدوده ٦/٥ تا ۷/۰ شرایط مطلوب برای رشد و نمو غده‌چه‌ها ایجاد کرد، که با نتایج *فاکوئین (۱۹۹۸)* هم‌خوانی داشت[۱٤]. بنابراین بسترهای حاوی پیت‌ماس که اسیدیته کمتری داشتند شرایط بهتری برای رشد غده‌چه‌ها فراهم می‌نماید. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی در بستر خاک و کمترین مقدار آن در بستر پرلیت + ورمی‌کولیت مشاهده شد و بسترهای پرلیت + پیت‌ماس شاهد و خاک + پرلیت + ورمی‌کمپوست و خاک + پرلیت + کمپوست بعد از بستر خاک بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۲). با توجه به کم بودن هدایت الکتریکی در بسترهای آب‌کشت به نظر نمی‌رسد که محدودیتی برای رشد غده‌چه از جانب شوری ایجاد شود.

تعداد غده در گلدان

بیشترین تعداد غده مربوط به بستر پرلیت + پیت‌ماس و کمترین آن در خاک بود. بین سایر بسترها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، هرچند که تعداد غده در بستر پرلیت + خاک بیش از بستر خاک بود ولی تعداد آن‌ها در این تیمار کمتر از سایر تیمارها بود (شکل۲-الف). با توجه به اینکه خاک مورد استفاده در این آزمایش از کیفیت پایینی برخوردار بود (جدول ۱)، تولید تعداد کمی غده در این تیمار قابل پیش بینی بود. البته در سایر خاک‌ها نیز، دیگر محققان گزارش کردند که در بسترهای خاکی، تعداد غده نسبت به بسترهای آب‌کشت کم بود.[۲۸،۳۳] همچنین بیشترین تعداد غده‌چه سیب‌زمینی در بسترهای آب‌کشت به دست آمد که با نتایج آزمایش‌های

جدول ۲ - تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی بسترهای کشت در تیمارهای مختلف

Table 2 - Analysis of variance for physical properties of culture Medias in different treatments

Source of variation	df	Mean squares			
		bulk density	particle density	porosity	pH
Treatment	7	0.44**	0.96**	0.05**	0.83**
Replication	3	0.01	0.14	0.01	0.12
Error	21	0.002	0.07	0.1	0.09
CV (%)	-	7.70	15.91	7.54	3.99

** Significance at 1% level.

** معنی‌دار در سطح ۱٪

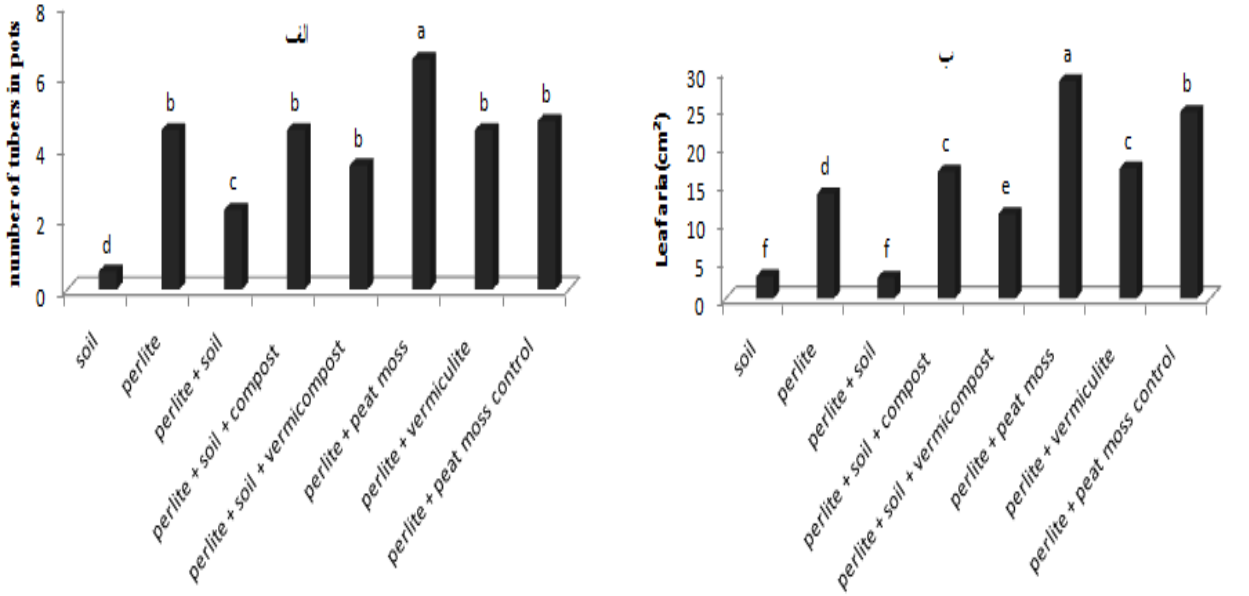
دیگر هم‌خوانی داشت.[۹،۲۶] غده‌هایی که در بسترهای آب‌کشت رشد کرده بودند، کیفیت بالایی ازنظر اندازه و وزن داشتند[۳٤]،دسترسی آسان و تهویه مناسب و کم بودن مقاومت فیزیکی از مهمترین عوامل افزایش تعداد مینی‌تیوبر در بسترهای آب‌کشت است. (شکل ۱- الف).

