علوم باغبانی ایران
دورۀ ۴۶، شمارۀ ۱، بهار ۱۳۹۴ (ص ۳۹-۲۷)

بررسی اثر تاریخ کاشت بر روند تجمع مادۀ خشک و خصوصیات زراعی ارقام سیب‌زمینی تحت‌تأثیر یخ‌بندان در شرایط مزرعه

عبدالستار دارابی[1] و رضا صالحی[2*]
۱. استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان
۲. استادیار گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱/۲۴)

چکیده

این پژوهش به‌صورت آزمایش کرت‌های‌یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به‌مدت یک سال زراعی (۱۳۹۰ـ ۱۳۹۱) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان اجرا شد. فاکتور اصلی شامل سه تاریخ کاشت از یازدهم آذرماه تا اول دی‌ماه به فاصلۀ ۱۰ روز و فاکتور فرعی چهار رقم سیب‌زمینی (سانته، ساوالان، سانتانا و المرا) بود. هنگام وقوع یخ‌بندان گیاهان در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه به‌ترتیب در مرحلۀ غده‌زایی و رشد سبزینه‌ای بودند که درنتیجه کلیۀ اندام‌های هوایی بوته‌ها از بین رفتند ولی در تاریخ کاشت اول دی‌ماه گیاهان هنوز از خاک خارج نشده بودند. یک هفته قبل از برداشت، اندام‌های هوایی قطع و غده‌ها در اواخر اردیبهشت‌ماه برداشت شدند. در اولین نمونه‌برداری بعد از وقوع یخ‌بندان، مقدار مادۀ خشک اندام هوایی و غده در کلیۀ ارقام کاهش یافت. رقم ساوالان سریع‌تر از سایر ارقام ترمیم یافت. همچنین سرعت ترمیم گیاهان در تاریخ کاشت ۲۱ آذر سریع‌تر از تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه بود. بیشترین تجمع مادۀ خشک بوته در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه به رقم ساوالان تعلق داشت. به‌دلیل بیشتربودن مقدار مادۀ خشک بوته در تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه نسبت به ۲۱ آذرماه، اختلاف عملکرد محصول در تاریخ کاشت ۲۱ آذر (۷/۹۶ تن در هکتار) در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۱ آذر (۷/۳۹ تن در هکتار) در سطح معنادار ۵ درصد برتر بود. نتایج نشان داد که بر اثر یخ‌بندان عملکرد کل و قابل فروش غده، درصد عملکرد قابل فروش و متوسط وزن غده در هر دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه در مقایسه با تاریخ کاشت اول دی‌ماه کاهش یافت ولی اثر یخ‌بندان بر متوسط تعداد غده و درصد مادۀ خشک غده معنادار نبود. با توجه به نتایج این پژوهش به‌منظور اجتناب از خسارت یخ‌بندان به کشت زمستانۀ سیب‌زمینی در خوزستان از کاشت این محصول قبل از اوایل دی‌ماه بایستی اجتناب کرد و رقم ساوالان به‌منزلۀ مناسب‌ترین رقم برای این کشت توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اندام هوایی، رشد رویشی، غده، غده‌زایی، فنولوژی.

مقدمه

گیاهان در طول حیات خود همواره با تنش‌های متعددی مواجه‌اند که یکی از آن‌ها، سرماست.کاهش شدید دما در طول زمستان به پایین‌تر از حد آستانۀ تحمل گیاه، می‌تواند صدمات شدیدی در پی داشته باشد و به افت عملکرد در واحد سطح منجر شود (Fowler & Limin,

* تلفن: ۰۹۱۲۶۹۰۲۹۳۶
E-mail: salehir@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

2004). سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از محصولاتی است که سطح زیر کشت وسیعی در جهان دارد و از نظر میزان تولید رتبهٔ پنجم را داراست. این محصول غده‌ای نه‌تنها از نظر هیدروکربن‌ها غنی است بلکه منبع مهم مواد معدنی و ویتامین‌ها نیز است. در کشورهای توسعه‌یافته حدود ۵۰۰ میلیون نفر از سیب‌زمینی تغذیه می‌کنند (Folgado *et al.*, 2013). اگرچه دمای مناسب برای رشد و نمو و فتوسنتز در سیب‌زمینی ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد است به‌رغم این دمای نسبتاً پایین، ارقام کشت‌شدهٔ سیب‌زمینی نسبت به یخبندان حساس هستند (Dwell *et al.*, 1981). دمایی که در آن گیاهان دچار یخزدگی می‌شوند بسته به گونهٔ گیاهی و رقم متفاوت است. بعضی از گونه‌های وحشی سیب‌زمینی همانند *S. commersonii* تا ۵- درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به یخبندان مقاوم است (Buchanan *et al.*, 2000). این گونه و گونهٔ *S. acaule* مقاوم‌ترین گونه‌های سیب‌زمینی در مقابل یخبندان هستند. ارقام تجاری این محصول که در بیشتر نقاط دنیا و ایران کشت می‌شوند به گونهٔ *S. tuberosum* تعلق دارند که نسبت به یخزدگی حساس هستند و تنوع ژنتیکی کمی برای مقاومت در مقابل این پدیده دارند (Chen & Li, 1980). در گونهٔ *S. tuberosum* عمل یخزدگی در دمای پایین‌تر از صفر درجهٔ سانتی‌گراد روی می‌دهد و در منابع مختلف دمای کشنده بین۱ـ تا ۳/۲- گزارش شده است (Palta *et al.*, 2008; Hijmans *et al.*, 2003). کاهش شدید محصول سیب‌زمینی بر اثر یخزدگی در مناطق مختلف دنیا گزارش شده است (Vega *et al.*, 2000; Midmore, 1992) به‌طوری‌که بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۵ معادل ۱۰ درصد تولید این محصول در جهان بر اثر یخبندان از بین رفت (Venter, 2006). Hijmans (1993) گزارش کرد که ۲۵ درصد از سطح زیر کشت سیب‌زمینی در منطقهٔ التی‌پلانو (واقع در کشورهای پرو و بولیوی) هر سه سال یک‌بار در معرض یخبندان هستند. اثر خسارت سرما بسته به شدت و مرحلهٔ رشد گیاه و رقم متفاوت است ولی به‌طورکلی، با از بین بردن و یا کاهش سطح سبز موجب کاهش عملکرد و در مواردی موجب افت کیفیت خوراکی غده‌ها نیز می‌شود (Venter, 2006). میزان خسارت یخبندان به سیب‌زمینی، به مراحل رشد و نمو این محصول،که به پنج مرحله تقسیم می‌شود، بستگی دارد.

در صورت وقوع یخبندان در مرحلهٔ رشد و توسعهٔ جوانه‌ها، فاصلهٔ زمانی بین کاشت غده و خروج جوانه‌ها از خاک طولانی خواهد شد. اگر یخبندان در مرحلهٔ رشد سبزینه‌ای روی دهد، با توجه به اینکه مدت زمان این دوره در ارقام مختلف سیب‌زمینی (زودرس، متوسطرس و دیررس) یکسان نیست، میزان خسارت بسته به رقم متفاوت است در همهٔ ارقام کمتر از دو مرحلهٔ بعدی است. در مراحل غده‌زایی و حجیم‌شدن غده‌ها، یخبندان سبب کاهش شدید عملکرد سیب‌زمینی خواهد شد. در صورت بروز یخبندان در مرحلهٔ بلوغ، کاهش عملکرد سیب‌زمینی شایان ملاحظه نیست (Khan *et al.*, 2011; Venter, 2006). برای ارزیابی میزان خسارت عوامل زیان‌آور ازجمله یخبندان، به‌طور مصنوعی و غیرطبیعی، در سیب‌زمینی شبیه‌سازی صورت می‌گیرد، به این ترتیب که همه یا مقداری از اندام‌های هوایی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه قطع می‌شود (Jaramillo et al., 1989). Hassanabadi *et al.* (2012) با قطع میزان‌های متفاوت اندام‌های هوایی در زمان‌های مختلف گزارش کردند که بیشترین کاهش عملکرد رقم کوزیما در تخریب ۱۰۰ درصد اندام‌های هوایی ۵ هفته بعد از سبزشدن مشاهده شده است. در آزمایشی در آفریقای جنوبی دو رقم سیب‌زمینی داریوس و BP_1 در سه مرحلهٔ رشدی ۳، ۵ و ۱۰ هفته بعد از سبزشدن به‌مدت ۳ و ۶ ساعت در معرض دمای ۲- درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند. بیشترین کاهش عملکرد در هر دو رقم در ۱۰ هفته بعد از سبزشدن مشاهده شد (Venter, 2006).

