

اثر بستر کشت و محلول پاشی مکمل آلی (هیومی فورته) بر تولید غده‌چه از ریزغده‌های دو رقم سیب‌زمینی

Effect of planting bed and foliar application of supplementary organic matter (Humi-ferthi) on mini-tuber production from micro-tubers in two potato cultivars

علی نجفی^۱، مجید آقاعلیخانی^۲ و داود حسن پناه^۳

چکیده

نجفی، ع.، م. آقاعلیخانی و د. حسن پناه. ۱۳۹۴. اثر بستر کشت و محلول پاشی مکمل آلی (هیومی فورته) بر تولید غده‌چه از ریزغده‌های دو رقم سیب‌زمینی. مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۲): ۸۸-۱۰۳.

به منظور بررسی اثر بسترهای مختلف کشت و کود آلی هیومی فورته بر ویژگی‌های کمی و کیفی غده‌چه در دو رقم سیب‌زمینی آگریا و ساوالان، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی شرکت ویلکیج اردبیل اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی $3 \times 3 \times 2$ بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول رقم، فاکتور دوم سه نوع بستر کاشت (خاک‌برگ جنگل فندقلو اردبیل + پرلیت؛ خاک‌برگ جنگل عندهیل خلخال + پرلیت؛ و پیت‌ماس میکسکار + پرلیت) و فاکتور سوم محلول پاشی کود آلی هیومی فورته به میزان صفر (شاهد)، دو در هزار و چهار در هزار بودند. نتایج نشان داد که اثر رقم و بستر کشت بر وزن غده‌چه و غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم در غده‌چه و اثر کود آلی روی غلظت عناصر فسفر، پتاسیم، نیتروژن و کلسیم در غده‌چه معنی‌دار بودند. برهمکنش رقم در بستر کشت روی صفات تعداد غده‌چه در بوته و وزن غده‌چه؛ برهمکنش رقم در کود آلی روی وزن غده‌چه و اثر متقابل بستر کشت در کود آلی روی صفات وزن غده‌چه و غلظت عناصر فسفر، نیتروژن و کلسیم در غده‌چه معنی‌دار بودند. بیشترین تعداد غده‌چه در بوته (۷/۸ عدد) از رقم آگریا در بستر پیت‌ماس میکسکار + پرلیت بدست آمد. بستر کشت خاک‌برگ جنگل عندهیل خلخال + پرلیت در شرایط مصرف دو در هزار از کود آلی، بیشترین وزن غده‌چه در بوته (۲۲۳/۷ گرم) را داشت. بالاترین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم غده‌چه از ترکیب تیماری خاک‌برگ فندقلو + پرلیت با مصرف دو در هزار هیومی فورته بدست آمد. کشت ریزغده‌های رقم آگریا در بستر حاوی خاک‌برگ عندهیل + پرلیت و مصرف دو در هزار کود آلی هیومی فورته ترکیب تیماری مناسبی در تولید مناسب و اقتصادی ریزغده در شرایط این آزمایش بود. در بستر کاشت پیت‌ماس میکسکار + پرلیت با مصرف دو و یا چهار در هزار کود آلی هیومی فورته خصوصیات کیفی در هر دو رقم سیب‌زمینی بهبود یافت. واژه‌های کلیدی: بستر کشت، سیب‌زمینی، کود آلی، عناصر معدنی و غده‌چه.

مقدمه

مصرف سیب زمینی و فراآورده های آن در سطح جهانی در حال افزایش است، از این رو توجه بیشتر به نوآوری در تولید سیب زمینی و بهبود خصوصیات کیفی در کنار افزایش عملکرد سیب زمینی، اجتناب ناپذیر است (Buono *et al.*, 2009). آلودگی به ویروس ها از مهم ترین عوامل محدود کننده تولید سیب زمینی محسوب می شود. بالغ بر ۲۵ ویروس غده های سیب زمینی را آلوده ساخته و تا ۳۰ درصد به محصول خسارت وارد می کنند. در ایران تقریباً تمامی غده های سیب زمینی مورد استفاده برای کشت دارای آلودگی ویروسی می باشند و به ندرت می توان در سطح کشور مزرعه ای عاری از ویروس یافت (Roodbar Shojaei *et al.*, 2008). استفاده از بذور سالم سیب زمینی یکی از راه های موثر در جلوگیری از آلودگی های ویروسی است (Struik, 2007). تولید غده چه (مینی تیوبر) از روش های مهم تولید بذور سیب زمینی می باشد که به عنوان رابط میان تکثیر سریع گیاهچه های آزمایشگاهی و تکثیر مزرعه ای غده های بذری شناخته شده است (Struik *et al.*, 2006). مهم ترین ویژگی غده چه ها عاری بودن آنها از بیماری ها بویژه بیماری ویروسی است (Salimi *et al.*, 2010). با این حال استفاده از ریز غده برای تولید سیب زمینی به دلیل سرعت کشت بالا، عدم نیاز به سازگاری، حمل و نقل آسان و قابلیت ذخیره سازی بالاتر آنها، دارای مزایای بیشتری است (Pruski *et al.*, 2003).

عواملی از قبیل نوع رقم، نوع بستر، تراکم بوته، شرایط محیطی و عملیات داشت (خاک دهی، تغذیه مناسب با کودهای آلی و یا شیمیایی) که قابل کنترل هستند، کیفیت و کمیت غده چه های تولید شده از ریز غده را تحت تاثیر قرار می دهند (Bolandi and Hamidi, 2008). ریز غده ها در سیب زمینی معمولاً بر اساس قطر ۱۰-۵ میلی متر و از نظر وزن بین یک تا پنج گرم می باشند، در حالی که

وزن غده چه بین ۵ تا ۲۰ گرم متغیر است. پروسکی و همکاران (Pruski *et al.*, 2003) با آزمایش روی شش رقم سیب زمینی نشان دادند که اختلاف معنی داری بین ارقام برای تعداد ریز غده تشکیل شده روی هر گیاهچه وجود داشت. اوزکایناک و سامانچی (Ozkaynak and Samanci, 2005) با مطالعه اجزای عملکرد گیاهچه های حاصل از کشت بافت سه رقم سیب زمینی نشان دادند که بین ارقام از نظر عملکرد غده، تعداد غده و میانگین وزن غده اختلاف معنی داری وجود داشت.

استفاده از بسترهای کشت مختلف به جای خاک در تولید غده چه بذری سیب زمینی با فواید متعددی از جمله تولید بیشتر محصول، کنترل بهتر رشد و عدم وابستگی به کیفیت خاک همراه است (Vallance *et al.*, 2010). بهبود غده دهی در بسترهای کشت در مقایسه با کشت رایج آن در خاک توسط ریترو و همکاران (Ritter *et al.*, 2001) گزارش شده است. مامی و همکاران (Mami *et al.*, 2008) با استفاده از ضایعات گیاهی مختلف از جمله برگ خشک کاج، پوسته برنج کربونیزه و خاک اره در ترکیب با پیت ماس در سیستم کشت بدون خاک گوجه فرنگی در شرایط گلخانه، تفاوت معنی داری از نظر تعداد میوه در بوته و عملکرد در بسترهای مختلف کشت گزارش کردند. وانایی و همکاران (Vanaei *et al.*, 2008) گزارش کردند که بسترهای کشت تاثیر معنی داری بر تعداد و وزن کل غده چه ها داشت. حسن پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2008) با استفاده از بسترهای مختلف کاشت در تولید غده چه سیب زمینی در شرایط گلخانه بستر حاوی خاک نشوژن، پیت ماس جنگل اردبیل و پیت ماس بیولان فنلاند را از نظر تولید غده چه بهترین بستر کشت معرفی نمودند. در حالی که سولیس (Solis, 1998) بستر خاک مخلوط شامل دو بخش بستر جنگلی و یک بخش خاک زراعی را برای تولید غده چه مناسب دانسته است. در آزمایش

خدادادی و همکاران (Khodadadi et al., 2011) بیشترین تعداد و وزن غده‌چه در واحد سطح از رقم ساوالان در بستر کشت میکسکار بدست آمد. بنا به گزارش حاجی‌آقایی کامرانی و همکاران (Haji-Agaee Kamrani et al., 2012) بیشترین تعداد غده‌چه مربوط به بستر پرلیت + پیت ماس بود و بسترهای مختلف کشت بر محتوای عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم در اندام هوایی و غده سیب‌زمینی تاثیر معنی‌دار داشتند.

