دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال نهم، شماره سی و یک ، ۱۳۹۶

تأثیر حذف گل‌آذین و اندازه غده بذری بر شاخص سطح برگ و عملکرد غده سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

علی نصراله زاده اصل[۱]، عطیه پاشاپور خویی[۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۲/۳ تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۷/۲۷

چکیده

به منظور تأثیر حذف گل‌آذین و اندازه غده بذری بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در منطقه ایواوغلی شهرستان خوی در بهار سال ۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتور اول حذف گل‌آذین در دو سطح شامل حذف و عدم حذف گل‌آذین و فاکتور دوم اندازه غده بذری در شش سطح شامل ۲۵ تا ۳۵ گرم، ۳۵ تا ٤٥ گرم و ٤٥ تا ٥٥ گرم، ٥٥ تا ٦٥ گرم، ٦٥ تا ٧٥ گرم،٧٥ تا ٨٥ گرم در نظر گرفته شدند. نتایج نشان دادند که اثر حذف گل‌آذین و اندازه غده بذری روی اندازه غده، وزن غده در بوته، تعداد شاخه و برگ در بوته، شاخص سطح برگ و عملکرد غده معنی‌دار بود. بیشترین شاخص سطح برگ، به میزان ٥/٤٨ در تیمار حذف گل‌آذین مشاهده شد و عملکرد غده نیز در حالت حذف گل‌آذین به میزان ٢/٦٨ تن در هکتار (١٥ درصد) افزایش یافت. از نظر اندازه غده بذری نیز بیشترین عملکرد غده به مقادیر ٢٢/٦٤ و ٢١/٨٩ تن در هکتار به ترتیب از اندازه غده بذری ٦٥ تا ٧٥ گرم و ٧٥ تا ٨٥ گرم حاصل شد و بین این دو اندازه غده بذری از نظر عملکرد غده، اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین حذف گل‌آذین به علت از بین بردن یک مخزن بی‌مصرف در افزایش عملکرد مؤثر بوده و همچنین جهت صرفه‌جویی در مصرف بذر و کاهش هزینه، اندازه غده بذری ٦٥ تا ٧٥ گرم توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، تعداد غده، گل‌آذین، عملکرد

نصراله زاده اصل، ع. و ع. پاشاپورخویی. ۱۳۹٦. تأثیر حذف گل‌آذین و اندازه غده بذری بر شاخص سطح برگ و عملکرد غده سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۱: ۱۸۱-۱۷۲.

۱- استادیار، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران- مسول مکاتبات. پست الکترونیک: ali_nasr462@yahoo.com

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از محصولات غده‌ای است و به دلیل عملکرد بسیار بالا در واحد سطح نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد. عملکرد و مقدار پروتئین تولیدی سیب‌زمینی در واحد سطح بیشتر از گندم و برنج می‌باشد (گومول و همکاران، ۲۰۱۱). برای افزایش عملکرد سیب‌زمینی در واحد سطح می‌توان از روش‌های به زراعی، به‌نژادی و فیزیولوژیکی از جمله، تغییرات در سیستم‌های فیزیولوژیک از قبیل کاهش تنفس، از بین بردن مخزن‌های اضافی و بی‌مصرف مانند گل‌آذین و افزایش شاخص سطح برگ و افزایش طول دوره رشد و نمو گیاه استفاده کرد (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳). در سیب‌زمینی، گل‌آذین و بذرهای حقیقی در بخش هوایی هم زمان با رشد و نمو ریزوم ها و غده‌ها در زیر خاک تشکیل می‌یابند و گل‌ها و غده‌ها در رابطه با کسب آسیمیلات ها رقابت می‌کنند (فرامرزی و همکاران، ۲۰۱۱). در سیب‌زمینی کارآمدترین منبع به ترتیب برگ‌ها و ساقه‌ها و عمده‌ترین مخزن غده، ریشه و بافت‌های در حال رشد سریع هستند (بیزویهو و تکالیگن، ۲۰۰۸). اغلب ارقام سیب‌زمینی تولید گل و میوه می‌کنند که این میوه‌ها در واقع یک مخزن فیزیولوژیکی بوده و مواد غذایی ساخته شده در منبع فیزیولوژیکی برگ‌ها را مصرف می‌کنند، لذا در اصلاح، ارقام بدون گل و میوه مفید هستند (فیشر و همکاران، ۲۰۰۲). گزارش تکالیگن و هاممس (۲۰۰۵) نیز حاکی از این واقعیت است که گل‌ها و غده‌ها در رابطه با کسب آسیمیلات‌ها رقابت می‌کنند و هرس گل‌ها انتقال آسیمیلات به ساختارهای زیرزمینی را افزایش داده و عملکرد غده را بیشتر می‌کند. گلدوست جلودار و همکاران (۱۳۹۰) نیز طی آزمایشی اعلام کردند که با حذف گل‌آذین سیب‌زمینی، عملکرد غده ۲۲ درصد افزایش یافت. تکالیگن (۲۰۰۵) با بررسی اثر حذف گل در مرحله غنچه روی چهار رقم سیب‌زمینی نتیجه گرفت که طول دوره رسیدگی بوته‌هایی که گل آن‌ها حذف گردید، یک هفته طولانی‌تر شد و عملکرد تیمارهایی که گل آن‌ها حذف شده بودند به طور معنی‌داری بیشتر بود. میشل و همکاران (۲۰۱۲) طی آزمایشی اعلام کردند که عملکرد غده به میزان بسیار زیادی تحت تأثیر وزن غده‌های بذری می‌باشد و غده‌های کوچک‌تر دارای دوره خواب طولانی‌تری هستند وگیاهان حاصل از غده-های کوچک‌تر مدت بیشتری را برای جوانه‌زنی صرف می‌کنند و اندازه ریشه کوچک‌تر بوده و نسبت ساقه به ریشه بالاتری دارند و همچنین غده‌های کوچک‌تر به دلیل پوشش آهسته‌تر زمین، شاخص برداشت کمتری داشته و تعداد و وزن غده‌های تولید شده در گیاه نیز کمتر است. گلدوست جلودار و همکاران (۱۳۹۰) مشاهده کردند که با افزایش وزن غده‌های بذری، تعداد غده‌های تولیدی در هر بوته سیب‌زمینی افزایش پیدا می‌کند آن‌ها دلیل افزایش غده را افزایش تعداد ساقه دانستند و بیان نمودند با افزایش وزن غده بذری، تعداد جوانه‌های موجود روی غده افزایش یافته و تعداد ساقه‌های تولیدی و در نهایت تعداد غده در هر بوته افزایش پیدا می‌کند. ایمانی و رسولی (۱۳۸۵) در مطالعه تأثیر اندازه غده بذری بر عملکرد سیب‌زمینی گزارش کردند که عملکرد حاصل از غده‌های بذری کوچک‌تر، کمتر است و بیان نمودند که این امر شاید به دلیل کافی نبودن مواد غذایی برای رشد بوته‌ها جهت جذب نور و سایر عوامل محیطی باشد.

