نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و دوم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://jopp.gau.ac.ir

تأثیر ردیف کاشت، فاصله بوته و وزن مینی‌تیوبر بر عملکرد سیب‌زمینی

احمدرضا بلندی[۱] و *حسن حمیدی[۲]

[۱]عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، [۲]کارشناس‌ارشد مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۷

چکیده

سابقه و هدف: تراکم کشت و وزن مینی‌تیوبر از عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزاء عملکرد در تولید غده بذری سیب‌زمینی می‌باشند. تراکم کشت به‌شدت عملکرد غده (تعداد و وزن غده) را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در تراکم‌های بالاتر، غده بیشتری تولید شده و عملکرد در واحد سطح افزایش می‌یابد. گیاهان حاصل از کشت غده‌های سبک‌تر زمان بیشتری را برای جوانه‌زنی صرف کرده و جوانه‌های آن‌ها تولید ساقه‌های ضعیف‌تر، ریشه‌های کوچکتر و نسبت ساقه به ریشه بالاتر می‌کنند. در نتیجه تعداد و وزن غده‌های تولیدی در هر گیاه کاهش می‌یابد. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر ردیف کاشت، فاصله بوته و وزن مینی تیوبر بر عملکرد غده سیب‌زمینی رقم سانته در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی (طرق) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل مورد مطالعه شامل فواصل ردیف کاشت (۳۷/۵ و ۷۵ سانتی‌متر)، فاصله بوته (۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر) و وزن مینی‌تیوبر (کمتر از ۵، ۱۰-۵ و بیشتر از ۱۰ گرم) بودند. در این تحقیق صفاتی از قبیل تعداد و وزن غده در واحد سطح و همچنین میانگین قطر و وزن آن‌ها، درصد غده‌های کوچکتر از ۳۵، ۵۵-۳۵ و بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر، درصد ماده خشک و عملکرد کل اندازه‌گیری شدند.

*مسئول مکاتبه: Hamidy1065@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس تغییرات معنی‌داری را بین فواصل مختلف کشت و وزن مینی‌تیوبرها برای کلیه صفات مورد مطالعه نشان داد. در این آزمایش در فواصل کشت کمتر (۱۵ سانتی‌متر روی ردیف) عملکرد کل بیشتری حاصل شد. نتایج حاکی از برتری وزن مینی‌تیوبرهای بیشتر از ۱۰ گرم از نظر اکثر صفات شاخص عملکرد می‌باشد. در این مطالعه، عملکرد کل با کاهش فاصله ردیف به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که بین تعداد غده در متر مربع با عملکرد کل همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. در حالی‌که بین درصد ماده خشک با عملکرد کل همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصله، بیشترین تعداد غده در مترمربع و عملکرد کل از کشت درشت‌ترین مینی‌تیوبرها (بزرگتراز ۱۰ گرم) با فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف به‌دست آمد. در حالی که بالاترین تعداد غده در هر بوته از کشت مینی‌تیوبرهای با وزن متوسط (۱۰-۵ گرم) در پایین‌ترین تراکم (۲۰× ۷۵ سانتی‌متر) حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، تعداد غده، سانته، قطر غده، وزن غده

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از نظر میزان تولید در جهان پس از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم و در ایران پس از گندم و برنج مقام سوم را به خود اختصاص داده است. بر اساس آمارنامه سال ۲۰۱۱ فائو سطح زیر کشت سیب‌زمینی کشور در سال مذکور ۱۵۰۳۱۷ هکتار و عملکرد آن ۳۲/۰۸ تن در هکتار بود (۹).

تراکم بوته تأثیر زیادی بر میزان تکثیر غده سیب‌زمینی دارد. با افزایش تراکم بوته، تعداد ساقه حاصل از یک غده بذری کاهش یافته همچنین تعداد غده‌های تولیدی به ازای هر ساقه کمتر می‌شود، لذا با توجه به هدف تولید (تولید بذر، مصرف خوراکی) باید از تراکم مناسب استفاده شود. همچنین با توجه به واکنش متفاوت ارقام به تراکم بوته و اندازه غده بذری توصیه گردیده جهت حصول عملکرد بالا، تلفیق رقم، تراکم بوته و اندازه غده بذری مورد توجه قرار گیرد (۲۱).

دهدار (۲۰۰۷) اثر تراکم بوته را بر عملکرد و خصوصیات زراعی شش رقم تجاری سیب‌زمینی مطالعه و نشان داد که افزایش تراکم بوته (کاهش فاصله بوته روی ردیف) از ۲۵ سانتی‌متر به ۲۰ سانتی‌متر، عملکرد غده، تعداد ساقه اصلی و متوسط تعداد غده در بوته را افزایش و متوسط وزن غده‌ها را کاهش می‌دهد (۸). اصل‌گرگانی و دماوندی (۲۰۰٤) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته سیب‌زمینی، قطر غده، میانگین وزن هر غده، وزن و تعداد غده در بوته و درصد ماده خشک کاهش ولی تعداد غده در متر مربع به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۳). دارابی (۲۰۰۷) گزارش کرد که با افزایش تراکم بوته سیب‌زمینی (ارقام آریندا، پیکاسو و سانته)، میانگین وزن و تعداد غده در هر بوته کاهش ولی عملکرد کل و قابل‌فروش غده افزایش می‌یابد (٦). ایمانی و رسولی (۲۰۰٦) با مطالعه تأثیر اندازه‌های مختلف غده بذری (٤٥-۳۵، ۵۵-٤٥، ٦۵-۵۵، ۷۵-٦۵، ۸۵-۷۵ گرم) بر عملکرد سیب‌زمینی رقم مورن در منطقه میانه نشان دادند که عملکرد غده با افزایش اندازه غده بذری افزایش یافت (۱۲).

در مطالعه‌ای مشخص شد که کاهش فاصله کاشت از ۱٦ سانتی‌متر به ۸ سانتی‌متر (افزایش تراکم) و افزایش اندازه مینی‌تیوبر از ۱۰ گرم به ۵۰ گرم، عملکرد سیب‌زمینی رقم آگریا را به‌ترتیب ۵۲/۳۳ و ۳۷/۳۱ درصد افزایش داد. در این تحقیق، حداکثر عملکرد از فاصله کاشت ۸ سانتی‌متر و مینی-تیوبرهای ۵۰ گرمی به‌دست آمد (۱۳).

