

اثر کاربرد پلیمر سوپرجاذب و عمق کاشت بر عملکرد، غده کل و قابل فروش در سه رقم سیب زمینی در کشت پاییزه

Effect of Superabsorbent Polymer and Sowing Depth on Total Yield and Marketability of Some Potato Cultivars in Autumn Planting

سعیده صلواتی^۱، سیدعلیرضا ولدآبادی^۲، خسرو پرویزی^۳، سعید سیف‌زاده^۴ و اسماعیل حدیدی ماسوله^۴

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۹

(مقاله پژوهشی)

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد پلیمر سوپرجاذب و عمق کاشت بر عملکرد غده و بازارپسندی غده سیب زمینی در کشت پاییزه، آزمایشی طی دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان همدان، به صورت کرت‌های دوپار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. کرت اصلی شامل عمق کاشت در چهار سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر)، کرت فرعی شامل ارقام سیب زمینی (رقم زودرس سانتی، متوسط زودرس فونتین و متوسط دیررس آگریا) و کرت فرعی دربرگیرنده کاربرد سوپرجاذب در دو سطح (۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار) بود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، اثر متقابل سه‌جانبه رقم و عمق کاشت با کاربرد سوپرجاذب بر تعداد و وزن غده ریز (کم‌تر از ۳۵ میلی‌متر)، تعداد و وزن غده بدشکل و عملکرد کل در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد و وزن غده متوسط (بین ۳۵-۵۵ میلی‌متر) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر سه رقم، بیش‌ترین وزن و تعداد غده متوسط، در عمق کشت ۲۰ سانتی‌متر با کاربرد سوپرجاذب حاصل گردید. در مجموع، کاربرد سوپرجاذب در هر سه رقم منجر به افزایش عملکرد کل و غده قابل فروش تولیدی شد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد غده کل، غده بدشکل، وزن غده، مواد جاذب رطوبت

۱، ۲ و ۴. به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، تاکستان، ایران
۳. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

* نویسنده مسئول Email: val.sa393@gmail.com

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری نویسنده اول به راهنمایی سیدعلیرضا ولدآبادی می‌باشد.

جاذب در تعداد ساقه در بوته و عملکرد کل معنی دار شد اما در تعداد غده در مترمربع معنی دار نشد. هم‌چنین اثر متقابل کود آلی و ماده سوپرجاذب در صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته و عملکرد کل تفاوت معنی دار نشان داد. نتایج پژوهش‌های روبیل/اسلام^۹ و همکاران (2011)، بیانگر افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت با کاربرد پلیمر سوپرجاذب بود. از طرف دیگر نتایج نشان می‌دهد که کاربرد سوپرجاذب موجب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود؛ زیرا به‌نظر می‌رسد توزیع مناسب‌تر رطوبت در طول دوره‌ی رشد گیاه توسط سوپرجاذب موجب بهبود ظرفیت فتوسنتزی گیاه از هنگام کاشت تا برداشت شده، در نتیجه عملکرد بیولوژیک نیز افزایش می‌یابد (روبیل/اسلام و همکاران، 2011؛ مائو^{۱۰} و همکاران، 2011؛ دابی^{۱۱} و همکاران، 2013).

از دیگر روش‌های مدیریتی در بهره‌وری مطلوب از آب، تعیین عمق مناسب کشت است که نقش مهمی در تنظیم جوانه‌زنی، سرعت پوشش اولیه ساقه‌ها، فرم‌دهی استولن‌ها و نهایتاً تعداد استولن دارد (زیکیل و بارگاوا^{۱۲}، 1992). نتایج تحقیقات اسحاق‌بیگی^{۱۳} (2010) نشان داد که رقم و عمق کاشت اثر معنی‌داری بر میزان عملکرد سیب‌زمینی و ماده خشک داشت. لای^{۱۴} و همکاران (2012) گزارش کردند که افزایش عمق کشت منجر به کاهش تعداد غده و افزایش وزن غده در سیب‌زمینی گردید.

کمبود و کاهش تدریجی منابع آب در استان همدان سبب شده که این استان یکی از مناطق بحرانی کشور در ذخایر آب‌های زیرزمینی محسوب شود. محدودیت بارش سالیانه (میانگین کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر)، توزیع زمانی نامناسب و از طرفی اهمیت زیاد سیب‌زمینی در این استان ایجاب می‌کند که راهکارهای لازم در جهت مصرف بهینه آب نظیر توسل به کشت پاییزه، استفاده از مالچ و سوپرجاذب‌ها، عمق مناسب کشت و ... با در نظر گرفتن پایداری تولید این محصول به‌کار برده شود (قدمی فیروزآبادی و پرویزی، ۱۳۸۹). با توجه به شرایط آب و هوایی هر منطقه، ویژگی‌های خاک و نوع سامانه آبیاری در کشت بهاره و تابستانه سیب‌زمینی حدود ۳۵۰۰ تا ۸۰۰۰ مترمکعب در هکتار آب مصرف می‌شود (یاووز^{۱۵} و همکاران، 2016). با کشت پاییزه و زمستانه سیب‌زمینی در نواحی معتدل کشور، مقدار مصرف آب می‌تواند به کمتر از ۳۰ تا ۴۰ درصد

خشک‌سالی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاه و تولید محصول در سراسر نقاط جهان است (عابدی و پاک‌نیت^۱، 2010). کشور ایران نیز با متوسط بارندگی ۲۴۰ میلی‌متر (معادل یک‌سوم میانگین جهانی) جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد (جاجرمی^۲، 2009). کم‌آبی باعث کاهش جذب آب توسط سیستم ریشه گیاه، کاهش تعرق، کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز و هم‌چنین به‌هم خوردن موازنه هورمونی در گیاه می‌گردد (اوج^۳ و همکاران، 2015).

سوپرجاذب^۴ یک پلیمر حاصل از آکرلیک اسید و یا آکرلامید است که آب را جذب می‌نماید و سپس به تدریج به محیط برمی‌گرداند (مهدوی‌نیا^۵ و همکاران، 2004). از این ماده برای در دسترس قرار دادن آب در اختیار ریشه گیاهان در محیط‌های کم آب استفاده می‌گردد (دودا/پکر و بورد^۶، 2009). افزایش نگهداشت آب خاک با کاربرد سوپرجاذب می‌تواند به دلیل بهبود پارامترهای فیزیکی خاک از جمله، افزایش تراکم خاک، کاهش چگالی ظاهری و افزایش تخلخل خاک باشد (برندزما^۷ و همکاران، 1999؛ اکبیف^۸ و همکاران، 2011). از جمله مزایای پلیمرهای سوپرجاذب، افزایش ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی برای مدت طولانی، کاهش تعداد دفعات آبیاری، مصرف یکنواخت آب برای گیاهان، رشد سریع‌تر و مطلوب‌تر ریشه، کاهش هزینه آبیاری، مصرف بهینه کودهای شیمیایی، هوادهی بهتر خاک، امکان کاشت در مناطق بیابانی و سطوح شیب‌دار، افزایش فعالیت و تکثیر قارچ‌های میکوریزا، ثبات و اثر طولانی سوپرجاذب و تقویت تخلخل و ثبات ساختار خاک می‌باشد (پوراسماعیل و همکاران، ۱۳۸۶). بانج شفیعی و رهبر (۱۳۸۲) نشان دادند که کاربرد پلیمر نوازورب A (تولید پژوهشگاه پلیمر ایران)، بر پدیده‌های رویشی و موفقیت پانیکوم در سه نوع خاک سبک، متوسط و سنگین، سبب تسریع رویش بذرها در خاک‌های سبک شده و تعداد خوشه‌های ظاهر شده روی هر بوته را ۸۵/۵ درصد افزایش می‌دهد. رشیدی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تأثیر ماده سوپرجاذب Trawat A به همراه سطوح مختلف کود شیمیایی و آلی (کود مرغی، کمپوست، ورمی‌کمپوست و کود دامی) بر عملکرد و شاخص‌های رشد سیب‌زمینی پرداختند. نتایج آزمایش مشخص کرد که اثر سوپر