خالافالا (۲۰۰۰) طی آزمایشی عنوان نمود که اندازه غده بذری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد غده و تعداد ساقه در بوته سیب‌زمینی داشته و با افزایش اندازه غده بذری عملکرد غده و تعداد ساقه در بوته افزایش می‌یابد. آدهیکاری (۲۰۰۵) نیز اعلام کردند که با افزایش وزن غده‌های بذری سیب‌زمینی، دوره غده زایی طولانی شده و تعداد غده‌های تولید شده در هر بوته افزایش پیدا می‌کند و عملکرد غده افزایش می‌یابد. از این رو در این تحقیق سعی گردید تا اثرات گل‌آذین که برعکس غده استفاده غذایی نداشته و قسمتی از مواد فتوسنتزی را به خود اختصاص داده و باعث کاهش عملکرد غده سیب‌زمینی می‌گردد بررسی شده و همچنین با توجه به تأثیر اندازه غده سیب‌زمینی روی عملکرد گیاه سعی گردید تا بهترین اندازه غده بذری جهت تولید حداکثر محصول غده همراه با کمترین هزینه بذر مصرفی تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۳ در مزرعه‌ای واقع در منطقه ایواوغلی در ۲۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان خوی با عرض جغرافیایی ۴۲ درجه و ۸۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۸۸۱ متر از سطح دریا اجرا شد. داده‌های ماهانه هواشناسی منطقه مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ متوسط درجه حرارت و میزان بارندگی ماهانه منطقه مورد آزمایش طی فصل رشد در سال ۱۳۹۳

ماه‌های سال زراعی	میانگین حداکثر دما (درجه سلسیوس)	میانگین حداقل دما (درجه سلسیوس)	میانگین ماهانه دما (درجه سلسیوس)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)
فروردین	۱۵/٦	۳/۸	۹/۷	۳٤/۸
اردیبهشت	۲٤/۲	۷/۵	۱۵/۸	۵٦/۸
خرداد	۲۷/٦	۱۲/۹	۲۰/۳	۹/۷
تیر	۳۱/٦	۱۸/۳	۲٤/۹	۸/٤
مرداد	۳۰/۳	۱۷/۸	۲٤/۱	۳/۹
شهریور	۲۷/۵	۱۳/۸	۲۰/۷	۰/۷۱
مهر	۲۳/۸	۷/٦	۱۵/۷	۰/۹
آبان	۱۷/۷	۵/۷	۱۱/۷	٤٤/۸

این آزمایش به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک-های کامل تصادفی با دو فاکتور در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول حذف گل‌آذین در دو سطح شامل حذف و عدم حذف گل‌آذین و فاکتور دوم اندازه غده بذری در شش سطح شامل ۲۵ تا ۳۵ گرم، ۳۵ تا ٤۵ گرم و ٤۵ تا ۵۵ گرم، ۵۵ تا ٦۵ گرم، ٦۵ تا ۷۵ گرم،۷۵ تا ۸۵ گرم در نظر گرفته شدند. بذر سیب‌زمینی از نوع آگریا بود که از مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل تهیه گردید. این رقم اغلب دارای ساقه‌های متعدد، ضخیم، افراشته، برگ‌های درشت و سبز روشن و با گل‌آذین‌های متعدد و به رنگ ارغوانی، غده‌ها بیضی شکل دراز و زرد کم رنگ و چشمک‌های نیمه عمیق می‌باشد. زمین آزمایش در فصل بهار ابتدا با گاوآهن برگردان دار شخم عمیق زده شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۲) مقادیر ۳۰ تن کود دامی، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به زمین زراعی اضافه گردید (نصف کود اوره در این مرحله و بقیه آن در مرحله خاک‌دهی بوته‌های سیب‌زمینی اضافه شد). سپس جهت خرد کردن کلوخه‌ها و مخلوط کردن کودها با خاک دو بار دیسک در جهت عمود برهم زده شد. به دنبال آن زمین تسطیح گردید. سپس جوی و پشته‌هایی با فواصل ۷۵ سانتیمتر در زمین ایجاد شد. به دنبال آن کرت بندی و تفکیک تکرارهای آزمایش صورت گرفت و جهت تفکیک کرت‌ها از یکدیگر یک پشته به-صورت نکاشت در نظر گرفته شد و هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به طول پنج متر بود.