حسین‌زاده و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که کشت مینی‌تیوبرهای سیب‌زمینی رقم آگریا در تراکم ۱۰×۷۵ سانتی‌متر با عملکرد ٤٥/٦٤ تن در هکتار نسبت به تراکم ۲۰×۷۵ سانتی‌متر برتری معنی‌داری نشان داد (۱۱).

رشیدی (۲۰۰۹) گزارش کرد که فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف موجب افزایش تعداد ساقه اصلی و عملکرد غده سیب‌زمینی (ارقام مورن و کاسموس) و کاشت با فاصله ۲۵ سانتی‌متر باعث تولید غده‌های ریز کمتر و غده‌های متوسط و درشت بیشتر می‌شود. از نظر اندازه غده بذری نیز اندازه ۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر برای کلیه صفات مورد بررسی نسبت به سایر اندازه‌های مورد مطالعه (کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر و بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر) برتری نشان داد (۲۱).

بلندی و حمیدی (۲۰۰۸) با مطالعه اثر اندازه و تراکم کاشت میکروتیوبر بر تولید مینی‌تیوبر سیب‌زمینی نشان دادند که هر چه تراکم گیاه در واحد سطح بیشتر باشد، تعداد و وزن کل مینی‌تیوبر در واحد سطح افزایش می‌یابد، در صورتی‌که افزایش تراکم کاشت موجب کاهش میانگین قطر و وزن غده‌های تولیدی می‌شود (٤). در مطالعه دیگری که بلندی و همکاران (۲۰۱۱) روی مینی‌تیوبرهای سیب‌زمینی حاصل از کشت میکروتیوبرهای با سه اندازه مختلف انجام دادند، اختلاف معنی‌داری را برای میانگین وزن، تعداد و قطر مینی‌تیوبرهای تولید شده بر اساس اندازه میکروتیوبر گزارش کردند (۵).

با مطالعه تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت میکروتیوبر (۵×۵، ۱۰×۱۰ و ۱۵×۱۵ سانتی‌متر) بر تولید مینی‌تیوبر سیب‌زمینی نشان داد که با کاهش تراکم، تعداد و وزن مینی‌تیوبر در هر بوته افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین تعداد و وزن مینی‌تیوبر از طریق کاشت میکروتیوبرها با تراکم ۱۵×۱۵ سانتی‌متر حاصل شد (۲۰).

محمودپور (۲۰۱٤) با بررسی اثر اندازه مینی‌تیوبر (کمتر از ۱، ۵-۱، ۱۰-۵ و بیشتر از ۱۰ گرم) بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی رقم آگریا نشان داد که با افزایش وزن مینی‌تیوبر، میانگین قطر غده، وزن غده و عملکرد در واحد سطح افزایش یافت. وی گزارش کرد که مینی‌تیوبرهای با وزن کمتر از ۱ گرم برای کشت مناسب نیستند (۱۸).

با توجه به قیمت بالای هسته اولیه بذری (مینی‌تیوبر) و از طرف دیگر شرایط ویژه‌ای که برای کشت این بذرها در مزرعه نیاز می‌باشد، تولید بذرهای حاصل هزینه بالایی را طلب می‌کند. لذا بایستی تمهیداتی صورت گیرد تا ضمن تولید حداکثر عملکرد، غده‌های تولیدی تا حد امکان در اندازه بذری

قرار گیرند. بدین منظور در این تحقیق دو عامل تأثیرگذار فاصله بوته و وزن مینی‌تیوبر روی رقم سانته که از ارقام مهم تجاری می‌باشد. مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی (طرق) به اجرا درآمد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق دارای اقلیم سرد و خشک می‌باشد که در ٦ کیلومتری جنوب شرقی مشهد و در موقعیت جغرافیای ۳۸ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی و ١٦ درجه و ٣٦ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۹۸۰ متر از سطح دریا قرار دارد. خاک مورد مطالعه دارای بافت لوم سیلتی با اسیدیته برابر با ۷/۹، پتاسیم قابل جذب ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، فسفر قابل جذب ۱۲/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و نیتروژن کل ۰/۰٦ درصد بود. در این تحقیق از مینی‌تیوبرهای عاری از ویروس رقم سیب‌زمینی سانته که در شرایط گلخانه تولید شده بودند به‌عنوان ماده گیاهی استفاده شد. مینی‌تیوبرها پس از گذراندن دوره خواب و جوانه‌دار شدن، در سه وزن کمتر از ۵، ۱۰-۵ و بیشتر از ۱۰ گرم طبقه‌بندی و با فواصل ۳۷/۵ و ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف کشت گردیدند. هر کرت آزمایشی شامل دو ردیف به طول ٤ متر بود. این تحقیق با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عملیات داشت از قبیل آبیاری، تغذیه، خاک‌دهی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها بر طبق نیاز گیاه و به‌صورت مطلوب انجام شد. بعد از حدود چهار ماه واحدهای آزمایشی در هر تکرار به‌صورت جداگانه برداشت و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای صفاتی از قبیل تعداد، وزن و قطر غده، درصد غده‌های کمتر از ۳۵، ۵۵-۳۵ و بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر، عملکرد کل و درصد ماده خشک اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد ماده خشک غده نیز تعدادی غده به‌طور تصادفی از هر تیمار انتخاب و پس از پوست‌گیری و اختلاط در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت نگهداری شد. محاسبه قطر سیب‌زمینی بر اساس اندازه‌گیری قطر کوچک آن انجام شد. پس از محاسبه میانگین صفات مورد مطالعه، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و رسم نمودارها به‌ترتیب با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 (٢٤) و Excel انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین تعداد غده: اثر فاصله بوته روی ردیف و بین ردیف بر میانگین تعداد غده در مترمربع در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود در صورتی‌که برای صفت تعداد غده در هر بوته فقط بین فواصل بوته روی ردیف اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۱). در این آزمایش اختلاف معنی‌داری بین وزن مینی‌تیوبرهای مورد مطالعه برای صفات مرتبط با تعداد غده (در هر بوته، در هر مترمربع) مشاهده نگردید (جدول ۱). حداکثر تعداد غده در متر مربع (٤٨/٣١) در فواصل بوته ۳۷/۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف به‌دست آمد (جدول ۲). بیشترین تعداد غده در مترمربع (۳۷/۹۸) نیز در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر بین ردیف و وزن مینی‌تیوبر بیشتر از ۱۰ گرم حاصل شد (جدول ۳). حداکثر تعداد غده در هر بوته (۵/۳۷) در فواصل بوته ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف و وزن مینی‌تیوبر ۱۰-۵ گرم به‌دست آمد که با میانگین تعداد غده (٤/۰۸) در فواصل بوته ۳۷/۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف تفاوت معنی‌داری نشان داد. بنابراین میانگین تعداد غده در تراکم‌های مختلف تحت تأثیر وزن مینی‌تیوبر قرار گرفت (جدول ٤). آلن و وار (۱۹۹۲) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته تعداد غده تولید شده توسط هر بوته کاهش می‌یابد (۲). در حالی‌که نتایج تحقیقات انجام شده توسط سانتوز و جامز (۲۰۰۲) نشان داده بود که تعداد غده تولیدی در هر بوته با افزایش تراکم افزایش می‌یابد (۲۲). همچنین وئور و همکاران (۱۹۹۰) و لومن (۱۹۹۵) نشان دادند که با افزایش وزن غده‌های بذری، تعداد غده تولید شده در هر بوته افزایش پیدا می‌کند (۲۷ و ۱۷). در مطالعه‌ای در کشور نپال، مینی‌تیوبرهای بزرگ نیز غده‌های بیشتری تولید نمود (۲۵).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر ردیف کاشت، فاصله بوته و وزن مینی‌تیوبر بر تعداد، وزن و قطر غده، درصد غده‌های کمتر از ۳۵، ۵۵-۳۵ و بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر، عملکرد کل و درصد ماده خشک سیب‌زمینی رقم سانته.