سطح برگ

بیشترین سطح برگ در بسترهای، پرلیت + پیت‌ماس و سپس پرلیت + پیت‌ماس شاهد به دست آمد. بسترهای خاک و خاک + پرلیت، کمترین سطح برگ را داشتند (شکل۱-ب). اسیدیته و شوری بالا در خاک عامل مهمی در کاهش پارامترهای رشدی در بوته های سیب زمینی بود، به طوری که در بستر خاک و همچنین در بسترهای که به انها خاک اضافه شد، کاهش چشمگیری در مولفه های رشدی بوته-های سیب زمینی دیده شد. سطح برگ یکی از فاکتورهای مهم تعیین کننده تولید گیاه است، به صورتی که *نوولا و همکاران (۲۰۰۸)* طی تحقیقاتی به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح برگ، تولید و عملکرد محصول افزایش می‌یابد[۲۹]. در این تحقیق نیز بیشترین سطح برگ مربوط به بستر پرلیت + پیت‌ماس بود که این بستر بیشترین سط ح برگ را به خود اختصاص داده بود. در آزمایشی که توسط *سمیعی و همکاران (۲۰۰۵)* انجام گرفت بالاترین سطح برگ را در بسترهای آب‌کشت گزارش کردند جذب تابش در بعضی از طول‌موج‌ها، ممکن است حساس به ساختار برگ و سطح برگ باشد که با افزایش سطح برگ، میزان دریافت نور بیشتر شده و فتوسنتز و میزان کلروفیل افزایش می‌یابد. درنتیجه عملکرد نیز افزایش خواهد یافت.[۸]

قطر ساقه در محل طوقه

بیشترین و کمترین قطر ساقه به ترتیب در بسترهای پرلیت + پیت-ماس و خاک مشاهده شد که با نتایج آزمایش‌های *حسن پناه و همکاران (۲۰۰۸)* مطابقت داشت[۱٦] (شکل ۲-ب). طی آزمایشی پژوهشگران قطر ساقه و ارتفاع بوته را در



شکل ۱- تأثیر نوع بسترهای کشت بر تعداد غده در گلدان (الف) و سطح برگ (ب)

Fig 1: The effect of bed- planting cultures on number of tuber per pot (a) and leaf area (b)