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش.

شوری $ds.m^{-1}$	pH	درصد اشباع (٪)	آهک (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت	کربن آلی (٪)	نیتروژن (٪)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)
۰/۳۱	۷/۷	۳۷	۸/۷	۲۲	٤۲	۳۵	لوم	۰/۸	۰/۹۲	۲۸۵	۱۱/۱

عملیات کاشت سیب‌زمینی در تاریخ ۱۳۹۳/۲/۵ انجام گرفت. غده‌های سیب‌زمینی قبل از کاشت توسط قارچ‌کش مانکوزب با دوز سه در هزار ضدعفونی شدند. غده‌های سیب‌زمینی در وسط پشته با تراکم ۵ بوته در مترمربع در عمق حدود ۱۵ سانتی‌متر کشت شدند. سبز شدن غده‌ها حدود دو هفته بعد از کاشت در تاریخ ۱۳۹۳/۲/۲۰ انجام پذیرفت و اولین آبیاری در اول خرداد ماه و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۱۰ روز یک‌بار اجرا شدند و علف‌های هرز نیز با وجین دستی کنترل گردیدند و زمانی که ارتفاع بوته‌های سیب‌زمینی به حدود ۲۰ سانتیمتر رسید، عمل خاک‌دهی پای بوته‌ها همراه با اضافه کردن کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک انجام گرفت. گل‌دهی تقریباً ۳۵ روز بعد از سبز شدن بوته‌ها انجام پذیرفت و به هنگام آغاز گلدهی (تشکیل جوانه‌های گل) حذف گل‌آذین در کرت‌های مربوطه اجرا شد. اندازه‌گیری صفات مختلف سیب‌زمینی شامل ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد غده در بوته، اندازه غده، میانگین وزن غده در بوته، با انتخاب ۷ بوته به‌طور تصادفی از ردیف‌های وسط هر کرت اجرا شدند و برداشت محصول سیب‌زمینی در سطحی معادل سه مترمربع محاسبه گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه MS.TAT.Cو مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر حذف گل‌آذین بر ارتفاع بوته از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). از آنجایی که سیب‌زمینی یک گیاه گل انتهایی می-

باشد و در مرحله گلدهی ارتفاع آن به رشد نهایی رسیده است لذا عمل حذف گل‌آذین که بعد گلدهی انجام می‌گیرد نتوانسته است روی ارتفاع گیاه تأثیر بگذارد گلدوست جلودار و همکاران (۱۳۹۰) نیز بیان نمودند که تأثیر حذف گل‌آذین روی ارتفاع بوته از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر اندازه غده بذری بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته با استفاده از غده‌های بذری ۷۵ تا ۸۵ گرم حاصل شد (جدول ٤). از آنجایی که در سیب‌زمینی رشد بوته گیاه به اندوخته غذایی غده بذری وابسته است لذا با افزایش اندازه غده بذری رشد بوته‌ها بیشتر شده و در اثر آن ارتفاع گیاه بیشتر شده است که نتایج حاصل با یافته‌های (ایمانی و رسولی، ۱۳۸۵) مطابقت دارد. آدهیکاری (۲۰۰۵) طی آزمایشی اعلام کرد که با افزایش وزن غده‌های بذری سیب‌زمینی، ذخایر غذایی بذر بالا بوده در اثر آن رشد بوته‌ها سریعتر شده و ارتفاع بوته افزایش پیدا می‌کند.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر حذف گل‌آذین و اندازه غده بذری بر صفات مورد بررسی سیب‌زمینی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد شاخه در بوته	تعداد برگ در بوته	شاخص سطح برگ	تعداد غده در بوته	اندازه غده	وزن غده	عملکرد غده
تکرار	۲	۳/۱۱	۱٦/۳٥	۱/۱٥	۸/۳٦	۷/٦۷	٤۳/۳۷	۱/۱۲
حذف گل‌آذین	۱	۱٦/۰۱**	۱٦۷/۹۲**	٤//٦۱ **	٥/۱۳	۱۳/۳۷*	۲۰۳/۹٤*	۲۲/٥۳ *
اندازه غده بذری	٥	۸/۸۹**	٦۲/۰۷*	۳/۹٤ **	٤/۸٤*	۱۹/۰۱**	۲٤۲/۰٤**	۲٤/۸۹ **
اندازه غده× حذف گل	٥	۲/۱۱	۱۷/٦٤	۱/۰٤	۳/۰٤	٥/۰۱	۱۲٤/٦	۷/۰۳
اشتباه آزمایشی	۲۲	۱/۹٤	۲۰/۳۳	۰/٥۲	۱/۳۱	۲/۱۲	۳٤/۰۹	٤/۰۸
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۳٥	۹/٥٦	۱۰/٤۸	۸/۱۳	۱۱/۸۱	۸/۹۳	۱٤/۱۷

*، ** و **ns** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و عدم معنی‌دار