سیب‌زمینی تولیدشده در مناطق معتدلهٔ کشور در پاییز و اوایل زمستان به مصرف می‌رسد و بعد از آن خلأ این محصول در بازار وجود دارد. با کشت سیب‌زمینی در مناطق گرم و عرضهٔ آن در فصل بهار می‌توان به پرکردن این خلأ اقدام کرد. یکی از مناطق نیمه‌گرمسیری مناسب برای کشت سیب‌زمینی استان خوزستان است که زراعت این محصول در سال‌های اخیر مورد استقبال کشاورزان این استان قرار گرفته است به‌گونه‌ای که سطح زیر کشت آن از ۳۴۷ هکتار در سال زراعی ۱۳۶۳ـ ۱۳۶۴ هم‌اکنون به ۵۷۴۶ هکتار (Anonymus, 2011)

Archive of SID

www.SID.ir

رسیده است. کشت این محصول در خوزستان در یک محدودهٔ وسیع زمانی از اواخر آبان‌ماه تا اواخر دی‌ماه انجام می‌شود. از طرف دیگر بررسی آمار هواشناسی استان طی یک دورهٔ ده‌ساله نشان داد که احتمال بروز یخبندان در اواخر دی‌ماه و اوایل بهمن‌ماه ۵۰ درصد است (Darabi, 2007)، بنابراین گیاهان حاصل از تاریخ کاشت‌های مزبور (اواخر آبان‌ماه تا اواخر دی‌ماه) در مراحل مختلف رشد و نمو با یخبندان احتمالی مواجه می‌شود و درنتیجه میزان کاهش عملکرد بسته به تاریخ کاشت‌های مختلف متفاوت خواهد بود. اگرچه تا کنون مطالعات زیادی در ارتباط با تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت سیب‌زمینی در خوزستان (Sabbagh Shushtery, 1992; Darabi, 2000) و در سایر مناطق کشور (Hassanpanah *et al*., 2009; Parvizi *et al*., 2011) صورت گرفته است تا کنون هیچ گزارشی در کشور دربارهٔ اثر یخبندان طبیعی بر میزان کاهش عملکرد و خصوصیات زراعی ارقام سیب‌زمینی ارائه نشده است. بنابراین هرچند این آزمایش به منظور بررسی اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد ارقام سیب‌زمینی طراحی شده بود،با توجه به وقوع یخبندان در اوایل بهمن‌ماه ۱۳۹۰، شرایط استثنایی و ویژه‌ای پدید آمد که امکان مطالعهٔ اثر تاریخ کاشت بر روند تجمع مادهٔ خشک، عملکرد و خصوصیات زراعی ارقام سیب‌زمینی تحت‌تأثیر این عامل فراهم شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش اسپلیت پلات (کرت‌های خردشده) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی (۱۳۹۰ـ ۱۳۹۱) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با ۳۶ ′ :°۳۰ عرض شمالی و ″۱۴′ :۵۰ طول شرقی اجرا شد. محل آزمایش اقلیم گرم و نیمه‌خشک با ارتفاع ۳۲۰ متر از سطح دریا دارد. برخی پارامترهای هواشناسی ماهیانه در ضمن انجام آزمایش در جدول۱ ارائه شده است. فاکتور اصلی شامل سه تاریخ کاشت از یازدهم آذرماه تا اول دی‌ماه به فاصلهٔ ۱۰ روز و فاکتور فرعی چهار رقم سانته، ساوالان، سانتانا و المرا بود. با توجه به فواصل زمانی تاریخ‌های کاشت و پرهیز از اثرات احتمالی آن بر سن فیزیولوژیک غده‌ها، غده‌های مورد نیاز برای هر تاریخ کاشت حدود ۴۰ روز قبل از کاشت از سردخانه (دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد) خارج شدند. بعد از خروج از سردخانه، غده‌ها ابتدا در جعبه و در محیط تاریک در دمای ۱۵ـ ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند تا جوانه بزنند. سپس غده‌ها به‌مدت حدود یک ماه در معرض نورکافی و همان دما قرار داده شدند به‌طوری‌که در زمان کاشت، غده‌ها از نظر سن فیزیولوژیک در شرایط سنی جوانه‌زنی معمولی، دارای ۳ـ۵ جوانهٔ سبز ۱ـ ۱/۵ سانتی‌متری بودند. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی رسی لومی با pH=۷/۷ و هدایت الکتریکی ۲/۳ میلی‌موس بر سانتی‌متر، میزان کربن آلی خاک ۰/۸ درصد و فسفر و پتاس قابل جذب به‌ترتیب ۷/۹ و ۲۶۹ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. مصرف کود براساس نتایج آزمون خاک و توصیهٔ مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب صورت گرفت و میزان آن عبارت بود از۱۰۰کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار که هنگام تهیهٔ زمین به‌طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط شدند. کود نیتروژن لازم نیز به میزان ۳۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار، نصف آن قبل از کاشت و بقیه هنگام خاک‌دهی پای بوته در اختیار گیاهان قرار گرفت (Melekoti & Tehrani, 1999). هر کرت آزمایشی به مساحت ۳۰ مترمربع شامل ۵ خط کاشت به طول ۸ متر و به فاصلهٔ ۷۵ سانتی‌متر بود. فاصلهٔ بوته‌ها روی خطوط ۲۵ سانتی‌متر منظور شد. هنگام برداشت محصول دو خط وسط هر کرت با حذف ۵۰ سانتی‌متر از بالا و پایین هر خط و به مساحت ۱۰/۵ مترمربع برداشت و در محاسبات منظور شد. به‌منظور اندازه‌گیری روند تجمع مادهٔ خشک از ۱۵ روز بعد از سبزشدن تا هنگام برداشت به فاصلهٔ ۱۵ روز، ۵ گیاه از هر کرت برداشت و وزن خشک اندام‌های هوایی و غده یادداشت شد. وزن خشک اندام‌های برداشت‌شده با قراردادن این اندام‌ها در آون در دمای ۷۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت تعیین شد. هنگامی که قطر قسمت متورم انتهای استولون دو برابر قطر استولون شد به‌منزلهٔ زمان تشکیل غده تلقی شد (Ewing & Struik, 1992). در تاریخ سوم بهمن‌ماه دمای هوا به ۳/۲- درجهٔ سانتی‌گراد رسید و یخبندان به‌مدت چهار شب ادامه یافت. در طول دورهٔ رشد از تعداد بوته‌های ازبین‌رفته بر اثر یخبندان در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱

Archive of SID

www.SID.ir

آذرماه یادداشت‌برداری شد. یک هفته قبل از برداشت اندام‌های هوایی قطع و غده‌ها در اواخر اردیبهشت‌ماه برداشت شدند. پس از برداشت عملکرد کل و قابل فروش (عملکرد کل منهای غده‌های ریز، غده‌هایی با رشد ثانویه و غده‌های گندیده) درصد عملکرد قابل فروش، متوسط تعداد غده در هر بوته، متوسط وزن غده، درصد وزنی غده‌هایی با رشد ثانویه (بدشکل)، درصد وزنی غده‌های ریز (با قطر کمتر از ۳۵ میلی‌متر) و درصد مادهٔ خشک غده محاسبه شد. در پایان داده‌های جمع‌آوری‌شده از اندازه‌گیری صفات با نرم‌افزار MSTATC تجزیهٔ واریانس و میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

مراحل فنولوژی گیاهان در تاریخ‌های مختلف کاشت هنگام وقوع یخبندان

هنگام وقوع یخبندان گیاهان تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه در مرحلهٔ غده‌زایی و گیاهان تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه در مرحلهٔ رشد سبزینه‌ای بودند. در تاریخ کاشت اول دی‌ماه گیاهان هنوز از خاک خارج نشده بودند و در مرحلهٔ رشد و توسعهٔ جوانه‌ها قرار داشتند. به‌دلیل شدت یخبندان و تداوم آن به‌مدت چهار شب کلیهٔ اندام‌های هوایی در همهٔ ارقام بررسی‌شده در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه از بین رفتند. بین این مشاهدات و گزارش Venter (2006) که بیشتر ارقام سیب‌زمینی خوراکی نسبت به یخبندان حساس هستند و میزان خسارت یخبندان به شدت و مدت وقوع یخبندان بستگی دارد هماهنگی وجود دارد. از بین رفتن اندام‌های هوایی سیب‌زمینی در خوزستان بر اثر یخبندان توسط Darabi (2000 & 2007) نیز گزارش شده است.