محلول‌پاشی مواد هیومیکی می‌تواند به شیوه‌های مختلف از جمله به عنوان یک سوپسترا یا منبع غذایی حامل عناصر غذایی، فعالیت آنزیمی و بهبود فعالیت فتوسنتزی، کاتالیزور واکنش‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در رشد گیاه موثر واقع شود (Delfine et al., 2005; Kulikova, 2005). نتایج یک آزمایش نشان داد که استفاده از مقادیر مختلف کود آلی هیومی فورته اثر معنی‌داری بر صفات رویشی و عملکرد غده‌چه سیب‌زمینی داشت، به طوری که تیمار هیومی فورته به میزان دو لیتر در هکتار در رقم ساوالان، باعث افزایش تعداد غده‌چه در بوته، وزن غده‌چه در بوته و عملکرد غده‌چه گردید (Ezzati Gharalar, 2011). در آزمایش ال- سعید حمدا و همکاران (El-Sayed Hamed et al., 2011) مشخص شد که استفاده از مواد هیومیکی باعث افزایش معنی‌دار صفات رویشی، عملکرد غده و اجزای آن از جمله تعداد غده در بوته و وزن غده و همچنین خصوصیات کیفی سیب‌زمینی گردید.

هدف از انجام این آزمایش انتخاب بستر مناسب کاشت و انتخاب بهترین میزان ماده آلی برای افزایش تعداد غده‌چه در بوته و متر مربع در دو رقم رایج سیب‌زمینی در منطقه اردبیل بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۱ در گلخانه

تجاری- تحقیقاتی تولید غده‌چه متعلق به شرکت ویلکیج اردبیل واقع در پنج کیلومتری جاده اردبیل - آستارا انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی $2 \times 3 \times 3$ بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل دو ریزغده رقم سیب‌زمینی آگریا و ساوالان، فاکتور دوم سه نوع بستر کاشت (خاک‌برگ جنگل‌های فندقلو اردبیل + پرلیت، خاک‌برگ جنگل‌های عنبدیل خلخال + پرلیت و بستر وارداتی پیت ماس میکسکار + پرلیت) و فاکتور سوم محلول‌پاشی مقادیر مختلف کود آلی هیومی فورته در سه سطح، دو در هزار، چهار در هزار و تیمار شاهد (عدم مصرف کود آلی هیومی فورته) بود. این سه فاکتور به عنوان متغیرهای مستقل و عملکرد کمی و کیفی غده‌چه نیز به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند.

ریزغده‌های ارقام مورد مطالعه از گیاهچه‌های حاصل از کشت مریستم در شرایط آزمایشگاهی با تناوب نوری هشت ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی تا تولید اولین ریزغده و سپس در تاریکی کامل و دمای $18-22$ درجه سانتی‌گراد در محیط کشت موراشیگ-اسکوگ تولید گردید، سپس ریزغده‌های حاصل در شرایط گلخانه روی بسترهای کشت مورد نظر، کشت شدند. بستر کشت پیت‌ماس میکسکار (جدول ۱) با نسبت ۳:۱ حجمی با پرلیت (جدول ۲) مخلوط شد و بسترهای بومی تهیه شده از خاک‌برگ جنگل‌های فندقلو اردبیل (جدول ۳) و عنبدیل خلخال (جدول ۴) با نسبت ۱:۱ وزنی با پرلیت مخلوط شده و در گلدان‌هایی به قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر ریخته شدند. در تاریخ ۱۴ خرداد سال ۱۳۹۱ ریزغده‌های تهیه شده در عمق حدود چهار سانتی‌متری هر گلدان کشت و آبیاری شدند. برای هر تیمار شش گلدان به عنوان یک کرت منظور شد و جمعاً ۳۲۴ گلدان کشت در نظر گرفته شدند. آبیاری گلدان‌ها تا مرحله

ظهور گیاهچه‌ها به صورت دستی و غرقابی
انجام گرفت و پس از سپری شدن این مرحله، از
سیستم آبیاری بارانی استفاده شد. به منظور تغذیه
مناسب بوته‌ها و تامین عناصر ریزمغذی و
عناصر پرمصرف، برای تمامی واحدهای آزمایشی
و بطور یکسان از عناصر ریزمغذی و عناصر پرمصرف
به صورت تغذیه برگ‌گی (محلول پاشی) استفاده شد
(جدول ۵).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی پیت ماس میکسکار (محصول کشور استونی)

Table 1. Physicochemical properties of Mikskaar peat mass (product of Estonia)

Physical properties خصوصیات فیزیکی			Chemical properties خصوصیات شیمیایی		
Structure	ساختار	Soft نرم	pH	واکنش خاک	5.2 – 6.0
Water sorption power	قدرت جذب آب	700-1000 ml/100g	Nitrogen content	محتوای نیتروژن	0.21 – 0.49 %
Organic matter content	محتوای ماده آلی	Min. 95%	Phosphorous content	محتوای فسفر	70 – 170 (mg.kg ⁻¹)
Porosity	تخلخل	95-98%	Potassium content	محتوای پتاسیم	70 – 170 (mg.kg ⁻¹)
Air content	محتوای هوا	16-58%	EC (dS.m ⁻¹)	هدایت الکتریکی	0.7 – 1.2
Water content	محتوای رطوبت	35-55%	CEC (cmol ⁺ /kg)	ظرفیت تبادل کاتیونی	121
Density	چگالی	170-200 kg.m ⁻³			

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی پرلیت مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Physicochemical properties of perlite used in the experiment

ظرفیت نگهداری رطوبت		خلل و فرج		وزن مخصوص ظاهری	
Moisture-holding capacity	ظرفیت نگهداری رطوبت	Total porosity	خلل و فرج	Apparent specific weights	وزن مخصوص ظاهری
(cm ³ .cm ⁻³)		(cm ³ .cm ⁻³)		(g.cm ⁻³)	
0.56		0.88		0.15	

مرحله رشد گیاهچه‌های سیب زمینی انجام شد. شرایط
محیطی گلخانه در طول دوره رشد و نمو گیاه از نظر
فتوپریود به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت
تاریکی و دمای ۱۸ الی ۲۲ درجه سانتی گراد و رطوبت
نسبی بین ۶۵-۷۵ درصد در نظر گرفته شد.

