"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دهم، شماره ۳، پائیز ۱۳۸۷

اثر اندازه و تراکم کاشت ریزغده بر تولید غده چه سیب زمینی

Effect of microtuber size and planting density on minituber production in potato

احمد رضا بلندی[۱] و حسن حمیدی[۲]

چکیده

بلندی، ا. ر. و ح. حمیدی. ۱۳۸۷. اثر اندازه و تراکم کاشت ریزغده بر تولید غده چه سیب زمینی. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۰ (۳): ۲۱۸-۲۰۸.

به منظور بررسی اثر اندازه و تراکم کشت ریزغده بر صفات مرتبط با غده چه، ریزغده های حاصل از دو رقم سیب زمینی آگریا و مارفونا که دارای سه اندازه کوچکتر از ۵، بین۵-۱۰ و بزرگتر از ۱۰ میلیمتر بودند به عنوان ماده گیاهی در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. تراکم کاشت شامل ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ ریزغده در متر مربع بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این تحقیق تعداد و وزن غده چه ها در واحد سطح و همچنین میانگین قطر و وزن آنها مورد مطالعه قرار گرفتند. بر اساس تجزیه واریانس اثر رقم، اندازه و تراکم کاشت ریزغده برای کلیه صفات مورد مطالعه معنی دار بود. رقم مارفونا با تولید ۲۹۲ غده چه در متر مربع برتر از رقم آگریا با تولید ۲۷۲ غده چه در متر مربع بود. نتایج این تحقیق نشان داد که رقم آگریا از نظر قطر و وزن غده چه های تولید شده نسبت به رقم مارفونا برتری داشت. در این مطالعه با افزایش قطر ریزغده و تراکم کاشت، وزن کل غده چه در واحد سطح نیز افزایش یافت، در حالیکه قطر غده چه های تولیدی کاهش یافت.

واژه های کلیدی: سیب زمینی، ریزغده، غده چه، تراکم کاشت، اندازه ریزغده، آگریا، مارفونا.

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۰/۲۵

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (مکاتبه کننده).
۲- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از مهمترین گیاهان زراعی غده‌ای بوده و با تولید ۳۲۲ میلیون تن محصول پس از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم را در جهان به خود اختصاص داده است (FAO, 2005). استفاده از غده‌های بذری سالم و عاری از بیماری در سیب‌زمینی با هدف کاهش انتقال عوامل بیماریزای غده های آلوده به چرخه بعد و تهیه بذور سالم و مطلوب، سرعت و قدرت بیشتر رشد گیاه، یکنواختی در غده‌های حاصله و نهایتا" دستیابی به عملکرد بالا انجام می‌گیرد. تولید تجاری سیب زمینی بر استفاده از غده‌های بذری پایه‌ریزی شده است (Bajaj and Sopory, 1988). روشهای تکثیر کشت درون شیشه‌ای[1] نه تنها برای تکثیر سریع و حفظ ارقام موجود گیاهی استفاده می گردد بلکه امکان ذخیرهٔ ژرم پلاسم جدید و انتقال آسان مواد گیاهی را میسر می سازد. علاوه بر آن تجزیه مولکولی گیاهچه‌هایی که از این طریق تکثیر شده‌اند نشان داده است که ریز ازدیادی به این روش ثبات ژنتیکی گیاهچه ها را نیز در بر دارد (Davies and Viola, 1994). در روش کشت بافت، گیاهچه‌های ریشه‌دار شده حاصل از کشت مریستم با تراکم بالا در داخل گلدان با ترکیب مناسب و بالایی از عناصر غذایی معدنی کشت می گردند که منجر به تولید غده‌های کوچک با کیفیت بسیار بالایی به نام غده‌چه[2] می‌شوند (Garner and Blake, 1989). غده‌چه‌های تولیدی به عنوان اولین نسل حاصل از کشت گیاهچه‌های درون شیشه‌ای در مزرعه بوده و حد واسط بین مواد گیاهی با منشاء آزمایشگاهی و مزرعه‌ای می‌باشد (Rolot *et al*., 2002).