درصد بوته‌های ترمیم‌یافته

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر درصد بوته‌های ترمیم‌یافته معنادار نیست (در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه به‌ترتیب۷۹/۹۹ و ۸۰/۷۵ درصد) ولی اثر رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر این صفت در سطح ۱ درصد معنادار بود. بیشترین درصد بوته‌های ترمیم‌یافته (۹۱/۵ درصد) به رقم ساوالان تعلق داشت و از نظر این صفت رقم مزبور بر کلیهٔ ارقام بررسی‌شده برتری داشت (درصد ترمیم در ارقام سانته، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۷۸/۱۴، ۷۴/۱۷ و ۷۷/۶۷ درصد بود). معنادارشدن اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بیانگر یکسان‌نبودن روند تغییرات درصد بوته‌های ترمیم‌یافته در ارقام بررسی‌شده در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه است. درحالی‌که اختلاف درصد بوته‌های ترمیم‌یافتهٔ ارقام سانته، سانتانا و المرا در دو تاریخ کاشت مزبور معنادار نبود، این صفت در رقم ساوالان در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه نسبت به تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه در سطح ۱ درصد افزایش یافت (شکل ۱).

جدول ۱. برخی از پارامترهای هواشناسی ماهیانه در دورهٔ رشد و نمو سیب‌زمینی

پارامتر هواشناسی	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
میانگین دما (°C)	۱۴/۹	۱۳/۱۵	۱۱/۹۵	۱۴/۵۵	۲۰/۳	۳۲/۸۵
میانگین دمای حداکثر (°C)	۲۰/۱۹	۱۹/۵	۱۷/۹	۲۱/۲	۲۸/۶	۳۷/۷
میانگین دمای حداقل (°C)	۵/۶	۶/۸	۶/۳	۷/۹	۱۳/۸	۲۲
حداکثر مطلق دما (°C)	۲۵/۴	۲۳/۶	۲۴/۴	۳۱	۳۳/۸	۴۲/۲
حداقل مطلق دما (°C)	۲/۲	۲	-۳/۲	۲/۲	۴/۶	۱۵/۲
بارندگی (میلی‌متر)	۱۸/۸	۲۸/۶	۶۲/۸	۲۵/۹	۲۲/۵	۰

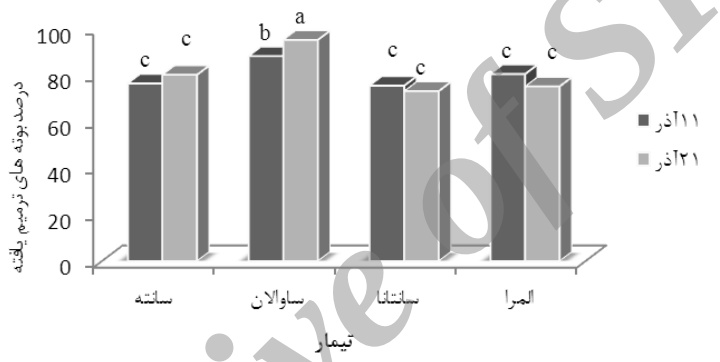
عملکرد کل تاریخ کاشت‌های یخزده

عملکرد تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه (۷/۹۶ تن در هکتار) در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه (۷/۳۹ تن در هکتار) در سطح ۵ درصد برتری داشت. علت افزایش عملکرد تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه نسبت به ۱۱ آذرماه را می‌توان به تفاوت در مراحل فنولوژیکی گیاهان هنگام وقوع یخبندان نسبت داد. گیاهان دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه هنگام وقوع یخبندان به‌ترتیب در مرحلهٔ غده‌زایی و رشد سبزینه‌ای قرار

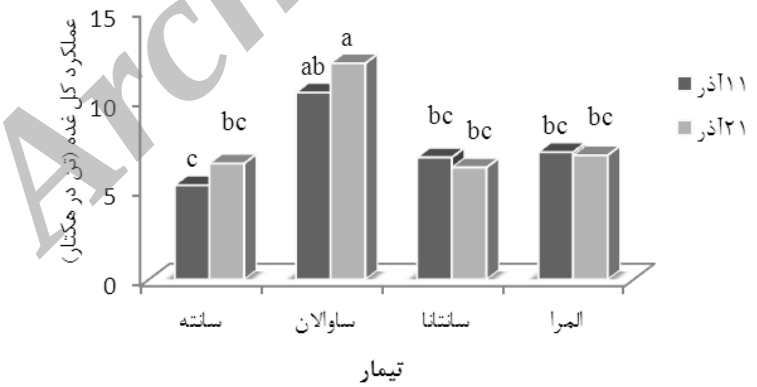
Archive of SID

www.SID.ir

داشتند. در مرحلهٔ غده‌زایی، غده به‌منزلهٔ یک مقصد قوی بیشتر مواد غذایی را به سمت خود جذب می‌کند و سبب کاهش قدرت ترمیم اندام‌های هوایی خواهد شد (Venter, 2006). بیشتربودن کاهش عملکرد سیب‌زمینی بر اثر وقوع یخبندان در مرحلهٔ غده‌زایی نسبت به مرحلهٔ رشد سبزینه‌ای توسط Shields & Wyman (1984) و در آزمایش‌های شبیه‌سازی توسط Hassanabadi *et al.* (2012) نیز گزارش شده است. مطابق گزارش Venter (2006) در این بررسی نیز میزان خسارت و درنتیجه کاهش عملکرد ارقام بررسی‌شده یکسان نبود. بیشترین عملکرد کل (۱۱/۲۳ تن در هکتار) به رقم ساولان مربوط بود و از نظر این صفت رقم مزبور در سطح ۱ درصد بر سایر ارقام (در ارقام سانته، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۵/۹۵، ۶/۵۲ و۷ تن در هکتار) برتری داشت. به‌دلیل یکسان‌بودن روند تغییرات عملکرد ارقام بررسی‌شده در دو تاریخ ۱۱ و ۲۱ آذرماه اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت از نظر این صفت معنادار نبود. بیشترین عملکرد کل به رقم ساوالان در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه تعلق داشت و عملکرد کل رقم مزبور برکلیهٔ تیمارهای مطالعه‌شده به‌جز عملکرد همین رقم در تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه در سطح ۱ درصد برتری داشت (شکل۲). برای پی‌بردن به روند ترمیم و دلیل تفاوت میزان خسارت یخزدگی به ارقام مطالعه‌شده و دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه روند تجمع مادهٔ خشک در بوته و اندام‌های مختلف آن تشریح می‌شود.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و رقم بر درصد بوته‌های ترمیم‌یافته



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد کل غده

روند تجمع مادهٔ خشک اندام‌های هوایی

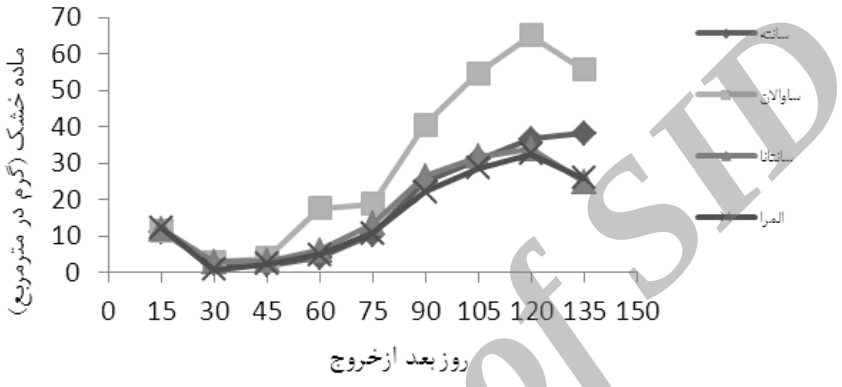
تاریخ کاشت ۱۱آذرماه

پانزده روز بعد از سبزشدن، میزان مادهٔ خشک در اندام‌های هوایی ارقام سانته، ساوالان، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۱۱/۱۳، ۱۱/۲۹، ۱۱/۸۷ و ۱۲/۳ گرم در مترمربع بود. ۳۰ روز بعد از سبزشدن و ۶ روز بعد از پایان یخبندان مقدار مادهٔ خشک ارقام سانته، ساوالان، سانتانا و المرا در مقایسه با ۱۵ روز بعد از خروج به‌ترتیب ۷۹، ۷۴، ۷۶ و ۹۶٪ کاهش یافت. تا ۶۰ روز بعد از خروج، مقدار مادهٔ خشک اندام هوایی این ارقام از ۱۵

