نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۷۲-۱۶۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 1, Spring. 2015, p. 165-172

اثر فاصله و وزن غده‌چه بر عملکرد و اجزای عملکرد غده‌های بذری سیب زمینی (*Solanum tuberesom* L.) رقم ساوالان

احمدرضا بلندی[۱]- حسن حمیدی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۰۶

چکیده

تراکم کشت و وزن غده‌چه از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد و اجزاء عملکرد در تولید غده بذری در سیب زمینی می‌باشند. به منظور بررسی اثر فاصله و وزن غده‌چه بر صفات کمی و کیفی غده‌های بذری سیب زمینی رقم ساوالان آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این تحقیق، پنج گروه غده‌چه با وزن‌های کمتر از ۵، ۱۰-۵، ۱۵-۱۰، ۲۰-۱۵ و بزرگتر از ۲۰ گرم با فواصل ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر در روی ردیف‌های ۷۵ سانتیمتری مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات مورد بررسی شامل تعداد غده در متر مربع، وزن و تعداد غده در هر بوته، عملکرد کل، درصد غده‌های کوچک‌تر از ۳۵، ۵۵-۳۵ و بزرگتر از ۵۵ میلیمتر و قطر غده بودند. نتایج نشان داد که وزن و فاصله غده‌چه‌ها تأثیر معنی‌داری بر میانگین تعداد غده در متر مربع، وزن و تعداد غده در هر بوته و عملکرد کل غده داشت. سایر صفات مورد مطالعه از جمله درصد غده‌های کوچک‌تر از ۳۵ و ۵۵-۳۵ میلیمتر نسبت به تغییرات وزن غده‌چه و تراکم آن عکس العمل نشان ندادند. با افزایش وزن غده‌چه تعداد غده در بوته، عملکرد کل و همچنین قطر غده‌ها افزایش یافت به طوریکه از نظر عملکرد کل با کشت غده‌چه‌هایی با وزن بیشتر از ۲۰ گرم در مقایسه با کشت غده‌چه‌هایی با وزن کمتر از پنج گرم ۲۰/۸ تن غده در هکتار بیشتر تولید شد. با افزایش فاصله غده‌چه‌ها، میانگین تعداد غده در واحد سطح و عملکرد کل افزایش ولی وزن و تعداد غده در هر بوته کاهش یافت. در این آزمایش بالاترین عملکرد کل غده در هکتار (۷۱/۱ تن) از غده‌چه‌های با وزن بیشتر از ۲۰ گرم با فاصله کشت ۱۵ سانتیمتر بدست آمد. در این تحقیق همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد کل با تعداد غده در متر مربع، وزن و تعداد غده در بوته و همچنین قطر غده مشاهده گردید. لذا جهت دستیابی به بالاترین شاخص‌های عملکرد رقم ساوالان سیب زمینی در شرایط آب و هوایی مشهد کشت غده‌چه‌های با وزن بیشتر از ۲۰ گرم با فاصله کشت ۱۵ سانتیمتر توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تراکم کشت، تعداد غده در متر مربع، تعداد غده در هر بوته، قطر غده، وزن غده در بوته

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberesom* L.) از مهمترین گیاهان صنعتی است که نقش عمده‌ای در تغذیه مردم جهان دارد و به خاطر عملکرد بسیار بالا، مقدار انرژی و پروتئین تولیدی آن در واحد سطح بیشتر از گندم (*Triticum aestivum*) و برنج (*Oryza sativa*) می‌باشد (۴). در سیستم تولید بذر سیب‌زمینی مهمترین موضوع، تولید و تکثیر مواد اولیه گیاهی است که عاری از عوامل بیماری مخصوصاً ویروس‌ها باشد. بدین منظور روش‌ها و تکنیک‌های متنوعی از جمله استفاده از قطعات ساقه، برش جوانه‌های برگ، قطعات تک جوانه، کشت مریستم و متعاقب آن تولید گیاهچه و میکروتیوبر در کشت درون‌شیشه‌ای به طور فزاینده و موفقیت‌آمیزی معرفی و مورد استفاده قرار گرفته است (۹). تلاش برای کشت مستقیم گیاهچه‌ها و میکروتیوبرهای حاصل از کشت بافت در شرایط مزرعه به دلایلی از جمله کوچک بودن اندازه میکروتیوبرها و در نتیجه درصد موفقیت پایین در تولید گیاه، ضرورت مراقبت‌های خاص، افزایش هزینه تولید و ... با موفقیت همراه نبوده و موجب محدودیت و تردید در استفاده مستقیم از این مواد در مزرعه گردیده است. به منظور فائق آمدن بر این موانع، ریزغده‌ها و یا گیاهچه‌های بدست آمده از کشت درون-شیشه‌ای حداقل یک نوبت در فضای ایزوله و استریل روی بسترهای مصنوعی با تراکم بالا برای تولید غده‌چه که اندازه آن‌ها بزرگتر از

۱ و ۲- استادیار و کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
(*- نویسنده مسئول: (Email:Hamidy1065@yahoo.com

میکروتیوبر می‌باشد کشت و تکثیر می‌شوند (۱۴). غده‌چه‌ها به عنوان اولین نسل حاصل از کشت گیاهان درون شیشه‌ای هستند که در شرایط بین مزرعه و آزمایشگاه تولید می‌شوند و به عنوان منبع اصلی بذر پایه سیب‌زمینی می‌باشند (۱۸). غده‌چه‌ها را می‌توان در فضای کنترل شده و عاری از حشرات و ناقلین برای تکثیر مجدد و یا مستقیماً در مزرعه برای تکثیر و تولید بذر مادری مورد استفاده قرار داد (۱۵).