Table 1. Analysis of variance the effects of row and plant spacing and minituber weight on the number, weight and diameter of tuber, percentage of tubers less than 35, 35-55 and more than 55 millimeter, total yield and percentage of dry matter of potato cultivar Sante

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین تعداد غده تک بوته Tuber number per plant	میانگین تعداد غده در متر مربع Tuber number per m2	میانگین وزن غده تک بوته (گرم) Tuber weight per plant (g)	درصد غده‌های کمتر از ۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers less than 35 mm	درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers 35-55 mm	درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر Percentage of tubers more than 55 mm	عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield (ton ha-1)	درصد ماده خشک Percentage of dry matter	میانگین قطر غده (میلی‌متر) Tuber diameter (mm)
میانگین مربعات Mean squares										
تکرار Replication	2	0.01 ns	20.17 ns	26.40 ns	2.22 ns	3.82 ns	2.06 ns	0.73 ns	0.52 ns	0.15 ns
فاصله ردیف (A) Row spacing	1	0.53 ns	3324.02 **	33677.33 **	273.3 **	71.27 **	220.94 **	97.55 **	0.11 ns	60.32 **
فاصله بوته (B) Plant spacing	1	2.05 *	149.37 **	702.08 ns	2.22 ns	0.09 ns	0.95 ns	25.62 **	0.03 ns	9.61 **
وزن مینی‌تیوبر (C) Minituber weight	2	0.04 ns	60.39 ns	7662.56 **	89.49 **	27.93 **	74.22 **	67.30 **	20.23 **	20.19 **
A × B	1	0.22 ns	141.44 *	1443.86 ns	41.25 *	15.43 ns	25.50 *	1.52 ns	3.94 ns	0.27 ns
A × C	2	0.87 ns	21.80 ns	1070.14 ns	19.11 ns	8.92 ns	19.77 *	0.39 ns	1.55 ns	4.22 ns
B × C	2	0.69 ns	91.67 *	105.21 ns	13.41 ns	2.85 ns	47.75 **	6.86 *	11.97 **	3.86 ns
A × B ×C	2	1.15 *	2.19 ns	199.67 ns	46.52 **	8.88 ns	42.74 **	0.75 ns	0.82 ns	11.48 **
خطای آزمایشی Error	22	0.33	18.91	400.62	7.12	4.93	5.46	1.97	1.55	1.48
ضریب تغییرات (درصد) C.V.(%)		13.57	12.54	11.93	5.77	5.73	14.15	10.49	4.61	3.26

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns: غیر معنی‌دار

ns: not significant, * and **: significant at p=0.05 and 0.01, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل ردیف کاشت در فاصله بوته بر میانگین تعداد غده در مترمربع، درصد غده‌های کمتر از ۳۵ و بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر در سیب‌زمینی رقم سانته.

Table 2. Mean comparison the interaction effects of row spacing × plant spacing on tuber number per m^2, percentage of tubers less than 35 and more than 55 millimeter of potato cultivar Sante.

درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر Percentage of tubers more than 55 mm	درصد غده‌های کمتر از ۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers less than 35 mm	میانگین تعداد غده در مترمربع Tuber number per m2	فاصله بوته Plant spacing (cm)	فاصله ردیف Row spacing (cm)
5.91[b]	58.22[a]	48.31[a]	15	37.5
6.65[b]	55.44[a]	40.27[b]	20	
11.92[a]	45.03[c]	25.13[c]	15	75
9.97[a]	49.60[b]	25.02[c]	20	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD ($P \leq 0.05$)

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل فاصله بوته در وزن مینی‌تیوبر بر میانگین تعداد غده در مترمربع، درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر، عملکرد کل و درصد ماده خشک سیب‌زمینی رقم سانته.

Table 3. Mean comparison the interaction effects of plant spacing × minituber weight on tuber number per m^2, percentage of tubers more than 55 millimeter, total yield and percentage of dry matter of potato cultivar Sante.

درصد ماده خشک Percentage of dry matter	عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield (ton ha^{-1})	درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر Percentage of tubers more than 55 mm	میانگین تعداد غده در مترمربع Tuber number per m2	وزن مینی‌تیوبر (گرم) Minituber weight (g)	فاصله بوته (سانتی‌متر) Plant spacing (cm)
23.09 [a]	11.54 [c]	4.91 [c]	37.45 [a]	less than 5	15
21.13 [ab]	14.38 [b]	11.84 [a]	34.73 [a]	5-10	
17.76 [d]	16.79 [a]	9.99 [a]	37.98 [a]	more than 10	
22.47 [ab]	9.88 [c]	7.51 [b]	27.20 [b]	less than 5	20
18.87 [cd]	14.20 [b]	6.98 [b]	35.14 [a]	5-10	
20.87 [bc]	13.58 [b]	10.43 [a]	35.60 [a]	more than 10	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD ($P \leq 0.05$)

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل ردیف کاشت در فاصله بوته در وزن مینی‌تیوبر بر تعدادغده تک بوته، درصد غده‌های کمتر از ۳۵ و بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر و قطر غده سیب‌زمینی رقم سانته.