محلول پاشی کود آلی هیومی فورته که نوعی
زیست محرک رشد محسوب می‌شود، با استفاده از فرم
تجاری مایع حاوی ۱۲ درصد اسید هیومیک، سه درصد
اسید فولیک و سه درصد اکسید پتاسیم و مقادیر زیادی
از اسیدهای آمینه‌ی آزاد و الیگوپپتیدهای زیستی، در

جدول ۳- تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک برگ جمع‌آوری شده از جنگل فندقلو اردبیل

Table 3. Physicochemical analysis of the leaf compost collected from the Fandogloo forest in Ardabil

مشخصه	شوری	اسیدیته	درصد اشباع	آهک	رس	سیلت	شن	بافت
Character	Salinity	pH	Saturation	Lime	Clay	siltS	Sand	Texture
Unit واحد	dS.m ⁻¹	-	%	%	%	%	%	-
Value مقدار	0.812	8.3	41	2.21	12	45	43	loam
مشخصه	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	روی	آهن	مس	منگنز
Character	Organic carbon	Total nitrogen	Available P	Available K	Zn	Fe	Cu	Mn
Unit واحد	%	%	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹
Value مقدار	5.88	0.56	20.2	941	21.5	27.5	1.03	6.76

جدول ۴- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک برگ جمع آوری شده از جنگل عنبدیل خلخال

Table 4. Physicochemical analysis of leaf compost collected from the Andabil forest in Khalkhal

مشخصه	شوری	اسیدیته	درصد اشباع	آهک	رس	سیلت	شن	بافت
Character	Salinity	pH	saturationS	Lime	Clay	Silt	Sand	Texture
Unit واحد	dS.m ⁻¹	-	%	%	%	%	%	-
Value مقدار	0.626	6.49	37	1.97	8	44	48	Loam
مشخصه	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	روی	آهن	مس	منگنز
Character	Organic carbon	Total nitrogen	Available P	Available K	Zn	Fe	Cu	Mn
Unit واحد	%	%	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹
Value مقدار	9.22	0.82	18.7	897	20.5	22.5	1.11	7.42

جدول ۵- مقدار و زمان مصرف کودهای شیمیایی

Table 5. Rate and time of application of chemical fertilizers

مرحله	بعد از کاشت	سبز شدن	قبل از غلدهایی	بعد از غلدهایی	مخلوط پاشی تمام واحدهای آزمایشی در مرحله رشد رویشی Foliar fertilization for all experimental units at vegetative growth stage												
Stage	After planting	Emergence	Before tuberization	After tuberization													
عنصر	N	P	N	P	N	P	N	P	B	Mn	Mo	Cu	Zn	Mg	Fe	Ca	K
Element																	
مقدار																	
Value	180	60	180	60	60	180	60	180	0.3	1	0.05	0.1	0.1	50	3	200	300
(mg pot ⁻¹)																	

گذراندن از الک ۰/۵ مش برای تهیه عصاره هضم مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه عصاره هضم از اسید سولفوریک، اسید سالیسیک، آب اکسیژنه و پودر سلنیم استفاده شد (Waling *et al.*, 1989).

میزان نیتروژن موجود در نمونه ها پس از تهیه عصاره به روش تیتراسیون پس از تقطیر (کجلدال) و با دستگاه Kjeltac Auto Analyzer مدل Tecator 1030 اندازه گیری شد. میزان فسفر موجود در عصاره به روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (JENWAY 6505, UK) در طول موج ۴۷۰ نانومتر اندازه گیری شد. میزان پتاسیم به روش نشر شعله ای (JENWAY CLINICAL PFP7, UK) و میزان عنصر کلسیم به روش جذب اتمی (Shimatsu 6550, Japan) اندازه گیری شدند (Emami, 1996; Gimenez *et al.*, 1999; Karunaichamy *et al.*, 2000). برای تجزیه و تحلیل آماری، داده های به دست آمده در ابتدا با استفاده از برنامه آماری SPSS مورد آزمون یکنواختی قرار

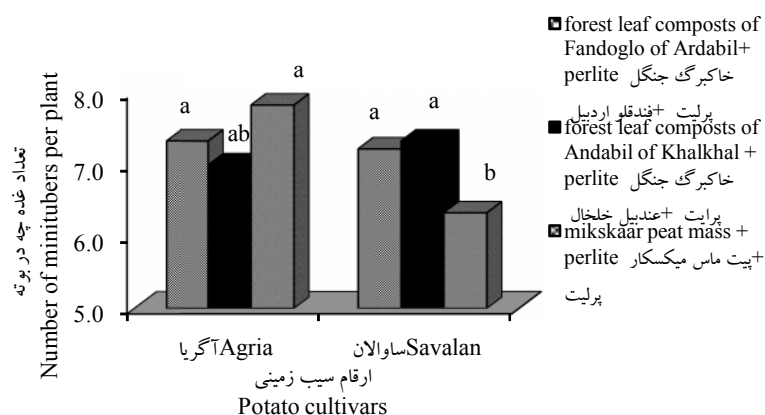
ارتفاع بوته و تعداد ساقه در بوته قبل از برداشت اندازه گیری و شمارش شد. پس از برداشت غده های تولیدی، تعداد غده چه در هر بوته، عملکرد غده چه در بوته، متوسط وزن غده چه و همچنین صفات کیفی مانند میزان کلسیم، پتاسیم، فسفر و نیتروژن در تعدادی از غده های هر واحد آزمایشی اندازه گیری و ثبت شد. برای اندازه گیری صفات کیفی، نمونه برداری از غده های برداشت شده در هر کرت به طور تصادفی صورت گرفت. در نمونه برداری سعی شد تا از غده های با اندازه و وزن تقریباً برابر استفاده شود تا امکان خشک شدن آنها در زمان تقریباً یکسان فراهم شود. نمونه های برداشت شده پس از شست و شو با آب معمولی و آب مقطر در پاکت کاغذی قرار داده شده و با انتقال به آزمایشگاه خاک شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در درون آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشکانده شدند. برای اندازه گیری محتوای عناصر معدنی غده ها ابتدا نمونه ها با استفاده از آسیاب برقی خرد شده و پس از

درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین ها نشان داد که بهترین ترکیب تیماری برای بهبود صفت تعداد غده چه در بوته، رقم آگریا در بستر کشت پیت ماس میکسکار + پرلیت بود که البته با ترکیب تیماری آگریا و ساوالان در بستر کشت خاک برگ فندقلو اردبیل + پرلیت در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۱). ترکیب تیماری رقم ساوالان در بستر کشت پیت ماس میکسکار + پرلیت کمترین میزان این صفت (۶/۳۳ غده چه در بوته) را دارا بود.

گرفتند. داده های خام دارای توزیع نرمال با آزمون کلموگروف - اسمیرنوف، با استفاده از نرم افزار SAS براساس آزمایش فاکتوریل $3 \times 3 \times 2$ و طرح پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

برهمکنش دو فاکتور رقم $\times$ بستر کشت بر تعداد غده چه در بوته در سطح احتمال یک



شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد غده چه در بوته در برهمکنش تیمارهای رقم $\times$ بستر کاشت در ارقام سیب زمینی

Fig. 1. Interaction effect of cultivar $\times$ planting bed treatments on mini tubers number per plant in potato cultivars

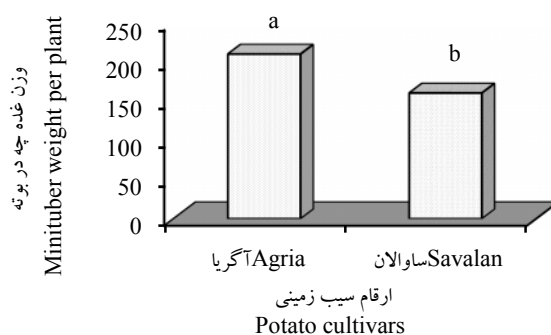
شرایط موجود از نظر فراهمی بستر کشت، می توان رقم خاصی از سیب زمینی را کشت نمود. اگرچه با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک برگ عندهیل خلخال (جدول ۴)، مقرون به صرفه بودن آن و نتایج حاصل امکان جایگزینی آن با بستر کشت مصنوعی وارداتی پیت ماس میکسکار وجود دارد.