اندازه غده‌چه‌ها کوچکتر از بذور معمولی می‌باشد و معمولاً با تراکم بالاتری نسبت به بذور معمولی کشت می‌شوند. این عوامل می‌تواند توزیع غده‌های تولید شده در اندازه‌های مختلف، عملکرد غده و بعضی دیگر از صفات مرتبط با اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد (۱۵). بعلاوه کوچک بودن اندازه غده‌چه‌ها موجب می‌گردد تا رشد گیاهان حاصل به دلیل عدم پوشش کامل مزرعه، در مقایسه با گیاهان حاصل از غده‌های معمولی کمتر باشد و لذا در صورت عدم انتخاب تراکم مناسب عملکرد مزرعه در واحد سطح کاهش می‌یابد (۱۷). رانالی و همکاران (۱۷) تأثیر سه نوع غده سیب‌زمینی شامل غده‌های معمولی، غده‌چه و میکروتیوبر را در دو فاصله ردیف (۶۰ و ۹۰ سانتیمتر) بر سطح سبز مزرعه و عملکرد غده مطالعه و گزارش کردند که ۷۸ روز پس از کشت سطح سبز مزرعه در هر دو فاصله ردیف در مزرعهٔ حاصل از کشت غده‌های معمولی تقریباً کامل می‌باشد. در این گزارش سطح پوشش سبز در مزرعهٔ حاصل از کشت غده‌چه‌ها و میکروتیوبرها حتی در فواصل ردیف ۶۰ سانتیمتری کامل نبود و به ترتیب ۸۸/۱ و ۶۹/۴ درصد بدست آمد. در این تحقیق با کاهش فاصله بوته به ۶۰ سانتیمتر، عملکرد کل غده در مزرعه میکروتیوبر از ۶/۷ به ۲۷/۳ تن در هکتار و در مزرعه غده‌چه از ۲۴/۴ به ۳۸/۹ تن در هکتار رسید در حالیکه عملکرد نتاج حاصل از غده‌های معمولی با کاهش فاصله ردیف ۱۲ درصد کاهش یافت. مطالعه کارافیلیدیس و همکاران (۱۲) روی چهار اندازه غده‌چه با چهار تراکم کشت نشان داد که به استثنای غده‌چه‌های کوچکتر از ۱۰ گرم که برای کشت در مزرعه مناسب نمی‌باشند سایر اندازه‌های غده‌چه تأثیر معنی‌داری بر پتانسیل عملکرد ندارند. این محققان همچنین گزارش کردند که تراکم کشت به‌شدت عملکرد غده (تعداد و وزن غده) را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با افزایش تراکم، غده بیشتری تولید شده و عملکرد در واحد سطح افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ای که بلندی و همکاران (۷) روی غده‌چه‌های سیب زمینی حاصل از کشت میکروتیوبرهای با سه اندازه مختلف انجام دادند اختلاف معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) برای تمامی صفات مورد مطالعه از جمله میانگین وزن، تعداد و قطر غده‌چه‌های تولید شده بر اساس اندازه میکروتیوبر گزارش دادند. بر اساس نتایج این محققان، ارتباط مستقیم و معنی‌داری بین اندازه میکروتیوبر استفاده شده با وزن و تعداد غده‌چه در هر گیاه مشاهده گردید. در تحقیق دیگری میکروتیوبرهای دو رقم سیب زمینی به نام‌های آگریا و مارفونا که دارای سه اندازه مختلف بودند با سه تراکم کشت مورد مطالعه قرار گرفتند (۲). نتایج نشان داد که تراکم کشت و اندازه بذر مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر تعداد، میانگین اندازه و وزن و همچنین وزن کل غده دارد. در این تحقیق میکروتیوبرهایی که دارای قطر بزرگتر بودند پاسخ بهتری برای شاخص‌های عملکرد نسبت به میکروتیوبرهای با قطر کوچکتر نشان دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که هر چه تراکم گیاه در واحد سطح بیشتر باشد تعداد غده‌چه و وزن کل غده‌چه برداشت شده در واحد سطح افزایش می‌یابد در صورتی‌که میانگین قطر و وزن غده‌های تولیدی کاهش می‌یابد.

گئورگاکیس و همکاران (۹) چهار اندازه غده‌چه را با چهار تراکم کشت در سیب زمینی رقم Spunta مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که تراکم کشت تأثیر معنی‌داری بر توزیع اندازه غده‌های تولیدی دارد به طوریکه در تراکم کمتر نسبت غده‌های بزرگتر به کوچکتر افزایش می‌یابد. این محققان پیشنهاد نمودند در صورتی‌که از غده‌های تولید شده برای تکثیر مجدد و تولید طبقه بذری مشابه استفاده شود بهتر است غده‌چه‌ها با تراکم بیشتری کشت شوند ولی چنانچه هدف تولید بذر مادری باشد، بهتر است کشت غده‌چه‌ها با تراکم کمتری انجام شود.