9. Robiul Islam
10. Mao
11. Dabhi
12. Ezekiel and Bhargava
13. Esehaghbeygi
14. Laei
15. Yavuz

1. Abedi and Pakniyat
2. Jajarmi
3. Auge
4. Superabsorbent
5. Mahdavinia
6. Dhodapkar and Borde
7. Brandsma
8. Ekebaf

فاصله زمانی دوهفته‌ای و به صورت تزریق در آب آبیاری انجام شد. هنگام غده‌های بذری جهت کاشت با اندازه ۳۵ تا ۵۵ گرم انتخاب و قبل از کاشت به وسیله قارچ‌کش مانکوزب ضد عفونی شدند. بر اساس تیمارهای آزمایشی و به صورت تصادفی در نیمی از کرت‌ها، سوپر جاذب آکوا زورب، با نرخ ۷۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. کاشت غده‌ها در تاریخ هفت آذرماه انجام و غده‌ها با فاصله ۲۵ سانتی‌متر از هم و در عمق‌های مورد نظر در تیمارهای مربوط با عمق، کشت شدند. پس از آن خاک‌دهی انجام گرفته و در حالت انتظار کل فصل زمستان را در خاک سپری کرده و جوانه‌زنی و خروج جوانه‌ها از خاک از اوایل فروردین آغاز شد. اولین آبیاری از ۱۵ اردیبهشت و به صورت قطره‌ای و نوارهای تیپ ۱۶ میلی‌متری انجام شد. مقدار آب آبیاری در هر نوبت با استفاده از کنتور حجمی و بر اساس نیاز آبی سیب‌زمینی که قبلاً در طرح‌های مشابه در ایستگاه تحقیقات اکباتان و با استفاده از فرمول پنمن مانتیس اصلاح شده محاسبه شده بود، برآورد و اعمال گردید. مقدار آب آبیاری محاسبه شده از کنتور حجمی و با فشار ثابت (۱/۵ بار بر مترمربع) به مدت زمان آبیاری تبدیل و در سه نوبت اول به فاصله زمانی یک‌هفته‌ای، در ۴ نوبت دوم (میان‌ه فصل رشد) به فواصل ۵ روزه و در دو نوبت آخر نیز به فواصل یک‌هفته‌ای اعمال شد. بدین ترتیب کل تعداد دفعات آبیاری در طول دوره رشد ۹ نوبت صورت پذیرفت. مدت زمان آبیاری در هر نوبت به صورت ۴ ساعته و در تمامی نوبت‌های آبیاری ثابت بود. قبل از جوانه‌زنی، محلول‌پاشی با علف‌کش پاراکوات (گراماکسون) (سه لیتر در هکتار) صورت گرفت و علاوه بر آن، به علت اثرات سوء احتمالی علف‌کش، عملیات وجین دستی با مشاهده اولین علف‌هرز تا مرحله رسیدن محصول ادامه یافت. بعد از این که ارتفاع بوته‌ها به ۱۵-۱۰ سانتی‌متر رسید، کولتیواتورزنی و خاک‌دهی پای بوته صورت گرفت و در طول دوره داشت، محلول‌پاشی کود میکرو کامل (به میزان سه در هزار) در یک نوبت، کوددهی اوره به صورت سرک در دو نوبت (مراحل چند برگه شدن و گل‌دهی)، یک نوبت محلول‌پاشی با سم ایمیداکلوپراید (کنفیدور) (۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار) برای مبارزه با حشرات ناقل بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی و دو نوبت محلول‌پاشی (با فاصله یک هفته) با سم کلرپیریفوس (دورسبان) (یک لیتر در هکتار) برای پیشگیری از بروز آفت سوسک کلرادو صورت پذیرفت. در این آزمایش صفاتی نظیر عملکرد کل (در مترمربع)، تعداد و وزن متوسط غده با اندازه

میزان کنونی کاهش یابد. این امر استفاده بهینه و حداکثر بهره‌وری از منابع بارشی در اوایل بهار را امکان‌پذیر می‌سازد. ضمن این‌که در کشت پاییزه با شروع زود هنگام فصل رشد از ابتدای بهار از امکان برخورد زمان تشکیل غده و ذخیره‌سازی در غده سیب‌زمینی با گرمای ناگهانی تیر و مرداد که در کشت تابستانه ایجاد می‌گردد، ممانعت به عمل می‌آید. با توجه به موارد فوق، هدف از این پژوهش ارزیابی اثر کاربرد پلیمر سوپر جاذب و عمق کشت بر عملکرد غده کل و غده قابل فروش سیب‌زمینی در کشت پاییزه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان همدان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۵۵ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت اصلی شامل عمق کشت در چهار سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر)، کرت فرعی شامل رقم سیب‌زمینی در سه سطح (رقم زودرس سانته^۱، متوسط زودرس فونتین^۲ و متوسط دیررس آگریا^۳) و کرت فرعی فرعی دربرگیرنده کاربرد سوپر جاذب در دو سطح [صفر (شاهد) و ۷۰ کیلوگرم در هکتار] بود. قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت که مشخصات کامل آن در جدول شماره یک ارائه شده است. عملیات تهیه زمین در پاییز انجام گرفت. پس از تسطیح زمین اقدام به کرت‌بندی واحدهای اصلی به مساحت ۱۸ مترمربع شد. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول شش متر بود، فاصله بلوک‌ها یک متر و فاصله بوته‌ها در هر ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مقدار کود بر اساس آزمون تجزیه خاک مشخص گردید. بر این اساس ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم، ۲۸۰ کیلوگرم نیترات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به زمین داده شد. کودهای فسفره و پتاسه در پاییز و هنگام تهیه زمین به خاک اضافه شد. اما کود نیترات آمونیوم به سه قسمت تقسیم شده و در سه نوبت، نوبت اول در هنگام کاشت غده‌ها و دو نوبت دیگر در بهار و به صورت سرک، ابتدا هم‌زمان با خاک‌دهی (هنگام استفاده از فاروئر) و نوبت سوم به

1. Sante
2. Fontane
3. Agria

صلواتی و همکاران: اثر کاربرد پلیمر سوپرچاذب و عمق کاشت بر عملکرد...

بذری (قطر ۵۵-۳۵ میلی‌متر)، تعداد و وزن متوسط غده درشت (قطر بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر)، تعداد و وزن متوسط غده ریز (قطر کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر) و تعداد و وزن متوسط غده بدشکل (در مترمربع) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. پس از نمونه‌برداری تصادفی از یک مترمربع با حذف اثر حاشیه‌ای، غده‌های حاصل توزین شد و میزان عملکرد کل برحسب کیلوگرم در مترمربع به دست آمد. پس از دسته‌بندی غده‌ها، متوسط وزن و تعداد غده‌های با اندازه بذری، غده‌های ریز و غده‌های درشت و همچنین وزن و تعداد غده‌های بدشکل و غیرقابل استفاده نیز اندازه‌گیری و ثبت شد. داده‌های حاصل از آزمایش، از طریق برنامه آماری SAS (v.9.12) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها از طریق آزمون مقایسه میانگین LSD در سطح یک درصد و پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد غده ریز در بوته و متوسط وزن غده ریز در مترمربع (قطر کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر)

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که وزن و تعداد غده ریز تحت تأثیر سال (Y)، عمق کشت (D)، رقم (C)، کاربرد سوپرچاذب (S) و اثر متقابل (D×C×S) آن‌ها در سطح یک درصد قرار گرفت که مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرچاذب (D×C×S) نشان داد، بیش‌ترین وزن و تعداد غده ریز در رقم فونتانه در عمق کشت ۲۵ سانتی‌متر همراه با کاربرد سوپرچاذب به دست آمد. افزایش عمق در رقم سانته و فونتین منجر به افزایش وزن و تعداد غده ریز در بوته شد. در کل، کاربرد سوپرچاذب در هر سه رقم منجر به افزایش معنی‌دار وزن و تعداد غده ریز نسبت به شرایط عدم کاربرد سوپرچاذب گردید (شکل ۱ و ۲).