Table 4. Mean comparison the interaction effects of row spacing × plant spacing × minituber weight on tuber number per plant, percentage of tubers less than 35 and more than 55 millimeter, tuber diameter of potato cultivar Sante.

میانگین قطر غده (میلی‌متر) Tuber diameter (mm)	درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر Percentage of tubers more than 55 mm	درصد غده‌های کمتر از ۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers less than 35 mm	میانگین تعداد غده تک بوته Tuber number per plant	وزن مینی‌تیوبر (گرم) Minituber weight (g)	فاصله بوته (سانتی‌متر) Plant spacing (cm)	فاصله ردیف (سانتی‌متر) Row spacing (cm)
35.70 bc	1.68 f	67.02 a	4.08 bc	less than 5	15	37.5
36.62 b	7.66 bcde	56.90 bc	3.68 c	5-10		
37.05 b	8.47 bcd	50.74 cd	3.68 c	more than 10		
33.69 c	5.03 e	60.99 ab	4.39 bc	less than 5	20	
36.25 b	8.38 bcd	49.93 cde	3.96 c	5-10		
36.84 b	6.54 cde	55.42 bc	4.99 ab	more than 10		
37.18 b	8.14 bcd	50.54 cd	4.38 bc	less than 5	15	75
39.99 a	16.11 a	41.06 f	4.00 c	5-10		
40.48 a	11.50 ab	43.48 def	4.26 bc	more than 10		
37.28 b	9.99 bc	50.39 cde	3.93 c	less than 5	20	
35.84 b	5.59 de	55.82 bc	5.37 a	5-10		
40.91 a	14.32 a	42.59 ef	4.30 bc	more than 10		

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD ($p \leq 0.05$)

میانگین وزن غده: اثر فاصله بوته بین ردیف و وزن مینی‌تیوبر بر میانگین وزن غده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در صورتی‌که برای این صفت بین فواصل ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متری بوته‌ها روی ردیف اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۱). با افزایش فاصله بوته بین ردیف میانگین وزن غده افزایش یافت به طوری‌که افزایش فاصله از ۳۷/۵ به ۷۵ سانتی‌متر میانگین وزن غده را از ۱۳۷/۱۳ به ۱۹۸/۳۱ گرم افزایش داد (جدول ۵). نتایج همچنین تأثیر معنی‌دار وزن مینی‌تیوبرهای کشت شده بر وزن غده‌های تولیدی را نشان داد به طوری‌که با افزایش وزن مینی‌تیوبر، میانگین وزن غده در هر بوته افزایش یافت. در این آزمایش میانگین وزن غده‌های حاصل از مینی‌تیوبرهای با وزن کمتر از ۵ گرم ۱۳۸/۷۸ گرم بود که این مقدار برای غده‌های به‌دست آمده از مینی‌تیوبرهای با وزن بزرگتر از ۱۰ گرم ۱۸۵/٤۰ گرم بود که افزایش ۳۳/٦ درصدی را نشان می‌دهد (جدول ٦). برای صفت میانگین وزن

غده‌های به‌دست آمده از هر بوته، عملکرد بوته‌هایی که روی خطوط با فاصله بیشتر کشت گردیده بودند فقط ۵/٤۱ درصد بیشتر از بوته‌هایی بود که روی خطوط با فاصله کمتر کشت شده بودند که این تفاوت غیر معنی‌دار بود. به‌نظر می‌رسد با توجه به این‌که مینی‌تیوبرهای مورد استفاده جهت کشت نسبت به غده‌های معمولی بسیار ریزتر می‌باشند لذا تعداد چشم و جوانه‌های کمتری دارند. این دلایل به‌علاوه وجود فاصله مناسب بین ردیف‌های کشت موجب می‌شود تا فضای کافی برای رشد و نمو گیاه وجود داشته باشد و فواصل بوته روی ردیف عامل محدودکننده و تأثیرگذار برای رشد غده‌ها محسوب نشود. کوش واش (۱۹۹٤) و علیمحمدی و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته وزن میانگین غده کاهش یافت (۱٦ و ۱). علاوه بر این جم و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که با افزایش فاصله کاشت (کاهش تراکم بوته) و افزایش اندازه مینی‌تیوبر، میانگین وزن غده در بوته افزایش می‌یابد (۱۳). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در تمامی فواصل کاشت مورد مطالعه، افزایش اندازه مینی‌تیوبر موجب افزایش میانگین وزن غده در هر بوته می‌شود. با توجه به این‌که غده‌های بزرگتر تعداد ساقه بیشتری تولید می‌کنند، در نتیجه عملکرد بوته‌های حاصل از کشت مینی‌تیوبرهای بزرگتر بیشتر از بوته‌های حاصل از کشت مینی‌تیوبرهای کوچکتر می‌باشد. کاهش وزن میانگین غده در تراکم بالا احتمالاً به‌دلیل وقوع تنش غذایی، افزایش تعداد ساقه در واحد سطح، رقابت درون بوته‌ای و تولید غده زیاد در تراکم بالای ساقه می‌باشد (۲٦). دهدار (۲۰۰۲) نیز نشان داده بود که با افزایش تراکم، متوسط وزن غده در بوته کاهش می‌یابد (۷).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ردیف کاشت بر وزن غده تک بوته، درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر و عملکرد کل سیب‌زمینی رقم سانته.

Table 5. Mean comparison the effect of row spacing on tuber weight per plant, percentage of tubers 35-55 millimeter and total yield of potato cultivar Sante.

فاصله ردیف (سانتی‌متر) Row spacing (cm)	میانگین وزن غده تک بوته (گرم) Tuber weight per plant (g)	درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers 35-55 mm	عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield (ton ha-1)
37.5	137.13 [b]	36.89 [b]	15.04 [a]
75	198.31 [a]	41.66 [a]	11.75 [b]

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD ($p \leq 0.05$)

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر وزن مینی‌تیوبر بر میانگین وزن غده تک بوته و درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر در سیب‌زمینی رقم سانته.