Archive of SID

www.SID.ir

روز بعد از خروج کمتر بود ولی در ۷۵ روز بعد از خروج، میزان مادهٔ خشک اندام هوایی ارقام سانته، ساوالان و سانتانا تقریباً با مقدار مادهٔ خشک اندام هوایی این ارقام در ۱۵ روز بعد از خروج برابر شد ولی در این هنگام، مقدار مادهٔ خشک اندام هوایی رقم ساوالان در مقایسه با ۱۵ روز بعد از خروج ۷۶ درصد بیشتر بود که دلیلی بر بالاتربودن قدرت ترمیم رقم ساوالان در مقایسه با سایر ارقام بررسی‌شده است. بیشترین مادهٔ خشک اندام هوایی در کلیهٔ ارقام (به استثنای رقم سانته) در ۱۵ روز قبل از برداشت مشاهده شد و در آخرین نمونه‌برداری به‌علت پیری و مسن‌شدن برگ‌ها و تجمع بیشتر مواد غذایی در غده‌ها کاهش یافت (شکل۳). کاهش مادهٔ خشک اندام‌های هوایی در اواخر دورهٔ رشد و نمو گیاه توسط Darabi & Eftekhari (2012) نیز گزارش شده است. در این تاریخ کاشت بیشترین میزان مادهٔ خشک اندام هوایی (۶۵/۰۶ گرم در مترمربع) به رقم ساوالان مربوط بود.



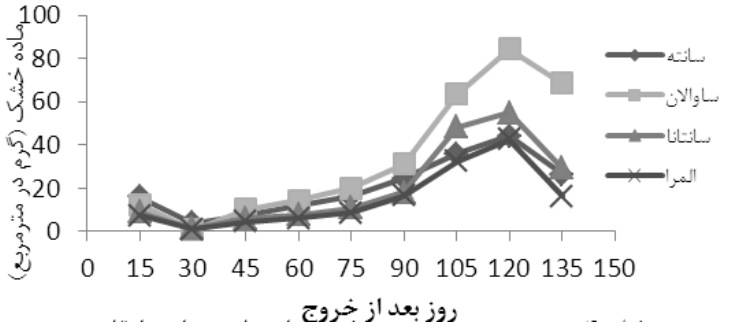
شکل ۳. روند تجمع ماده خشک اندام‌های هوایی ارقام مورد بررسی در تاریخ کاشت ۱۱ آذر

تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه

۱۵ روز بعد از سبزشدن گیاهان، مقدار مادهٔ خشک اندام‌های هوایی در ارقام سانته، ساوالان، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۱۵/۸۵، ۱۲/۴۶، ۹/۱۴ و ۷/۵ گرم در مترمربع بود. در ۳۰ روز بعد از خروج و ۱۰ روز بعد از پایان یخبندان مقدار مادهٔ خشک اندام‌های هوایی ارقام مزبور در مقایسه با ۱۵ روز بعد از خروج به‌ترتیب ۷۵، ۹۵، ۸۶ و ۸۶ درصد کاهش یافت که در مقایسهٔ میزان کاهش وزن خشک اندام‌های این ارقام در تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه بیشتر بود. ۶۰ روز بعد از سبزشدن مقدار مادهٔ خشک اندام هوایی رقم ساوالان حدود ۱۶ درصد نسبت به ۱۵روز بعد از سبزشدن افزایش نشان داد ولی میزان مادهٔ خشک اندام هوایی سایر ارقام از مقدار مادهٔ خشک اندام‌های هوایی در ۱۵ روز بعد از خروج کمتر بود. در ۷۵ روز بعد از سبزشدن مقدار مادهٔ خشک اندام‌های هوایی همهٔ ارقام در مقایسه با ۱۵ روز بعد از سبزشدن بیشتر بود. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به‌رغم آسیب شدیدتر یخبندان به گیاهان در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه قدرت ترمیم گیاهان این تاریخ کاشت در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه بیشتر بوده است که دلیل آن را می‌توان به جوان‌تربودن گیاهان تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه هنگام وقوع یخبندان نسبت داد. بین این نتایج و گزارش Rezaee & Soltani (1996) که قدرت ترمیم گیاهان جوان در مقابل آسیب یخبندان از گیاهان مسن بیشتر است هماهنگی وجود دارد. به‌دلیل بیشتربودن قدرت ترمیم گیاهان، بیشترین میزان مادهٔ خشک اندام‌های هوایی در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه در همهٔ ارقام از تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه بیشتر بود. بنابراین، به‌رغم نبود اختلاف معنادار بین درصد بوته‌های ترمیم‌یافته در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه، تجمع بیشتر مادهٔ خشک در اندام هوایی گیاهان در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه به‌منزلهٔ منبع تغذیه‌کنندهٔ غده‌ها، در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه دلیل افزایش معنادار عملکرد غده در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه می‌تواند باشد. در این تاریخ کاشت بیشترین تجمع مادهٔ خشک (۸۴/۳۱ گرم در مترمربع) به رقم ساوالان تعلق داشت. در اواخر دورهٔ رشد و نمو میزان مادهٔ خشک در همهٔ ارقام کاهش یافت (شکل۴).

Archive of SID

www.SID.ir

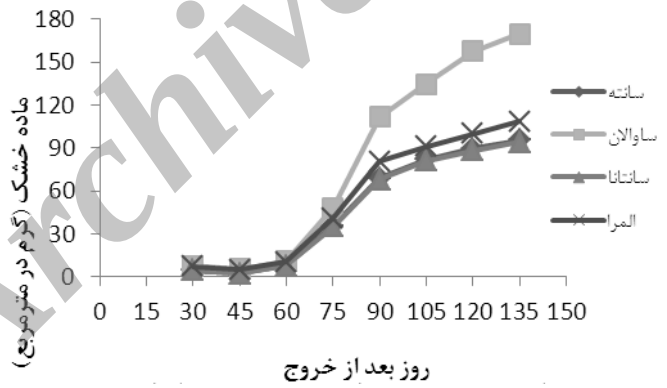


شکل ۴. روند تجمع ماده خشک اندام‌هایی هوایی ارقام مورد بررسی در تاریخ کاشت ۲۱ آذر

غده

تاریخ کاشت۱۱ آذرماه

در این تاریخ کاشت، ۳۰ روز بعد از سبزشدن گیاهان در همهٔ ارقام غده مشاهده شد. یعنی در این تاریخ کاشت دورهٔ رشد سبزینه‌ای ۳۰ روز بود. Hassanabadi (2011) نیز مدت دورهٔ رشد سبزینه‌ای در مناطق معتدل کشور را ۳۰ـ ۳۵ روز گزارش کرد. در اولین نمونه‌برداری (۳۰ روز بعد از سبزشدن) میزان مادهٔ خشک غده در ارقام سانته، ساوالان، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۴/۳۸، ۷/۵۸، ۴/۳۸ و ۷/۱۶ گرم در مترمربع بود. در دومین نمونه‌برداری (۴۵ روز بعد از سبزشدن) در مقایسه با اولین نمونه‌برداری میزان مادهٔ خشک غده در ارقام سانته، ساوالان، سانتانا و المرا به‌ترتیب حدود ۵۶، ۲۶، ۵۵ و ۳۳ درصد کاهش یافت. کاهش وزن خشک غده بیانگر تأمین‌نشدن مواد غذایی مورد نیاز غده از سوی اندام‌های هوایی و گرسنگی شدید گیاه در این دوره است. از ۳۰ روز بعد از سبزشدن تا هنگام برداشت روند تغییرات میزان مادهٔ خشک غده در همهٔ ارقام بررسی‌شده صعودی بود. بیشترین مادهٔ خشک غده (۱۶۹/۸۴ گرم در مترمربع) به رقم ساوالان تعلق داشت (شکل۵).