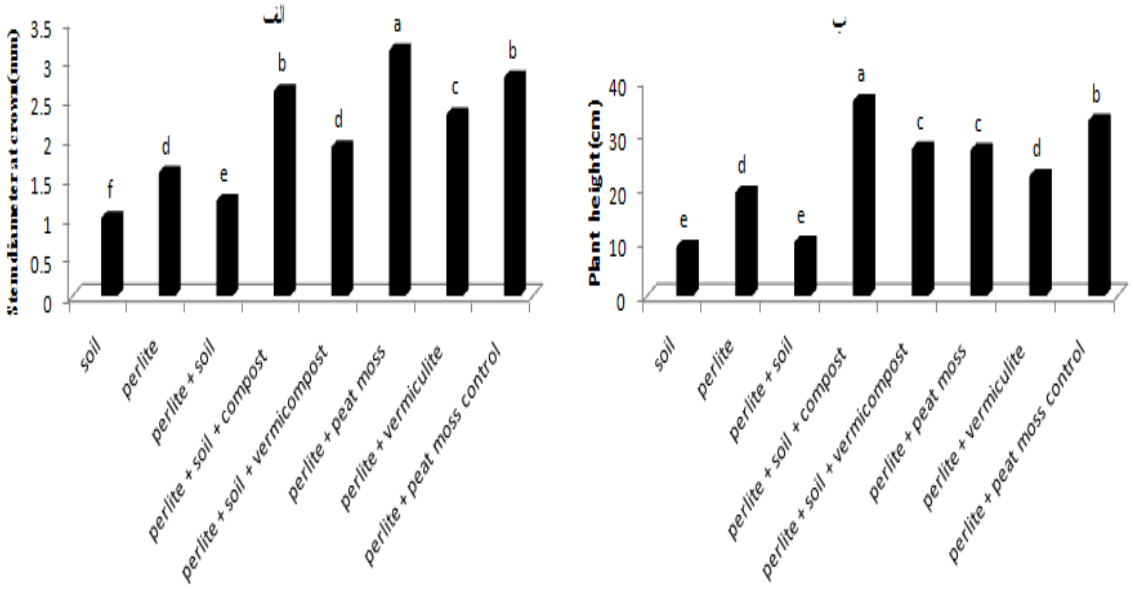
بسترهای آب‌کشت پرلیت و الیاف بیشتر از شاهد گزارش کردند که به علت رشد بهتر گیاهچه‌ها در بسترهای آب‌کشت ازنظر تخلخل و تهویه مناسب بود.[۲۶،۴۴]

ارتفاع بوته

شکل (۲-الف) نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع بوته در بستر اک+پرلیت+کمپوست مشاهده شد. کمترین میزان ارتفاع نیز مربوط به بسترهای خاک و خاک+پرلیت بود. طی تحقیقاتی *علی و همکاران (۲۰۰۳)* گزارش کردند که در گوجه‌فرنگی کاربرد ۵۰٪ کمپوست، موجب بیشترین ارتفاع بوته گردید. تحقیقات انجام‌شده توسط *مبینی و همکاران (۲۰۰۹)*، *و وئور و همکاران (۱۹۹۰)* نیز این نتیجه را تأیید کرد[۲۶،۴۳]. *امان اله خان و همکاران (۲۰۰۸)* نیز گزارش کردند کاربرد کمپوست ارتفاع بوته را افزایش می‌دهد[۴]. این محققان حضور هورمون‌های تحریک کننده رشد در کمپوست را یکی از عوامل افزایش ارتفاع می‌دانند.

وزن‌تر و خشک غده

اختلاف معنی‌داری بین بسترهای کشت از نظر وزن و طول غده مشاهده شد (جدول۳). وزن و طول غده ها در بستر خاک به طور قابل ملاحظه ای نسبت به سایر بسترها پایین تر بود. همچنین سایر بسترهای که در آنها خاک به کار رفته بود (مانند پرلیت + خاک، پرلیت + خاک + کمپوست و پرلیت + خاک + ورمی‌کمپوست) از نظر کم بودن اندازه و وزن غده‌چه در رتبه های بعدی قرار داشتند. *نواک و همکاران (۱۹۹۶)* نیز بیشترین تعداد غده‌چه سیب‌زمینی، وزن خشک ساقه و وزن غده را در سیستم‌های آب‌کشت گزارش کردند[۳۰]. با افزایش اندازه‌ی غده سیب‌زمینی، وزن خشک غده نیز افزایش می‌یابد. هرچند که اختلاف



شکل ۲- تأثیر نوع بسترهای کشت بر قطر ساقه در محل طوقه (الف) و ارتفاع بوته (ب)

Fig. 2: The effect of bed- planting cultures on stem basal diameter (a) and plant height (b)

معنی‌دار چشمگیری بین تیمارها از نظر جرم مخصوص غده نشان نداد ولی بیشترین و کمترین مقدار این خصوصیت مربوط به تیمارهای پرلیت + خاک + کمپوست و خاک بود. وزن‌تر، وزن خشک غده و طول ساقه، با افزایش مقدار نیتروژن افزایش می‌یابد.[۳۷] *نوولا و همکاران (۲۰۰۸)* گزارش کردند که وزن‌تر غده و شاخص سطح برگ در بسترهای آب‌کشت بیشتر از بستر خاکی بود.