اثر رقم بر عملکرد غده چه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. برهمکنش بستر کشت $\times$ کود آلی نیز تاثیر معنی داری روی این صفت داشت. براساس نتایج مقایسه میانگین ها رقم آگریا با داشتن بالاترین وزن غده چه در بوته (۲۱۰/۵ گرم) در گروه آماری

در همین رابطه وانایی و همکاران (Vanaei et al., 2008) نیز برهمکنش رقم و بستر کشت بر تعداد غده چه تولید شده در هر بوته سیب زمینی را معنی دار گزارش کردند. نتایج مشابهی در باره تعداد غده چه در بوته در شرایط گلخانه توسط خدادادی و همکاران (Khodadadi et al., 2011) گزارش شده است. در آزمایش آنان حداکثر تعداد غده چه در واحد سطح از رقم ساوالان در شرایط کشت در بستر میکسکار به دست آمد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که امکان استفاده از بسترهای کشت مختلف برای ارقام سیب زمینی وجود دارد، بنابراین در تولید غده چه بسته به

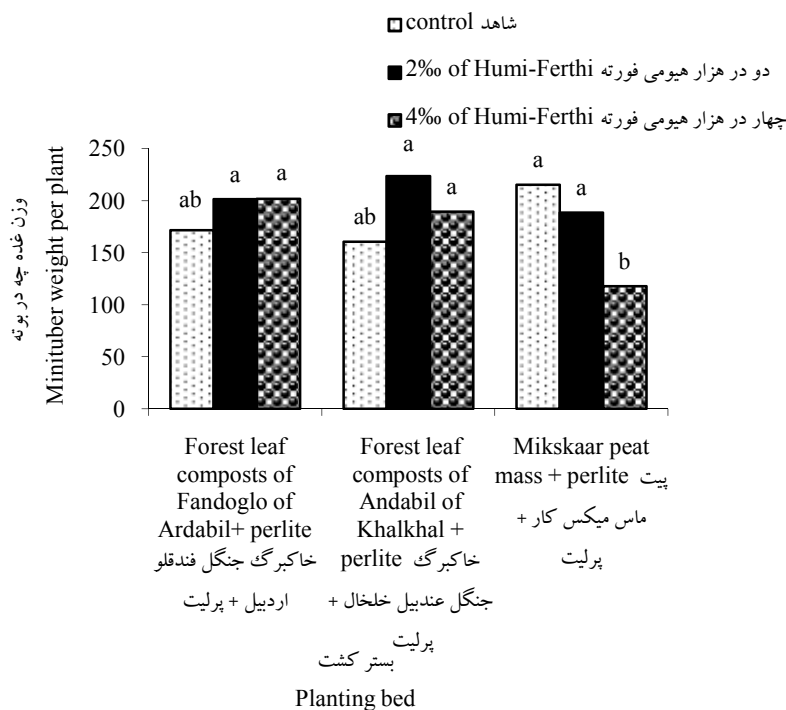
هیومی فورته، بالاترین وزن غده‌چه در بوته (۲۲۳/۷ گرم) را تولید کرد که البته به همراه ترکیب‌های تیماری بستر کشت پیت ماس میکسکار + پرلیت در تیمار شاهد، بستر کشت فندقلو اردبیل + پرلیت در شرایط مصرف دو در هزار و چهار در هزار از کود آلی هیومی فورته، در یک گروه آماری قرار گرفت (ش ۳).

برتر قرار گرفت و رقم ساوالان با اختلاف آماری معنی‌دار، پایین‌ترین مقدار این صفت (۱۶۰/۷ گرم غده‌چه تولیدی در بوته) را دارا بود (شکل ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت × کود آلی نشان داد که ترکیب تیماری بستر کشت خاک برگ عنبدیل خلخال + پرلیت در شرایط مصرف دو در هزار



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد غده‌چه (گرم در بوته) در بوته در ارقام سیب زمینی

Fig. 2. Mean comparison of mini tubers yield (g.plant⁻¹) per plant in potato cultivars



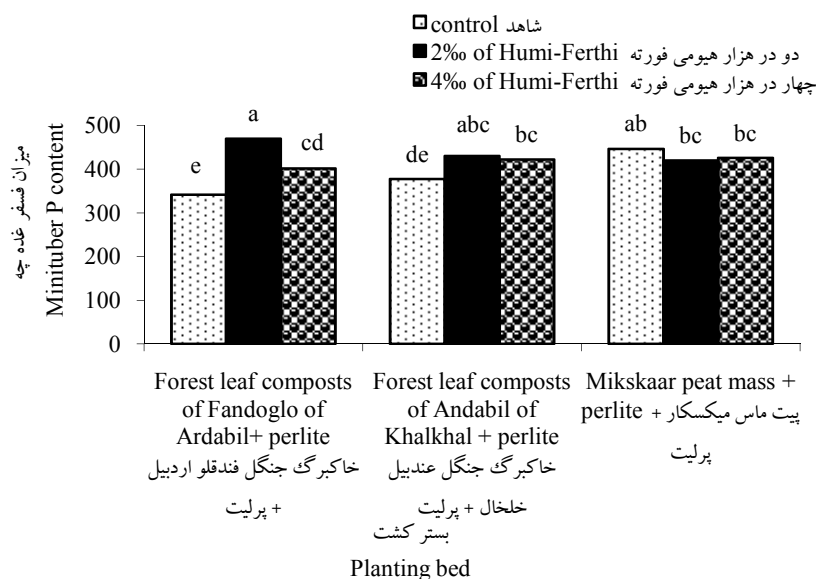
شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد غده‌چه (گرم) در برهمکنش تیمارهای بستر کشت × کود آلی در ارقام سیب زمینی

Fig. 3. Interaction effect of planting bed × organic fertilizer on mini tubers weigh per plant (g) in potato cultivars

ارتباط با خصوصیات ژنتیکی متفاوت دو رقم سیب زمینی مورد آزمایش باشد.

براساس نتایج تجزیه واریانس، میزان فسفر غده‌چه به طور معنی‌داری تحت تاثیر بستر کشت و کود آلی قرار گرفت. برهمکنش بستر کشت $\times$ کود آلی نیز اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی این صفت داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت $\times$ کود آلی نشان داد که ترکیب تیماری بستر کشت خاک-برگ فندقلو اردبیل + پرلیت با مصرف دو در هزار کود هیومی فورته بالاترین میزان فسفر غده‌چه (۴۶۹/۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم غده‌چه) را دارا بود (شکل ۴).