Table 6. Mean comparison the effect of minituber weight on tuber weight per plant and percentage of tubers 35-55 millimeter of potato cultivar Sante.

درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers 35-55 mm	میانگین وزن غده تک بوته (گرم) Tuber weight per plant (g)	وزن مینی‌تیوبر (گرم) Minituber weight (g)
36.55 [b]	138.78 [b]	less than 5
39.67 [ab]	178.98 [a]	5-10
41.61 [a]	185.40 [a]	more than 10

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD ($P \leq 0.05$)

درصد غده‌های کمتر از ۳۵، ۵۵-۳۵ و بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر: اثر فاصله بوته بین ردیف و وزن مینی‌تیوبر بر درصد غده‌های کمتر از ۳۵، ۵۵-۳۵ و بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در صورتی‌که برای این صفات بین فواصل ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متری بوته‌ها روی ردیف اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۱). بیشترین درصد غده‌های کمتر از ۳۵ میلی‌متر (۵۸/۲۲ درصد) در فواصل بوته ۳۷/۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف به‌دست آمد (جدول ۲). در این آزمایش در فواصل بوته ۳۷/۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف، بین درصد غده‌های تولید شده با اندازه غده رابطه معکوس به‌دست آمد به‌طوری‌که غده‌های کوچکتر از ۳۵ میلی‌متر بیشترین (٦٧/٠٢ درصد) و غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر کمترین (١/٦٨ درصد) نسبت را به خود اختصاص داده بودند (جدول ٤). درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر نیز با افزایش فاصله ردیف و وزن مینی‌تیوبر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جداول ۵ و ٦) به طوری‌که بالاترین مقادیر از کشت مینی‌تیوبرها در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و با وزن بزرگتر از ۱۰ گرم حاصل گردید (٤١/٦٦ و ٤١/٦١ درصد). بیشترین درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر (۱۱/۹۲ درصد) در فواصل بوته ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف حاصل شد (جدول ۲). با کشت مینی‌تیوبرهای بیشتر از ۱۰ گرم در فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف نیز حداکثر درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر (۱۲/۹۱ درصد) به‌دست آمد (جدول ۷). همچنین بیشترین درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر (۱۱/۸٤ درصد) با کشت مینی‌تیوبرهای ۱۰-۵ گرم در فاصله ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف حاصل شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل ردیف کاشت در فاصله بوته در وزن مینی‌تیوبر بر این صفت نشان داد که حداکثر

درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر (۱٦/۱۱) در فواصل بوته ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۵ سانتی-متر روی ردیف و وزن مینی‌تیوبر ۱۰-۵ گرم به‌دست آمد (جدول ٤). در این آزمایش، کاهش نسبت تولید غده‌های بزرگتر به غده‌های کوچکتر در ردیف‌های با فواصل ۷۵ و ۳۷/۵ سانتی‌متر مشاهده می-گردد، اگر چه روند کاهش در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر نسبت به ردیف‌های با فاصله ۳۷/۵ سانتی‌متر کندتر می‌باشد. کاهش روند نسبت غده‌های درشت به ریز در ردیف‌های با فاصله ۷۵ سانتی‌متر در مقایسه با ردیف‌های با فاصله ۳۷/۵ سانتی‌متر می‌تواند به رقابت کمتر بین غده‌ها از نظر فضا و تغذیه مربوط گردد. اگر چه نسبت غده‌ها تولید شده که دارای اندازه بزرگتر بودند در هر دو تیمار فاصله ردیف کمتر از آن‌های با اندازه کوچکتر بودند. معهذا بین ردیف‌های کشت برای این صفات پاسخ‌های متفاوتی به‌دست آمد.

در این تحقیق، در تراکم‌های مختلف کشت، درصد غده‌های ریز (کوچکتر از ۳۵ میلی‌متر) حاصل از کشت مینی‌تیوبرهای بزرگ (بزرگتر از ۱۰ گرم) کمتر از درصد غده‌های ریز حاصل از کشت مینی‌تیوبرهای کوچکتر از ۵ گرم بودند (جدول ٤). همچنین در تراکم‌های ۱۵× ۳۷۵/۵ و ۲۰× ۷۵ سانتی‌متر، درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر حاصل از کشت مینی‌تیوبرهای بزرگتر از ۱۰ گرم به‌طور معنی‌داری بیشتر از غده‌های حاصل از کشت مینی‌تیوبرهای کوچکتر از ۵ گرم بودند. به‌عبارت دیگر استفاده از مینی‌تیوبرهای بزرگ به‌عنوان بذر نسبت غده‌های بزرگ به ریز را افزایش می‌دهد در صورتی‌که استفاده از مینی‌تیوبرهای ریز موجب افزایش نسبت غده‌های ریز به درشت می‌شود. در عین حال همان‌طور که در جدول ٦ مشاهده می‌گردد در هر سه اندازه بذری مورد مطالعه، تقریباً نیمی از غده‌های تولیدی دارای اندازه بزرگتر از ۳۵ میلی‌متر می‌باشند که این نتیجه می‌تواند اهمیت استفاده از بذرهای سالم و عاری از عوامل بیماری‌زا را نشان دهد. همان‌طور که در جدول ٤ مشاهده می‌گردد برای غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر، اگر چه درصد غده‌های تولید شده در ۷۵ درصد موارد کوچکتر از ۵۵ میلی‌متر بودند معهذا در بیشتر تراکم‌ها کمترین مقادیر برای این صفت از کشت مینی‌تیوبرهای کمتر از ۵ گرم و بالاترین مقادیر از کشت مینی‌تیوبرهای ۱۰-۵ و بزرگتر از ۱۰ گرم که روی خطوط با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شده بودند، به‌دست آمد. نسبت کمتر غده‌های بزرگتر به غده‌های کوچکتر که از کشت مینی‌تیوبرها به‌دست می‌آید نشان‌دهنده عدم پتانسیل مینی‌تیوبرها برای تولید غده‌های با اندازه بزرگ می‌باشد. به‌دلیل عدم تولید و یا تولید کم غده‌های بزرگ نتیجتاً محدودیت فضایی کمتری برای تولید و تشکیل تعداد بیشتری غده‌های با سایز متوسط و ریز وجود خواهد داشت

که انتخاب تراکم مطلوب در بالاترین حالت ممکن می‌تواند افزایش عملکرد را از طریق افزایش تعداد غده میسر کند. این نتایج با تحقیقات جم و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. در حالی‌که نتایج تحقیقات جئورگاکیس و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که اندازه مینی‌تیوبرها تأثیری بر اندازه غده‌های تولیدی ندارد (۱۰). مرتضوی بک و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که کمترین عملکرد غده‌های درشت (بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر) و بذری (۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر) از غده‌های به قطر ۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر و در تراکم بالا به‌دست می‌آید (۱۹).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل ردیف کاشت در وزن مینی‌تیوبر بر درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر در سیب‌زمینی رقم سانته.