علاوه بر اندازه غده‌چه که تأثیر معنی‌داری بر صفات مرتبط با شاخص عملکرد دارد و شناخت اندازه مطلوب آن به عنوان هسته اولیه بذری دارای اهمیت زیادی می باشد، انتخاب فاصله مناسب کاشت نیز از فاکتورهای تأثیر گذار دیگر در تعیین عملکرد غده‌های حاصل از غده‌چه می‌باشد.

با توجه به قیمت بالای غده‌چه که سهم عمده‌ای از هزینه تولید به آن اختصاص می‌یابد، شناخت بهینه مصرف بذر با هدف افزایش اجزاء عملکرد و به ویژه افزایش نسبت غده‌های در محدوده استاندارد بذری ضرورت دارد. لذا در این تحقیق دو عامل اندازه غده‌چه و تراکم کشت که تأثیر مهمی در نیل به اهداف ذکر شده دارند روی رقم ساوالان که از ارقام مناسب منطقه می‌باشد مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی اجرا گردید. در این تحقیق از غده‌چه‌های سیب‌زمینی عاری از ویروس رقم ساوالان که در گلخانه تولید شده بودند به عنوان ماده گیاهی استفاده شد. غده‌چه‌ها پس از برداشت به مدت سه ماه در شرایط دمای پایین (۶-۴ درجه سانتیگراد) و رطوبت بالا (۸۰ درصد) جهت شکستن دوره خواب و جوانه‌دار شدن نگهداری شدند و سپس بر اساس وزن در پنج گروه

کمتر از ۵، ۱۰–۵، ۱۵–۱۰، ۲۰–۱۵ و بیشتر از ۲۰ گرم طبقه‌بندی شدند. نتایج حاصل از تجزیه خاک زمین مورد مطالعه نشان داد که خاک مزبور دارای بافت سیلت لوم با اسیدیته برابر با ۷/۹، پتاسیم قابل جذب ppm ۱۵۰، فسفر قابل جذب ppm ۱۲/۸ و ازت کل ۰/۰۶ درصد بود. تهیه زمین به ترتیب شامل شخم عمیق در پاییز و پخش ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم، شخم و پخش کود اوره به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و دیسک در بهار بود. پس از آماده کردن زمین، خطوطی با فاصله ۷۵ سانتیمتر و با طول چهار متر ایجاد و هر گروه از غده‌چه‌ها با سه فاصله ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر روی این خطوط (تراکم کشت ۸/۸۸، ۶/۶۵ و ۵/۳۲ بوته در متر مربع) کشت گردیدند. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. هر کرت آزمایشی شامل دو خط چهار متری بود.

عملیات داشت شامل مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، سله‌شکنی، خاک‌دهی و آبیاری در طی دوره رشد بر طبق نیاز گیاه انجام شد. روش آبیاری به صورت قطره‌ای انجام گردید. مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک در مرحله قبل از گلدهی به کار برده شد. پس از پایان دوره رشد نسبت به برداشت غده‌ها و انتقال آنها به آزمایشگاه اقدام و صفات مورد نظر شامل تعداد غده در متر مربع، وزن و تعداد غده در هر بوته، عملکرد کل، درصد غده‌های کوچکتر از ۳۵ میلیمتر، ۵۵–۳۵ میلیمتر و بزرگتر از ۵۵ میلیمتر و قطر غده اندازه‌گیری و میانگین هر یک از صفات محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و رسم نمودارها به‌ترتیب 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 برای صفات مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. وزن غده‌چه و فاصله بوته بر تمامی صفات تأثیر گذار بر شاخص عملکرد (تعداد و وزن غده) در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می باشد. همچنین اثر متقابل و معنی‌داری بین وزن غده‌چه و فاصله بوته در دو صفت وزن غده در هر بوته ($p\leq ۰/۰۵$) و عملکرد کل ($p\leq ۰/۰۱$) مشاهده شد (جدول ۱).

در این تحقیق غده‌هایی که از کشت غده‌چه‌های با وزن کمتر از پنج گرم حاصل شده بودند در مقایسه با دیگر غده‌چه‌های مورد بررسی از نظر صفات مورد مطالعه کمترین مقدار را دارا بودند (جدول ۲). با افزایش وزن غده‌چه‌ها به ۱۰ گرم، تعداد و وزن غده‌های تولید شده افزایش یافت، به طوریکه تعداد غده در هر بوته که از کشت غده‌چه‌های با وزن بیشتر از ۲۰ گرم بدست آمد با ۳۲/۹ درصد افزایش نسبت به غده‌های بدست آمده از کشت غده‌چه‌های با وزن کمتر از پنج گرم از ۸/۷۳ به ۱۳/۰ غده در بوته رسید. در این مطالعه بین غده‌چه‌های با وزن بیشتر از ۱۰ گرم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر تعداد و وزن غده در هر بوته، تعداد غده در متر مربع و عملکرد کل مشاهده نگردید (جدول ۲).