جدول ۱: مشخصات خاک مزرعه محل انجام آزمایش

Table 1: Physicochemical properties of the experiment station soil

پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون) K _{ava} . (ppm)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون) P _{ava} . (ppm)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electric conductivity (ds m ⁻¹)	اسیدیته pH	عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت خاک Soil texture
386.3	12.3	0.03	1.8	7.8	0-30	رسی-لومی Loam Clay

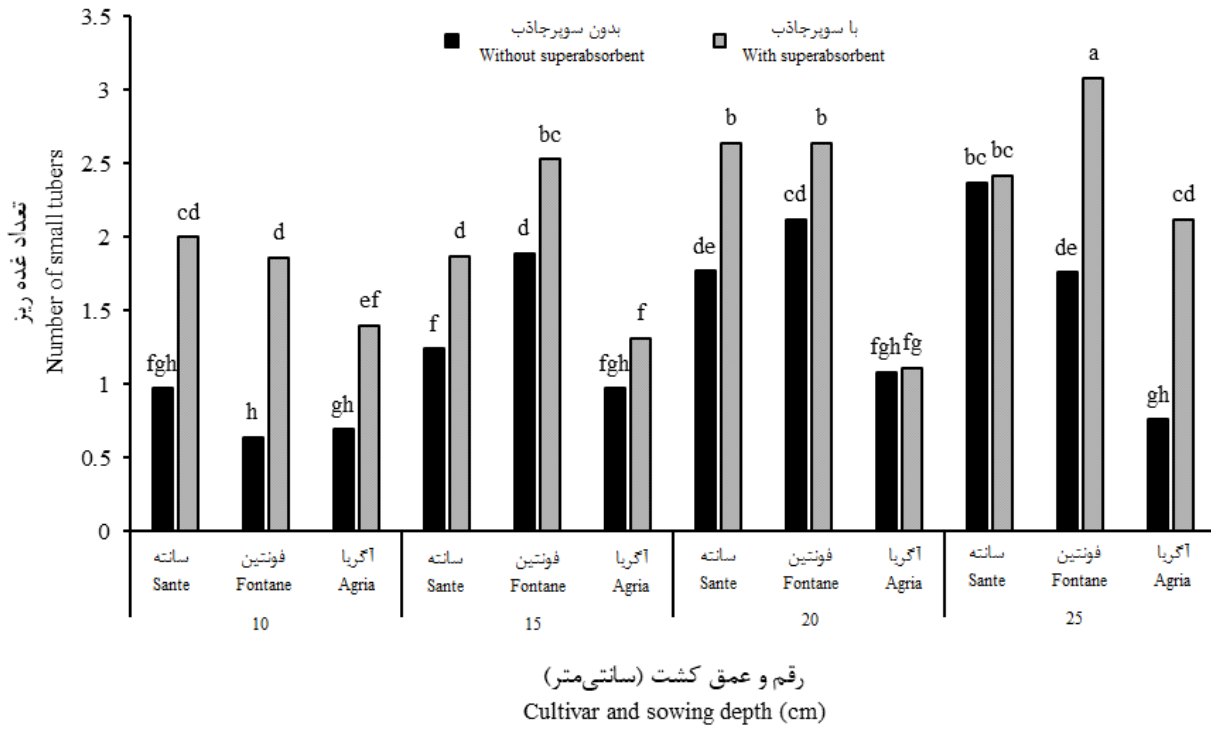
مشخص شد که رقم فونتین در عمق کشت ۱۵ سانتی‌متر همراه با کاربرد سوپرچاذب دارای بیش‌ترین تعداد غده متوسط بود (شکل ۳). بیش‌ترین وزن غده متوسط در دو رقم فونتین و آگریا در عمق کشت ۱۵ سانتی‌متر با کاربرد سوپرچاذب به دست آمد. در کل، کاربرد سوپرچاذب در هر سه رقم منجر به افزایش معنی‌دار وزن و تعداد غده متوسط شد (شکل ۴).

در این آزمایش در رقم‌های آگریا و سانته بیش‌ترین تعداد غده متوسط در عمق کشت ۲۰ سانتی‌متر با کاربرد سوپرچاذب حاصل شد که بیانگر اثر قابل توجه عمق کشت بر تشکیل غده و در نهایت، افزایش تعداد غده است. ثابت شده است که بین میزان آب در دسترس در کشت سیب‌زمینی (۸۰۰-۱۳۰۰ میلی‌متر) و میانگین وزن غده‌ها یک رابطه خطی برقرار است (آیز، ۲۰۱۳).

افزایش تعداد غده در بوته در سیب‌زمینی، ناشی از افزایش تعداد غده در ساقه و تعداد ساقه در هر بوته می‌باشد (میری و همکاران، ۱۳۸۷). سوپرچاذب با تأثیر بر صفات مرتبط با ساقه سیب‌زمینی و سرعت رشد و پوشش آن، بر تعداد غده و نهایتاً عملکرد محصول اثر می‌گذارد (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۲). رشد بیش‌تر اندام‌های هوایی مثل ساقه، مواد ذخیره‌ای را در گیاه افزایش داده و مواد ذخیره‌ای بیش‌تری در اختیار بوته قرار گرفته، غده‌زایی تحریک شده و تعداد غده‌های ریز و متوسط تولیدی نسبت به غده‌های درشت بیش‌تر می‌شوند (بانس، ۲۰۰۶). البته باید به این نکته اشاره نمود که افزایش تعداد غده‌های ریز، اگرچه باعث افزایش عملکرد در هکتار می‌شود، اما به لحاظ اندازه، بازارپسند نمی‌باشند.

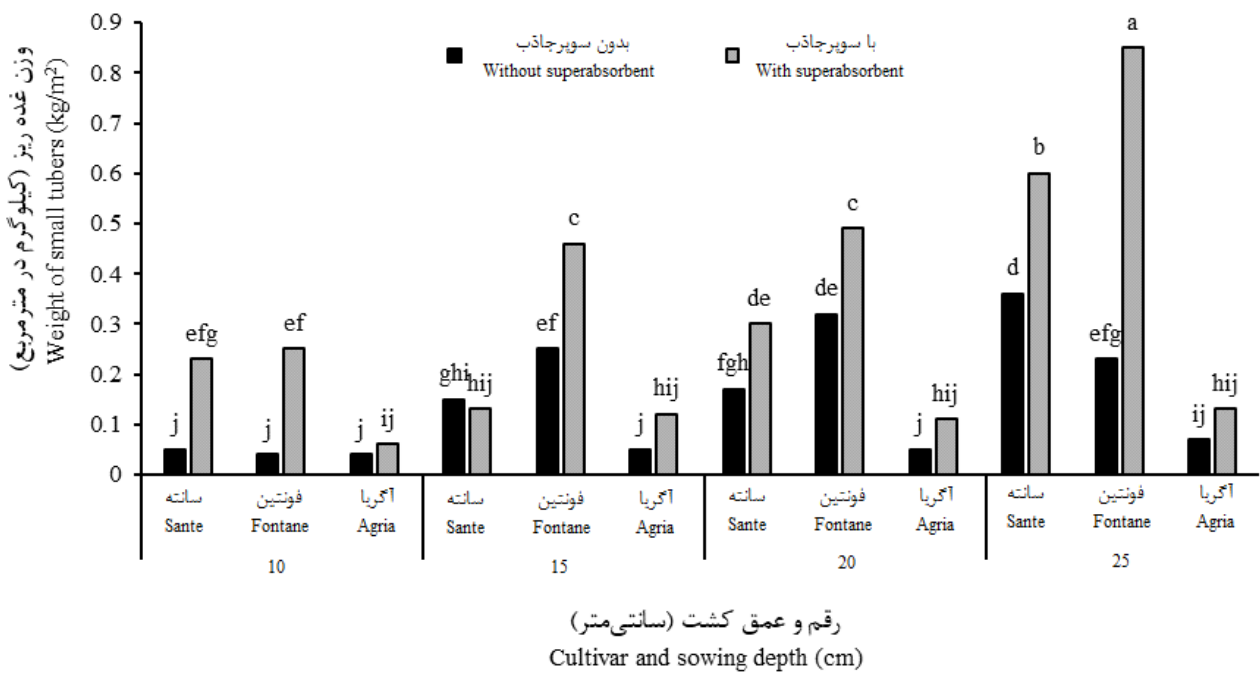
تعداد غده متوسط در بوته و وزن غده متوسط در مترمربع (قطر ۵۵-۳۵ میلی‌متر)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر سال (Y)، عمق کشت (D)، رقم (C) و کاربرد سوپرچاذب (S) و اثر متقابل D×C×S بر وزن و تعداد غده متوسط در بوته معنی‌دار گردید و با مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌جانبه عمق کاشت، رقم و سوپرچاذب