تکنیکهای مورد استفاده جهت تولید غده‌چه متنوع بوده ولی غالبا" بر پایهٔ استفاده از قلمه، گیاهچه و یا ریزغده‌های[3] تولید شده در شرایط آزمایشگاهی و کشت آنها در یک بستر ضد عفونی شده می‌باشد (Rolot *et al*., 2002). برخی از محققین استفاده از ریزغده را به عنوان ماده اولیه جهت تولید غده‌چه توصیه نموده‌اند و مزایای آن را در نیاز به فضای کمتر جهت نگهداری، مراقبت کمتر در زمان کاشت، سهولت حمل و نقل، قابلیت انبارداری، عدم نیاز به گذراندن مرحله سازگاری قبل از انتقال به مزرعه یا گلخانه و همچنین امکان انتقال مستقیم به مزرعه بدون نیاز به گلخانه ذکر کرده‌اند (Lakhoua and Ellouze,1993; Endal and Sathyana, 2001). هزینه تولید ریزغده نسبت به گیاهچه بیشتر بوده و از آن عمدتا" برای حفظ منابع ژنتیکی استفاده می کنند (Potter and Jones, 1991). عوامل فیزیکی و محیطی متعددی از جمله نوع مواد گیاهی منشاء، تراکم بوته، روش مورد استفاده، قطر ریزغده، مدت زمان دورهٔ خواب ریزغده و نوع بستر کشت، عملکرد غده‌چه‌ها و کیفیت آنها را تحت تأثیر قرار می دهند و گزارشات متعددی در مورد بهینه سازی این عوامل با هدف افزایش عملکرد وجود دارد (Bolandi, 2007; Le, 2000). رشیدی (Rashidi, 2004) اثر تراکم‌های کشت ۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ گیاهچه در هر گلدان (با قطر ۲۰ سانتیمتر) را بر رشد و عملکرد غده‌چه‌های دو رقم سیب‌زمینی آگریا و مارفونا مطالعه نمود. نتایج نشان داد که بالاترین میانگین وزن غده‌چه از تراکم‌های ۲، ۴ و ۶ گیاهچه در هر گلدان حاصل گردید. بالاترین وزن کل غده‌چه در هر گلدان نیز در ارقام آگریا و مارفونا در این تحقیق به ترتیب از تراکم های ۶ و ۴ گیاهچه در هر گلدان (به ترتیب معادل ۱۵۰ و ۱۰۰ گیاهچه در متر مربع) بدست آمد.

ماهر (Maher, 1998) به منظور بررسی اثر تراکم کاشت بر تولید غده‌های بذری سیب‌زمینی، از غده‌چه های با قطر ۱۲-۸ میلیمتر ارقام گولدن واندر (Golden wonder)، ماریس پیپر (Maris piper) و رکورد

1- *In vitro*
2- Minituber
3- Microtuber

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

(Record) با تراکم کاشت یک تا هشت غده در هر گلدان (با قطر ۱۸ سانتیمتر) استفاده کرد. نتایج نشان داد زمانی که تعداد غده کاشت شده در هر گلدان ۴ عدد یا بیشتر باشد عملکردی حدود ۲۴۵ غده در هر متر مربع تولید می گردد. وی با مطالعه اثر تراکم کاشت بر تعداد غده برداشت شده (قطر بزرگتر از ۱۵ میلیمتر) حاصل از کشت گیاهچه‌های رقم نیکولا (Nicola) نیز نشان داد که با افزایش تعداد گیاه در هر گلدان (از یک تا ۸ گیاه) تعداد غده‌های برداشت شده افزایش می یابد. گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 2003.) به منظور مطالعه اثر تراکم کاشت بر تولید غده‌چه، از گیاهچه‌های عاری از ویروس رقم کوفری (Kufri) با تراکم‌های کاشت ۲۵، ۳۶ و ۸۱ گیاهچه در متر مربع استفاده کردند. نتایج حاکی از اختلاف معنی‌دار تعداد غده‌ها در هر بوته و متوسط وزن غده‌ها در تراکم‌های مختلف کاشت بود. در تحقیق دیگری فاران و مینگو کاستل (Farran and Mingo-Castel, 2006) اثر دو تراکم کاشت مختلف (۶۰ و ۱۰۰ گیاه در متر مربع) را بر تولید غده‌چه رقم سیب زمینی به نام زوربا (Zorba) با استفاده از سیستم هواکشت (Aeroponic) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که در تراکم کاشت ۶۰ گیاه در متر مربع استولن بیشتری تولید شد. ضمن اینکه بیشترین تعداد غده چه تولید شده در واحد سطح (۸۰۰ عدد) از این تراکم بدست آمد. گالاردو و همکاران (Gallardo *et al*., 2001) برای تعیین تراکم مناسب کاشت تعداد ۱، ۲ و ۳ ریزغده با اندازه بین ۱ تا ۵ میلیمتر در هر کپه با فاصلهٔ ۱۵×۱۰ سانتیمتر کشت نمودند و گزارش کردند که از نظر تعداد غده‌چه در واحد سطح بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در این آزمایش تیمار یک ریزغده در هر کپه کمترین تعداد غده‌چه را تولید نمود، در صورتیکه تیمارهای ۲ و ۳ ریزغده به ترتیب با ۲۹۱ و ۳۲۷ غده‌چه بهترین پاسخ را نشان دادند.