در تحقیق دهدار و همکاران (Dehdar *et al.*, 2012) رقم ساوالان از نظر وزن غده‌چه در بوته نسبت به رقم آگریا و مارفونا برتر بود که در بستر کشت پرلیت + پیت ماس بیولان (به نسبت ۵:۱) به دست آمد. بهبودی وزن غده‌چه در بوته ارقام مختلف سیب زمینی با مصرف کود آلی توسط محققان دیگری نیز گزارش شده است (Ezzati Gharalar *et al.*, 2011; Honardost *et al.*, 2011). در این آزمایش عدم وجود برهمکنش بین بستر کشت و کود آلی در رقم نشان می‌دهد که هر دو فاکتور آزمایشی تغییرات نسبتاً مشابهی در ارقام مورد آزمایش ایجاد کردند که این موضوع می‌تواند در



شکل ۴- مقایسه میانگین میزان فسفر غده‌چه (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در برهمکنش تیمارهای بستر کشت $\times$ کود آلی در ارقام سیب زمینی

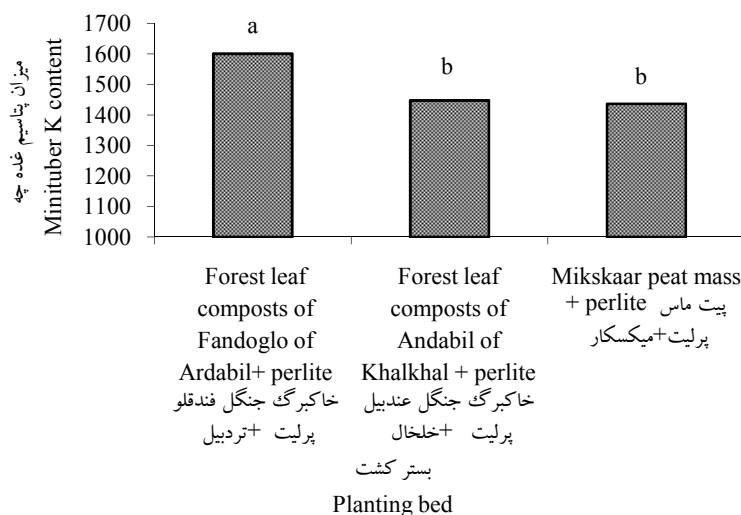
Fig. 4. Interaction effect of planting bed $\times$ organic fertilizer on phosphorus content (mg/100g) mini tubers in potato cultivars.

بر غلظت عناصر از جمله فسفر در گیاه داشت. در آزمایش حاجی آقایی کامرانی و همکاران (Haji-Aghaei Kamrani *et al.*, 2012) بیشترین میزان فسفر در غده سیب زمینی در بستر خاک + پرلیت + کمپوست و کمترین آن در بستر پرلیت بدست آمد. ایشان این نتیجه را به محتوای بالاتر فسفر در کمپوست

بالا بودن میزان فسفر خاک برگ جنگل فندقلو (جدول ۳) در مقایسه با سایر بسترهای کاشت به همراه مصرف کود آلی مناسب می‌تواند برتری این ترکیب تیماری را بخوبی توجیه نماید. در آزمایش حمیدپور و همکاران (Hamidpour *et al.*, 2013) استفاده از بسترهای کشت متفاوت، تاثیر معنی‌داری

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده اثر معنی دار بستر کشت و کود آلی روی میزان پتاسیم غده‌چه بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان پتاسیم غده‌چه (۱۶۰۱/۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم غده‌چه) از بستر کشت خاک برگ فندقلو اردبیل + پرلیت به دست آمد که در مقایسه با دو بستر کشت دیگر (خاک برگ عنبدیل خلخال + پرلیت و پیت ماس میکسکار + پرلیت) به ترتیب ۹/۵۶ و ۱۰/۲ درصد افزایش داشت (شکل ۵). این موضوع می‌تواند به بالا بودن میزان پتاسیم قابل جذب در خاک برگ جنگل فندقلو (جدول ۳) در مقایسه با خاک برگ جنگل عنبدیل (جدول ۴) و کارایی مصرف مناسب آن در مقایسه با بستر کاشت مصنوعی پیت ماس میکسکار مربوط باشد.

مورد استفاده نسبت دادند. افزایش محتوای عناصر غذایی همچون فسفر در بافت غده‌ای سیب‌زمینی در نتیجه کاربرد مواد هیومیکی توسط سلیم و همکاران (Selim *et al.*, 2009) نیز گزارش شده است که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. به این ترتیب می‌توان بیان داشت که بسته به خصوصیات شیمیایی بستر کشت، مصرف کود آلی اثر متفاوتی بر میزان عناصر قابل جذب می‌گذارد. در تحقیق حاضر مصرف هیومی فورته در خاک برگ‌های طبیعی در بهبود فسفر غده‌چه اثر مثبت داشت، اما مصرف آن در بستر کشت مصنوعی، اثر مثبتی در بهبود فسفر غده‌چه نداشت، از این رو استفاده از منابع دیگر در بستر کشت مصنوعی میکسکار قابل توصیه است.



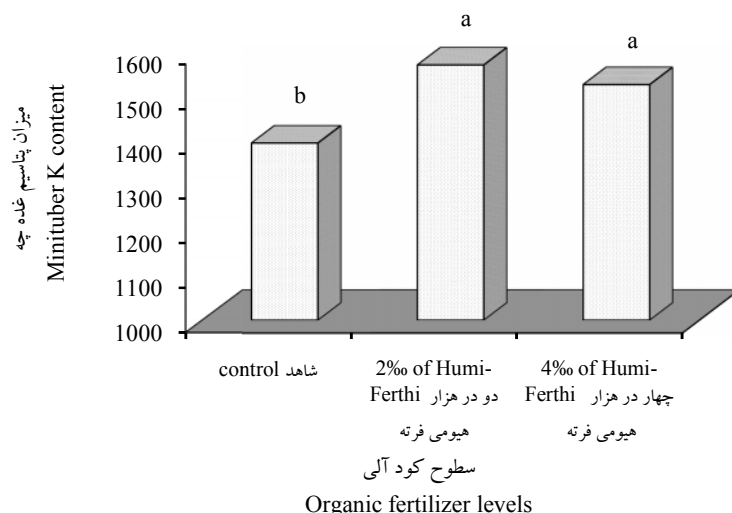
شکل ۵- مقایسه میانگین میزان پتاسیم غده‌چه (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمارهای بستر کشت در ارقام سیب زمینی

Fig. 5. Mean comparison of potassium content (mg/100 g) of mini tubers in planting bed treatments in potato cultivars

مصرف مواد هیومیکی به علت دارا بودن اسیدهای آمینه آزاد با غلظت بالا میسر می‌شود. با توجه به اینکه کارایی مصرف عناصر در مقادیر بالاتر از همان عنصر کاهش می‌یابد (Ghosh *et al.*, 2000)، به نظر می‌رسد که در شرایط استفاده از بسترهای کاشت غنی از پتاسیم مصرف مقادیر بالاتر کود آلی ضرورتی ندارد.

نتایج نشان داد که بالاترین میزان پتاسیم غده‌چه (۱۵۶۸/۲ میلی گرم در ۱۰۰ گرم غده‌چه) با مصرف دو در هزار هیومی فورته به دست آمد که البته با تیمار چهاردر هزار اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار این صفت نیز مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف کود آلی هیومی فورته) بود (شکل ۶). امکان جذب سریع مواد غذایی از جمله پتاسیم با

" اثر بسترهای کشت و محلول پاشی مکمل..."