تعداد شاخه و برگ در بوته

اثر حذف گل‌آذین بر تعداد شاخه و برگ در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد شاخه و برگ در بوته در تیمار حذف گل‌آذین مشاهده شد که نسبت به حالت عدم حذف گل‌آذین تعداد شاخه و برگ به ترتیب ۲۳ و ۲۱ درصد افزایش یافت (جدول ٤). از مراکز عمده سنتز اکسین، بافت مریستمی انتهایی بخش‌های هوایی از قبیل جوانه‌های در حال باز شدن، جوانه‌های گل و گل‌آذین‌های در حال رشد بر روی ساقه می‌باشد. اکسین‌ها در غالبیت انتهایی نقش مؤثری دارند و جوانه انتهایی عامل بازدارنده رشد سایر جوانه‌ها می‌باشد و هورمون‌های رشد به ویژه اکسین ها کنترل شدیدی را روی تعداد شاخه‌های جانبی اعمال می‌کنند. بنابراین حذف جوانه انتهایی به منزله حذف منبع اکسین محسوب می‌شود که بر اثر آن شاخه‌زایی بیشتر و تعداد برگ نیز به تبع آن افزایش می‌یابد (لاهوتی و همکاران، ۱۳۸۲). در توتون نیز حذف گل‌آذین با از بین بردن غالبیت انتهایی ساقه موجب رشد و افزایش شاخه‌های جانبی گردید (خواجه پور، ۱۳۸۳). بیزویهو و تکالیگن (۲۰۰۸) نیز طی آزمایشی اعلام کردند که حذف گل‌آذین در سیب‌زمینی به طور معنی‌داری تعداد شاخه و برگ در بوته را افزایش داد. به نظر می‌رسد که حذف گل‌آذین با از بین بردن منبع اکسین، غالبیت انتهایی ساقه را کاهش داده و در اثر آن جوانه‌های جانبی شروع به رشد کرده و تعداد شاخه و برگ سیب‌زمینی افزایش یافته است.

تأثیر اندازه غده بذری بر تعداد شاخه و برگ در بوته به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس نتایج این آزمایش بیشترین تعداد شاخه و برگ در بوته با مصرف غده‌های بذری با وزن ٦۵ تا ۷۵ گرم و ۷۵ تا ۸۵ گرم حاصل شد که نسبت به بذور ریز تعداد شاخه و برگ به ترتیب ۳٤ و ۳۱ درصد افزایش یافت و کم‌ترین اندازه غده در بوته نیز با مصرف غده‌های بذری با وزن ۲۵ تا ۳۵ گرم مشاهده شد (جدول ٤). با افزایش اندازه غده بذری تعداد جوانه‌های روی غده و همچنین اندوخته غذایی بذر بیشتر بوده و در اثر آن تعداد جوانه بیشتری شروع به رشد کرده و در اثر آن تعداد شاخه و برگ در بوته افزایش یافته است. آزمایشات ایمانی و رسولی (۱۳۸۵) و جلودار و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان دادند که اثر سطوح مختلف اندازه غده بذری بر تعداد شاخه در بوته معنی‌دار بوده و با افزایش اندازه غده بذری تعداد شاخه در بوته افزایش می‌یابد که دلیل این امر وجود مواد غذایی بیشتر در بذر است که صرف رشد و توسعه اندام‌های رویشی گیاه سیب‌زمینی می‌شود و در نتیجه آن تعداد شاخه و برگ در بوته افزایش می‌یابد.

شاخص سطح برگ

از آنجایی که افزایش وزن خشک محصول بستگی زیادی به توسعه سطح برگ آن دارد، لذا سطح برگ یکی از پارامترهای اصلی در اندازه‌گیری رشد گیاه است (کوچکی و همکاران ۱۳۸٤). حذف گل‌آذین بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). بیشترین شاخص سطح برگ به میزان ۵/٤۸ در حالت حذف گل‌آذین مشاهده شد که نسبت به عدم حذف گل‌آذین ۲۵ درصد افزایش یافت (جدول ٤). خواجه‌پور (۱۳۸۳) اعلام کرده است که با حذف گل‌آذین در توتون تعداد انشعابات فرعی افزایش یافته است که این باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. رشد محصول سیب‌زمینی تحت تأثیر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و میزان جذب و تحلیل خالص قرار دارد و بین عملکرد غده و به ویژه شاخص سطح برگ همبستگی مثبت گزارش شده است (عبداله المحمود و همکاران، ۲۰۱٤). مندنی و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه‌ای روی سیب‌زمینی ملاحظه نمودند که حداکثر سرعت رشد محصول در شاخص سطح برگ ۵/۸ به دست آمد. مدنی و همکاران (۱۳۸۹) بیشترین عملکرد سیب‌زمینی را در شاخص سطح برگ ۵/٦۷ به دست آوردند.

نتایج نشان داد که اثر اندازه غده بذری بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین شاخص سطح برگ با مصرف غده‌های بذری با وزن ٦٦ تا ۷۵ گرم و ۷٦ تا ۸۵ گرم حاصل شد که نسبت به بذور ریز حدود ٤۵ درصد افزایش داشت (جدول ٤). با افزایش اندازه غده بذری تعداد جوانه‌های روی غده و همچنین اندوخته غذایی بذر بیشتر بوده و در اثر آن تعداد جوانه بیشتری شروع به رشد کرده و در اثر آن تعداد شاخه و برگ در بوته افزایش یافته و به طبع آن شاخص سطح برگ بیشتر می‌گردد. مدنی و همکاران (۱۳۸۹) نیز طی آزمایشی همبستگی بالای شاخص سطح برگ و تعداد شاخه و برگ را گزارش نمودند.