Table 7. Mean comparison the interaction effects of row spacing × minituber weight on percentage of tubers more than 55 millimeter of potato cultivar Sante.

درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر Percentage of tubers more than 55 mm	وزن مینی‌تیوبر(گرم) Minituber weight (g)	فاصله ردیف (سانتی‌متر) Row spacing (cm)
3.36 d	less than 5	
7.97 bc	5-10	37.5
7.51 c	more than 10	
9.07 bc	less than 5	
10.85 ab	5-10	75
12.91 a	more than 10	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different according to LSD ($P \leq 0.05$)

عملکرد کل: اثر فاصله بوته بین ردیف و روی ردیف و وزن مینی‌تیوبر بر عملکرد کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش فاصله بوته بین ردیف، عملکرد کل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۵). با افزایش وزن مینی‌تیوبر در فواصل بوته ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف، عملکرد کل به طور معنی‌داری افزایش یافت به طوری‌که بیشترین عملکرد کل (۱۶/۷۹ تن در هکتار) از کشت مینی‌تیوبرهای با وزن بیشتر از ۱۰ گرم در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف و کمترین عملکرد کل (۹/۸۸ تن در هکتار) از کشت مینی‌تیوبرهای با وزن کمتر از ۵ گرم در فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف حاصل شد (جدول ۳). اندازه کوچکتر مینی‌تیوبرها نسبت به غده‌های معمولی و همچنین تعداد چشم و ساقه کمتر آن‌ها منجربه تولید غده‌هایی با اندازه کوچکتر و در نهایت عملکرد کمتر نسبت به غده‌های خوراکی و یا طبقات بذری پایین می‌گردد. با توجه به این‌که در بیشتر ارقام و در شرایط مشابه تعداد غده تولید شده از هر ساقه تا حدودی ثابت می‌باشد بنا بر این تعداد ساقه تولید شده از هر بذر

می‌تواند نقش مهمی در تعیین عملکرد داشته باشد. با توجه به این‌که بذرهای بزرگ‌تر باعث تولید ساقهٔ بیشتری می‌شوند، مقدار تولید با افزایش اندازهٔ غده‌های بذری افزایش می‌یابد (۲۸). مرتضوی بک و همکاران (۲۰۰۱) و خان (۱۹۹٤) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد کل افزایش می‌یابد (۱۹ و ۱٤). در تحقیقی لومن (۱۹۹۵) نشان داد که اندازه غده بذری بر عملکرد تأثیر دارد و با افزایش اندازه غده بذری، عملکرد افزایش می‌یابد (۱۷). مقدار عملکرد غده در واحد سطح، صرف نظر از اندازه متوسط غده‌های تولیدی به‌عنوان شاخص مهم اقتصادی و در واقع هدف اصلی از تولید سیب زمینی محسوب می‌شود (۲٦).

درصد ماده خشک: اگر چه از وزن خشک غده به‌عنوان یک خصوصیت ژنتیکی در سیب‌زمینی یاد می‌کنند و در شرایط یکنواخت کاشت معمولاً مقدار آن برای هر رقم ثابت می‌باشد، معهذا متغیر بودن شرایط کشت و غده بذری مورد استفاده می‌تواند تا حدودی مقدار آن را تحت تأثیر قرار دهد (۱۳). همانطور که اطلاعات مندرج در جدول ۱ نشان می‌دهد فاصله بوته بین ردیف و روی ردیف بر درصد ماده خشک سیب‌زمینی تأثیر معنی‌داری نداشت اما اثر وزن مینی‌تیوبر بر درصد ماده خشک معنی‌دار بود. با افزایش وزن مینی‌تیوبر درصد ماده خشک کاهش یافت. به طوری‌که در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف، جایگزینی غده‌های بزرگتر از ۱۰ گرم با غده‌های کوچکتر از ۵ گرم درصد ماده خشک را از ۲۳/۰۹ به ۱۷/۷٦ درصد کاهش داد. این میزان کاهش در فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف کمتر بود (جدول ۳). در این آزمایش بالاترین درصد ماده خشک از کشت مینی‌تیوبرهای کمتر از ۵ گرم با فاصله ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف به‌دست آمد. استفاده از مینی‌تیوبرهای بزرگتر از ۱۰ گرم در همین فاصله موجب کاهش ۲۳/۰۸ درصدی ماده خشک گردید. غده‌های بزرگتر تعداد ساقه اصلی بیشتری تولید نموده و در نتیجه رقابت در استفاده از نور، فضا، آب و مواد غذایی بین بوته‌ها افزایش می‌یابد. در این حالت به‌دلیل تراکم بالا و ریزش برگ‌های پایینی سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی به برگ‌های جدید اختصاص یافته و مواد فتوسنتزی کمتری به اندام‌های ذخیره‌ای تخصیص پیدا می‌کند. متقابلاً در تراکم‌های پایین دوام سطح برگ‌ها بیشتر بوده و مواد فتوسنتزی بیشتری به بخش اقتصادی تخصیص یافته و این امر سبب افزایش درصد ماده خشک غده می‌گردد.