شکل ۶- مقایسه میانگین میزان پتاسیم غده چه (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمارهای کود آلی هیومی فرته

Fig. 6. Mean comparison of potassium content (mg/100 g) of mini tubers in Humi-ferthi organic fertilizer treatments in potato cultivars

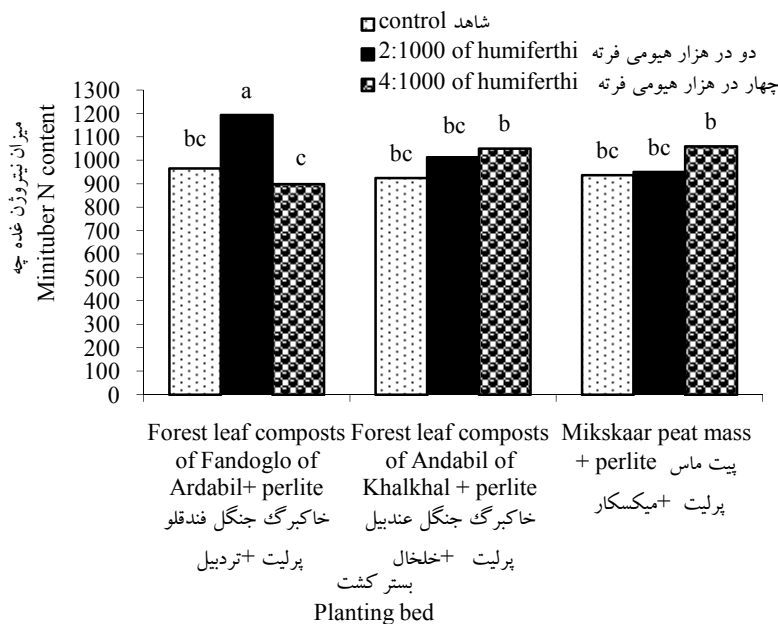
مقایسه میانگین اثر متقابل بستر کشت × کود آلی مشخص کرد که بالاترین میزان نیتروژن غده چه (۱۱۹۳/۴ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم) از ترکیب تیماری بستر کشت خاک برگ فندقلو اردبیل + پرلیت به همراه کاربرد دو در هزار کود آلی هیومی فرته به دست آمد. کمترین میزان این صفت (۸۹۹/۶ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم غده چه) نیز از ترکیب تیماری بستر کشت خاک برگ فندقلو اردبیل + پرلیت با مصرف چهار در هزار از کود هیومی فرته حاصل شد (شکل ۷).

جوانپور هروی و همکاران (Javanpour Heravi *et al.*, 2005) به اثر معنی دار و مامی و همکاران (Mami *et al.*, 2008) به عدم تاثیر معنی دار بستر کشت بر میزان نیتروژن میوه در گیاه گوجه فرنگی اشاره داشته اند. در تحقیق انجام گرفته توسط حاجی آقایی کامرانی و همکاران (Haji Aghaei Kamrani *et al.*, 2012)، بالاترین میزان نیتروژن در غده چه سیب زمینی از بسترهای پرلیت + پیت ماس شاهد و خاک + پرلیت + کمپوست و کمترین مقدار در بستر پرلیت گزارش شد. آنها اثر مثبت مواد کمپوستی را در تغذیه نیتروژنی

در آزمایش حمیدپور و همکاران (Hamidpour *et al.*, 2013) در شرایط گلخانه، میزان پتاسیم بافت گیاهی گل اطلسی در مقایسه با شاهد در کلیه بسترهای کشت بهبود معنی داری نشان داد، با این حال در محیط های کشت بدون خاک، کمبود پتاسیم، به ویژه زمانی که مقدار پتاسیم اضافه شده به محلول غذایی ناکافی باشد، بسیار متداول است (Shokouhian, 2005). حاجی آقایی کامرانی و همکاران (Haji Aghaei Kamrani *et al.*, 2012) بیشترین میزان پتاسیم در غده چه را در بسترهای خاک + پرلیت + کمپوست و ورمی کمپوست و کمترین آن در بستر خاک گزارش کردند. قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al.*, 2012) گزارش کردند که میزان پتاسیم غده چه رقم ساوالان سیب زمینی علاوه بر تیمار ترکیب های حاوی پتاسیم، در تیمار اسید هیومیک نیز افزایش معنی داری نشان داد.

براساس نتایج تجزیه واریانس، کود آلی تاثیر معنی داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان نیتروژن غده چه نشان داشت. همچنین برهمکنش بستر کشت × کود آلی روی این صفت معنی دار بود.

گیاه مهم ترین عامل در بهبود میزان نیتروژن غده سیب زمینی بیان داشتند. افزایش غلظت عناصر



شکل ۷- مقایسه میانگین میزان نیتروژن غده چه (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در برهمکنش تیمارهای بستر کشت × کود آلی در ارقام سیب زمینی

Fig. 7. Interaction effect of planting bed × organic fertilizer on nitrogen content (mg/100 g) of mini- tubers in potato cultivars

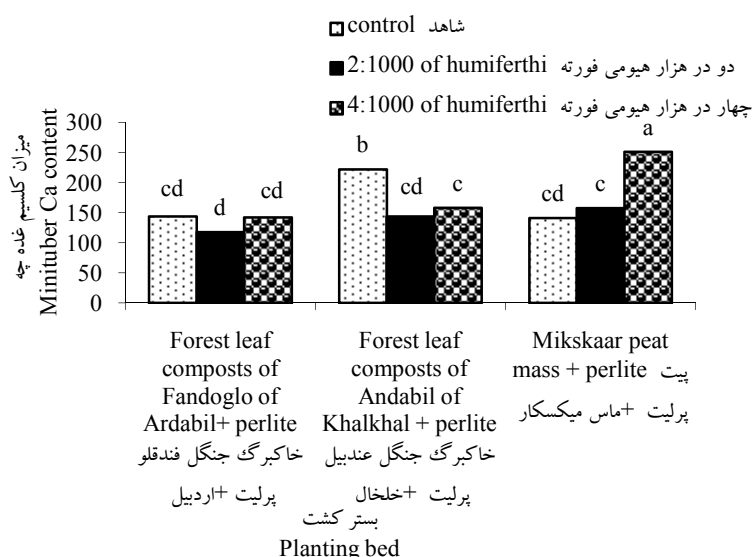
غده چه بسیار معنی دار بود. همچنین برهمکنش بستر کشت × کود آلی تاثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد روی این صفت داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل دو فاکتور آزمایش نشان داد که بستر کشت پیت ماس میکسکار به همراه مصرف چهار در هزار کود آلی هیومی فورته بهترین ترکیب تیماری در خصوص میزان کلسیم غده چه (۲۵۱/۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم غده چه) بود و ترکیب تیماری بستر کشت خاک برگ فندقلو اردبیل + پرلیت با مصرف دو در هزار هیومی فورته، کمترین میزان کلسیم غده چه (۱۵۷/۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم غده چه) را داشت (شکل ۸).

در آزمایش حاجی آقایی کامرانی و همکاران (Haji Aghaei Kamrani et al., 2012) بیشترین میزان کلسیم غده چه سیب زمینی در بستر پرلیت + پیت ماس و کمترین آن در بستر خاک گزارش شد. آنها دلیل این

غذایی از جمله نیتروژن در بافت غده ای در اثر مصرف مواد هیومیکی توسط سلیم و همکاران (Salim et al., 2009) و قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2012) گزارش شده است. در آزمایش حاضر، به نظر می رسد که کود آلی هیومی فورته به دلیل دارا بودن اسیدهای آمینه با غلظت بالا و همچنین اثرگذاری بر جذب عنصر نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن توسط گیاه از بستر کاشت خاک برگ فندقلو + پرلیت را افزایش داده و میزان نیتروژن در بافت گیاهی را افزایش داده است. با این حال بالا بودن میزان نیتروژن در مصرف مقدار بیشتر هیومی فورته، روی جذب آن توسط گیاه در بستر کاشت خاک برگ فندقلو + پرلیت تاثیر منفی داشت و کارایی مصرف نیتروژن و راندمان جذب آن در مقادیر بالاتر کاهش یافت.