هدف از این تحقیق مطالعه اثر اندازه و تراکم کاشت ریزغده بر روی شاخص‌های عملکرد غده‌چه‌های تولیدی به منظور تعیین بهترین اندازه و تراکم کاشت برای دستیابی به حداکثر عملکرد غده‌چه در واحد سطح بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۵ در آزمایشگاه و گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی به اجرا درآمد. در این تحقیق از گیاهچه‌های عاری از ویروس دو رقم سیب زمینی آگریا و مارفونا که در شرایط درون شیشه‌ای روی محیط کشت پایه MS کشت شده بودند به عنوان ماده گیاهی استفاده شد. گیاهچه‌ها پس از گذراندن حدود یک ماه هنگامیکه دارای ۵-۶ میانگره بودند از محیط کشت خارج و به ریزقلمه‌های کوچک که دارای یک تک‌گره (Single node) بودند، تقسیم شدند. تک‌گره‌ها سپس به داخل ارلن‌های ۲۵۰ سی‌سی که محتوی ۵۰ سی‌سی محیط کشت MS بود و به آن ۵۰ گرم در لیتر ساکارز و ۷ گرم آگار اضافه شده بود، از قرار ۵ تک گره در هر ارلن منتقل گردیدند. به محیط کشت مزبور قبل از انجام مرحله اتوکلاو مقدار ۲۲/۱۹ میکرومول بنزیل آمینو پورین (BAP) و ۲/۲۶ میکرومول 2,4-D جهت تولید ریزغده اضافه شد و pH محیط برابر ۵/۷ تنظیم گردید (Bolandi, 2008). ۱۴ هفته پس از کشت، گیاهچه‌ها از محیط کشت خارج و ریزغده‌هایی که در قسمتهای مختلف آنها تشکیل شده بود برداشت شدند و برای گذراندن دوره خواب و جوانه دار شدن در دمای ۴ درجه سانتی گراد و در تاریکی به مدت ۶ هفته نگهداری شدند. پس از جوانه‌دار شدن، ریزغده‌ها بر اساس اندازه قطر در سه گروه کوچکتر از ۵ میلیمتر، ۱۰-۵ میلیمتر و بزرگتر از ۱۰ میلیمتر طبقه‌بندی شدند و در گلخانه با سه تراکم ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ریزغده در متر مربع کشت گردیدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. بستر مورد استفاده برای کاشت مواد گیاهی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

شامل نسبت حجمی ۱/۲ خاک زراعی، ۳/۸ خاک برگ و ۱/۸ کود حیوانی بود (Bolandi, 2008). عملیات داشت از قبیل آبیاری، تغذیه، خاک دهی، مبارزه با آفات و ... بر طبق نیاز گیاه و به صورت مطلوب انجام شد. بعد از حدود ۴ ماه واحدهای آزمایشی (قطعات یک متر مربعی) در هر تکرار به صورت جداگانه برداشت و تعداد و وزن غده‌چه‌های برداشت شده و همچنین میانگین قطر و وزن غده‌چه‌ها اندازه‌گیری شد. محاسبه قطر سیب‌زمینی بر اساس اندازه‌گیری قطر کوچک آن انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و رسم نمودارها به ترتیب با استفاده از نرم افزارهای SAS و Excel انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر روی کلیه صفات به جز وزن کل غده‌چه معنی‌دار ($P\leq 0.01$) بود (جدول ۱). رقم آگریا با میانگین وزن ۴/۶۱ گرم برای هر غده‌چه نسبت به رقم مارفونا با ۴/۳۵ گرم وزن هر غده‌چه برای این خصوصیت برتری داشت (جدول ۲). علاوه بر این غده‌چه‌های تولید شده در رقم آگریا با میانگین قطر ۱۹/۱۶ میلیمتر نسبت به غده‌چه‌های رقم مارفونا که دارای میانگین قطر ۱۸/۰۴ میلیمتر بودند نیز برتری معنی‌داری داشتند. بر عکس برای تعداد غده چه تولید شده در واحد سطح رقم مارفونا با ۲۹۱/۹۶ غده چه، برتری خود را نسبت به رقم آگریا با ۲۷۱/۵۹ غده چه نشان داد. در این آزمایش بین دو رقم مورد مطالعه برای وزن کل غده‌چه‌های برداشت شده در واحد سطح اختلاف معنی داری مشاهده نگردید و میانگین این صفت برای رقم آگریا و مارفونا به ترتیب ۱۲۵۰/۲۳ و ۱۲۷۷/۷۹ گرم بدست آمد. فقط اثر متقابل رقم × اندازه ریزغده برای صفت قطر غده‌چه معنی دار بود (جدول ۱). کمترین مقادیر برای صفات تعداد، میانگین قطر، میانگین وزن و وزن کل غده‌چه‌ها در هر دو رقم آگریا و مارفونا از ریزغده‌های با قطر کمتر از ۵ میلیمتر بدست آمد و اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ از نظر کلیه صفات بین ریزغده‌های با اندازه کوچکتر از ۵ میلیمتر و ریزغده‌های با سایز ۱۰-۵ و بزرگتر از ۱۰ میلیمتر مشاهده گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که بالاترین میزان تولید غده‌چه در هر دو رقم آگریا و مارفونا از ریزغده‌های با اندازه بزرگتر از ۱۰ میلیمتر و تراکم کاشت ۱۰۰ ریزغده در متر مربع حاصل شد. علاوه بر این با افزایش تراکم کاشت از ۵۰ به ۱۰۰ ریزغده در متر مربع در ارقام مورد مطالعه میانگین قطر و وزن غده‌چه کاهش یافت (جدول ۴). با توجه به جدول ۴ وزن کل غده‌چه تولید شده در متر مربع در ارقام مورد مطالعه با افزایش تراکم کاشت و قطر ریزغده افزایش یافت و بیشترین وزن کل غده‌چه در دو رقم آگریا و مارفونا از تراکم کاشت ۱۰۰ ریزغده و اندازه بزرگتر از ۱۰ میلیمتر حاصل شد، در حالیکه کمترین مقدار برای این صفت از تراکم کاشت ۵۰ ریزغده با اندازه کوچکتر از ۵ میلیمتر بدست آمد.