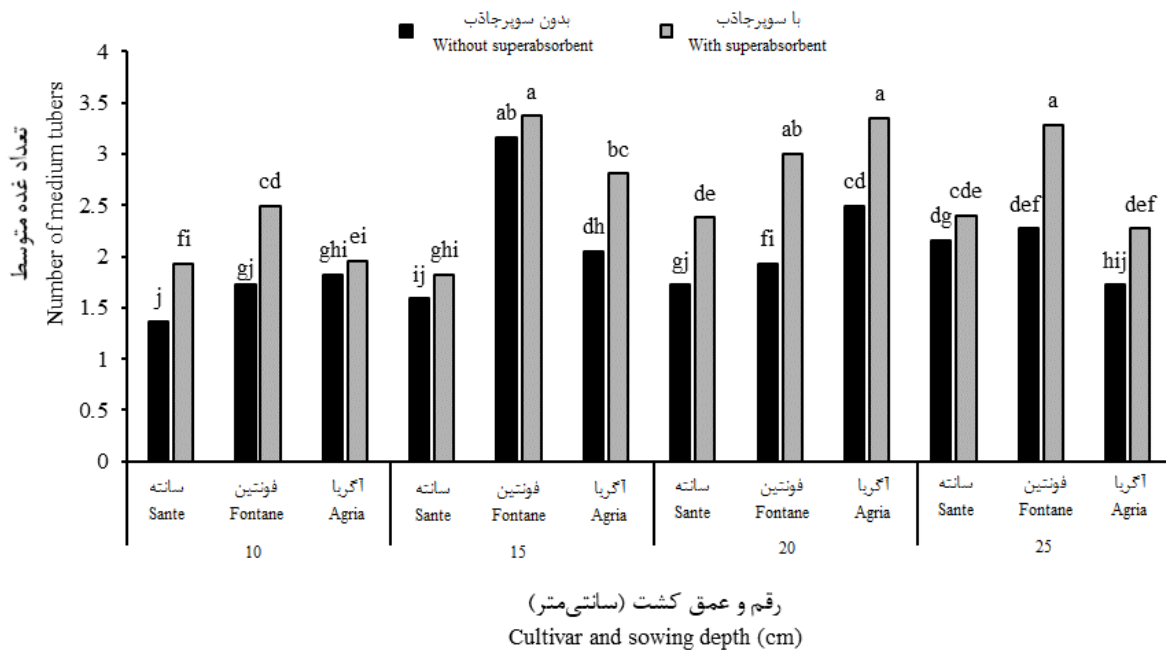
شکل ۱: اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرجاذب بر تعداد غده ریز در بوته سیب‌زمینی

Fig. 1: The interaction effect of cultivar and sowing depth with superabsorbent application on number of small tubers per each potato plant



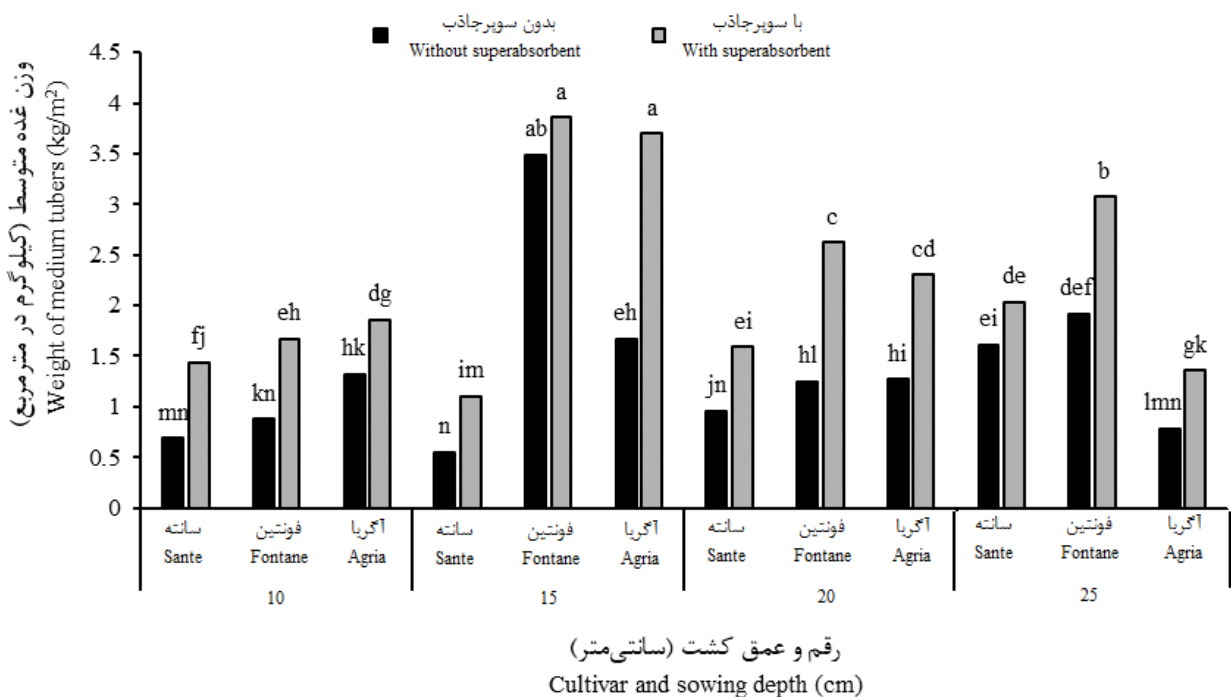
شکل ۲: اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرجاذب بر متوسط وزن غده ریز در سیب‌زمینی

Fig. 2: The interaction effect of cultivar and sowing depth with superabsorbent application on mean weight of small potato tubers



شکل ۳: اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرجاذب بر تعداد غده متوسط در بوته سیب‌زمینی

Fig. 3: The interaction effect of cultivar and sowing depth with superabsorbent application on number of medium tubers per each potato plant



شکل ۴: اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرجاذب بر وزن غده متوسط سیب‌زمینی

Fig. 4: The interaction effect of cultivar and sowing depth with superabsorbent application on weight of medium size of potato tubers

رطوبتی مناسب، استعمال از مواد تنظیم‌کننده و نیز کندکننده رشد در مراحل مختلف غده‌زایی سیب‌زمینی و هم‌چنین سرزنی آخر فصل، اشاره کرد (طرشی و استرویک، ۲۰۰۸؛ فیومن و دانیزل، ۲۰۱۱). معمولاً غده‌های اندازه بذری مناسب کشت و تکثیر در نسل بعدی تکثیر هستند و هرچند افزایش نسبت

در سیب‌زمینی تولید غده‌های بذری (با اندازه ۳۵-۵۵ میلی‌متر) در واحد سطح و به اندازه زیاد یک ضرورت اساسی است که امروزه روش‌های مختلفی در جهت بالا بردن این نسبت و افزایش ضریب تکثیر در مزارع تولید بذر سیب‌زمینی بکار گرفته می‌شود. از جمله آن‌ها می‌توان به افزایش تراکم کاشت، استفاده از غده بذری با سن فیزیولوژیک مناسب، تغییر عمق کاشت و متناسب با بافت خاک، اعمال رژیم تغذیه‌ای و

- Otroshy and Struik
- Firman and Daniels

مشابهی در مورد افزایش معنی‌دار تعداد غده‌های قابل‌فروش همراه با کاهش حجم آب مصرفی در استفاده از سوپرچادب، گزارش شده است (وانگ^۳ و همکاران، ۲۰۰۷؛ دملاش^۴، ۲۰۱۳).