تاثیر بستر کشت و کود آلی روی میزان کلسیم

موضوع را کم تحرک بودن عنصر کلسیم در خاک عنوان کرده و بهبود تحرک آن در بسترهای کشت را



شکل ۸- مقایسه میانگین میزان کلسیم غده‌چه (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در برهمکنش تیمارهای بستر کشت × کود آلی در ارقام سیب زمینی

Fig. 8. Interaction effect of planting bed × organic fertilizers on Calcium content (mg/100 g) of mini-tubers in potato cultivars

نتیجه گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که از نظر تعداد غده‌چه در بوته، رقم ساوالان در بستر خاک برگ عندیبل خلخال + پرلیت و رقم آگria در بستر پیت ماس میکسکار + پرلیت، تیمارهای برتر بودند. رقم آگria در بسترهای مختلف کشت، عملکرد غده‌چه بالاتری در مقایسه با رقم ساوالان تولید کرد. تیمارهای ترکیبی بین بسترهای کشت و مقادیر مختلف کود آلی هیومی فورته موجب تغییرات معنی دار در میزان عناصر معدنی در غده‌چه شدند. برآیند نتایج مختلف این تحقیق نشان داد که استفاده از بسترهای طبیعی بومی کشور به جای بسترهای مصنوعی وارداتی در تولید غده‌چه سیب زمینی امکان پذیر است. در ارقام مختلف سیب زمینی مصرف کود آلی هیومی فورته می تواند اثرات مثبت و معنی داری در تولید غده‌چه در شرایط بسترهای مختلف کاشت داشته باشد.

دلیل افزایش غلظت آن در اندام های گیاه دانستند. تغییرات اسیدیته خاک و نقش آن در میزان جذب کلسیم در بسترهای مختلف کاشت نیز می تواند در بهبود یا کاهش جذب کلسیم اثرگذار باشد (Najafi et al., 2009). در آزمایش افراسیابی و همکاران (Afrasiabi et al., 2010) بهبود کلسیم بافت گیاهی با مصرف کود زیستی در گیاه یونجه گزارش شده است، آنها افزایش جذب کلسیم با کاربرد کود آلی را با بالا رفتن جذب فسفر مرتبط دانستند. ارتباط مثبت میان جذب همزمان دو عنصر فسفر و کلسیم توسط والیو و همکاران (Waluyo et al., 2004) نیز گزارش شده است. در آزمایش حاضر با مصرف کود آلی هیومی فورته در غلظت دو در هزار بیشترین میزان فسفر در بستر کاشت خاک برگ فندقلو اردبیل + پرلیت به دست آمد، در حالی که در همین بستر کاشت، با مصرف مقدار برابر هیومی فورته، کمترین میزان کلسیم غده‌چه به دست آمد.

سپاسگزاری

عامل و کارشناسان شرکت ویلکیج اردبیل برای در اختیار گذاشتن امکانات گلخانه تجاری - تحقیقاتی شرکت برای انجام این تحقیق صمیمانه سپاسگزاری می شود.

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده نخست در رشته زراعت می باشد. از معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس برای حمایت های مالی و از مدیر

References

منابع مورد استفاده

- Afrasiabi, M., M. Amini Dehaghi and S. A. M. Modarres Sanavy. 2010. Effect of phosphate biofertilizer Barvar-2 and triple super phosphate fertilizer on yield, quality and nutrient uptake of *Medicago scutellata*, cv. Robinson. J. Agron. Sci. 4(4): 43-54.
- Bolandi, A. R. and H. Hamidi. 2008. Effect of microtuber size and planting density on minituber production in potato. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 10(3):208-218 (in Persian).
- Buono, V., A. Paradiso, F. Serio, M. Gonnella and L. De Gara, L. 2009. Pietro Santamaria Tuber quality and nutritional components of 'early' Potato subjected to chemical haulm desiccation. J. Food Comp. Analys. 22: 556- 562.
- Dehdar, B., Y. Jahni, A. A. Hussein Zadeh and D. Hasanpanah. 2012. Study the effect of different planting beds in order to produce three varieties of potato on greenhouse. The First University Students Congress of Biotechnology. 12-13 May 2012. University of Golestan, Iran. (In Persian).
- Delfine, S., R. Tognetti, E. Desiderio and A. Alvino. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agron. Sustain*. 25: 183- 191.
- El-Sayed Hamed, E. A., A. Saif-El-Dean, S. Ezzat and A. H. A. El Morsy. 2011. Responses of productivity and quality of sweet potato to phosphorus fertilizer rates and application methods of the humic acid. *Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci*. 1(9): 383-393.
- Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Technical Publication No. 982, Agricultural Extension and Education Research Organization, Institute of Soil and Water, Volume I, p 126. (In Persian).
- Ezzati Gharalar, A., S. H. Shahrokhi, D. Hasanpanah and S. H. Azizi. 2011. The effect of different organic fertilizer on yield and yield components of mini tuber on Agrai and Savalan varieties in Ardabil region. Whole position Abstracts of the Sixth National Conference on New Ideas in agriculture. 11-10 March 2011. Islamic Azad University Branch of Khorasan. Iran. (In Persian).
- Ghasemi, A., M. R. Tavakouli, and H. R. Zabihi. 2012. Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato mini-tuber in greenhouse condition. *Agron. Plant Breed. J*. 8(1): 39-56.
- Ghosh, S. Ch., K. A. Asanuma, A. Kusutani and M. Toyota. 2000. Nitrogen distribution and uptake efficiency traits of potato under different nitrogen regimes. *Pak. J. Biol. Sci*. 3(6): 943-948.
- Giménez M., Martínez J., Oltra M.A., Martínez J.J., Ferrández M. Pomegranate (*Punica granatum* L.) leaf

- analysis: Correlation with harvest. In : Melgarejo P. (ed.), Martínez-Nicolás J.J. (ed.), Martínez-Tomé J. (ed.). Production, processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region: Advances in research and technology. Zaragoza : CIHEAM, 2000. p. 179-185 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 42)
- Haji-Aghaei Kamrani, M., K. Hashemimajd, N. Najafi and S. Tabatabaei. 2012.** Effect of different growth media on number of mini-tubers and concentration of elements in potato (*Solanum tuberosum* L) shoot and root. Electronic J. of Greenhouse Culture Sci. and Tech. 3 (10):67-78 (In Persian).
- Hamidpour, M., S. Fathi and H. Roosta. 2013.** Effects of zeolite and vermicompost on growth characteristics and concentration of some nutrients in *Petunia hybrida*. Electronic J. of Greenhouse Culture Sci. and Tech. 4 (13):95-103(In Persian).
- Hassanpanah, D., Kh. Nikshad and M. Hasani. 2008.** Seed potato production. Agricultural Organization of Ardebil. (Iran) 193 p. (In Persian).
- Honardost, Sh., J. Ajali, D. Hasanpanah and A. Faramarzi. 2011.** The effect of different organic mater Humate potassium on production of mini tuber in Agria and Savalan cultivars in greenhouse condition. Proceeding of the Sixth National Conference on New Ideas in Agriculture. 10-11 March 2011. Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Iran. (In Persian).
- Javanpour Heravi, R., M. Babalar, A. Kashi, M. Mir Abdolbaghi and M. A. Askari. 2005.** Effect of various types of nutrient solution and planting bed on hydroponic system on quality and quantities characteristics of greenhouse tomato Hamra cultivar. Iran. J. Crop Sci. 36(4): 939-946. (In Persian with English abstract).
- Karunaichamy, K. S. T. K., K. Paliwal and P. A. Arp. 1999.** Biomass and Nutrient Dynamics of Mistletoe (*Dendrophthoe falcate*) and Neem (*Azadirachta indica*) Seedlings. Rubber Research Institute of India, Kottayam. 8 pp.
- Khodadadi, M., D. Hassanpanah, S. Piri Pirovatlo and H. Masoumi. 2011.** Evaluation of different planting beds effects on mini-tuber production of potato cultivars under greenhouse condition. Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 11(3): 365-370.
- Kulikova, N. A., E. V. Stepanova and O. V. Koroleva. 2005.** Mitigating Activity of Humic Substances: Direct influence on Biota. In: Perminova, I. V. *et al.* (Eds.). Use of Humic Substances to Remediate Polluted Environments: From Theory to Practice. Springer, Netherlands, 52: 285- 309.
- Mami, Y., Gh. Peyvast, D. Bakhshi and H. Samizadeh. 2008.** Effect of different substrates on tomato production in soilless culture. Hort. Sci. J. 22(2): 39-48.
- Najafi, N., M. Parsazadeh, S. J. Tabatabaei and Sh. Oustan. 2009.** Effects of nitrogen form and pH of nutrient solution on the uptake and concentrations of potassium, calcium, magnesium and sodium in root and shoot of spinach plant. Water Soil Sci. 1/20(2): 111-130.
- Ozkaynak, E. and B. Samanci. 2005.** Yeild and yield components of greenhouse, field and seed bed grown potato