شکل ۵. روند تجمع ماده خشک در غده ارقام مورد بررسی در تاریخ کاشت ۱۱ آذر

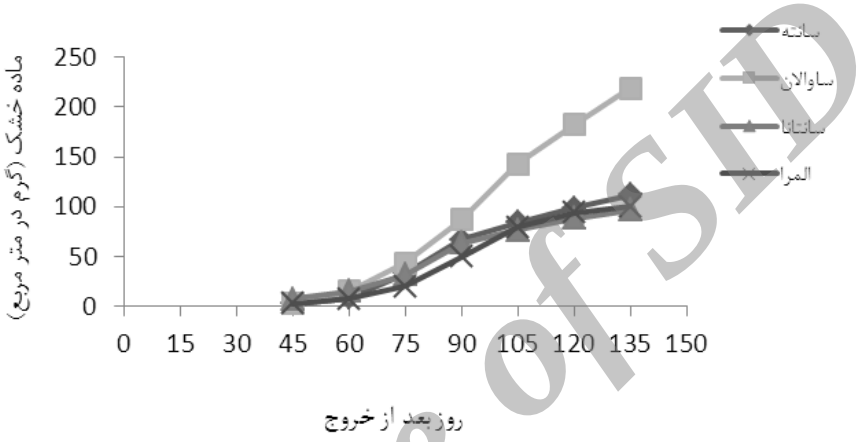
تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه

در این تاریخ کاشت در کلیهٔ ارقام بررسی‌شده ۴۵ روز بعد از سبزشدن غده مشاهده شد. یعنی در این تاریخ کاشت به‌رغم کاهش دما و طول روز که شرایط مساعدتری برای تشکیل غده در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه فراهم بوده است (Ewing, 1997) غده‌زایی دیرتر آغاز شده است که دلیل آن وقوع یخبندان در مرحلهٔ رشد سبزینه‌ای بود. بین این نتایج و گزارش Shields & Wyman (1984) که در صورت وقوع یخبندان در مرحلهٔ رشد سبزینه‌ای غده‌زایی به تأخیر می‌افتد هماهنگی وجود دارد. به‌دلیل اینکه غده‌زایی در این تاریخ کاشت تقریباً ۲۴ روز بعد از پایان یخبندان و ترمیم‌شدن گیاهان صورت گرفت روند غیرعادی در تجمع مادهٔ خشک (کاهش میزان مادهٔ خشک) در غده‌ها مشاهده نشد. هنگام غده‌زایی میزان مادهٔ خشک غده در ارقام سانته، ساوالان، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۱/۱، ۳/۲۸،

Archive of SID

www.SID.ir

۷/۱ و ۲/۲۱ گرم در مترمربع بود. بیشترین مادهٔ خشک غده در این ارقام به‌ترتیب به ۵۲/ ۱۱۱، ۲۱۹/۰۷، ۹۶/۶۹ و ۱۱۰/۳۰ گرم در مترمربع رسید (شکل۶). مقایسهٔ دورهٔ رشد خطی (سریع) غده در ارقام بررسی‌شده نشان داد که مدت این دوره در رقم ساوالان که بیشترین مادهٔ خشک غده را تولید کرده است ۷۵ روز و در سایر ارقام بررسی‌شده ۳۰ روز است. وجود ارتباط بین طول دورهٔ رشد خطی و عملکرد غده توسط Bohl & Love (2004) نیز گزارش شده است. به‌رغم متوقف‌شدن رشد رویشی و کاهش وزن اندام‌های هوایی در اواخر دورهٔ رشد و نمو گیاه، تا هنگام برداشت افزایش مادهٔ خشک غده در ارقام بررسی‌شده با سرعت متفاوت ادامه یافت که دلیل آن می‌تواند بازجذب مواد ذخیره‌شده در آوندها باشد (Klienkopf *et al.*, 2003). در چنین شرایطی رقم ساوالان از توانایی بیشتری برای جذب مواد ذخیره‌شده برخوردار بود و به همین علت میزان تجمع مادهٔ خشک در اواخر دورهٔ رشد و نمو در این رقم نیز به نحو قابل ملاحظه‌ای از سایر ارقام بیشتر بود (شکل۶).

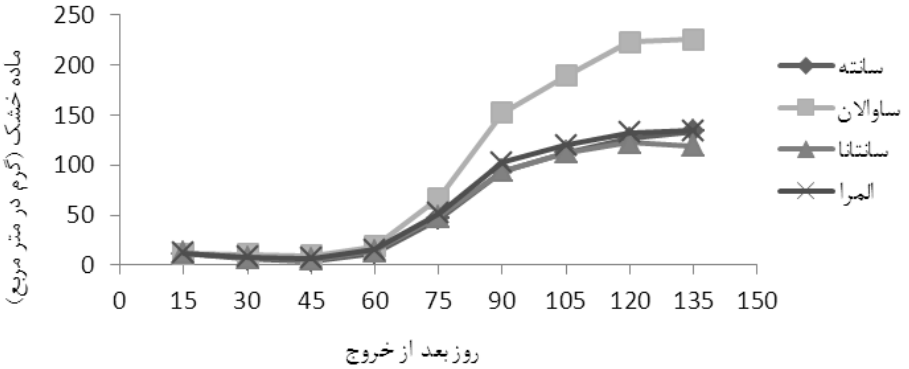


شکل ۶. روند تجمع ماده خشک در غده ارقام مورد بررسی در تاریخ کاشت ۲۱ آذر

بوته

تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه

در اولین نمونه‌برداری (۱۵ روز بعد از خروج) میزان مادهٔ خشک بوته در ارقام سانته، ساوالان، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۱۱/۱۳، ۱۱/۲۹، ۱۱/۸۷ و ۱۲/۳ گرم در مترمربع بود. در ۳۰ روز بعد از خروج به‌علت وقوع یخبندان و از بین رفتن اندام‌های هوایی، میزان مادهٔ خشک در همهٔ ارقام کاهش یافت. در ۴۵ روز بعد از سبزشدن به‌رغم افزایش وزن اندام‌های هوایی (در کلیهٔ ارقام به استثنای سانته) به‌دلیل کاهش وزن غده، روند تغییرات وزن خشک بوته در همهٔ ارقام نزولی بود. از روز ۴۵ بعد از خروج تا هنگام برداشت روند تجمع مادهٔ خشک بوته در کلیهٔ ارقام (به‌استثنای سانتانا) صعودی بود. بیشترین مادهٔ خشک بوته (۴۶/۲۲۵ گرم در مترمربع) به رقم ساوالان تعلق داشت (شکل۷).



شکل ۷. روند تجمع ماده خشک بوته ارقام مورد بررسی در تاریخ کاشت ۱۱ آذر

Archive of SID

www.SID.ir

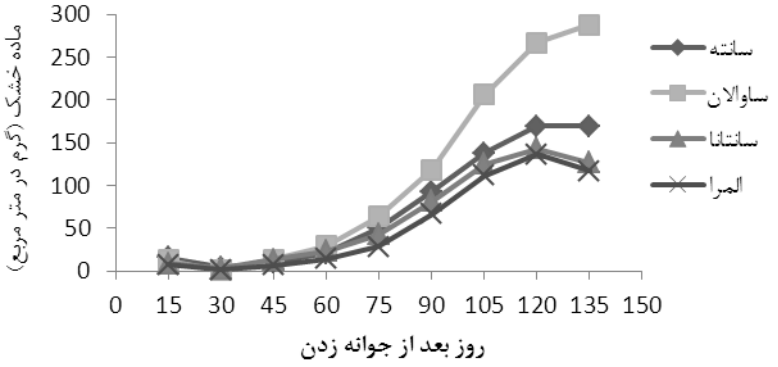
تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه

در اولین نمونه‌برداری (۱۵ روز بعد از سبزشدن) میزان مادهٔ خشک بوته در ارقام سانته، ساوالان، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۱۵/۸۵، ۱۲/۴۶، ۹/۱۴ و ۷/۵ گرم در مترمربع بود. در این تاریخ کاشت نیز به‌دلیل وقوع یخبندان، وزن خشک بوته در همهٔ ارقام در ۳۰ روز بعد از خروج در مقایسه با ۱۵ روز بعد از خروج کاهش یافت. از روز ۳۰ بعد از سبزشدن تا ۱۲۰ روز بعد از سبزشدن وزن خشک در همهٔ ارقام افزایش یافت. در نمونه‌برداری آخر (۱۳۵ روز بعد از خروج) وزن خشک بوته در رقم سانتانا و سانته کاهش یافت. کاهش مادهٔ خشک بوته در اواخر دورهٔ رشد و نمو گیاه توسط Siadat *et al.* (2000) نیز مشاهده شده است. در این تاریخ کاشت نیز بیشترین مادهٔ خشک گیاه (۲۸۷/۷۲ گرم در مترمربع) در رقم ساوالان مشاهده شد (شکل ۸). میانگین بیشترین مادهٔ خشک گیاه در این تاریخ کاشت در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه ۱۰ درصد افزایش نشان داد. بنابراین، به‌رغم نبود اختلاف معنادار بین درصد بوته‌های ترمیم‌یافته در دو تاریخ کاشت ۱۱ و۲۱ آذرماه، بیشتربودن مادهٔ خشک گیاه در تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه نسبت به تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه سبب شد که اختلاف عملکرد کل تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه در سطح ۵ درصد معنادار شود.