اختلاف در پاسخ به شاخص‌های عملکرد ناشی از عامل ژنوتیپ در غده‌چه‌های حاصل از کشت ریزغده سیب زمینی قبلا" گزارش شده است. رولوت و همکاران (Rolot *et al*., 2002) جهت تولید غده‌چه سیب‌زمینی از ریزغده‌های شش رقم بینتج (Bintje)، کنبک (Kennebec)، اسپونتا (Spunta)، ساتورنا (Saturna)، دزیره (Desiree) و گاسوره (Gasore) که در گلخانه کشت گردیده بود، استفاده نمودند. نتایج نشان داد که تعداد غده‌چه تولید شده در متر مربع برای ارقام متفاوت می باشد، به طوریکه این تعداد در ارقام مورد آزمایش از ۲۲۴ تا ۷۷۹ عدد (قطر بیشتر از ۱۰ میلیمتر) متغیر بود.

ازکایناک و سامانکی (Ozkaynak and Samanci, 2005) با مطالعه بر روی اجزاء عملکرد گیاهچه های حاصل از کشت بافت سه رقم سیب‌زمینی مارابل (Marabel)، کنکورد (Koncord) و ولوکس (Veloxe) نشان دادند که اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات تعداد، میانگین اندازه، میانگین وزن و وزن کل غده چه در سیب زمینی

Table 1. Analysis of variance for number (NM), diameter (DM), weight (WM) and total weight of minituber (TWM) in potato

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)			
			تعداد غده‌چه NM	میانگین قطر غده‌چه DM	میانگین وزن غده‌چه WM	وزن کل غده‌چه TWM
Replication	تکرار	2	273.5 ns	1.36 ns	0.1 ns	21075.23 ns
Cultivar (C)	رقم	1	5601.85 **	16.91 **	0.92 **	10261.14 ns
Size of microtuber (S)	اندازه ریزغده	2	36261.72 **	13.30 **	5.20 **	2028155.99 **
C × S	اندازه ریزغده × رقم	2	899.46 ns	3.41 *	0.05 ns	13594.29 ns
Planting density (P)	تراکم کاشت	2	80104.39 **	6.06 **	1.73 **	845131.20 **
P × C	رقم × تراکم کاشت	2	221.24 ns	2.04 ns	0.19 ns	2998.59 ns
S × P	تراکم کاشت × اندازه ریزغده	4	176.11 ns	2.53 ns	0.06 ns	5266.87 ns
S × P × C	رقم× تراکم کاشت × اندازه ریزغده	4	285.35 ns	0.54 ns	0.03 ns	1837.91 ns
Error	خطا	34	516.56	1.09	0.09	19639.32
C.V.(%)	ضریب تغییرات (درصد)		8.08	5.61	6.54	11.09

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

*و **:به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: Non- significant

ns: غیر معنی‌دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم، قطر ریزغده و تراکم، بر تعداد، قطر، وزن و وزن کل غده چه در سیب زمینی

Table 2. Mean comparisons of the effect of cultivar, microtuber diameter and planting density on number (NM), diameter (DM), weight (WM) and total weight of minituber (TWM) in potato

	تعداد غده‌چه در متر مربع NM/m^2	قطر غده‌چه (میلیمتر) DM (mm)	وزن غده‌چه (گرم) WM (g)	وزن کل غده‌چه (گرم در متر مربع) TWM (gm^{-2})
		رقم Cultivar		
آگریا Agria	271.59 b	19.16 a	4.61 a	1250.23 b
مارفونا Marfona	291.96 a	18.04 b	4.35 b	1277.79 a
		قطر Diameter of microtuber		
کوچکتر از ۵ میلی متر <5 mm	230.06 b	17.62 b	3.88 c	884.71 c
بین ۵ تا ۱۰ میلی متر 5-10 mm	302.06 a	18.95 b	4.64 b	1384.61 b
بزرگتر از ۱۰ میلی متر >10 mm	312.94 a	19.22 a	4.93 a	1522.73 a
		تراکم کاشت (ریزغده در مترمربع) Planting density (Microtuber/m^2)		
50	212.06 c	19.20 a	4.82 a	1036.99 c
75	288.28 b	18.55 ab	4.41 b	1286.44 b
100	345 a	18.05 b	4.21 b	1468.61 a

میانگین های، در هر ستون و برای هر تیمار، دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan Multiple Range Test.