ناهنجاری بدشکلی غده در سیب‌زمینی با ایجاد برجستگی و بادکردگی غده‌ها و تشکیل غده‌های کوچک انتهایی بر روی غده‌ها مشخص می‌شود. این بدشکلی تحت عنوان ناهنجاری‌های رشد ثانویه نیز نامیده می‌شود در برخی موارد به‌صورت بادکردگی اکثر چشم‌ها بر روی غده نیز نمایان می‌شود. علائم مشخصه رشد ثانویه آن افزایش رشد طولی غده حتی در رقم‌هایی با تیپ گرد می‌باشد. غده‌های تشکیل شده در انتهای غده اصلی معمولاً حاوی قندهای احیاء‌کننده بیش‌تر و نشاسته کم‌تر می‌باشند و شماتیک بافتی آن‌ها به‌صورت مات شده و تراوا می‌باشد و اصطلاحاً به فرم شیشه‌ای درمی‌آیند (سینگ و سینگ^۵، ۲۰۱۴).

تنش‌هایی که در مراحل اولیه تشکیل غده‌های به وقوع می‌پیوندد سبب ایجاد غده‌های گلوگاهی در قسمت اتصال به استولون می‌شود و چنانچه تنش در اواخر فصل رخ دهد سبب ایجاد غده‌های کاملاً چسبیده به انتهای غده اصلی و یا برآمدگی محل جوانه‌ها می‌شود (کریستیان^۶، ۲۰۱۵).

نتایج حاصل از این پژوهش مشخص کرد که استفاده از سوپرچادب به فراهمی بیش‌تر آب و در دسترس قرار دادن رطوبت در محیط ریشه سیب‌زمینی کمک کرده و ضمن کمک به جذب مواد غذایی از مواجه‌شدن سیب‌زمینی با حداقل میزان تنش رطوبتی ممانعت می‌کند. بنابراین در سه رقم مورد استفاده به میزان قابل‌توجهی از ایجاد رشد ثانویه و بدشکلی غده در مراحل شکل‌گیری و ذخیره‌سازی آن می‌کاهد.

در مطالعه دیگری مشخص شده است که با کاهش میزان آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز سیب‌زمینی به ۵۰ درصد آب موردنیاز، وزن غده قابل‌عرضه به بازار کاهش می‌یابد (آیز و کروکو^۷، ۲۰۱۰). کاربرد سوپرچادب در هر سه رقم و در عمق‌های مختلف کشت منجر به کاهش معنی‌دار وزن غده بدشکل نسبت به شرایط عدم کاربرد سوپرچادب شد. کمبود آب به‌ویژه در مرحله تشکیل غده سیب‌زمینی باعث ایجاد عوارض فیزیولوژیکی مثل ترک‌خوردگی، رشد ثانویه و غده‌های تغییر شکل یافته می‌شود (کینگ^۸ و همکاران، ۲۰۰۴).

آن‌ها در مزارع بذری اهمیت دارد، اما امروزه در صنایع فرآوری نیز به دلیل افت کم‌تر و کیفیت و ارزش غذایی یکنواخت‌تر مورد توجه می‌باشند (گرگوریو^۱، ۲۰۰۰).

در این تحقیق استفاده از سوپرچادب در عمق‌های مختلف کاشت منجر به افزایش قابل‌توجه تعداد غده در اندازه بذری شد. بدین ترتیب معلوم می‌شود که سوپرچادب با ایجاد شرایط بهینه در جذب و به‌کارگیری مواد غذایی به تقسیم بیش‌تر مواد حاصل از فتوسنتز به استولون‌ها کمک کرده و منجر به تولید و تبدیل بیش‌تر نسبت استولون‌ها به غده می‌گردد.

تعداد غده درشت در بوته و متوسط وزن غده درشت در مترمربع (قطر بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر)

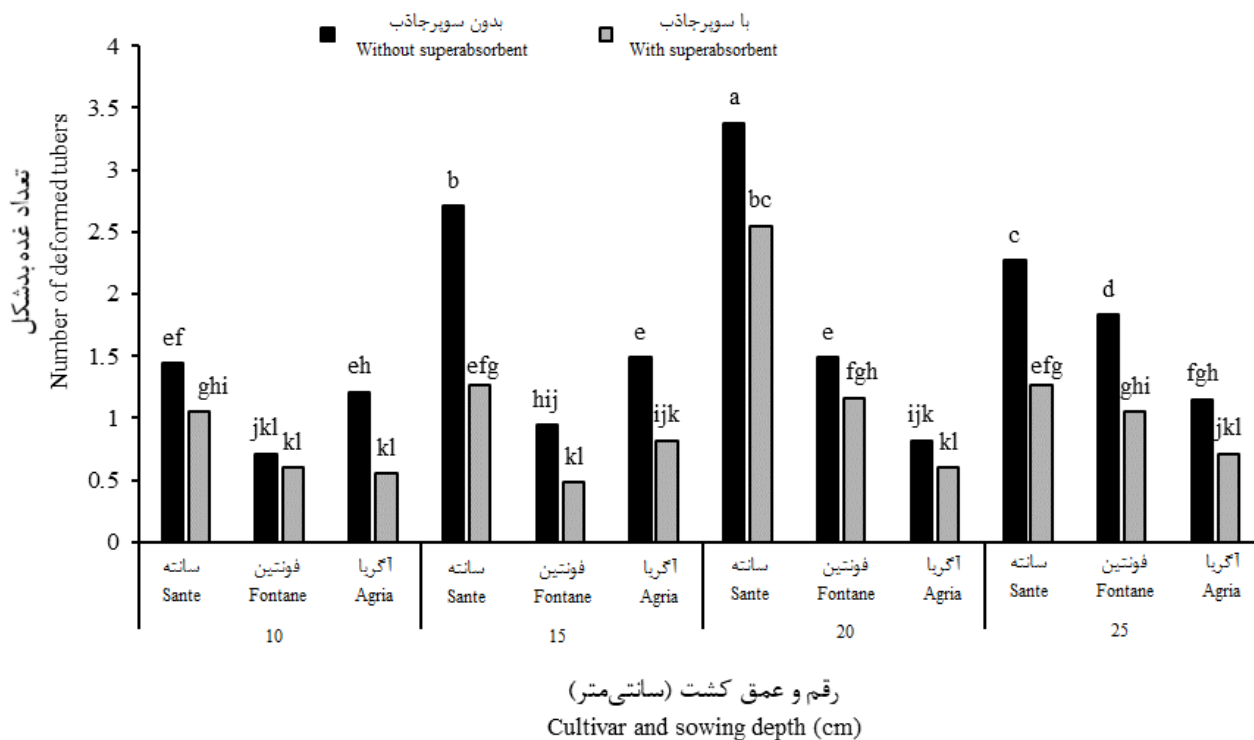
وزن و تعداد غده درشت تحت تأثیر سال (Y)، عمق کشت (D)، رقم (C) قرار گرفت، کاربرد سوپرچادب (S) فقط در مورد تعداد غده درشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما اثر متقابل $D \times C \times S$ بر وزن و تعداد غده درشت معنی‌دار نبود. با مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که استفاده از سوپرچادب منجر به افزایش تعداد غده درشت نسبت شرایط بدون استفاده از سوپرچادب گردیده است. فابرو^۲ و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند در شرایطی که وضعیت رطوبت خاک در طول دوره رشد و به‌خصوص در مرحله غده‌زایی سیب‌زمینی مطلوب باشد، درصد غده‌های متوسط و درشت افزایش می‌یابد.