مقایسهٔ صفات کلیهٔ تیمارهای بررسی‌شده

عملکرد غده در واحد سطح به‌منزلهٔ شاخص مهم اقتصادی و درواقع هدف اصلی تولید سیب‌زمینی است. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد کل غده در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). در مقایسهٔ سه تاریخ کاشت بررسی‌شده مشخص شد که یخبندان سبب کاهش معنادار عملکرد کل غده شد. میزان کاهش عملکرد دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه در مقایسه با تاریخ کاشت اول دی‌ماه به‌ترتیب ۴۵ و ۴۰ درصد و در سطح ۱ درصد معنادار بود. رقم ساوالان بیشترین عملکرد کل (۱۳/۲۵ تن در هکتار) را تولید کرد. افزایش عملکرد این رقم در مقایسه با ارقام سانته، سانتانا و المرا به‌ترتیب ۴۹، ۵۶ و ۷۴ درصد و در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول۳). در بررسی اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت مشخص شد که میزان کاهش عملکرد ارقام بررسی‌شده در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه (که با یخبندان مواجه شده‌اند) در مقایسه با عملکرد تاریخ کاشت اول دی‌ماه (که با یخبندان روبه‌رو نشده است) یکسان نیست. بیشترین و کمترین میزان کاهش عملکرد در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه در مقایسه با عملکرد تاریخ کاشت اول دی‌ماه به‌ترتیب به رقم سانته و ساوالان مربوط بود. اختلاف عملکرد رقم ساوالان در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه نسبت به عملکرد همهٔ ارقام در تاریخ کاشت اول دی‌ماه، در سطح ۱ درصد معنادار نبود که دلیلی بر بالابودن مقاومت این رقم نسبت به سرماست (جدول۴).

بررسی تعداد غده به‌منزلهٔ یکی از اجزای مهم عملکرد مشخص کرد که اگرچه بر اثر یخبندان متوسط تعداد غده در بوته کاهش یافته است ولی این کاهش معنادار نبوده است (جدول۳). اثر رقم براین صفت در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول۲). بیشترین متوسط تعداد غده توسط رقم سانته تولید شد ولی از نظر این صفت رقم مزبور فقط بر رقم ساوالان در سطح ۱ درصد برتری داشت (جدول۳).



شکل ۸. روند تجمع ماده خشک گیاه ارقام مورد بررسی در تاریخ کاشت ۲۱ آذر

Archive of SID

www.SID.ir

با تجزیهٔ واریانس میانگین وزن غده به‌منزلهٔ یکی دیگر از اجزای عملکرد مشخص شد که اثر تاریخ کاشت و رقم بر میانگین وزن غده در سطح ۱ درصد معنادار است (جدول۲). بیشترین وزن متوسط غده به تاریخ کاشت اول دی‌ماه اختصاص داشت و بر اثر یخ‌بندان وزن متوسط غده دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه در مقایسه با تاریخ کاشت اول دی‌ماه به‌ترتیب ۳۳ و ۲۵ درصد کاهش یافت که این کاهش در سطح ۱ درصد معنادار بود. بیشترین متوسط وزن غده به رقم ساوالان تعلق داشت و از نظر این صفت رقم ساوالان بر سایر ارقام بررسی‌شده در سطح ۱ درصد برتری داشت (جدول۳). دلیل بالابودن متوسط وزن غده در رقم ساوالان را می‌توان به پایین‌بودن تعداد غده در این رقم و درنتیجه پایین‌بودن رقابت درون‌بوته‌ای نسبت داد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دلیل بالابودن عملکرد رقم ساوالان بالابودن متوسط وزن غده است. وجود ارتباط مثبت بین وزن متوسط غده و عملکرد در سیب‌زمینی توسط Felenji & Ahmadizadeh (2011) نیز گزارش شده است.

جدول ۲. خلاصهٔ نتایج تجزیهٔ واریانس عملکرد کل و قابل فروش، درصد عملکرد قابل فروش، اجزای عملکرد، درصد وزنی غده‌های ریز، درصد وزنی رشد ثانویه و درصد مادهٔ خشک غده

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد کل	متوسط تعداد غده	متوسط وزن غده	درصد وزنی غده‌های ریز	درصد وزنی رشد ثانویه	عملکرد قابل فروش	درصد عملکرد قابل فروش غده	درصد مادهٔ خشک غده
بلوک	۲	۳/۱۸۰$^{n.s}$	۰/۲۵۷$^{n.s}$	۹/۸۲۲$^{n.s}$	۰/۹۴۷$^{n.s}$	۰/۰۴۰$^{n.s}$	۲/۵۸۸$^{n.s}$	۲۹/۳۵۶$^{n.s}$	۰/۳۴۶$^{n.s}$
تاریخ کاشت	۲	۱۶۰/۵۴۵**	۳/۳۹۸$^{n.s}$	۱۰۵۳/۵۸۰**	۸۹/۳۶۲**	۰/۹۱۵**	۱۱۵/۴۰۴**	۱۵۶/۱۸۵*	۱/۶۵۱$^{n.s}$
خطا	۴	۲/۰۸۹	۰/۶۴۶	۱۹/۰۲۳	۰/۹۳۱	۰/۰۲۱	۳/۰۰۱	۸/۸۴۸	۱/۵۷۰
رقم	۳	۴۸/۴۹۰**	۵/۴۵۴**	۵۹۳/۶۱۴**	۵۲/۷۸۳**	۳/۱۲۸**	۴۰/۲۶۷**	۴۳/۳۰۲$^{n.s}$	۴۳/۸۵۲**
اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم	۶	۴/۴۸۳$^{n.s}$	۱/۲۰۱$^{n.s}$	۶۶/۳۸۴$^{n.s}$	۲۵/۷۰۹**	۰/۳۱۲**	۶/۸۴۸*	۴۱/۲۴۶$^{n.s}$	۱/۵۱۹$^{n.s}$
خطا	۱۸	۴۲/۱۷۸	۰/۸۲۸	۳۱/۵۸۵	۱/۶۴۲	۰/۰۵۷	۱/۹۵۴	۷۵/۶۶۱	۰/۷۸۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۶۵	۱۶/۲۲	۱۲/۷۵	۱۲/۷۲	۱۲/۵۲	۱۷/۰۱	۱۰/۳۰	۴/۵۷

* و **: به‌ترتیب معنادار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد. ns: اختلاف معناداری ندارند.

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین عملکرد کل و قابل فروش، درصد عملکرد قابل فروش، اجزای عملکرد، درصد وزنی غده‌های ریز، درصد وزنی رشد ثانویه و درصد مادهٔ خشک غده در تاریخ کاشت‌ها و ارقام بررسی‌شده

تیمار	روز تا سبز ۵۰٪	عملکرد کل (تن در هکتار)	متوسط تعداد غده	متوسط وزن غده (گرم)	درصد وزنی غده‌های ریز	درصد وزنی رشد ثانویه	عملکرد قابل فروش (تن در هکتار)	درصد عملکرد قابل فروش	درصد مادهٔ خشک غده
تاریخ کاشت									
۱۱ آذرماه	۲۵/۹۲b	۷/۳۹b	۵/۱۳a	۳۶/۵۲b	۱۲/۸۶a	۴/۶۹a	۶/۰۹b	۸۰/۹۱b	۱۹/۰۶a
۲۱ آذرماه	۲۶/۴۲b	۷/۹۶b	۵/۵۲a	۴۱/۱۳b	۹/۹۶b	۲/۹۶b	۶/۸۰b	۸۲/۶۵b	۱۹/۲۰a
۱ دی‌ماه	۵۰/۷۵a	۱۳/۹۹a	۶/۱۸a	۵۴/۵۶a	۷/۴۱c	۳/۲۲b	۱۱/۷۸a	۸۷/۸۵a	۱۹/۷۶a
رقم									
سانته	۳۶/۲۲a	۸/۹۱b	۶/۳۱a	۴۲/۹۳b	۱۱/۵۷a	۳/۴۵b	۷/۸۰b	۸۶/۶۴a	۲۰/۹۹a
ساوالان	۳۴a	۱۳/۲۵a	۴/۶۸b	۵۵/۲۷a	۱۰/۳۵a	۳/۷۳b	۱۱/۲۷a	۸۱/۸۱a	۲۰/۵۰a
سانتانا	۳۳/۴۴a	۸/۴۸b	۵/۲۵ab	۴۲/۲۵b	۶/۵۸b	۶/۲۹a	۷/۴b	۸۴/۳۲a	۱۹/۷۴a
المرا	۳۳/۷۸a	۸/۴۷b	۶/۲۰a	۳۵/۸۳b	۱۱/۸۲a	۱/۰۳c	۶/۴۱b	۸۲/۴۴a	۱۶/۱۲b