- (*Solanum tuberosum* L.) plantlets, Akdeniz University Ziraat Fakultesi Dergisi (Turkey) 18(1): 125-129.
- Pruski, K., T. Astatkie, P. Duplessis, T. Lewis, J. Nowak and P. C. Struik. 2003.** Use of jasmonate for condition of potato plantlets and microtubers in greenhouse production of mini-tubers, Am. J. Potato Res. 80: 183-193.
- Ritter, E., B. Angulo, P. Riga, C. Herran, J. Relluso and M. San Jose. 2001.** Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato mini-tubers. Potato Res. 44: 127-135.
- Roodbar Shojaei, T., N. A. Sepahvand, M. Omid, A. Mohammadi and H. R. Abdi. 2008.** Response of four commercial potato cultivars to different combination of plant growth regulators in meristem culture and production of virus free plantlets. Iran. J. Crop Sci. 9(4): 332-344.
- Salimi, Kh., R. Tavakkol Afshari, M. B. Hosseini and P. C. Struik. 2010.** Effect of gibberellic acid and carbon disulphide on sprouting of potato mini-tubers. Sci. Hortic. 124(1): 14-18.
- Selim, E. M., A. S. El-Neklawy and A. A. Mosa. 2009.** Humic acid fertigation of drip irrigated cowpea under sandy soil conditions. Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 8(5): 538-543.
- Shokouhian, A. A. 2005.** Grow greenhouse cucumbers in soil and soilless media. Yavarian Institute Press, 218 p.
- Solis, S. F. 1997.** Production of basic seed mini-tubers of potato: III. Evaluation of growing media for growing micro-plants. In: 41th Annual meeting Proceeding of International Society for Tropical Horticulture. ISTH, 41: 36- 38.
- Struik, P. C. 2007.** Above-ground and below-ground plant development. In: Vreugdenhil, D. (Ed.), J. Bradshaw, C. Gebhardt, F. Govers, D.K.L. Mackerron, M.A. Taylor and H.A. Ross. Potato Biology and Biotechnology Advances and Perspectives. Elsevier Ltd, Oxford, UK. pp 219-236.
- Struik, P. C., P. E. L. Van der Putten, D. O. Caldiz and K. Scholte. 2006.** Response of stored potato seed tubers from contrasting cultivars to accumulated day- degrees. Crop Sci. 46: 1156-1168.
- Vallance, J., F. Deniel, G. Le Floch, L. Guerin-dubrana, D. Blancard and P. Rey. 2010.** Pathogenic and beneficial microorganism in soilless cultures. Agron. Sustain. Dev. 1-12.
- Vanaei, H., D. Kahrizi, M. Chaichi, G. Shabani and K. Zarafshani. 2008.** Effect of genotype, substrate combination and pot size on mini-tuber yield in potato (*Solanum tuberosum* L.). Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 3(6): 818-821.
- Waling, I., W. V. Vark, V. J. G. Houba and J. J. Van der Lee. 1989.** Soil and Plant Analysis, a Series of Syllabi, Part 7, Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University, The Netherlands.
- Waluyo, S. H., T. Lieand and L. Mannetje. 2004.** Effect of phosphate on nodule primordia of soybean (*Glycine max* Merrill) in acid soils in rhizotron experiments. Indonesian J. Agric. Sci. 5: 37-44.

Effect of planting bed and foliar application of supplementary organic matter (Humi-ferthi) on mini-tuber production from micro-tubers in two potato cultivars

Najafi, A.¹, M. AghaAlikhani² and D. Hasanpanah³

ABSTRACT

Najafi, A., M. AghaAlikhani and D. Hasanpanah. 2015. Effect of planting bed and foliar application of supplementary organic matter (Humi-ferthi) on mini-tuber production from micro-tubers in two potato cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 17(2): 88-103. (In Persian).

To study the effect of different planting beds and amount of Humi-ferthi as supplementary organic fertilizer on quantitative and qualitative traits of mini-tuber of two potato cultivars, an experiment was carried out under greenhouse conditions in Ardabil, Iran, in 2012. A 2×3×3 factorial experiment was conducted using completely randomized design with three replications. Experimental factors included two potato cultivars (Agria and Savalan), three planting beds (forest leaf composts of Fandoglo of Ardabil+ perlite, forest leaf composts of Andabil of Khalkhal + perlite, and Mixkaar peat mass + perlite) as second factor and three levels of organic fertilizer of Humi-ferthi consisted; zero (control), 2% and 4%. Results showed that cultivar effect was significant on mini-tuber weight per plant and plot and concentrations of P, K and Ca nutrients in mini-tuber tissue. Effect of organic fertilizer on concentrations of P, K, N and Ca nutrients on mini-tuber tissue was also significant. Cultivars × planting bed interaction effect on mini-tuber number per plant and mini-tuber weight per plot as well as the cultivars × organic fertilizer interaction effect on mini-tuber weight per plot were significant. Mini-tuber weight per plant and plot and concentrations of P, N and Ca nutrients in mini-tuber tissue were significantly influenced by planting bed and organic fertilizer interaction. The highest number of mini-tubers per plant (7.8 mini-tubers) was obtained from Agria cultivar in Mixkaar peat mass + perlite. Andabil forest leaf composts with 2% of organic fertilizer (Humi-ferthi) had the highest mini-tuber weight per plant (223.7 g). The highest nitrogen, phosphorus and potassium contents of mini-tuber were obtained in combination of 2% Humi-ferthi + Fandoglo leaf composts. Considering the importance of number of mini-tuber in mini-tubers production system, it is concluded that planting micro-tubers of Agria cultivar in media of leaf composts of Andabil + perlite and application of Humi-ferthi (2%) is suitable and economically reasonable for producing mini tuber. As well as in all of the qualitative characteristics, Mixkaar peat mass + perlite were suitable planting bed, which could improve the quality characteristics of both potato cultivars with using 2% or 4% supplementary organic fertilizer.

Key words: Micronutrients, Mini-tuber, Organic fertilizer, Planting bed and Potato.

Received: July, 2014

Accepted: July, 2015

1- Graduated MSc Student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Associate Prof., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding author) (Email: maghaalikhani@modares.ac.ir)

3- Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Ardabil Province, Ardabil, Iran