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × اندازه ریزغده بر تعداد، قطر، وزن و وزن کل غده چه در سیب زمینی

Table 2. Mean comparison of interaction of cultivar×microtuber size on number (NM), diameter (DM), weight (WM) and total weight of minituber (TWM) in potato

قطر ریزغده Diameter of microtuber		تعداد غده‌چه در متر مربع NM/m^2	قطرغده‌چه (میلی متر) DM (mm)	وزن غده‌چه (گرم) WM (g)	وزن کل غده‌چه (گرم در متر مربع) TWM (gm^{-2})
			آگریا Agria		
<5 mm	کوچکتر از ۵ میلیمتر	226.3 c	18.4 b	3.94 c	883.1 c
5-10 mm	۵-۱۰میلیمتر	284.1 b	18.99 ab	4.78 ab	1339 b
>10 mm	بزرگتر از ۱۰ میلیمتر	304.4 ab	20.06 a	5.1 a	1528 a
			مارفونا Marfona		
<5 mm	کوچکتر از ۵ میلیمتر	234.4 c	16.84 c	3.81 c	886.3 c
5-10 mm	۵-۱۰میلیمتر	320 a	18.9 ab	4.49 b	1430 ab
>10 mm	بزرگتر از ۱۰ میلیمتر	321.7 a	18.38 b	4.75 ab	1517 a

میانگین های، در هر ستون و برای هر تیمار، دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan Multiple Range Test.

عملکرد غده، تعداد غده و میانگین وزن غده وجود داشت. نتایج مشابه در خصوص عکس العمل رقم به شاخص های عملکرد در شرایط درون شیشه‌ای و مزرعه در سیب زمینی نیز گزارش شده است. پروسکی و همکاران (Pruski *et al*., 2003) با مطالعه روی شش رقم سیب‌زمینی نشان دادند که اختلاف معنی‌داری بین ارقام برای تعداد ریزغده تشکیل شده روی هر گیاهچه وجود دارد. مطالعات انجام شده به وسیلهٔ لی(Le, 2000) روی ارقام مختلف سیب‌زمینی نشان داد که پتانسیل تولید ریزغده تحت تأثیر ژنوتیپ قرار دارد. در این تحقیق

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × اندازه ریزغده × تراکم کاشت بر تعداد، قطر، وزن و وزن کل غده چه در سیب زمینی

Table 2. Mean comparison of interaction of cultivar × microtuber size × planting density on number (NM), diameter (DM), weight (WM) and total weight of minituber (TWM) in potato

قطرریزغده Diameter of microtuber	تراکم کاشت Planting density (Microtuber/m^2)	تعداد غده‌چه (در متر مربع) NM (Minituber/m2)	قطرغده‌چه (میلی متر) DM (mm)	وزن غده‌چه (گرم) WM (g)	وزن کل غده‌چه (گرم در متر مربع) TWM (gm-2)
			آگریا Agria		
کوچکتر از ۵ میلیمتر <5 mm	50	157.87 i	18.78 bcd	4.28 efg	674.92 g
	75	326.33 h	17.88 cde	3.78 gh	891.87 fg
	100	284.67 fg	18.53 bcd	3.80 gh	1082.65 ef
۵-۱۰میلیمتر 5-10 mm	50	212.67 h	20.01 ab	5.23 ab	1121.24 def
	75	289 efg	18.88 bcd	4.69 cde	1355.86 bcd
	100	350.67 abc	18.14 bcd	4.42 def	1550.96 ab
بزرگتر از ۱۰ میلیمتر >10 mm	50	223.67 h	20.96 a	5.70 a	1281.28 cde
	75	311.67 cde	19.39 abc	4.92 bcd	1532.64 abc
	100	378 a	19.83 abc	4.29 bcde	1770.64 a
			مارفونا Marfona		
کوچکتر از ۵ میلیمتر <5 mm	50	172.67 i	16.18 h	3.96 fgh	686.01 g
	75	228.67 h	17.35 efg	3.90 fgh	891.83 fg
	100	302 def	16.99 gh	3.57 h	1079.83 ef
۵-۱۰میلیمتر 5-10 mm	50	252.33 gh	19.92 ab	4.70 cde	1188.87 de
	75	336.33 bcd	19.20 abc	4.51 cde	1516.66 abc
	100	371.33 ab	17.56 def	4.27 efg	1584.07 ab
بزرگتر از ۱۰ میلیمتر >10 mm	50	253.33 gh	19.36 abc	5.06 bc	1279.62 cde
	75	327.67 cde	18.56 bcd	4.65 cde	1528.64 abc
	100	383.33 a	17.22 fgh	4.53 cde	1743.54 a

میانگین های، در هر ستون و هر تیمار، دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan Multiple Range Test.

دامنهٔ وزن ریزغده‌ها نیز در ارقام مختلف از ۸۷ تا ۱۶۹ میلیگرم متفاوت بود. کارافیلیدیس و همکاران (Karafyllidis *et al*., 1997) نیز با مطالعه بر روی چهار اندازه و چهار تراکم کاشت غده‌چه‌های دو رقم سیب زمینی به نامهای اسپونتا (Spunta) و ژارلا (Jaerla)، نشان دادند که اختلاف معنی‌داری برای صفات مورد مطالعه بین ارقام وجود دارد. در این تحقیق همبستگی منفی بین میانگین وزن غده با تراکم کشت گزارش گردید.