میانگین قطر غده: اثر فاصله بوته بین ردیف و روی ردیف و وزن مینی‌تیوبر بر میانگین قطر غده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش فاصله بوته بین ردیف و روی ردیف و وزن

مینی‌تیوبر میانگین قطر غده افزایش یافت (جدول ٤). مقایسه میانگین اثر متقابل عوامل مورد مطالعه نیز نشان داد که بالاترین مقادیر برای صفت میانگین قطر از مینی‌تیوبرهای با بزرگترین اندازه که با پایین‌ترین تراکم کشت شده بودند، حاصل گردید به گونه‌ای که در فواصل کشت ۲۰×۷۵ سانتی‌متر استفاده از مینی‌تیوبرهای بزرگتر از ۱۰ گرم تولید غده‌هایی با میانگین قطر ٤۰/۹۱ میلی‌متر نمودند. افزایش نسبی عملکرد در بقیه تیمارهای اعمال شده در صورت ثابت بودن هر یک از سه عامل مورد مطالعه، با افزایش دو عامل دیگر افزایش پیدا می‌کند (جدول ٤). کمترین میانگین قطر غده (۳۳/٦۹ میلی‌متر) نیز در فواصل کشت ۲۰×۳۷/۵ سانتی‌متر و وزن مینی‌تیوبر کمتر از ۵ گرم حاصل شد (جدول ٤). مطالعات سانتوز و رودریگوز (۲۰۰۸) نشان دادند که در گیاه سیب‌زمینی توزیع مواد فتوسنتزی و انتقال آن‌ها به سمت مینی‌تیوبر بستگی به فاصله ردیف کشت دارد به طوری‌که در صورت انتخاب فواصل کمتر تعداد مینی‌تیوبر بیشتر با اندازه کوچکتر و در صورت انتخاب فواصل بیشتر تعداد مینی‌تیوبر کمتر با اندازه بزرگتر تولید می‌شود (۲۳).

ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۸ ارائه شده است. درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر بالاترین همبستگی را با درصد غده‌های کمتر از ۳۵ میلی‌متر (r= -۰/۹۱**) نشان داد. همچنین همبستگی بین میانگین قطر غده با کلیه صفات مورد مطالعه به استثنای میانگین تعداد غده در هر بوته، عملکرد کل و درصد ماده خشک در سطح ۱ درصد معنی دار بود. بین درصد غده‌های کمتر از ۳۵ میلی‌متر نیز با درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر، درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر و میانگین قطر غده همبستگی منفی و معنی‌داری به‌ترتیب معادل ** ۰/۹۱-، ** ۰/۸۷- و **۰/۸۵- مشاهده شد. بین عملکرد کل و تعداد غده در مترمربع همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. در مطالعات خایاتنزهات و همکاران (۲۰۱۱) در سیب‌زمینی بین عملکرد و تعداد غده همبستگی قوی و معنی‌داری گزارش شده است (۱۵) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. لازم به ذکر است که بین صفت تعداد غده در هر بوته و کلیه صفات مورد مطالعه به استثنای صفت وزن غده در هر بوته همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. علاوه‌بر این بین صفت درصد ماده خشک و کلیه صفات مورد مطالعه به استثنای صفت عملکرد کل نیز همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۸). این نتایج با تحقیقات جم و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

جدول ۸- ضرایب همبستگی ساده صفات عملکرد و اجزای عملکرد در سیب‌زمینی رقم سانته.

Table 8. Correlation coefficient between yield and yield components of potato cultivar Sante

صفات Traits	میانگین قطر غده Tuber diameter	درصد ماده خشک ercentage of dry matter	عملکرد کل Total yield	درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر Percentage of tubers more than 55 mm	درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers 35-55 mm	درصد غده‌های کمتر از ۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers less than 35 mm	میانگین وزن غده تک بوته Tuber weight per plant	میانگین تعداد غده در متر مربع Tuber number per m2	میانگین تعداد غده تک بوته Tuber number per plant
میانگین تعداد غده تک بوته Tuber number per plant	-0.16 ns	0.09 ns	-0.08 ns	-0.27 ns	-0.12 ns	0.21 ns	0.50 **	-0.03 ns	1
میانگین تعداد غده در متر مربع Tuber number per m^2	-0.42 **	-0.10 ns	0.74 **	-0.53 **	-0.48 **	0.56 **	-0.54 **	1	
میانگین وزن غده تک بوته Tuber weight per plant	0.62 **	-0.24 ns	-0.04 ns	0.58 **	0.48 **	-0.59 **	1		
درصد غده‌های کمتر از ۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers less than 35 mm	-0.85 **	0.26 ns	0.03 ns	-0.91 **	-0.87 **	1			
درصد غده‌های ۵۵-۳۵ میلی‌متر Percentage of tubers 35-55 mm	0.68 **	-0.28 ns	-0.04 ns	0.60 **	1				
درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر Percentage of tubers more than 55 mm	0.86 **	-0.16 ns	-0.02 ns	1					
عملکرد کل Total yield	0.03 ns	-0.47 **	1						
درصد ماده خشک Percentage of dry matter	-0.13 ns	1							
میانگین قطر غده Tuber diameter	1								

**: significant at p=0.01; ns: not significant

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns: غیر معنی‌دار

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که فاصله بوته روی ردیف و بین ردیف و همچنین وزن مینی‌تیوبر بر روی بیشتر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری دارد. معمولاً افزایش تراکم کشت، تعداد غده در واحد سطح را افزایش ولی وزن و قطر غده‌ها را کاهش می‌دهد. با توجه به این‌که نسل حاصل از کشت مینی‌تیوبرها دارای طبقه بذری سوپر ایلیت بوده و برای تولید طبقات بذری بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرند، افزایش تعداد غده در واحد سطح به‌ویژه تولید غده‌های استاندارد (۵۵-۳۵ میلی‌متر) و با اندازه مطلوب دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در این آزمایش با در نظر گرفتن شاخص‌های مهم تأثیرگذار در تولید بذر استاندارد نظیر تعداد غده در مترمربع و عملکرد کل بهترین پاسخ از کشت درشت‌ترین مینی‌تیوبرها (بزرگتراز ۱۰ گرم) با فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف به‌دست آمد. این تیمار با عملکرد کل ۱۶/۷۹ تن در هکتار بالاترین عملکرد را به خود اختصاص داده بود ضمن این‌که برای سایر صفات مطلوب (تعداد غده در مترمربع و درصد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر) در گروه برتر قرار دارد. متقابلاً ضعیف‌ترین پاسخ از کشت مینی‌تیوبرهای کمتر از ۵ گرم با فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف به‌دست آمد به طوری‌که این تیمار با تولید ۲۷/۰۲ غده در مترمربع دارای عملکرد کل ۹/۸۸ تن در هکتار بود. لازم به ذکر است که بالاترین تعداد غده در هر بوته از کشت مینی‌تیوبرهای با وزن متوسط (۱۰-۵ گرم) در پایین‌ترین تراکم (۲۰× ۷۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد.