اختلاف معنی‌داری بین تیمار پرلیت + پیت‌ماس با تیمارهای خاک، خاک + پرلیت و خاک + پرلیت + کمپوست به دست آمد، که بیشترین مقدار قطر طولی مربوط به تیمار پرلیت + پیت‌ماس و کمترین در تیمار خاک بود. تیمارهای پرلیت + پیت‌ماس شاهد و پرلیت + ورمی‌کولیت و پرلیت + خاک بعد از تیمار پرلیت + پیت‌ماس بیشترین قطر طولی غده را داشتند. بالا بودن تعداد و اندازه‌ی غده‌ها در بسترهایی با اسیدیته حدود خنثی با نتایج *کورئا و همکاران (۲۰۰۸)* هم‌خوانی داشت[۱۰].

نتیجه‌گیری کلی بسترهای کشت از لحاظ جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل،هدایت الکتریکی و اسیدیته باهم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشتند. بسترهای خاک و پرلیت + خاک که دارای بیشترین جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی و کمترین تخلخل،هدایت الکتریکی و اسیدیته بودند، کمترین تعداد غده را داشتند. بیشترین ارتفاع در بستر پرلیت + خاک + کمپوست به دست آمد. تعداد غده در بوته و رشد گیاهچه در بسترهای کشت بدون خاک (آب‌کشت) نسبت به بسترهای خاکی بیشتر بود. طول، وزن‌تر و خشک غده و شاخص سطح برگ در این روش بیشتر بود. بیشترین سطح برگ، قطر ساقه در محل طوقه و تعداد غده در بستر پرلیت + پیت‌ماس به دست آمد که بستر پرلیت + پیت ماس (با نسبت ۱:۱ حجمی) به‌عنوان بهترین بستر کشت برای تولید غده‌چه سیب‌زمینی توصیه می‌شود.

جدول ۳ – ویژگی غده‌ها از نظر کیفی

Table 3. Quality characteristics of tubers (g /pot)

treatments	fresh weight of tubers (gr)	dry weight of tubers (gr)	tuber diameters (width) (mm)	tuber diameter (length) (mm)
soil	1	0.5	1	1
perlite	17.34	2.67	17.2	22
perlite + soil	5.01	0.94	14.32	17.25
perlite + soil + compost	15.96	2.34	16.58	19.08
perlite + soil + vermicompost	8.97	1.76	14.5	18.62
perlite + peat moss	48.60	7.73	23.03	29.3
perlite + vermiculite	22.02	3.62	17.58	24.35
perlite + peat moss control	42.30	7.5	20.36	27.57