تعداد غده در بوته

تأثیر حذف گل‌آذین بر تعداد غده در بوته از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). از آنجایی که در موقع حذف گل‌آذین غده بندی سیب‌زمینی انجام گرفته است لذا حذف گل‌آذین نتوانسته است روی تعداد غده‌ها تأثیرگذار باشد. اورزولک و همکاران (۲۰۱۰) اعلام کردند که در سیب‌زمینی شروع تشکیل غده‌ها طی یک دوره زمانی دو هفته‌ای اتفاق می‌افتد و سپس جوانه‌های گل تشکیل می‌گردد. ویلیام و استون (۲۰۱۰) نیز اعلام کردند که در سیب‌زمینی تعداد غده‌های هر گیاه در مرحله غده بندی تعیین شده و بعداً زیاد تغییر نمی‌کند.

در سیب‌زمینی اغلب غده‌هایی که در دو یا سه هفته اول تشکیل می‌شوند در اواخر دوره رشد، اندازه نهایی خود را کسب می‌نمایند، ولی غده‌هایی که دیرتر تولید می‌شوند بر اثر رقابت طولانی مدت با غده‌های اولیه، ذخایر خود را به نفع سایر غده‌ها در گیاه مادر انتقال می‌دهند (مودب شبستری و مجتهدی، ۱۳۸۷).

نتایج نشان داد که اثر اندازه غده بذری بر تعداد غده در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد غده در بوته با مصرف غده‌های بذری با وزن ٦۵ تا ۷۵ گرم و ۷۵ تا ۸۵ گرم حاصل شد که نسبت به بذور ریز ۳۱ درصد افزایش داشت (جدول ٤). گلدوست جلودار و همکاران (۱۳۹۰) و آدهیکاری (۲۰۰۵) مشاهده کردند که با افزایش وزن غده‌های بذری سیب‌زمینی، تعداد غده‌های تولیدی در هر بوته افزایش پیدا می‌کند. آن‌ها دلیل افزایش غده را افزایش تعداد ساقه دانستند و بیان نمودند با افزایش وزن غده بذری، تعداد چشم‌ها و جوانه‌های موجود روی غده افزایش یافته و تعداد ساقه‌های تولیدی و در نهایت تعداد غده در هر بوته افزایش پیدا می‌کند.

میشل و همکاران (۲۰۱۲) نیز طی آزمایشاتی اعلام کردند که با افزایش وزن غده‌های بذری، دوره غده‌زایی طولانی شده و تعداد غده‌های تولید شده در هر بوته افزایش پیدا می‌کند و عملکرد افزایش می‌یابد.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات حذف گل‌آذین و اندازه غده بذری بر صفات مورد بررسی سیب‌زمینی.

فاکتورهای آزمایشی		تعداد شاخه در بوته	تعداد برگ در بوته	شاخص سطح برگ	تعداد غده در بوته	اندازه غده (سانتی‌متر)	وزن غده (گرم)	عملکرد غده (تن در هکتار)
حذف گل‌آذین	عدم حذف گل‌آذین	۱۳/۰۳ b	٤۰/۹۰ b	٤/۳۹ b	٥/٤۰ a	٥/۱۳ b	٦۲/۹٦ b	۱۷/٤٥ b
	حذف گل‌آذین	۱٦/۰٥ a	٤۹/۹٤ a	٥/٥۲ a	٥/۲۸ a	٦/۲۱ a	۷۳/۱۳ a	۲۰/۱۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

اندازه غده بذری (گرم)	۲٥ تا ۳٥	۱۲/٦٤ c	۳۸/۱۸ c	۳/۹۳ c	٤/٤۱ b	٤/۷۲ b	٥۸/۸۰ c	۱٥/۳۱ c
	۳٥ تا ٤٥	۱۳/۳۳ bc	٤۲/٦۳ bc	٤/۳۷ bc	٤/٦۱ b	٤/۸۸ b	٦۲/٤۰ bc	۱٦/۱۳c
	٤٥ تا ٥٥	۱٤/۱٦ bc	٤٤/۳٦ ab	٤/۹۰ ab	٥/۲۰ ab	٤/۹۳ b	٦۷/۰۱ b	۱۷/٦٥ bc
	٥٥ تا ٦٥	۱٥/۰٥ ab	٤۷/٥۹ ab	٥/۲٤ ab	٥/۳۲ ab	٥/۹۲ ab	٦۹/۷۰ ab	۱۹/۰۹ b
	٦٥ تا ۷٥	۱٥/۹٤ a	٤۹/٥٤ a	٥/٥۷ a	٦/۱۱ a	٦/٦۸ a	۷٤/۸۷ a	۲۱/۸۹ a
	۷٥ تا ۸٥	۱٦/۱۷ a	٥۰/۲۱ a	٥/۷٤ a	٦/۲٥ a	٦/۸۷ a	۷٥/٥۰ a	۲۲/٦٤ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

اندازه غده

اثر حذف گل‌آذین بر اندازه غده در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین اندازه غده در بوته به میزان ٦/۲۱ سانتی‌متر در حالت حذف گل‌آذین و کم‌ترین اندازه غده در بوته نیز به میزان ٥/۱۳ سانتی‌متر در حالت عدم حذف گل‌آذین مشاهده شد که نسبت به حالت حذف گل‌آذین ۲۱ درصد کاهش یافت (جدول ٤). در سیب‌زمینی دوره گلدهی با شروع دوره رشد غده‌ها مصادف بوده و در نتیجه بین آن‌ها از نظر مصرف آسیمیلات‌ها رقابت شدیدی وجود دارد و حذف گل‌آذین می‌تواند به علت حذف مقصدی رقابت کننده با غده‌ها اندازه آن‌ها را افزایش دهد. ویلیام و استون (۲۰۱۰) اعلام کردند که در سیب‌زمینی مرحله رشد غده‌ها طی ۳۰ تا ٦۰ روز تقریباً به صورت خطی صورت می‌گیرد که مصادف با تشکیل گل‌ها بر روی ساقه اصلی و انشعابات می‌باشد.