تعداد غده بدشکل در بوته و متوسط وزن غده بدشکل در مترمربع

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که وزن و تعداد غده بدشکل تحت تأثیر عمق کشت (D)، رقم (C)، کاربرد سوپرچادب (S) و اثر متقابل آن‌ها ($D \times C \times S$) قرار گرفت و تفاوت‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد که مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرچادب ($D \times C \times S$) نشان داد، کم‌ترین وزن و تعداد غده بدشکل در رقم فوننتین در عمق کشت ۱۵ سانتی‌متر و با استفاده از سوپرچادب به‌دست آمد. در کل، کاربرد سوپرچادب در هر سه رقم و در عمق‌های مختلف کشت منجر به کاهش معنی‌دار وزن و تعداد غده بدشکل نسبت به شرایط عدم کاربرد سوپرچادب گردید (شکل ۵ و ۶). استفاده از سوپرچادب به‌طور مشخص آب در دسترس گیاه را در طول دوره رشد و به‌ویژه در مرحله ذخیره‌سازی افزایش داده است که این مسئله منجر به افزایش ضریب فتوسنتز و جذب و به‌کارگیری مواد حاصل از آن شده است. در همین راستا نتایج

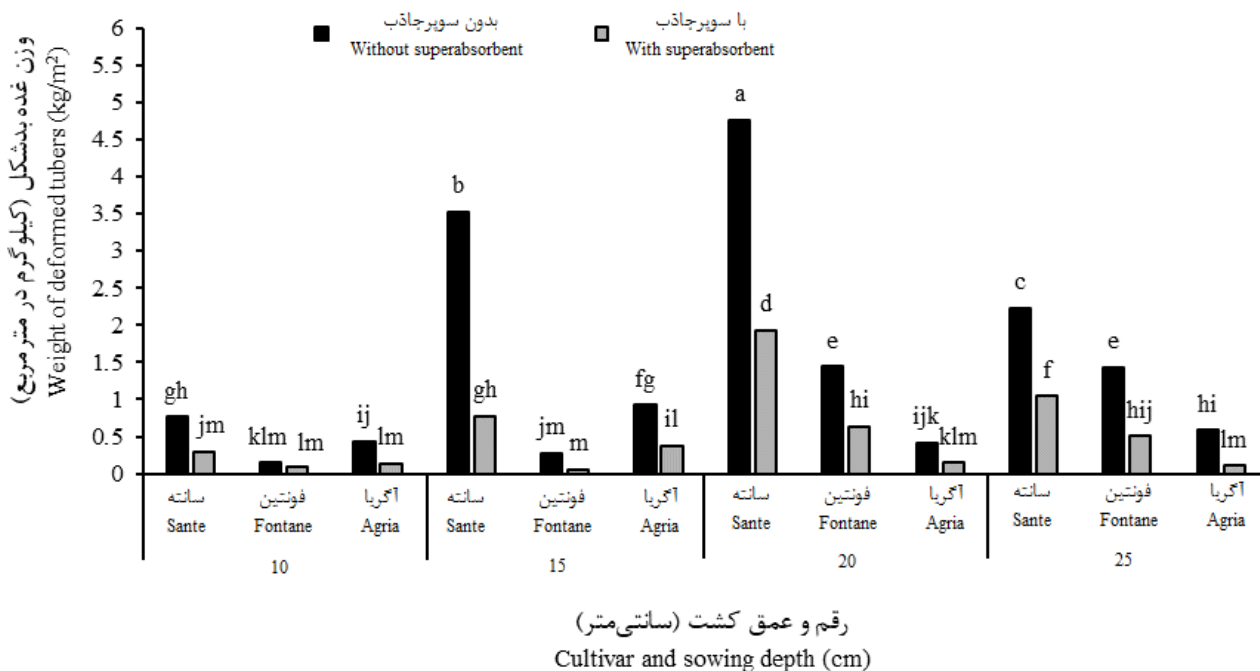
3. Wang
4. Demelash
5. Singh and Singh
6. Krystyna
7. Ayas and Korukcu
8. King

1. Gregoriou
2. Fabeiro



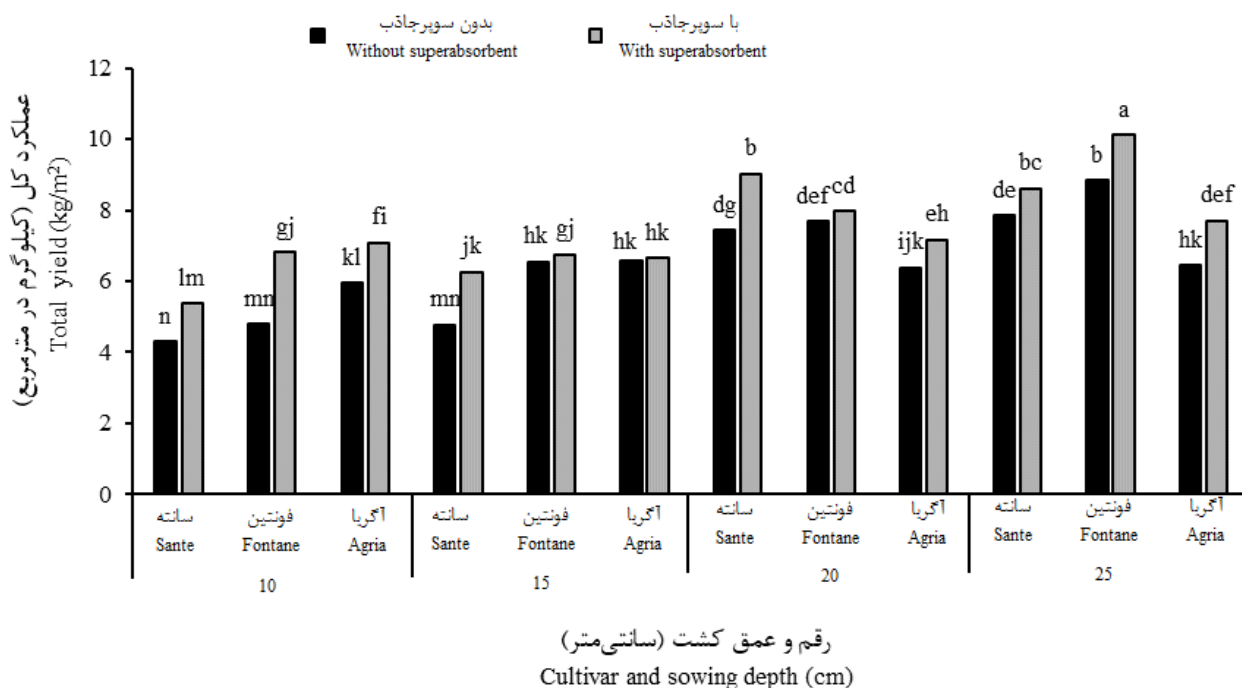
شکل ۵: اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرجاذب بر تعداد غده بدشکل در بوته سیب‌زمینی

Fig. 5: The interaction effect of cultivar and sowing depth with superabsorbent application on number of deformed tubers per each potato plant



شکل ۶: اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرجاذب بر وزن غده بدشکل سیب‌زمینی

Fig. 6: The interaction effect of cultivar and sowing depth with superabsorbent application on weight of deformed tubers



شکل ۷: اثر متقابل رقم و عمق کشت با کاربرد سوپرجاذب بر عملکرد کل سیب‌زمینی
 Fig. 7: The interaction effect of cultivar and sowing depth with superabsorbent application on total yield

پلیمرهای سوپرجاذب با افزایش نگهداری آب در خاک و یا کنترل آب ذخیره‌ای قابل‌دسترس گیاه در شرایط محیطی خشک، رشد و استقرار گیاهچه را بهبود می‌بخشند (اکتر^۲ و همکاران، ۲۰۰۴). نتایج پژوهش‌های روبیل/اسلام و همکاران (۲۰۱۱) بیانگر افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت با کاربرد پلیمر سوپرجاذب می‌باشد.

به‌نظر می‌رسد استفاده از سوپرجاذب در کشاورزی از طریق بهبود وضعیت خاک و آب موجب افزایش عملکرد محصول می‌شود. سوپرجاذب‌ها با افزایش جذب و نگهداری آب در خاک، ذخیره عناصر نیتروژن، فسفر، گوگرد و کاتیون‌های تبادل‌پذیر و همچنین افزایش تهویه از طریق بهبود ساختمان خاک سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (نظرلی^۳ و همکاران، ۲۰۱۰).

به‌نظر می‌رسد که استفاده از سوپرجاذب با حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از برخورد گیاه با تنش رطوبتی از ایجاد بدشکلی و رشد ثانویه در مرحله تکوین و شکل‌گیری غده‌های سیب‌زمینی ممانعت نموده است.