تجزیه واریانس نشان داد اثر اندازه ریزغده بر روی همه صفات مورد مطالعه معنی دار ($P\leq 0.01$) بود (جدول ۱). به استثنای صفت تعداد غده‌چه در متر مربع که بین ریزغده‌های بزرگتر از ۱۰ میلیمتر و ۱۰-۵ میلیمتر و همچنین صفت میانگین قطر غده‌چه که بین ریزغده‌های ۱۰-۵ میلیمتر و کوچکتر از ۵ میلیمتر اختلاف معنی داری مشاهده نگردید، در بقیه موارد برای تمام صفات مورد مطالعه بین سطوح مختلف اندازه ریزغده در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود داشت و ریزغده‌هایی که دارای قطر بزرگتر بودند پاسخ بهتری را برای شاخص های عملکرد مورد مطالعه نسبت به ریزغده‌های با قطر کوچکتر نشان دادند (جدول ۲).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

حداکثر تعداد غده‌چه تولید شده در متر مربع در این آزمایش ۳۱۲/۹۴ غده‌چه بود که از کشت ریزغده‌های با قطر بزرگتر از ۱۰ میلی متر بدست آمد. عملکرد تعداد غده‌چه تولید شده از ریزغده‌های با قطر کمتر از ۵ میلیمتر، ۲۳۰/۰۶ غده‌چه در هر متر مربع بود که در مقایسه با عملکرد ریزغده‌های بزرگتر از ۱۰ میلیمتر، ۲۶/۴۸ درصد کمتر بود. از نظر صفت میانگین قطر غده چه‌های تولید شده، تیمار ریزغده‌های بزرگتر از ۱۰ میلیمتر نسبت به دو تیمار دیگر برتری داشت. غده‌چه‌های حاصل از این ریزغده‌ها دارای میانگین قطر ۱۹/۲۲ میلیمتر بودند در حالیکه این مقدار برای دو تیمار دیگر (۵ تا ۱۰ میلیمتر و کوچکتر از ۵ میلیمتر) بدون وجود اختلاف معنی‌دار به ترتیب ۱۸/۹۵ و ۱۷/۶۲ میلیمتر بود. برای صفت وزن کل غده‌چه برداشت شده در هر متر مربع، نتایج برتری ۴۱/۹ درصدی تیمار استفاده از ریزغده‌های با قطر بزرگتر از ۱۰ میلیمتر را نسبت به ریزغده‌های کوچکتر از ۵ میلیمتر نشان داد. این مقادیر برای ریزغده‌های بزرگتر از ۱۰ میلیمتر و کوچکتر از ۵ میلیمتر به ترتیب ۱۵۲۲/۷۳ و ۸۸۴/۷۱ گرم بود.

گزارشات متعددی در خصوص تأثیر قطر ریزغده روی صفات مرتبط با عملکرد غده‌چه وجود دارد. لاخوآ و الوز (Lakhoua and Ellouze, 1993) از ریزغده های با سه اندازه کمتر از ۳ میلیمتر، ۳ تا ۵ میلیمتر و بزرگتر از ۵ میلیمتر جهت تولید غده‌چه استفاده کردند. نتایج آنان نشان داد که ارتباط مستقیمی بین قطر و درصد سبز شدن ریزغده‌ها وجود داشت، به طوریکه ۰/۴۶ ریزغده‌هایی که دارای قطر کمتر از ۳ میلیمتر بودند قادر به تولید جوانه بودند درحالیکه این مقدار برای ریزغده های با قطر ۳ تا ۵ میلیمتر و بزرگتر از ۵ میلیمتر به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۹۸ بود. در این آزمایش ارتباط مستقیم بین قطر ریزغده‌های کشت شده با غده‌چه‌های تولید شده نیز وجود داشت، به طوریکه درصد غده‌چه‌های با قطر بزرگتر که از ریزغده‌های با قطر بزرگتر تولید شده بودند بیشتر از آنهایی بود که از ریزغده‌های با قطر کوچکتر بدست آمدند. عملکرد غده‌چه‌ها در واحد سطح نیز با افزایش قطر ریزغده‌ها افزایش یافت و مقدار آن به ترتیب ۲۰ ، ۲۷ و ۴۰ تن در هکتار برای ریزغده‌های با قطر کمتر از ۳ میلیمتر، ۳ تا ۵ میلیمتر و بزرگتر از ۵ میلی‌متر گزارش شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تراکم کاشت برای همه صفات مورد مطالعه معنی‌دار ($P\leq 0.01$) بود (جدول ۱). علاوه بر قطر ریزغده، تراکم کاشت در واحد سطح نیز از عوامل مهم دیگری است که صفات مرتبط با عملکرد غده‌چه را تحت تأثیر قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که هر چه تراکم گیاه در واحد سطح بیشتر باشد هم تعداد غده‌چه و هم وزن کل غده‌چه برداشت شده در واحد سطح افزایش یافت، در صورتیکه افزایش تراکم کاشت موجب کاهش میانگین قطر و وزن غده‌های تولیدی شد. در این آزمایش تعداد غده‌چه تولید شده در تراکم کاشت ۱۰۰ ریزغده در متر مربع، ۳۴۵ غده‌چه بود که این تعداد با ۳۸/۶ درصد کاهش، در تراکم کاشت ۵۰ به ۲۱۲ غده‌چه رسید (جدول ۲). این مقدار در تراکم کاشت ۷۵ ریزغده در متر مربع ۲۸۸/۲۸ عدد بود که نسبت به تراکم ۱۰۰ ریزغده در متر مربع ۱۶/۴۴ درصد کاهش داشت. برتری استفاده از تراکم کاشت بالا نسبت به تراکم کاشت پایین برای صفت وزن کل غده‌چه تولید شده در واحد سطح مشابه پاسخ تعداد غده‌چه تولید شده در واحد سطح به تراکم بود. برای این صفت (وزن کل غده‌چه در واحد سطح) مقادیر بدست آمده برای تراکم‌های ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ به ترتیب ۱۰۳۷، ۱۲۸۶ و ۱۴۶۹ گرم بود (جدول ۲). بنابر این با افزایش تراکم هم تعداد غده‌چه و هم وزن کل غده‌چه افزایش می یابد (جدول ۲). برای دو صفت میانگین قطر و وزن هر غده‌چه، بهترین پاسخ از تراکم کاشت ۵۰ بدست آمد که مقادیر بدست آمده برای این دو صفت در تراکم ذکر شده به ترتیب ۱۸/۱ میلیمتر و ۴/۸ گرم می باشد. مقایسه میانگین‌های این دو