دهیتال و همکاران (۸) با مطالعه چهار اندازه مختلف غده‌چه سیب زمینی از ۰/۵ گرم تا بزرگتر از هشت گرم گزارش کردند که بیشترین تعداد غده در هر گیاه از کشت بذور با بالاترین وزن تولید می‌شود و اندازه بذر یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده برای تولید بذور با اندازه مطلوب در مراحل بعدی می‌باشد. بلندی و حمیدی (۲) با مطالعه اثر اندازه و تراکم میکروتیوبر بر تولید غده‌چه سیب زمینی نشان دادند که افزایش اندازه میکروتیوبر از پنج میلیمتر به بزرگتر از ۱۰ میلیمتر میانگین تعداد غده‌چه را از ۲۳۰ عدد در متر مربع به ۳۱۲ عدد و میانگین وزن آنها را از ۳/۸۸ به ۴/۹۳ گرم می‌رساند. بعلاوه افزایش اندازه میکروتیوبر به بزرگتر از ۱۰ میلیمتر عملکرد غده‌چه را ۷۲ درصد افزایش داد و مقدار آن از ۸۸۴ گرم در متر مربع به ۱۵۲۲ گرم در متر مربع رسید. همچنین این محققان نشان دادند که افزایش تراکم میکروتیوبر موجب افزایش تعداد غده در واحد سطح می‌شود اما میانگین وزن غده‌چه‌های تولید شده با افزایش تراکم کاهش می‌یابد.

از نظر عملکرد کل با کشت غده‌چه‌هایی با وزن بیشتر از ۲۰ گرم در مقایسه با کشت غده‌چه‌هایی با وزن کمتر از پنج گرم ۲۰/۸ تن غده در هکتار بیشتر تولید شد (جدول ۲).

تحقیقات لومن (۱۳) نشان داد که عملکرد غده بیشتر تحت تأثیر وزن غده‌های بذری می‌باشد. غده‌های کوچکتر به دلیل کندی سرعت در ایجاد پوشش گیاهی، شاخص برداشت کمتری دارند. والتر و برت (۲۰) گزارش کردند که اندازه بذر، شاخص‌های عملکرد را در بسیاری از ارقام سیب زمینی تحت تأثیر قرار می‌دهد و به دلیل تولید تعداد ساقه بیشتر توسط غده‌های بزرگ‌تر رابطه خطی بین اندازه غده بذری با عملکرد غده وجود دارد. ایمانی و رسولی (۱) تأثیر اندازه‌های مختلف غده بذری (۴۵–۳۵، ۵۵–۴۵، ۶۵–۵۵، ۷۵–۶۵، ۸۵–۷۵ گرم) بر عملکرد و رشد سیب‌زمینی رقم مورن (Moren) را در منطقه میانه واقع در استان آذربایجان شرقی مورد مطالعه قرار دادند و گزارش نمودند که عملکرد کل غده با افزایش اندازه غده بذری افزایش می‌یابد. گئورگاکیس و همکاران (۹) اندازه‌های مختلف غده‌چه را مطالعه و غده‌های حاصل از آنها را در پنج گروه کمتر از ۱۵ میلیمتر تا بزرگتر از ۵۰ میلیمتر قرار دادند و اختلاف معنی‌داری بین این گروها بر اساس اندازه بذر مادری مشاهده نکردند در حالی که رانالی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که اندازه غده بذری به صورت معنی‌داری اندازه غده‌های تولید شده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گروه‌بندی غده‌های تولید شده بر اساس قطر نیز نشان داد که به استثنای غده‌چه‌های کمتر از پنج گرم که تولید غده‌هایی با میانگین قطر کمتر نموده بودند در بین بقیه گروه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات وزن غده‌چه و فاصله غده‌چه روی ردیف بر صفات مورد مطالعه در سیب زمینی رقم ساوالان

	تعداد غده در هر بوته	تعداد غده در متر مربع	وزن غده در بوته (g)	عملکرد کل (ton ha^{-1})	درصد غده های کوچکتر از ۳۵ میلیمتر	درصد غده های ۵۵-۳۵ میلیمتر	درصدغده های بزرگتر از ۵۵ میلیمتر	قطر غده (mm)
وزن غده‌چه (g)								
کمتر از ۵	۸/۷۳^{c}	۵۹/۳^{c}	۵۱۶^{c}	۳۴/۷^{c}	۴۰/۰	۴۳/۹	۱۶/۱^{b}	۳۶/۴^{b}
۵-۱۰	۱۰/۸^{b}	۷۴/۱^{b}	۶۴۷^{b}	۴۴/۲^{b}	۴۵/۱	۳۴/۴	۲۰/۴^{b}	۳۸/۷^{a}
۱۰-۱۵	۱۱/۲^{ab}	۷۶/۹^{ab}	۸۴۷^{a}	۵۷/۹^{a}	۳۶/۷	۳۳/۹	۲۹/۴^{a}	۴۰/۹^{a}
۱۵-۲۰	۱۲/۹^{ab}	۸۶/۹^{ab}	۸۲۶^{a}	۵۵/۹^{a}	۳۶/۴	۴۲/۵	۲۱/۱^{b}	۴۰/۱^{a}
بیشتر از ۲۰	۱۳/۰^{a}	۹۰/۲^{a}	۷۹۸^{a}	۵۵/۴^{a}	۴۲/۱	۳۷/۵	۲۰/۵^{b}	۳۹/۷^{a}
فاصله غده‌چه روی ردیف (cm)								
۱۵	۹/۹۳^{b}	۸۹/۴^{a}	۶۲۸^{c}	۵۶/۵^{a}	۳۸/۷	۴۰/۵	۲۰/۹	۳۸/۹
۲۰	۱۱/۱^{b}	۷۳/۷^{b}	۷۱۰^{b}	۴۷/۴^{b}	۳۸/۵	۳۷/۹	۲۳/۶	۳۹/۳
۲۵	۱۲/۹^{a}	۶۹/۳^{b}	۸۴۳^{a}	۴۴/۹^{b}	۴۲/۹	۳۶/۹	۲۰/۱	۳۹/۳

میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد رقم ساوالان سیب زمینی تحت تأثیر وزن و فاصله غده‌چه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غده در هر بوته	تعداد غده در متر مربع	وزن غده در بوته	عملکرد کل	درصد غده های کوچکتر از ۳۵ میلیمتر	درصد غده های ۵۵-۳۵ میلیمتر	درصدغده‌های بزرگتر از ۵۵ میلیمتر	قطر غده
بلوک	۲	۱۴/۸۵۸ *	۷۸۴/۳۵۴ *	۲۰۲۰/۲۷۹ ^{ns}	۱۰/۸۷۴ ^{ns}	۹۲/۵۶۷ ^{ns}	۶/۸۱۶ ^{ns}	۸۲/۳۸۶ *	۲۸/۲۲۹ *
وزن غده‌چه (A)	۴	۲۷/۴۵۴ **	۱۳۳۱/۴۷۸ **	۱۸۰۶۹۸/۹۱۱ **	۸۹۰/۸۶۳ **	۴۶/۳۲۸ ^{ns}	۶۶/۴۸۹ ^{ns}	۹۵/۱۱ **	۲۸/۳۲۱ **
فاصله غده‌چه روی ردیف (B)	۲	۳۵/۹۳۸ **	۱۶۷۳/۰۰۸ **	۱۷۷۱۳۲/۷۸ **	۵۵۷/۷۵۹ **	۳۳/۹۲ ^{ns}	۱۷/۱۶۸ ^{ns}	۲۲/۵۵ ^{ns}	۰/۷۴۵ ^{ns}
A × B	۸	۵/۵۹۱ ^{ns}	۲۸۳/۵۱۴ ^{ns}	۱۹۴۷۱/۸۷۱ *	۱۲۹/۷۳۶ **	۳۳/۱۹ ^{ns}	۳۹/۷۵۶ ^{ns}	۲۶/۵۲ ^{ns}	۵/۲۱۴ ^{ns}
خطای آزمایش	۲۸	۴/۳۵۰	۱۹۲/۱۶۴	۸۱۸۸/۳۷۳	۳۵/۶۵۸	۴۷/۴۴	۳۱/۳۵۲	۲۲/۵۳	۵/۱۷۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۸/۴۱	۱۷/۸۹	۱۲/۴۴	۱۲/۰۳	۱۷/۶۱	۱۴/۶۶	۱۷/۴۱	۵/۸۰

** و *- معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵؛ ns غیر معنی دار

(جدول ۲).

در تحقیق حاضر تراکم کشت غده‌چه‌ها به صورت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) تعداد غده تولید شده در متر مربع و در هر بوته را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). با افزایش تراکم کشت تعداد غده تولید شده در متر مربع افزایش معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) نشان داد به طوریکه با کاهش فاصله بوته از ۲۵ به ۱۵ سانتیمتر (افزایش تراکم کاشت) تعداد غده تولیدی در متر مربع ۲۹ درصد افزایش یافت (جدول ۲). علاوه بر این هر چه غده‌چه‌ها با فاصله بیشتری از یکدیگر کشت شدند تعداد غده تولید شده در هر بوته افزایش یافت به طوریکه با افزایش فاصله بوته از ۱۵ به ۲۵ سانتیمتر (کاهش تراکم کاشت)، تعداد غده تولید شده در هر بوته ۲۹/۹ درصد افزایش یافت (جدول ۲).

فواصل کشت در سیب‌زمینی، برخی از خصوصیات مهم گیاه نظیر عملکرد کل، توزیع اندازه و کیفیت غده را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۹). ماهر (۱۶) گزارش داد که در تراکم‌های پایین، تعداد غدهٔ برداشت شده از واحد سطح کاهش می‌یابد. تراکم بوته مطلوب به عواملی از قبیل رقم، شرایط رشد، وزن بذر، زمان برداشت و حاصلخیزی خاک بستگی دارد (۵). جوتیک و لازیک (۱۱) با بررسی تأثیر اندازهٔ ریزغده و تراکم کاشت گزارش کردند که افزایش تراکم کاشت از ۱۰ به ۸۰ گیاه در متر مربع، تعداد غده‌چه و عملکرد نهایی در واحد سطح را افزایش می‌دهد ولی تعداد غده و عملکرد هر بوته کاهش می‌یابد. این محققان همچنین پیشنهاد نمودند باید از کشت مستقیم غده‌های با قطر کمتر از ۱۰ میلیمتر در مزرعه خودداری گردد.

گئورگاکیس و همکاران (۹) چهار اندازه مختلف غده‌چه را در چهار تراکم کشت ارزیابی و گزارش نمودند که در هیچکدام از اندازه‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین تراکم‌های کمتر از ۲۰ غده‌چه در متر مربع برای صفات اندازه غده و تعداد آن در واحد سطح وجود ندارد اما اعمال تراکم‌های بیشتر از ۴۰ غده‌چه موجب تفاوت معنی‌دار بین تراکم‌ها برای صفات ذکر شده گردید به گونه‌ای که در تراکم کمتر نسبت غده‌های بزرگتر به کوچکتر افزایش یافت. این محققان اعمال تراکم بالای کشت غده‌چه در گلخانه را به منظور تکثیر مجدد غده‌چه‌ها و استفاده از تراکم پایین در مزرعه را برای تولید بذر مادری توصیه نمودند.