در سیب‌زمینی، گل‌آذین و بذرهای حقیقی در بخش هوایی هم زمان با رشد و نمو ریزوم‌ها و غده‌ها در زیر خاک تشکیل می‌یابند و گل‌ها و غده‌ها در رابطه با کسب آسمیلات‌ها رقابت می‌کنند و هرس گل‌ها و یا سته‌ها انتقال آسمیلات به ساختارهای زیرزمینی را افزایش داده و در اثر آن اندازه و عملکرد غده افزایش می‌یابد (فرامرزی و همکاران، ۲۰۱۱). گلدوست جلودار و همکاران (۱۳۹۰) نیز بیان نمودند که حذف گل‌آذین با حذف یک مقصد رقابت کننده با غده‌ها و همچنین با بالا بردن تعداد شاخه‌ها، سطح فتوسنتزی گیاه را افزایش داد و در اثر آن اندازه غده‌ها در سیب‌زمینی افزایش یافت.

اثر اندازه غده بذری بر اندازه غده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین اندازه غده در بوته با مصرف غده‌های بذری با وزن ٦٥ تا ۷٥ گرم و ۷٥ تا ۸٥ گرم حاصل شد که نسبت به بذور ریز حدود ۲٦ درصد افزایش نشان داد و کم‌ترین اندازه غده در بوته نیز با مصرف غده‌های بذری با وزن ۲٥ تا ۳٥ گرم مشاهده شد (جدول ٤). از آنجایی که تعداد برگ‌ها با کاشت غده‌های بذری درشت بیشتر بود در اثر آن مقدار فتوسنتز گیاه افزایش یافت و ماده غذایی بیشتری به غده‌ها انتقال یافت و اندازه غده‌ها بیشتر شد. جم و همکاران (۱۳۸۷) نیز طی آزمایشی اعلام کردند که اندازه غده بذری بر ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد ساقه اصلی، تعداد غده، متوسط وزن غده در بوته، عملکرد و درصد ماده خشک غده تأثیر خیلی معنی‌داری گذاشت و همچنین توسعه اولیه شاخ و برگ در غده‌های بذری بزرگ‌تر نسبت به غده‌های بذری کوچک‌تر، سریع‌تر بوده و توسعه کانوپی در پوشش گیاهی حاصل از غده‌های بذری کوچک‌تر، کندتر از غده‌های بذری بزرگ‌تر می‌باشد.

وزن غده در بوته

تأثیر حذف گل‌آذین بر وزن غده در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن غده در بوته

به میزان ۷۳/۱۳ گرم در حالت حذف گل‌آذین مشاهده شد که ۱۶ درصد نسبت به حالت عدم حذف افزایش نشان داد و کم‌ترین وزن غده در بوته نیز به میزان ٦۲/۹٦ گرم در حالت عدم حذف گل‌آذین مشاهده شد (جدول ٤). در سیب‌زمینی دوره گلدهی با شروع دوره رشد غده‌ها مصادف بوده و در نتیجه بین آن‌ها از نظر مصرف آسیمیلات‌ها رقابت شدیدی وجود دارد و حذف گل‌آذین می‌تواند به علت حذف مقصدی رقابت کننده با غده‌ها میانگین وزن غده در بوته را افزایش دهد. ویلیام و استون (۲۰۱۰) نیز اعلام کردند که در سیب‌زمینی مرحله رشد غده‌ها مصادف با تشکیل گل‌ها روی ساقه اصلی و انشعابات می‌باشد. بیزویهو و تکالیگن (۲۰۰۸) و فرامرزی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که در سیب‌زمینی گل‌ها و غده‌ها در رابطه با کسب آسمیلات‌ها رقابت می‌کنند به طوری که حذف گل‌ها انتقال آسمیلات به ساختارهای زیرزمینی را بیشتر کرده و وزن غده‌ها افزایش می‌یابد.

اثر اندازه غده بذری بر وزن غده در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن غده در بوته با مصرف غده‌های بذری با وزن ٦۵ تا ۷۵ گرم و ۷۵ تا ۸۵ گرم حاصل شد که نسبت به بذور ریز حدود ۲۹ درصد افزایش نشان داد و کم‌ترین اندازه غده در بوته نیز با مصرف غده‌های بذری با وزن ۲۵ تا ۳۵ گرم مشاهده شد (جدول ٤). آدهیکاری (۲۰۰۵) و جم و همکاران (۱۳۸۷) نیز طی آزمایشی اعلام کردند که با افزایش اندازه غده بذری ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی، تعداد غده، متوسط وزن غده در بوته، عملکرد و درصد ماده خشک غده به طور معنی‌داری افزایش یافت و همچنین توسعه اولیه شاخ و برگ در غده‌های بذری بزرگ‌تر نسبت به غده‌های بذری کوچک‌تر، سریع‌تر بوده و توسعه کانوپی در پوشش گیاهی حاصل از غده‌های بذری کوچک‌تر، کندتر از غده‌های بذری بزرگ‌تر می‌باشد.