References

1. Ali HI, Ismail MR, Manan MM, Saud HM (2003) Rice straw compost used as a soilless media for organic tomato transplant production. Asian Journal Microbiology Biotechnology Environ Science 5: 31-36.
2. Ali-ehyaie M, Behbahanizadeh AA (1993) Methods of soil analysis, Soil and Water Research Institute, Volume 1, Technical Bulletin, No 893. (In Persian).
3. Alizadeh A (2005) Effect of growth substrates in soilless culture Benjamin Carrion Fikos. Mastre Thesis. Science and Research Branch of Islamic Azad University. (In Persian).
4. Amanullah Khan Eusuf Zai TH, Tsutomu M (2008) Effects of compost and green manure of pea and their combinations with chicken manure and rapeseed oil residue on soil fertility and nutrient uptake in wheat-rice cropping system. African Journal of Agricultural Research 3(9): 633-639.
5. Arzani A (1378) Modified crop plants.translate. Isfahan University of Technology Publishing Center.
6. Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA, Metzger JD (2000) Influence of earthworm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Biores Tech75 (3): 175-180.
7. Bayburdi A, Mallakuti MJ (2007). Effect of different sources of organic fertilizer (manure, compost and vermicompost) on the quality and quantity of Azarshahr red onion Thus the two regions in Bonab and Khosroshahr. Journal of Soil and Water Sciences 2 (1): 13-29.
8. Blake GR, Hartge KH (1986) Particle density. In: Klute A. (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part1.Soil Science Society of America, Madison. WI. 377-381.
9. Cohen Y, Alchanatis V, Zusman Y, Dar Z, Bonfil DJ, Karniel A, Zilberman A, Moulin A, Ostrovsky V, Levi A, Brikman R, Shenker M (2009) Leaf nitrogen estimation in potato based on spectral data and on simulated bands of the VENμS satellite, precision Agric, DOI 10.1007/s11119-009-9147-8.
10. Correa RM, Pinto JEBP, Pinto CABP, Faquin V, Reis ES, Monteiro AB, Dyer WE (2008) A comparison of potato seed tuber yield in beds, pots and hydroponic system. Scientia Horticulturae 116:17-20.
11. Davidson H, Meckienburg R, Peterson C (1998) Nursery management: Administration and culture. Seconded prentice.Hall, Inc.New jersey Pp 173.
12. Esfandiari A, Taghavi T, Babalar M, Delshad M (2009) Effect of raw zeolite and zeolite-enriched NH4 yield and fruit quality of tomato grown in soil nitrogen loss. Journal of Horticulture, Agricultural Sciences and Technology 23 (2): 41-51.
13. FAO (2006) FAOstat Agriculture Rome, (http: // Faostat. Fao.org/).
14. Faquin V (1998) Nutricao mineral de plants. UFLA/FAEPE curso latu sensu. Lavras, pp 227.
15. Habibi J, HajianFar R, MirKamali S (2004) important potato pests and diseases and weeds in the integrated management. Education of Agriculture Publishing, Karaj, Iran. (In Persian).
16. Hasanpanah D, Hasanabadi H, Shahriyari R, Hosein Zadeh AA, Dehdar Masjedloo B (2008a) Growing media for greenhouse production Potato Minituber. 10th Crop Sciences Congress, Karaj, Iran. (In Persian).
17. Hassanpanah D, Hosienzadeh AA, Allahyari N (2009) Evaluation of planting date effects on yield And yield components of Savalan and Agria cultivars in Ardabil region. J. Food Agri Environ 7 (3 & 4): 522-528.
18. Hellal FA (2007) Composting of rice straw and its Influences on Iron Availability in calcareous soil. Journal of Agriculture and Biological Sciences 3: 105-114.
19. Inden H, Torres A (2004) Comparison of four substrates on the growth and quality tomatoes. Acta Horticultur 644: 205-210.
20. Jones JB (2001) Laboratory guide for conduction soil tests and plant analysis. CRC press LLC, U.S.
21. Kalva YP, Raek R, Vaughan B, Wolf AM (1998) Handbook of refrence methods for plant and analysis. Soil and plant analysis Council Inc, Athens, GA. CRC PRESS. Boca Raton. Florida. Pp. 94-145.
22. Kim Taek K (1998) Field growth and yield characteristics of mini-tubers of potato (Solanum tuberosum L.) produced by hydroponics, RDA, Journal of Horticulture Science 40 (1): 140-144.
23. Lim H, Yoon CH, Choi S, Dhital SH (2004) Application of Gibberellic Acid and Paclobutrazol for efficient production of potato Minitubers and their Dormancy Breaking under Soilless Culture System. Journal Korea Society for Horticultural Science 45(4): 189-193.
24. Lommen WJM, Struik PC (1995) Infuence of asingle nondestructive harvest on potato plantlet grown for minituber production. Journal of Agri Science 40: 21-40.
25. Mallakooti MJ, Tabatabaie SJ, Kafi M (2005) new methods for timely provision of nutrients in plants. Sana Publications 388 p. (In Persian).
26. Mobini S, Ismail MR, Arouiee H (2009) Influence of ventilation and media on potato (Solanum tuberosum L.) Tuberization and its growth characteristics. African journal of Biotechnology 8 (10): 2232-2241.
27. Morrenhof J (1998) The Road to seed potato production. NIVAA, the Netherlands potato Consuitative Institute 72 pp.