افزایش تراکم بوته احتمالاً به دلیل رقابت بین بوته‌ها در جذب مواد غذایی یا به لحاظ تعداد غده‌های زیادی که در اثر افزایش تراکم گیاه تولید می‌شوند، باعث کاهش اندازه غده‌ها می‌گردد (۶).

در تحقیقی دیگر وئور و همکاران (۲۱) گزارش دادند تراکم بوته بر تعداد غده تولید شده در هر بوته مؤثر می‌باشد و با افزایش تراکم بوته، تعداد غده‌های تولید شده در هر بوته کاهش پیدا می‌کند که این می‌تواند به دلیل افزایش رقابت درون و برون بوته‌ای باشد. این محققان در مطالعه دیگری (۲۲) که روی بذور با اندازه‌های مختلف رقم رکورد (Record) انجام دادند گزارش نمودند با افزایش وزن غده‌های بذری تعداد غده‌های تولیدی در هر بوته افزایش می‌یابد. آنها دلیل افزایش غده‌ها را افزایش تعداد ساقه اصلی دانستند و اظهار داشتند که با افزایش وزن غده‌های بذری تعداد چشم‌ها و جوانه‌های روی غده افزایش یافته و تعداد ساقه‌های تولیدی و در نهایت تعداد غده در هر بوته افزایش پیدا می‌کند. نتایج تأثیر فاصله بوته بر عملکرد کل مشابه نتایج حاصل از اثر فاصله بوته بر تعداد غده در متر مربع بود و کشت غده‌چه‌ها با فاصله ۱۵ سانتیمتر ۱۱/۶ تن غده در هکتار بیشتر از غده‌چه‌های کشت شده با فاصله ۲۵ سانتیمتر تولید نمودند (جدول ۲).

غده‌چه‌ها به دلیل داشتن اندازه کوچکتر و تولید تعداد ساقه اصلی کمتر در مقایسه با غده‌های طبیعی در صورت کشت با تراکم پایین و یا معمولی موجب عدم پوشش کامل مزرعه گردیده و به جهت اینکه بخشی از زمین در تغذیه محصول مشارکت نداشته پتانسیل عملکرد کاهش می‌یابد. اعمال تراکم بالای کشت از طریق کشت غده‌چه‌ها با فاصله نزدیکتر موجب پوشش بیشتر زمین شده و عملکرد غده را بهبود می‌بخشد (۱۷). جم و همکاران (۳) اثر تراکم و اندازه غده‌چه را روی برخی صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم آگریا مورد مطالعه قرار دادند. این محققان با کاهش فاصله کاشت از ۱۶ سانتیمتر به هشت سانتیمتر (افزایش تراکم) و افزایش اندازه غده‌چه‌های یک و ۱۰ گرم به ۵۰ گرم عملکرد را به ترتیب ۵۲/۳ و ۳۷/۳ درصد افزایش دادند.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد در تیمارهای متناظر از نظر فاصله بوته، با افزایش وزن غده‌چه در اغلب موارد میانگین وزن غده در هر بوته و همچنین عملکرد کل افزایش می‌یابد. معهذا وجود اثر متقابل بین اندازه غده‌چه و فاصله کشت موجب شده تا در تیمارهای ذکر شده روند افزایش عملکرد برای صفات مزبور متفاوت باشد و در مواردی حتی روند کاهشی نیز مشاهده گردد. به طور مثال افزایش فاصله کاشت غده‌چه‌های با وزن ۲۰-۱۵ گرم از ۱۵ به ۲۰ سانتیمتر موجب افزایش میانگین عملکرد غده در هر بوته به مقدار ۱۲۰ گرم شد در حالیکه برای غده‌چه‌های با وزن بیشتر از ۲۰ گرم این افزایش فاصله، میانگین عملکرد صفت مذکور را ۶۴ گرم کاهش داد. اثر متقابل بین تیمارها بر عملکرد کل موجب شد تا نسبت افزایش عملکرد کل با افزایش اندازه غده و کاهش فاصله بوته در تیمارهای مختلف متفاوت و در مواردی معکوس باشد. همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود کاهش فاصله بوته از ۲۵ به ۱۵ سانتیمتر در غده‌چه-های با وزن بیشتر از ۲۰ گرم عملکرد کل را ۵۱/۹ درصد و در غده-چه‌های با وزن ۲۰-۱۵ گرم ۱۴/۴ درصد افزایش داد در صورتی‌که عملکرد غده‌چه‌های با وزن کمتر از ۵ گرم با کاهش فاصله بوته ۵/۶۵ درصد کاهش یافت. با توجه به اینکه کمترین مقدار عملکرد برای صفات وزن غده در هر بوته و عملکرد کل از کشت غده‌چه‌های کمتر از ۱۰ گرم در تمامی فواصل کشت بدست آمد مضاف بر اینکه مقادیر سایر صفات مورد مطالعه (جدول ۲) برای این تیمارها پایین می‌باشد.