عملکرد غده در هکتار

تأثیر حذف گل‌آذین بر عملکرد غده در هکتار در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد غده به میزان ۲۰/۱۳ تن در هکتار در حالت حذف گل‌آذین مشاهده شد که نسبت به حالت عدم حذف عملکرد غده ۱۵ درصد افزایش یافت و کم‌ترین عملکرد غده نیز به میزان ۱۷/٤۵ تن در هکتار در حالت عدم حذف گل‌آذین مشاهده شد (جدول ٤). حذف گل‌آذین عملکرد غده را به میزان ۱۵ درصد نسبت به حالت عدم حذف گل‌آذین افزایش داد. گلدوست جلودار و همکاران (۱۳۹۰) و تکالیگن (۲۰۰۵) نیز طی آزمایشاتی اعلام کردند که با حذف گل‌آذین سیب‌زمینی، عملکرد غده به ترتیب ۲۲ و ۱۸ درصد افزایش یافت. از آنجایی که در تیمار حذف گل‌آذین اندازه و میانگین وزن غده در بوته افزایش یافته است، به تبع آن عملکرد غده در بوته نیز بیشتر شده است. حذف گل‌آذین به علت بالا بردن تعداد شاخه‌ها در بوته در اثر از بین بردن غالبیت انتهایی ساقه، سطح فتوسنتزی گیاه را افزایش داده و آسیمیلات بیشتری تولید و به غده‌ها منتقل شده و همچنین در سیب‌زمینی، گل‌آذین و بذرهای حقیقی در بخش هوایی هم زمان با تولید و گسترش ریزوم‌ها و غده‌ها در زیر خاک تشکیل می‌یابند (ویلیام و استون،۲۰۱۰ و رضائی و سلطانی، ۱۳۸۳) و در نتیجه بین آنها از نظر مصرف آسیمیلات ها رقابت شدیدی وجود دارد و حذف گل‌آذین می‌تواند به علت حذف مقصدی رقابت کننده با غده‌ها عملکرد غده را افزایش دهد. در تأیید این مطلب، بیزویهو و تکالیگن (۲۰۰۸) و فرامرزی و همکاران (۲۰۱۱) طی آزمایشاتی اعلام کردند که در سیب‌زمینی گل‌آذین‌ها و غده‌ها در رابطه با کسب آسیمیلات‌ها رقابت می‌کنند و هرس گل‌ها به علت تحریک افزایش انتقال آسیمیلات‌ها به ساختارهای زیرخاکی، عملکرد غده را افزایش می‌دهد. تکالیگن و هاممس (۲۰۰۵) اعلام داشتند که نمو آغازین‌های گل برای تولید گل‌های بالغ به مقدار قابل توجهی آسیمیلات‌های در دسترس نیاز دارد.

اثر اندازه غده بذری بر عملکرد غده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد غده با مصرف غده‌های بذری با وزن ٦۵ تا ۷۵ گرم و ۷۵ تا ۸۵ گرم حاصل شد که نسبت به بذور ریز عملکرد غده حدود ٤۵ درصد افزایش یافت و کم‌ترین اندازه غده در بوته نیز با مصرف غده‌های بذری با وزن ۲۵ تا ۳۵ گرم مشاهده شد (جدول ٤). از آنجایی که بیشترین تعداد غده در بوته، اندازه غده و میانگین وزن غده با مصرف غده‌های بذری بالا حاصل شد به تبع آن بیشترین عملکرد غده نیز با کاشت این بذرها حاصل شد. میشل و همکاران (۲۰۱۲) طی آزمایشاتی اعلام کردند که عملکرد سیب‌زمینی بیشتر تحت تأثیر وزن غده‌های بذری می‌باشد و غده-های بذری کوچک‌تر به دلیل کندی سرعت ایجاد پوشش گیاهی، عملکرد کمتری تولید می‌کنند. آدهیکاری (۲۰۰۵) طی آزمایشی اعلام کرد که عملکرد غده سیب‌زمینی با کاهش اندازه بذر، کاهش می‌یابد و همچنین اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر وزن غده و تعداد ساقه در هر بوته دارد. آزمایشات ایمانی و رسولی (۱۳۸۵) نیز نشانگر این است که عملکرد محصول رقم مورن با کاشت غده‌های بذری با وزن ۵۵ تا ٦۵ گرم به حداکثر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

حذف گل‌آذین سیب‌زمینی به علت از بین بردن یک مخزن بی‌مصرف و رقابت کننده در مصرف مواد فتوسنتزی در افزایش عملکرد غده مؤثر واقع شد و عملکرد غده به میزان ۲/٦۸ تن در هکتار معادل با ۱۵ درصد افزایش یافت و بیشترین و اقتصادی‌ترین عملکرد غده به مقدار ۲۱/۸۹ تن در هکتار از اندازه غده بذری ٦۵ تا ۷۵ گرم حاصل شد که این اندازه غده بذری و حذف گل‌آذین در سیب‌زمینی توصیه می‌گردد.

منابع

ایمانی، ع. و م. رسولی. ۱۳۸۵. تأثیر اندازه غده بذری بر عملکرد و رشد سیب‌زمینی رقم مورن. مجله علوم کشاورزی. جلد ۱۲، (۱): ۱۷۳-۱٦۵.

جم، ا.، ع. عبادی، ا. امینی، و ب. دهدار. ۱۳۸۷. تأثیر تراکم و اندازه غده روی برخی صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. جلد ٤، (۸۱): ۲۹-۱۹.

خواجه پور، م. ر.۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات دانشگاه اصفهان. ٥٦٤ صفحه.

رضائی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۸۳. زراعت سیب‌زمینی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۷۷ صفحه.

کوچکی، ع.، ا. زند، م. بنایان اول، پ. رضوانی مقدم، و س. وصال. ۱۳۸٤. اکوفیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه مشهد. ۹۵۱ صفحه.