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معناداری در سطح ۱ درصد (به‌جز درصد عملکرد قابل فروش که اختلاف میانگین‌ها در سطح ۵ درصد معنادار است) ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴. مقایسهٔ میانگین عملکرد کل، درصد وزنی رشد ثانویه، درصد وزنی غده‌های ریز و عملکرد قابل فروش بر اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم

تاریخ کاشت	رقم	عملکرد کل (تن در هکتار)	درصد وزنی رشد ثانویه	درصد وزنی غده‌های ریز	عملکرد قابل فروش (تن در هکتار)
	سانته	۵/۲۵f	۵abc	۱۷/۳۳a	۴/۳۲e
۱۱آذر	ساوالان	۱۰/۴۱bcdef	۵abc	۱۵/۲۰ab	۸/۲۵cd
	سانتانا	۶/۸۰def	۷/۰۷ab	۷fg	۶/۰۳de
	المرا	۷/۰۹cdef	۱/۷۰def	۱۱/۲۹cd	۵/۷۴de
	سانته	۶/۴۶def	۱/۴۰ef	۱۱/۱۳cde	۵/۷۹de
۲۱ آذر	ساوالان	۱۲/۰۴abcd	۲/۷۰cde	۸/۱۶efg	۱۰/۷۰bc
	سانتانا	۶/۲۴def	۷/۶۰a	۵/۹۸g	۵/۴۱de
	المرا	۶/۲cdef۹	۰/۵۰f	۱۴/۵۰bc	۵/۲۹de
	سانته	۱۴/۸۷ab	۴/۳۱cd	۶/۶۰g	۱۳/۲۹ab
۱ دی	ساوالان	۱۷/۹۲a	۳/۵۰cd	۷/۴۲fg	۱۴/۸۶a
	سانتانا	۱۲/۰۴abc	۴/۱۹bc	۶/۴۸fg	۱۰/۷۶bc
	المرا	۱۱/۴۰bcde	۰/۸۹f	۹/۹۴def	۸/۲۰cd

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معناداری در سطح ۱ درصد ندارند.

یکی از عوارض فیزیولوژیکی مهم غده که سبب کاهش بازارپسندی محصول سیب‌زمینی می‌شود رشد ثانویه است که مهم‌ترین علت بروز آن گرما و خشکی است (Ewing, 1997). اثر تاریخ کاشت و رقم و اثر متقابل این دو عامل بر درصد وزنی غده‌های رشد ثانویه در سطح ۱ درصد معنادار داشت (جدول۲). بیشترین رشد ثانویه در تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه مشاهده و با به تعویق‌افتادن تاریخ کاشت این صفت در سطح ۱ درصد کاهش یافت. با به تعویق‌افتادن تاریخ کاشت، غده‌زایی دیرتر شروع شده و درنتیجه غده‌های حاصل از سایر تاریخ‌های کاشت در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه به‌مدت کمتری در معرض دمای بالا بوده‌اند و درنتیجه میزان رشد ثانویه در آن‌ها کاهش یافته است. این نتایج با گزارش Rajabi (2000) که هرچه غده‌ها به‌مدت طولانی‌تری در معرض دمای بالا باشند احتمال بروز رشد ثانویه در آن‌ها بیشتر است مطابقت دارد. همان‌طور که توسط پژوهشگران مختلف ازجمله Darabi (2007) گزارش شده در این بررسی نیز اختلاف بین ارقام مطالعه‌شده از نظر این صفت معنادار بود. بیشترین و کمترین میزان رشد ثانویه به‌ترتیب به ارقام سانتانا و المرا مربوط بود (جدول۳). بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم مشخص کرد که بیشترین رشد ثانویه به رقم سانتانا در تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه و کمترین رشد ثانویه به رقم المرا در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه اختصاص داشته است (جدول۴).

یکی دیگر از اجزای مهم تشکیل‌دهندهٔ عملکرد غیرقابل فروش در سیب‌زمینی غده‌های ریز است. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل این دو عامل بر درصد وزنی غدهٔ ریز در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول۴). یخ‌بندان سبب افزایش معنادار درصد غده‌های ریز شد. کمترین درصد وزنی غده‌های ریز (۱۲/۸۶ درصد) به تاریخ کاشت اول دی‌ماه مربوط بود و در دو تاریخ کاشت دیگر این صفت در سطح ۱ درصد افزایش یافت (جدول۳). دلیل این موضوع را می‌توان چنین تفسیر کرد که اندام‌های هوایی تولیدکننده و غده‌ها مصرف‌کنندهٔ مواد غذایی هستند. در کلیهٔ تاریخ کاشت‌های مطالعه‌شده اختلاف بین میانگین تعداد غده معنادار نبود ولی بین وزن خشک اندام‌های هوایی اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود داشت. حداقل وزن خشک اندام‌های هوایی به تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه مربوط بود و با به تعویق‌افتادن تاریخ کاشت، این صفت به میزان قابل توجهی افزایش یافت. پایین‌بودن وزن اندام هوایی در تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه سبب شد که مواد غذایی کمتری برای حجیم‌شدن غده‌ها (با توجه به نبود اختلاف معنادار بین میانگین تعداد غده در تاریخ‌های مختلف کاشت) وجود داشته باشد. به همین دلیل بیشترین درصد وزنی غده‌های ریز به تاریخ کاشت ۱۱ آذرماه تعلق

Archive of SID

www.SID.ir

داشت. افزایش درصد غده‌های ریز به‌دلیل کاهش اندام هوایی توسط Khan *et al.* (2011) نیز مشاهده است. بیشترین درصد وزنی غده‌های ریز به رقم المرا و سانتانا اختصاص داشت (جدول۳). بر اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت مشخص شد که بیشترین درصد غده‌های ریز توسط رقم سانته در تاریخ کاشت اول دی‌ماه و بیشترین درصد غده‌های ریز توسط رقم سانتانا در تاریخ کاشت ۲۱ آذرماه تولید شده است (جدول۴).

از نظر عملکرد قابل فروش غده که به‌دلیل اهمیت زیاد در سیب‌زمینی توسط برخی پژوهشگران ازجمله Parvizi (2011) مطالعه شده است. اختلاف بین تاریخ‌های کاشت و ارقام در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول۲). همانند عملکرد کل، بیشترین عملکرد قابل فروش به تاریخ کاشت اول دی‌ماه (۱۱/۶۱ تن در هکتار) و رقم ساوالان (۲۷/ ۱۱تن د هکتار) تعلق داشت (جدول۳). معنادارشدن اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم (در سطح ۵ درصد) بیانگر یکسان‌نبودن روند تغییرات عملکرد قابل فروش ارقام بررسی‌شده در تاریخ کاشت‌های مطالعه‌شده بوده است. در بین کلیهٔ تیمارهای آزمایشی رقم ساوالان در تاریخ کاشت اول دی‌ماه بیشترین عملکرد قابل فروش (۱۱/۲۷ تن در هکتار) را به خود اختصاص داد (جدول۴).

میزان مادهٔ خشک غده صفتی ژنتیکی است. به همین دلیل تغییرات شرایط محیطی (ازجمله یخبندان) طی دوران رشد و نمو غده تأثیر معناداری بر این صفت نداشت. ولی اختلاف بین ارقام مطالعه‌شده از نظر درصد مادهٔ خشک غده معنادار بود (جدول۲). بیشترین درصد مادهٔ خشک غده توسط رقم ساوالان تولید شد. ولی از نظر این صفت رقم مزبور فقط بر رقم المرا برتری داشت (جدول۳).