منابع

1. Alimohammadi, R., Imani, A., and Rezaei, A. 2003. Effects of planting density and depth on growth and tuber yield of potato cultivar Diamant in Mianeh. J. Seed Plant. 19(1): 58-75. (In Persian)
2. Allen, E.J., and Warr, D.C.E. 1992. Plant density. In: Harris, P.M. (ed.). The potato crop. Chapman and Hall. London. Pp: 292-333.
3. Asl Gorgani, R., and Damavandi, A. 2004. Effects of cultivar and planting density on yield and yield components of potato. J. Agric. Sci. 14(3): 41-50. (In Persian)
4. Bolandi, A.R., and Hamidi, H. 2008. Effect of microtuber size and planting density on minituber production in potato. Iran J. Crop Sci. 10(3): 208-218. (In Persian)
5. Bolandi, A.R., Hamidi, H., and Ahmadzadeh Ghavidel, R. 2011. The effects of size and microtuber dormancy on production of potato minitubers. Amv. Eur. J. Agric. Environ. Sci. 10: 169-173.

6.Darabi, A. 2007. Hosseinzadeh, A., Hassanpanah, D., Dehdar, B., Fathi, L., and Zafarmand, K. 2006. Effects of planting density and harvesting date on total yield and yield component of some potato cultivars in Behbahan. J. Seed Plant. 23(2): 233-244. (In Persian)
7.Dehdar, B. 2002. Study on the effects of preprinting and plant density on yield and agronomic traits of six potato commercial cultivars. Final Report of Research, Ardebil Agricultural and Natural Resources Research Center, Iran. (In Persian)
8.Dehdar, B. 2007. Effects of preprinting and plant density on yield and agronomic traits of six potato commercial cultivars in Ardebil. J. Seed Plant. 23(1): 127-130. (In Persian)
9.FAO, 2011. *http://apps.fao.org/page/collections.subsetsagriculture*.
10.Georgakis, D.N., Karafyllidis, D.I., Stavropoulos, N.I., Nianiou, E.X., and Vezryroglou, I.A. 2002. Affect of planting density and size of potato seed-minitubers on the size of the produced potato seed tuber. *hort.org/books/462/462-149.htm http://www.acta*.
11.Hosseinzadeh, A., Hassanpanah, D., Dehdar, B., Fathi, L. and Zafarmand, K. 2006. Effects of planting density and mini-tuber size of Agria potato on quantitative and qualitative traits of seed tuber production. Proceedings of the 9 th Iranian Crop Sciences Congress, Abouryhan Campus, University of Tehran. (In Persian)
12.Imani, A., and Rasouli, M. 2006. Effects of seed tuber size on growth and yield of potato cultivar Moron. J. Agri. Sci. 12(1): 165-173. (In Persian)
13.Jam, E., Ebadi, A., Amini, E., and Dehdar, B. 2009. Effect of planting density and seed-minituber size on some quantitative and qualitataive traits of potato. Pajouhesh-va-Sazandegi. 21 (4): 20-29. (In Persian)
14.Khan, J. 1994. Effect of row width and plant density within-rows on the growth and yield of potato crop. Potato Abs. 19(1): 182.
15.Khayatnezhad, M., Shahriari, R., Gholamin, R., Jamaati Somarin, Sh., and Zabih Mahmoodabad, R. 2011. Correlation and path analysis between yield and yield components in potato (*Solanum tubersum* L.). Middle-East J. Sci. Res. 7(1): 17-21.
16.Khushwash, V.S. 1994. Effect of spacing and seed size on yield and tuber number in potato variety kufri Sindhuri, Potato Abs. 19(4): 182.
17.Lommen, W.J.M. 1995. Basic studies on the production and performance of potato minitubers. WAU dissertation. No. 1912.
18.Mahmoudpour, A.R. 2014. Effects of different sizes of mini-tuber on yield and yield components of potato variety Agria. Int. J. Adv. Biol. Biom. Res. 2(4): 1099-1104.
19.Mortazavi Bak, A., Aminpour, R., and Nasr-Esfahani, M. 2001. Effect of plant spacing on the yield of commercial potato seed tuber sizes. J. Agri. 3: 12-19. (In Persian)

20.Rahimi Darabad, G., and Hassanpanah, D. 2014. Effects of different planting density on the production potential of mini-tubers from the Agria potato micro-tubers. Ind. J. Fund. Appl. Life Sci. 4(1): 303-307.
21.Rashidi, V. 2009. Effects of plant distance and tuber size on yield and yield component of potato varieties. J. New Agri. Sci. 5(16): 19-26. (In Persian)
22.Santos, B.M., and James, P.G. 2002. Influence of in-row distances on potato (*Solanum tuberosum*) seed yield and economic Feacibility. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 117: 61-63.
23.Santos, B.M., and Rodriguez, P.R. 2008. Optimum in-row distances for potato minituber production. Hort. Technol. 18(3): 403-406.
24.SAS Institute. 2002. SAS user's guide: Statistics. Ver 9.1. SAS Institute Cary, NC.
25.Schulz, S., Wells, G.J., Bania, B.K., Barakoti, T.P., Kharel, G., Saha, B., Thapa, B.V., and Ojha, D.N. 1998. Decentralized on-farm seed potato production from Pre-basic minitubers: A case study from Nepal. Exp. Agri. 34: 487-495.
26.Siadat, A.A., Hashemi Dezfouli, S.A.A., Sadeghzadeh Hemayati, S., Valizadeh, M., Nourmohammadi, G., and Fathi, A. 2000. The effect pattern and planting density on tuber yield and some characters of three potato varieties in Ardabil region. J. Agri. Sci. 6(1): 91-111. (In Persian)
27.Wurr, D.C.E., Fellows, J.R., Suthrland, R.A., and Allen, E.J. 1990. Determination of optimum tuber planting density for production of tubers in processing ware grades in the potato variety Concord. J. Agri. Sci. Camb. 114: 11-18.
28.Zarghami, R., and Bolandi, A.R. 2007. Production of minituber in green house. Final Report of Research. Sciences, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran. (In Persian)