جدول ٤- ضرایب همبستگی برای صفات مورد مطالعه در سیب زمینی رقم ساوالان

صفات	تعداد غده در هر بوته	تعداد غده در متر مربع	وزن غده در بوته	عملکرد کل	درصد غده های کوچکتر از ۳۵ میلیمتر	درصد غده های ۵۵-۳۵ میلیمتر	درصدغده های بزرگتر از ۵۵ میلیمتر	قطر غده
قطر غده	۰/۰۲ns	۰/۰۳ns	۰/۴۱**	۰/۳۷*	-۰/۴۸**	-۰/۰۱ ns	۰/۶۶**	۱
درصدغده های بزرگتر از ۵۵ میلیمتر	-۰/۲۱ ns	-۰/۱۶ ns	۰/۲۴ns	۰/۲۸ ns	-۰/۵۴**	-۰/۲۱ ns	۱	
درصد غده های ۵۵-۳۵ میلیمتر	-۰/۱۷ ns	-۰/۰۱ns	-۰/۱۵ ns	۰/۰۱ ns	-۰/۷۱**	۱		
درصد غده های کوچکتر از ۳۵ میلیمتر	۰/۲۹*	۰/۱۲ ns	-۰/۰۲ ns	-۰/۲۰ ns	۱			
عملکرد کل	۰/۳۶*	۰/۷۳**	۰/۵۹**	۱				
وزن غده در بوته	۰/۷۲**	۰/۳۲*	۱					
تعداد غده در متر مربع	۰/۶۱**	۱						
تعداد غده در هر بوته	۱							

** و *- معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵؛ ns غیر معنی دار

به نظر می‌رسد استفاده از غده‌چه‌های کمتر از ۱۰ گرم در هیچ نوع تراکم کشتی مناسب نمی‌باشد. برای دستیابی به بیشترین مقادیر این صفات، کشت غده‌چه‌های با وزن بیشتر از ۱۰ گرم با فاصله ۲۵ و ۱۵ سانتیمتر بین بوته، به ترتیب برای وزن غده در هر بوته و عملکرد کل توصیه می‌شود.

ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۴ ارائه شده است. همبستگی عملکرد کل با صفات تعداد غده در متر مربع و وزن غده در هر بوته مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) بود. علاوه بر این همبستگی مثبت و معنی‌داری (در سطح احتمال پنج درصد) بین عملکرد کل با صفات قطر غده و تعداد غده در هر بوته مشاهده گردید. بالاترین همبستگی نیز بین عملکرد کل و تعداد غده در متر مربع وجود داشت. این نتایج با تحقیقات جم و همکاران (۳) مطابقت دارد. بین صفت تعداد غده در هر بوته با صفات وزن غده در هر بوته، تعداد غده در متر مربع و درصد غده‌های کوچکتر از ۳۵ میلیمتر همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد که نشان دهنده تولید غده‌های کوچکتر در تراکم های بالا می‌باشد.

از آنجا که غده‌های حاصل از کشت غده‌چه به عنوان بذر مادری جهت کشت مجدد مورد استفاده قرار می‌گیرند لذا با توجه به اینکه غده‌چه‌های با وزن بیشتر از ۲۰ گرم و فاصله کشت ۱۵ سانتیمتر علاوه بر عملکرد بالا، بیشترین تعداد غده در متر مربع را تولید نمود (۸۹/۴ عدد) به عنوان بهترین تیمار می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. معهذا به دلیل هزینه بالای تولید غده‌چه و ضرورت بهره‌مندی حداکثر از این مواد گیاهی، استفاده از غده‌چه‌های با وزن بیشتر از ۱۰ گرم به دلیل عملکرد مناسب برای بیشتر صفات مورد مطالعه می‌توانند مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اینکه کشت غده‌چه‌های با وزن کمتر از ۱۰ گرم در تراکم های رایج موجب تولید تعداد ساقه اصلی کمتر، عدم پوشش سبز کامل مزرعه، تعداد غده کمتر و با اندازه کوچکتر شده به نظر می رسد امکان افزایش شاخص‌های عملکرد و بهره‌برداری از این اندازه‌های بذری با اعمال تراکم‌های بیشتر میسر باشد. در عین حال انجام مطالعات تکمیلی به منظور استفاده مطلوب و حداکثری از تمامی غده‌چه‌های تولید شده برای تولید مجدد غده‌چه (S1) و یا بذر مادری (SE) ضرورت دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل وزن غده‌چه در فاصله غده‌چه روی ردیف بر صفات مورد مطالعه در سیب زمینی رقم ساوالان

وزن غده‌چه (g)	فاصله بوته روی ردیف (cm)	وزن غده در بوته (g)	عملکرد کل (ton ha^{-1})
کمتر از ۵	۱۵	۳۵۳^{f}	۳۱/۸^{fg}
	۲۰	۶۳۲^{cde}	۴۲/۲^{def}
	۲۵	۵۶۳ ^{e}	۳۰/۱^{g}
۵-۱۰	۱۵	۵۶۱^{e}	۵۰/۵^{bcde}
	۲۰	۶۲۳^{de}	۴۱/۶^{ef}
	۲۵	۷۵۷^{bcd}	۴۰/۴^{ef}
۱۰-۱۵	۱۵	۷۵۷^{bcd}	۶۸/۲^{a}
	۲۰	۷۶۹^{bcd}	۵۱/۳^{bcde}
	۲۵	۱۰۱۶^{a}	۵۴/۲^{bc}
۱۵-۲۰	۱۵	۶۷۹^{cde}	۶۱/۱^{ab}
	۲۰	۷۹۹^{bc}	۵۳/۳^{bcd}
	۲۵	۱۰۰۱^{a}	۵۳/۴^{bcd}
بیشتر از ۲۰	۱۵	۷۹۰^{bcd}	۷۱/۱^{a}
	۲۰	۷۲۶^{bcde}	۴۸/۴^{cde}
	۲۵	۸۷۷^{ab}	۴۶/۸^{cde}

میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

منابع

۱- ایمانی، ع. و م. رسولی. ۱۳۸۵. تأثیر اندازه غده بذری بر عملکرد و رشد سیب‌زمینی رقم مورن. مجله علوم کشاورزی ۱: ۱۷۳-۱۶۵.

۲- بلندی، ا. ر. و ح. حمیدی. ۱۳۸۷. اثر اندازه و تراکم کاشت ریزغده بر تولید غده‌چه سیب زمینی. مجله علوم زراعی ایران ۱۰: ۲۱۸-۲۰۸.

۳- جم، ا.، ع. عبادی، ا. امینی و ب. دهدار مسجدلو. ۱۳۸۷. تأثیر تراکم و اندازه غده‌چه روی برخی صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی. مجله پـژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۸۱: ۲۹-۲۰.

۴- خواجه پور، م. ۱۳۸۴. تولید گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی. داشگاه صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.

۵- علیمحمدی، ر.، ع. ایمانی و ع. رضایی. ۱۳۸۲. بررسی اثرات تراکم و عمق کاشت بر روند رشد و عملکرد سیب‌زمینی رقـم دیامانـت در منطقـه میانه. مجله نهال و بذر ۱۹: ۷۵ -۵۸.

6- Beraga, L., and K. Caeser. 1990. Relationships between numbers of main stems and yield components of potato (*Solanum tuberesom* L. CV. Erntestolz) as influenced by different day length. Potato Research, 33: 257-267.

7- Bolandi, A. R., H. Hamidi, and R. Ahmadzadeh Ghavidel. 2011. The effects of size and microtuber dormancy on production of potato minitubers. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 10: 169-173.

8- Dhital, S. P., H. T. Lim, W. N. Hwang, W. J. Lee, and H. S. Mo. 2008. Response of planting material and seed size on the production of minituber of potato in glasshouse and plastichouse conditions. Horticulture, Environment and Biotechnology, 49: 271-275.

9- Georgakis, D. N., D. I. Karafyllidis, N. I. Stauropoulos, E. X. Nianiou, and I. A. Vezyroglou. 1997. Effect of planting density and size of potato seed-minitubers on the size of the produced potato seed tubers. Acta Horticulturae, (ISHS) 462: 935-942.

10- Grewal, J. S., R. C. Sharma, and S. S. Saini. 1992. Agrotechniques_for intensive potato cultivation in India. ICAR, New Delhi, Pp. 126.

11- Jevtic, S., and B. Lazic. 1997. Effect of planting density and size of potato seed-minitubers on their yielding capacity. Acta Horticulturae, 462: 943-949.

12- 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 Horticulturae, (ISHS) 462: 943-950.
13- Lommen, W. J. M. 1995. Basic studies on the production and performance of potato minitubers. WAU dissertation. No. 1912.
14- Lommen, W. J. M. 1993. Post-harvest characteristics of potato minitubers with different fresh weights and from different harvests. I. Dry-matter concentration and dormancy. Potato Research, 36: 265–272.
15- Lommen, W. J. M., and P. C. Struik. 1994. Field performance of potato minitubers with different fresh weights and conventional seed tubers: Crop establishment and yield formation. Potato Research, 37: 301-313.
16- Maher, M. J. 1996. The effect of planting density on the production of potato minituber under protection. Proceedings of the Agricultural Research Forum, March 23 and 24, UCD.
17- Rannali, P., F. Bassi, G. Ruaro, P. D. Re, M. Dicandilo, and G. Mandolino. 1994. Microtuber and minituber production and field performance compared with normal tubers. Potato Research, 37: 383-391.
18- Rolot, J., H. Seutin, and D. Michelant. 2002. Production de minitubercules de pomme de terre par hydroponie. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 6: 155-161.
19- Samuel, Y. C., D. Essah, G. Holm, and D. A. Jorge. 2004. Yield and quality of two U.S. Red Potatoes: Influence of nitrogen rate and plant population. http://www.crop science.org.
20- Walter, J. A., and R. C. Bert. 2004. Effect of whole seed tuber size and pre-plant storage conditions on yield and tuber size distribution of russet Burbank. American Journal of Potato Research, 81: 371-376.
21- Wurr, D. C. E., J. R. Fellows, and E. J. Allen. 1992. Determination of optimum tuber density in the potato varieties Pentland Squir, Cara Estima, Maris Piper and King Edward. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 119: 35-99.
22- Wurr, D. C. E., J. R. Fellows, R. A. Suthrland, and E. J. Allen. 1990. Determination of optimum tuber planting density for production of tubers in processing ware grades in the potato variety Concord. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 114: 11-18.