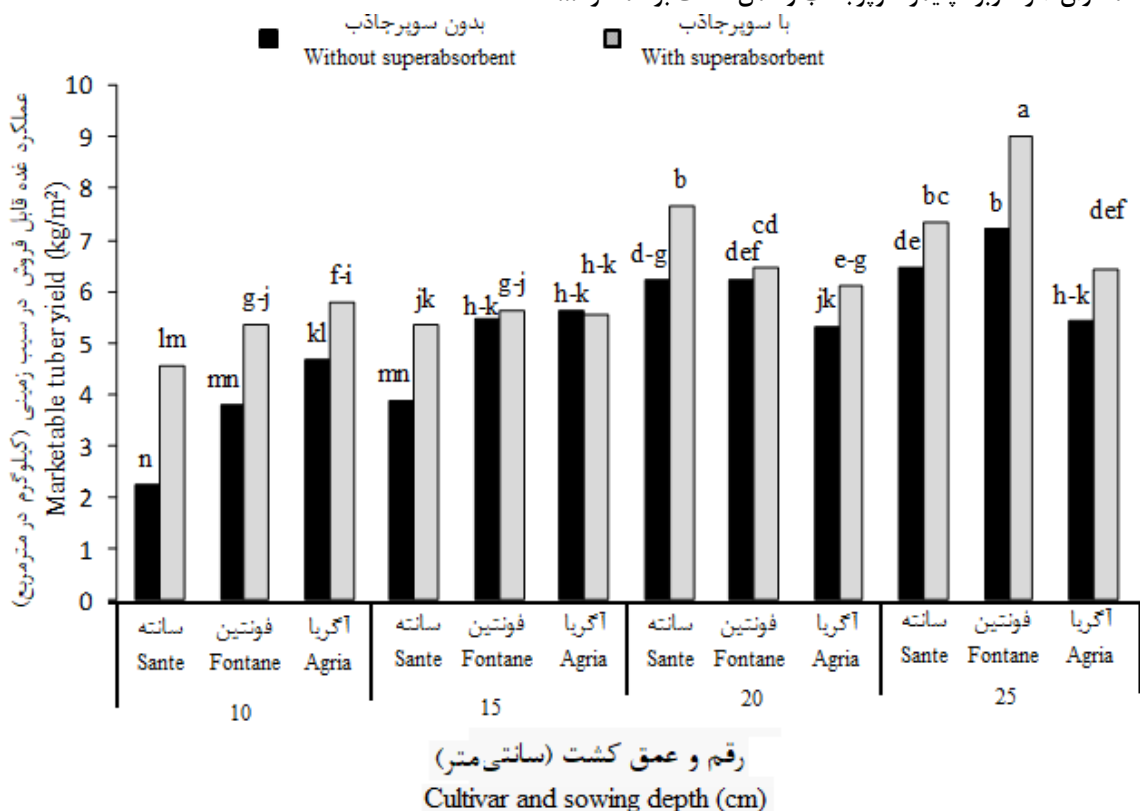
عملکرد غده کل

نتایج تجزیه مرکب بیانگر تأثیر معنی‌دار سال (Y)، عمق کشت (D)، رقم (C)، کاربرد سوپرجاذب (S) و اثر متقابل D×C×S در سطح یک درصد بر عملکرد غده کل غده بوده است. بیش‌ترین عملکرد غده کل در رقم فونتین در عمق کشت ۲۵ سانتی‌متر همراه با کاربرد سوپرجاذب به‌دست آمد (شکل ۷). در کل، کاربرد سوپرجاذب در هر سه رقم و در عمق‌های مختلف کشت منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد کل نسبت به شرایط عدم کاربرد سوپرجاذب گردید.

نتایج تحقیقات متعددی بیانگر اثر معنی‌دار عمق کشت بر عملکرد سیب‌زمینی است (سحاق‌بیگی، ۲۰۱۰؛ عرب^۱ و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج پژوهش عظیمی و همکاران (۱۳۸۷) نشان داده است که افزایش عمق کشت منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد غده می‌شود. دلیل این افزایش عملکرد، به امکان قرارگیری گره‌های بیش‌تر ساقه در عمق خاک و امکان تشکیل تعداد بیش‌تر استولون در بوته و در نتیجه افزایش شانس ظرفیت تشکیل بیش‌تر غده مرتبط شده است.

2. Akhter
 3. Nazarli

1. Arab



شکل ۸: اثر متقابل رقم و عمق کاشت با کاربرد سوپرجاذب بر عملکرد غده قابل فروش در سیبزمینی

Fig. 8: The interaction effect of cultivar and sowing depth with superabsorbent application on marketable potato tuber yield

کاربرد آن گردید به شرایط عدم کاربرد سوپرجاذب گردید (شکل ۸).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که اثر افزایش عمق کاشت، بر تعداد و وزن غده متوسط و نیز عملکرد کل، مثبت بود. کاربرد سوپرجاذب در هر سه رقم منجر به افزایش معنی‌دار وزن و تعداد غده متوسط نسبت به عدم کاربرد سوپرجاذب گردید. کاربرد سوپرجاذب در هر سه رقم و در عمق‌های مختلف کاشت منجر به کاهش معنی‌دار وزن غده بدشکل و افزایش معنی‌دار عملکرد کل نسبت به شرایط عدم کاربرد سوپرجاذب شد. بنابراین کاربرد این مواد در کشت پاییزه، ضمن کاهش دفعات آبیاری و صرفه‌جویی در مصرف آب نقش به‌سزایی در کاستن از اثرات نامطلوب کم‌آبی و تنش در سیبزمینی داشته و به‌طور غیرمستقیم می‌تواند در بهبود کیفیت غده تولیدی و بازارپسندی آن مؤثر باشد.

عملکرد غده قابل فروش

با نتایج تجزیه مرکب داده‌ها در عملکرد غده قابل فروش مشخص شد که اثرات سال (Y)، عمق کاشت (D)، رقم (C)، کاربرد سوپرجاذب (S) و اثر متقابل D×C×S در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. همانند عملکرد کل بیشترین عملکرد قابل فروش غده کل در رقم فونتین در عمق کاشت ۲۵ سانتی‌متر همراه با کاربرد سوپرجاذب به‌دست آمد که نسبت به سایر تیمارها در دو رقم دیگر (کاربرد و عدم کاربرد سوپرجاذب) تفاوت معنی‌دار نشان داد (شکل ۸). واکنش سه رقم مورد استفاده در عمق‌های مختلف کاشت و در استفاده از سوپرجاذب و عدم کاربرد آن متفاوت بود. به‌طوری‌که مثلاً در عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر، اگرچه هر سه رقم با کاربرد سوپرجاذب در مقایسه با عدم کاربرد آن عملکرد قابل فروش بیشتری داشتند، اما رقم سانه به استفاده از سوپرجاذب واکنش بهتری نشان داده و غده قابل فروش بیشتری هم نسبت به دو رقم دیگر در این عمق کاشت تولید کرد. در کل، کاربرد سوپرجاذب در هر سه رقم و در عمق‌های مختلف کاشت منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد غده قابل فروش در مقایسه با عدم