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

صفت (میانگین قطر و وزن) در تراکم های کاشت ۷۵ و ۱۰۰ نشان داد اگر چه مقادیر بدست آمده برای این صفات در تراکم کاشت ۷۵ بیشتر از تراکم ۱۰۰ می باشد، معهذا اختلاف موجود بین دو تراکم معنی‌دار نیست. ایلما و موسلی (Yilma and Mosley, 1998) با مطالعه بر روی گیاهچه‌های دو رقم سیب‌زمینی در چهار تراکم مختلف کاشت (۱۸۰، ۳۶۰، ۴۶۸ و ۶۴۰) نشان دادند که تعداد غده‌چه با افزایش تراکم افزایش می‌یابد به طوریکه این تعداد از ۳۰۰ غده‌چه در پایین ترین تراکم به ۱۰۰۰ غده‌چه در بالاترین رسید. در این تحقیق رابطه معکوس بین تراکم کاشت با متوسط وزن غده گزارش گردید، به گونه‌ای که میانگین وزن غده در پایین‌ترین تراکم اجرا شده با ۲۳ گرم کمی بیشتر از دو برابر مقدار بدست آمده از بالاترین تراکم (۱۱ گرم) بود. ژورگاکیس و همکاران (Georgakis *et al*., 1997) نیز با مطالعه بر روی چهار اندازه غده‌چه و چهار تراکم کشت نتایج مشابهی را گزارش نمودند. رولوت و سیوتین (Rolot and Seutin, 1999) با مطالعه بر روی غده‌چه‌های حاصل از کشت ریزغده گزارش کردند که با افزایش تعداد ریزغده از ۸ به ۱۳ با استفاده از سیستم هیدروپونیک می توان تعداد غده‌چه را از ۴۷۰ به ۷۶۰ عدد در هر متر مربع افزایش داد.

به طور کلی در این تحقیق از نظر تعداد غده‌چه در متر مربع و همچنین وزن غده‌چه برداشت شده در واحد سطح رقم مارفونا پاسخ بهتری نسبت به رقم آگریا نشان داد. در حالیکه از نظر میانگین قطر و وزن غده‌چه، رقم آگریا برتری معنی‌داری نسبت به رقم مارفونا داشت. ارتباط مثبت و معنی‌داری نیز بین قطر ریزغده‌های استفاده شده با شاخص‌های عملکرد غده‌چه‌های تولیدی وجود داشت. ارتباط مستقیمی بین تراکم کاشت با تعداد غده‌چه تولید شده در واحد سطح و همچنین وزن کل غده‌چه برداشت شده در واحد سطح مشاهده شد. به عبارت دیگر با اعمال کاشت با تراکم بالا امکان تولید غده‌چه بیشتری در واحد سطح وجود دارد (جدول ۲).

منابع مورد استفاده

References

Bajaj, Y. P. S. and S. K. Sopory. 1988. Biotechnology of potato improvement, In: Y. P. S. Bajaj (ed.). Biotechnology in Agriculture and Forestry 2. Springer-Verlag, Germany. 429-454.

Bolandi, A. R. 2008. Effect of plant density and microtuber size on minituber production in potato. Final Report of Research. Khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center. 32 pp.