28. Muro J, Diaz V, Goni JL, Lansfus C (1997) Comparison of hydroponic culture and culture in a peat/sand mixture and the influence of nutrient solution and plant density on seed potato yields. Potato Research 40: 431-438.
29. Novella MB, Andnola JL, Bisognin DA, Cogo CM, Bandinelli MG (2008) Concentration of nutrient solution in the hydroponic production of potato minitubers. Ciencia Rural 38(6): 1529-1533.
30. Nowak J, Blackburn J, Dunber C (1996) Depth of growing medium day/night temperature difference bacterization and seaweed extract (seasol) effects on greenhouse production of minitubers. Department of Plant Science Biannual Report 1994-1996- N. S. Agri. Canada 90-92.
31. Ozkaynak E, Samanci B (2006) Field performance of potato minituber weights at different planting dates. Archives of Agronomy and Soil Science 52 (3): 333-338.
32. Rhoudes JD (1982) Cation exchenge capacity, in: pege(Ed) Methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties. 2nd Edition Agronomy 9: 149-157.
33. Ritter E, Angulo B, Riga P, Herran C, Relloso J, Sanjose M (2001) Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minituber. Potato Research 44 :127-137.
34. Rolot JL, Seutine H (1999) Soilless production of potato minitubers using a hydroponic technique. Potato Research. 42: 457-469.
35. Salimi KH, Tavakkol afshari R, Hosseini MB, Struik PC (2009) Effect of gibberellic acid and carbon disulphide on sprouting of potato minitubers. Scientia Horticulturae. 124 (1): 14-18.
36. Sameei L, Khalighi A, Kafi M, Samavat S, Arghavani M (2005) Investigate the possibility of using cellulosic wastes as an alternative to peat moss in the planting bed Aglonema ornamental plant leaves, Journal of Agricultural Sciences 36(2): 503-510. (In Persian).
37. Singh TP, Singh RP (1994) Effect of rates and methods of nitrogen application on bioma and tuber production of potato. Crop Research 8(3): 637-639.
38. Struik PC (2007) the canon of potato science: 25, minituber. Potato Research 50: 305-308.
39. Struik PC, Pel VP, Do C, Scholte K (2006) Response of stored potato seed tubers from contrasting cultivars to accumulated day- degrees. Crop Science. 46: 1158-1168.
40. Verdonck O, Demeyer D (2004) the influence of the particle sizes on the physical properties of growing media. Acta Horticltur 644: 99-102.
41. Waling I, Vark WV, Houba VJG, Vander lee JJ (1989) Soil and Plant Analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherland.
42. Walkley A, Black CA (1934) an examination of the Degljareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acide titration method. Soil Science Society American Journal 37: 29-38.
43. Wurr DCE, Fellows JR, Suthrland RA, Allen EJ (1990) Determination of optimum tuber planting density for production of tubers in processing ware grades in the potato variety concord. Journal of Agricultural Science Comb 114: 11-18.

Effect of planting bed and soilless media on growth and yield of potato minitubers

Agroecology Journal
Vol. 10, No. 1 (25-35), Autumn 2014

Monireh Hajiaghaei Kamrani*
Former master student
Soil Science Department
University of Mohaghegh Ardabili
Ardabil, Iran
Email ✉:
kamranimona@yahoo.com
(Corresponding author)

Kazem Hashemimajd
Assistant Professor
Soil Science Department
University of Mohaghegh Ardabili
Ardabil, Iran
Email ✉:
hashemmajd@yahoo.com

Nosratollah Najafi
Associate Professor
Soil Science Department,
University of Tabriz
Tabriz, Iran
Email ✉:
nanajafi@yahoo.com

Hadi Hosseinniya
Young Researchers club
Ghaemshahr Branch
Islamic Azad University
Ghaemshahr, Iran
Email ✉:
maghaleh110@yahoo.com

Received: 03 January, 2014 **Accepted:** 23 July, 2014

ABSTRACT The present study was conducted in a randomized complete block design with eight treatments and four replications. Eight types of potting media including perlite, perlite + vermiculite (1:1 v:v), perlite + peat moss (1:1 v:v), soil + perlite (1:1 v:v), perlite + soil + cow manure compost (4:3:3 v:v), perlite + soil + vermicompost (4:3:3 v:v:v), field soil and perlite + peat moss as conventional nutrient solution and planting media used in greenhouse (Control). During the growing season, the leaf area, plant height, stem basal diameter, tuber fresh and dry weight, tuber specific weight and tuber number per plant were measured. Analysis of variance showed significant differences between treatments in leaf area index, plant height, tuber number per plant and stem basal diameter. Growth and production of minituber were low in soil and soil containing medium. Therefore, the productivity of local soil was not corrected by any soil amendments. Soil containing medium had the highest bulk and particle density, EC and pH and the lowest porosity then produced the lowest number of tubers and fresh and dry weight of tubers. The highest number of tubers was produced in perlit + peat moss treatment. The maximum amounts of plant height were recorded in soil + perlite + compost treatments. The perlite + peat moss medium (1:1 v:v) is recommended for production of potato minitubers.

Keywords:
- animal manure
- hydroponic
- minituber
- Peat moss
- Perlit
- potting bed
- vermicompost