اثر تاریخ کاشت بر درصد عملکرد قابل فروش غده در سطح ۵ درصد معنادار بود (جدول۲). بیشترین عملکرد قابل فروش به تاریخ کاشت اول دی‌ماه مربوط بود و یخبندان سبب کاهش معنادار این صفت شد. به‌طوری‌که درصد عملکرد غیرقابل فروش در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۱ آذرماه (به‌دلیل افزایش غده‌های ریز) در مقایسه با تاریخ کاشت اول دی‌ماه در سطح ۱ درصد کاهش یافت (جدول۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش و احتمال ۵۰ درصدی وقوع یخبندان در اواخر دی‌ماه و یا اوایل بهمن‌ماه در خوزستان به‌منظور اجتناب از خسارت یخبندان به کشت زمستانهٔ سیب‌زمینی در منطقه توصیه می‌شود، از کشت این محصول از اوایل دی‌ماه به بعد صورت گیرد. با عنایت به اینکه رقم ساوالان هم در صورت وقوع و هم درصورت عدم وقوع یخبندان بیشترین عملکرد را در بین ارقام مطالعه‌شده تولید کرد برای کشت زمستانهٔ سیب‌زمینی در خوزستان توصیه می‌شود.

REFERENCES

1. Anonymus. (2011). *Agricultural statistics*, first volume-horticultural and field crop, 2009-10 cropping cusle. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Programming and Economic Deputy, Statistics and Information Technology Office. pp. 64. (In Farsi)
2. Bohl, W.H. & Love, S.L. (2004). Bulking rate of six potato varieties in Idaho. *Idaho Potato Conference on January 22*. 4p.
3. Buchanan, B., Gruissemen, W. & Jones, R. (2000). Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiology. Rockville, MD, USA.
4. Chen, H.H. & Li, P.H. (1980). Biochemical changes in tuber-bearing Solanum species in relation to frost hardiness during cold acclimation. *Plant Physiology*, 66, 414-421.
5. Darabi, A. (2000). Effect of planting date on the yield of potato cultivars in autumn cultivation. Proceedings of *the 2nd Iranian Horticultural Sciences Congress*. 19-21 September 3000. Karaj Iran.
6. Darabi, A. (2007). Effects of autumn and winter planting and temperature stress on total yield, marketable yield and yield components of some potato cultivars. *Seed and Plant*, 23(3), 373-385. (In Farsi)
7. Darabi, A. & Eftekhari, S.A. (2012). Evaluation of phonology stages and some growth indices of potato cultivars. *12th Iranian Crop Science Congress*. 4-6 September. Karaj. Iran.
8. Dwell, R.B., KleinKopf, G.E. & Pavek, J.G. (1981). Stomatal conductance and Gross photosynthesis of potato (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by irradiance, temperature and growth stage. *Potato Research*, 24, 49-59.

Archive of SID

www.SID.ir

9. Ewing, E.E. (1997). *Potato*, pp: 295–344. In: Wien. H.C. (ed.). The Physiology of Vegetable Crops. CAB International. New York.
10. Ewing, E.E. & Struik, P.C. (1992). Tuber formation in potato: induction, initiation and growth. *Horticultural Reviews*, 14, 89-198.
11. Felenji, H. & Ahmadizadeh, M. (2011). Evaluating yield and some traits of potato cultivars in fall cultivation if Jiroft Area. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 1(12), 643-649.
12. Folgado, R., Panis, B., Sergeant, K., Renaut, J., Swennen, R. & Hausmaan, J.F. (2013). Differential protein expression in response to abiotic stress in two potato species: *Solanum commersonii* Dun and *Solanum tuberosum* L.. *International Journal of Molecular Science*, 14, 4912-4933.
13. Fowler, D.B. & Limin, A.E. (2004). Interactions among factors regulating phonological development and acclimation rate determine low-temperature tolerance in wheat. *Annals of Botany*, 94, 717-724
14. Hassanabadi, H. (2011). *Standardizing the loss adjustment methods and estimating potential yield in different growing stages of potato crop.* Seed and Plant Improvement Institute. KaraJ, Iran. 136 p. (in Farsi)
15. Hassanabadi, H., Hassanpanah, D., Mortazavibak, A., Kazemi, A., Alam Khoumaram, M. H. Mohammadi, A., Darabi, A., Sarparast, R., Mirzaei, Y., Mousapour Gorji, A., Hassani, H., Rahmani Ghobadi, A., Hosseinzadeh, A., Dehdar, B., Paseban, M., Pashnam, R., Hassani, M. & Sabouhi, M. (2012). *Loss adjustment methods in different growing stages of potato crop.* Design final report. Seed and Plant Improvement Institute. 40p. (in Farsi)
16. Hassanpanah, D., Hosienzaded, A.A. & Allahyari, N. (2009). Evaluation of planting date effects on yield and yield components of Savalan and Agria cultivars in Ardabil region. *Journal of food Agriculture & Environment*, 27(3&4), 525-528.
17. Hijmans, R.J. (1993). Estimating frost risk in potato production on the Altiplano using interpolated climate data. Impact on a changing word. Program report 1997-1998. International potato center, Lima pp. 373-380.
18. Hijmans, R.J., Condori, B., Carillo, R. & Kropff, M. J. (2003). A quantitative and constraint-specific method to assess the potential impact of new agricultural technology: the case of frost resistant potato for the Altiplano (Peru and Bolivia). *Agricultural Systems*, 76, 895-9ll.
19. Jaramillo, J., Alvarez, A.M. & Saldarriag, V. (1989). Estudio del nivel economico de dano de la polilla dela papa, phtoriaea operculella (Zeller). *Revista Colombiana de Entomologia*, 15, 28-35.
20. Khan, A.A., Jilani, M.S., Khan, M.Q. & Zubair, M. (2011). Effect of seasonal variation on tuber bulking rate of potato. *The Journal of Animal & Plant Science*, 21(1), 31-37.
21. KleinKopf, G.E., Brandt, T.L. & Olsen, N. (2003). Physiology of tuber bulking. *Idaho Potato Conference on January 23*, 4 p.
22. Melekoti, M.G. & Tehrani, M.M. (1999). *The Role of Micronutrients in Increasing Yield and Qulatiy of Agricultural Crops*. Trabiat Modarres University Publication. Tehran, Iran.185pp. (In Farsi).
23. Midmore, D. J (1992). *Potato production in the tropics*. pp. 728–793. In: Harris, P.M. (ed) Potato Crop. Chapman and Hall, London.
24. Palta, J.P., Bamberg, J.B. & Vega, S.E. (2008). Improving freezing tolerance of cultivated potatoes: Moving frost hardy genes from wild potatoes and making real progress using precise screening tools. *HortScience*, 43, 1108.
25. Parvizi, Kh., Souri, J. & Mahmoodi, R. (2011). Evaluation of cultivation date on yield and amount of tuber disordes of potato cultivars in Hamadan province. *Journal of Horticultural Science*, 25(1), 82-93. (In Farsi).
26. Rezaee, A. & Soltani, A. (1996). *Introduction to Potato Production*. Jehad-e-Danehgahi Mashhad Publication. Mashhad, Iran. 179 pp. (In Farsi).
27. Rajabi, A. (2000). *Potato Diseases*. University Center Publication. Tehran, Iran: 4-55 (in Farsi).
28. Sabbagh Shoushetri, H. (1992). Potato and its cultural problems in Khuzestan province. Abstracts of the First Vegetable Research Seminar. Karaj, Iran: 18-20. (In Farsi).
29. Shields, E.J. & J.A. Wyman. (1984). Effect of defolation at specific growth stages on potato yield. *Journal of Economic Entomology*, 77, 1194-1199.
30. Siadat, S.A., Hashemi-Dezfouli, S.A., Valizadeh, M. & Sadeghzadeh -hemayati, S. (1999). Analysis of three potato verities growth under planting pattern and density. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 30 (2), 379-396. (In Farsi).
31. Venter, C. (2006). *Inheritance of freezing stress in South African potato (Solanum tuberosum) germplasm*. Submitted in fulfillment of the requirements for the degree Magister Scientae Agriculturae. Faculty of Natural and Agricultural Sciences.
32. Vega, S.E., Palta, J.P. & Bamberg, J.B. (2000). Variability in the rate of cold acclimation and deacclimation among tuber-bearing solanum (potato) species. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 125(2), 205-211.

Archive of SID

www.SID.ir