منابع

- بانج شفيعی، ش. و رهبر، ا. ۱۳۸۲. بررسی کارایی نوعی پلیمر آبدوست در کشاورزی و منابع طبیعی الف-تأثیر پلیمر بر پدیده رویشی و موفقیت پانیکوم. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۰ (۱): ۱۱۱-۱۲۹.
- پوراسماعیل، پ.، حبیبی، د. و روشن، ب. ۱۳۸۶. پلیمر سوپرجاذب، راهی برای کاهش آب مصرفی کشاورزی. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵ (۴): ۸۰-۸۲.
- رشیدی، ن.، ارجی، ع.، گردکانه، م. و کاشی، ع. ۱۳۹۲. اثر مواد آلی و سوپرجاذب آب بر عملکرد و اجزای آن در سیب‌زمینی رقم مارفونا. نشریه فناوری تولیدات گیاهی، ۵ (۲): ۱۱-۲۲.
- عظیمی، ج.، آسودار، م. ا.، ضعیفی‌زاده، م. و حق‌جو، ش. ۱۳۸۷. بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت در عملکرد سیب‌زمینی در منطقه اردبیل. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، مشهد.
- قدمی فیروزآبادی، ع. و پرویزی، خ. ۱۳۸۹. اثر کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب کلون‌های جدید سیب‌زمینی در آبیاری قطره ای نواری (تیپ). پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲۴ (۲): ۱۳۳-۱۴۴.
- میری، ز.، اصغری، ج. و پناهی کردلاغری، خ. ۱۳۸۷. تأثیر رژیم‌های آبیاری و ترکیب‌های کودی بر عملکرد دو رقم سیب‌زمینی در فریدن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۴۶): ۱۷۷-۱۸۶.
- Abedi, T. and Pakniyat, H. 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 46 (1): 27-34.
- Akhter, J., Mahmood, K., Malik, K. A., Mardan, A., Ahmad, M. and Iqbal, M. M. 2004. Effect of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, weath and chickpea. Plant Soil Environment, 50 (10): 463-469.
- Arab, H. R., Afshari, H., Sam Daliri, M., Laei, Gh. and Toudar, S. R. 2011. The effect of planting date, depth and density on yield and yield components of potato in Shahrood (Iran). Journal of Research in Agricultural Science, 7 (2): 141-149.
- Auge, R. M., Toler, H. D. and Saxton, A. M. 2015. Arbuscular mycorrhizal symbiosis alter stomatal conductance of host plants more under drought than under amply watered conditions: a meta-analysis. Mycorrhiza, 25 (1): 13-24.
- Ayas, S. 2013. The effects of different regimes on potato (*Solanum tuberosum* L. Hermes) yield and quality characteristics under unheated greenhouse conditions. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (1): 87-95.
- Ayas, S. and Korukcu A. 2010. Water-yield relationships in deficit irrigated potato. Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, 24 (2): 23-26.
- Brandsma, R. T., Fullen, M. and Hocking, T. J. 1999. Soil conditioner effects on soil structure and erosion. Journal of Soil and Water Conservation, 54 (2): 485-489.
- Bunce, J. A. 2006. How do leaf hydraulics limit stomatal conductance at high water vapour pressure deficits?. Plant, Cell and Environment, 29 (8): 1644-1650.
- Dabhi, R., Bhatt, N. and Pandit, B. 2013. Super absorbent polymers-an innovative water saving technique for optimizing crop yield. International Journal of Innovative Research in Science, 2 (10): 5333-5340.
- Demelash, N. 2013. Deficit irrigation scheduling for potato production in North Gondar, Ethiopia. African Journal of Agricultural Research, 8 (11): 1144-1154.
- Dhodapkar, R. and Borde, P. 2009. Super absorbent polymers in environmental remediation. Global NEST Journal, 11 (2): 223-234.
- Ekebaf, L. O., Ogbeifun, D. E. and Okieimenm, F. E. 2011. Polymer applications in agriculture. Biokemistri, 23 (2): 81-89.
- Esehaghbeygi, A. 2010. The effect of cultivation depth and variety on the yield and properties of potato tuber. Journal of Plant Productions, 33 (1): 67-74.
- Ezekiel, R. and Bhargava, S. C. 1992. Nitrogen distribution within the potato plant in relation to planting date under short day conditions. Indian Journal of Plant Physiology, 35 (2): 130-139.
- Fabeiro, C., Martin de Santa Olalla, F. and De Juan, J. A. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. Agricultural Water Management, 48 (3): 255-266.
- Firman, D. M and Daniels, S. G. 2011. Factors affecting tuber numbers per stem leading to improved seed rate recommendations. Final report of the project, The Potato Council is a division of the Agriculture and Horticulture Development Board, Cambridge University, 88 pp.
- Gregoriou, S. 2000. The effect of within-row spacing on yield and tuber size distribution of the potato variety. Agricultural Research Institute Research Report, Nicosia, Cyprus, 28 pp.
- Krystyna, R. 2015. The effect of high temperature occurring in subsequent stages of plant development on potato yield and tuber physiological defects. American Potato Journal, 92 (3): 933- 945.
- Jajarmi, V. 2009. Effect of water stress on germination indices in seven wheat cultivar. World Academy of Science, Engineering and Technology, 49: 105-106.
- King, B. A., Stark, J. C. and Love, S. L. 2004. Potato production with limited water supplies. Idaho Agricultural Experiment Station, 789: 1-8.
- Laei, G. H., Noryan, M. and Afshari, H. 2012. Determination of the planting depth of potato seed tuber yield and yield

- components of two varieties *agria* and *draga* response curves seed. *Annals of Biological Research*, 3 (12): 5521-5528.
- Mahdavinia, G. R., Pourjavadi, A., Hosseinzadeh, H. and Zohuriaan, M. J. 2004. Modified chitosan 4. superabsorbent hydrogels from poly (acrylic acid-co-acrylamide) grafted chitosan with salt- and pH-responsiveness properties. *European Polymer Journal*, 40 (7): 1399-1407.
- Mao, S., Robiul Islam, M., Xue, X., Yang, X., Zhao, X. and Hu, Y. 2011. Evaluation of a watersaving superabsorbent polymer for corn (*Zea mays* L.) production in arid yegions of Northern China. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (17): 4108-4115.
- Nazarli, H., Zardashti, M. R., Darvishzadeh, R. and Najafi, S. 2010. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. *Notulae Scientia Biologicae*, 2 (4): 53-58.
- Otroshy, M. and Struik, P. C. 2008. Effects of Size of Normal Seed Tubers and Growth Regulator Application on Dormancy, Sprout Behaviour, Growth Vigour and Quality of Normal Seed Tubers of Different Potato Cultivars. *Research Journal of Seed Science*, 1 (1): 41-50.
- Robiul Islam, M., Xue, X., Mao, S., Zhao, X., Egrinya Eneji, A. and Hu, Y. G. 2011. Superabsorbent polymer (SAP) enhance efficient and eco_friendly production of corn (*Zea mays* L.) in drought affect areas of northern china. *African journal of Biotechnology*, 10 (24): 4887-4894.
- Singh, B. and Singh, D. K. 2014. Physiological disorders in potato: causes and their management. <https://www.researchgate.net/publication/325416770>.
- Wang, F. X., Kang, Y., Liu, S. P. and Hou, X. Y. 2007. Effects of soil matric potential on potato growth under drip irrigation in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 88 (1-3): 34-42.
- Yavuz, D., Suheri, S. and Yavuz, N. 2016. Energy and water use for drip irrigated potato in the Middle Anatolian region of Turkey. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 35 (1): 212-220.

Effect of Superabsorbent Polymer and Sowing Depth on Total Yield and Marketability of Some Potato Cultivars in Autumn Planting

Salavati¹, S., Valadabadi^{2*}, S. A., Parvizi³, Kh., Sayfzadeh⁴, S. and Hadidi Masouleh⁴, E.

Abstract

To investigate the effect of superabsorbent polymer (SAP) and planting depth on total and marketability tuber yield of three potato cultivars, an experiment was conducted during 2016 and 2017 at Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Hamadan, Iran. The experiment was conducted as split split plot based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The main plot included a planting depth at four levels (10, 15, 20 and 25 cm), subplot was consisted of a potato cultivar at three levels (Sante, Fontine and Agria) and sub-subplot comprised a SAP application at two levels (application and non-application of SAP). The results of this research showed that there is a significant interaction effect of cultivar and sowing depth with SAP on the number and weight of small tubers, deformed tubers and total yield ($p < 0.01$) and on the number and weight of medium tubers ($p < 0.05$). In this regard, the highest number and weight of medium tubers obtained at depth of 20 cm along with SAP usage in all cultivars. In general, the results revealed that SAP usage in all of the cultivars led to an increase in marketable tubers and total yield.

Keywords: Total tuber yield. Deformed tubers, Weight of tubers, Superabsorbent material

1, 2 and 4. PhD Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy, College of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran

3. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran

*: Corresponding author Email: val.sa393@gmail.com

This paper has been extracted from the first author's PhD thesis under the guidance of Seyed Alireza Valadabadi.