Bolandi, A. R. 2007. Study the effects of size and dormancy of microtuber on production of potato seed-minituber. Proceedings of the 5th National Horticultural Congress of Iran. P. 40.

Davies, H. V. and R. Viola. 1994. Control of sugar balance in potato tubers, In:The Molecular and Cellular Biology of the Potato, pp. 67-77. W.R. Belknap., M.E. Vayda and W.D. Park (Eds.). Wallingford, U.K, CAB International.

Endal, G. and B. N. Sathyana. 2001. Tapioca-a new and cheaper alternative to agar for direct *in vitro* shoot regeneration and microtuber production from nodal cultures of Potato, African Crop Sciences Journal. 9(1): 1-8.

Farran, I. and A. M. Mingo-Castel. 2006. Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. American Journal of Potato Research. pp. 1-7.

FAO, 2005. On line: http://apps.fao.org/page/collections.subsetsagriculture.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

Gallardo, M., N. Mogolln and Z. Piero. 2001. Densidad de plantas en la produccien de tuberculous semillas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) a partir de microtuberculos. Fondo nacional de investigaciones agropecuarias, Aparado 592, y universidad centroccidental lisandro alvarado. Apartado 400 , Barquisimeto, Lara , Venezuela.

Garner, N. and J. Blake. 1989. The induction and development of potato microtubers *in vitro* on media free of growth regulating substances, Ann. Bot. 63: 663-674.

Georgakis, D. N., D. Karafyllidis and N. I. Stavropoulos. 1997. Effect of planting density and size of potato seed-minitubers on the size of the produced potato seed tubers, Acta Hort. 462: 935 – 942.

Gupta, V. K., S. Kumar, L. K. Baishya and M. Kumar. 2003. Effect of planting density on minituber production from micropropagated plants. Journal of the Indian Potato Association. 30(1-2): 43-44.

Karafyllidis, D. I., D. N. Georgakis, N. I. Stavropoulos, E. X. Nianiou and I. A. Vezyroglou. 1997. Effect of planting density and size of potato seed-minitubers on their yielding capacity. Acta Hort. (ISHS), 462: 943-950.

Lakhoua L. and O. Ellouze. 1993. Utilisation des microtuber cules produits *in vitro* pour la production de semences de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), Le progres genetique et l'inventaire des genes: Ed. AUPELF-UREF , john libbey Eurotext, Paris. Pp. 233-236.

Le C.L. 2000. *In vitro* mass propagation of potato in liquid medium, Inaugural meeting in tamper, Finland. Pp. 44-45.

Maher, M. J. 1998. Horticultural growing media and plant nutrition. Kinsealy Researh Center. Malahide Road, Dublin 17. 4097(b).

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, 18(1): 125-129.

Potter, R. H. and M. G. K. Jones. 1991. An assessment of genetic stability of potato *in vitro* by molecular and phenotypic analysis, Plant Science. 76: 239-248.

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 minitubers, Amer. J. of Potato Research. 80: 183-193.

Rashidi, T. 2004. The effect of different seedling density produced with tissue culture on growth analysis and minituber production in two potato cultivars. M.Sc. Thesis.Varamin Islamic Azad University. 132 pp.

Rolot J. and H. Seutin. 1999. Soilless production of potato minitubers using an hydroponic technique. Potato Res. 42 : 457-469.

Rolot J. , H. Seutin and D. Michelant. 2002. Production de minituber cules de pomme de terre par hydroponie, Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 6(3): 155-161.

Yilma, S. and A. R. Mosley. 1998. Effect of plant density and growing containers on minituber production, Oregon State University. Oregon Foundation Potato Seed Program. Pp. 1-5.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

Effect of microtuber size and planting density on minituber production in potato

Bolandi, A. R. [1] **and H. Hamidi**[2]

ABSTRACT

Bolandi, A. R. and H. Hamidi. Effect of microtuber size and planting density on minituber production in potato. **Iranian Journal of Crop Sciences. 10(3):208-218 (in Persian).**

Effect of microtuber size and planting density on traits related to minituber production, in two potato cultivars; Agria and Marfona with three size : <5, 5-10 and >10 millimeter were studied. Microtubers were cultivated with three density (50, 75 and 100 microtuber /m^2). The experiment was carried out using a RCB design, with three replications. In this research, number and weight of minitubers per m^2 and also means of diameter and weight of minituber were measured. Analysis of variance indicated significant effect of genotypes, size and planting density of microtubers on all traits. In this research, cv. Marfona with 292 minitubers per m^2 had greater yield than Agria. Although the diameter and weight of minitubers, Agria showed superiority, but With increasing diameter and weight of microtuber, minituber weight per m^2 increased, while minituber diameter decreased.

Key words: Potato, Microtuber, Minituber, Planting density, Microtuber size, Agria, Marfona

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.1.8]

Received: January, 2008.

1- Faculty member, Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan-e-Razavi, Mashhad, Iran. (Corresponding author)

2- Researcher, Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan-e-Razavi, Mashhad , Iran.