گلدوست جلودار، م.، م. ب. خورشیدی بنام، د. حسن پناه، و ش. عزیزی. ۱۳۹۰. اثرات حذف گل و اندازه مینی تیوبر بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم سیب‌زمینی آگریا در دو روش کاشت در منطقه اردبیل. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، جلد ۵، (۲۰): ۸۰-٦۷.

لاهوتی، م.، م. زارع حسن آبادی، و ر. احمدیان. ۱۳۸۲. بیوشیمی و فیزیولوژی هورمون‌های گیاهی. انتشارات دانشگاه مشهد. ۳۵۹ صفحه.

مدنی، ح.، آ. مقیمی، و ن. ساجدی. ۱۳۸۹. تأثیر مقادیر مختلف زئولیت و دور آبیاری بر عملکرد و برخی صفات سیب‌زمینی. مجله یافته‌های نوین کشاورزی. جلد ٤، (۳): ۲۸۱-۲۸۹.

مندنی، ف.، ف. گل زردی، گ. احمدوند، ع. سپهری، آ. جاهدی. ۱۳۸۵. بررسی شاخص‌های رشد سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) به طول دوره تداخل علف‌های هرز در دو تراکم بذری و تجاری. مجله پژوهش کشاورزی. جلد ٦، (٤): ۹۳-۷۷.

مودب شبستری، م. و م. مجتهدی. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۳۵ صفحه.

Abdullah-Al-Mahmud1, M. D., H. Altaf, M. Abdullah-Al-Mamun, H. Ebna, R. Shafiur, A. Shawquat, and B. Mahfuz. 2014. Plant canopy, tuber yield and growth analysis of potato under moderate and severe drought condition. *J. Plant Sci.* 2(5): 201-208.

Adhikari, R. 2005. Performance of Different Size True Potato Seed Seedling Tubers at Khumaltar. *Nepal Agric. Res. J.* 6: 28-34

Bizuayehu, D. and T. Tekalign. 2008. The effect of removal of buds and younger leaves on growth, tuber yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) grown under hot tropical lowland. *East Afr J. Sci.* 2(2): 124-129.

Faramarzi, A., S. Shahrokhi, S. Mehrpouya, and D. Hasan Panah. 2011. Evaluation of inflorescence removing and salinity anti-stress matter application effects on potato, Solanum tuberosum (cv. Agria) yield. International Conference on Biology, Environment and Chemistry IPCBEE vol.24 IACSIT Press, Singapore.

Fisher, D. G., K. L. Deahl, and M. V. Rainforth. 2002. Amateur potato Breeders manual. 69: 53-61.

Gumul, D., R. Ziobro, M. Noga, and R. Sabat. 2011. Characterization of five potato cultivars according to their nutritional and pro-health components. *Acta Sci Pol Technol Aliment*. 10(1): 73-81.

Khalafalla, A. M. 2000. Effect of plant density and seed size on growth and yield of potato in Khartoum State, Sudan. Fifth triennial congress of the African potato Association. 28 May-2June. Kampala.Uganda.

Michael T., F. Mmasasira, C. Mandisodza, B. Arnold, and B. Evison. ¶2012. Influence of plant population and seed tuber size on growth and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Int. J. Agric. Biol.* 14(4): 545-551.

Orzolek, M. D., G. L. Greaser, and J. K. Harper. 2010. Commercial vegetable production guide. Penn State Cooperative Extension Agricultural Alternatives: The Pennsylvania State University. 124 p.

Tekalign, T. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth: I. Stomata conductance, rate of transpiration, net photosynthesis and dry matter production and allocation. *Sci Hortic.* 105: 13- 27.

Tekalign, T. and P. S. Hammes. 2005. Response of potato grown in hot tropical lowland to applied paclobutrazol. II: Tuber attributes. *New Zeal J Crop Hort.* 33:43-51.

William, H. and B. Steven. 2010. Commercial potato production in North America. The Potato Association of America Handbook. 90 p.

The effect of inflorescence removing and seed tuber size on leaf area index and tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.)

A.Nasrollahzadeh Asl[1], A. Pasha Poor Khoyi [2]

Received: 2016-4-22 Accepted: 2016-10-18

Abstract

In order to investigate the effect of removing inflorescence and seed tuber size on yield and yield components of potato, the experiment was conducted using a factorial method based on randomized complete block design with three replications in a farm located in evoghlu region of Khoy city, during spring of 2014. The first factor was removal of inflorescence at two levels including removal and non-removal of inflorescence and the second factor was the seed tuber size at six levels including 25-35 g, 35-45 g, 45-55 g, 55-65 g, 65-75 g, and 75-85 g. The results indicated that the effect of removing inflorescence and seed tuber size was significant on tuber size, weight of tuber in plant, the number of branches and leaves in plant, leaf area index and tuber yield. So that the highest leaf area index (5.48) obtained from the treatment of inflorescence removing and tuber yield also in the treatment of inflorescence removing increased by 2.68 tons per hectare (%15). In regard with seed tuber size, the highest rates of tuber yield were 22.64 and 21.89 tons per hectare which were respectively obtained for seed tuber sizes of 65-75 g and 75-85 g. There was no significant difference between these two sizes of seed tuber in regard with tuber yield. Therefore, inflorescence removing is effective in yield increasing due to elimination of un useful sink, also seed tuber size of 65-75 g is recommended in order to save seed consumption and reduce costs.

Keywords: Leaf area, number of tuber, inflorescence, yield

1- Assistant prof., Department of Agronomy, College of Agriculture,Khoy Science and Research Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran.
2- M.Sc Graduated student Department of Agronomy, College of Agriculture,Khoy Science and Research Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran