

مقاله علمی-پژوهشی

اثر آب آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد، کیفیت و بهره‌وری مصرف آب محصول سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ)

سیدحسن موسوی فضل^{۱*}، احمد اخیانی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۲۷

چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر آب و کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور در اراضی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی سمنان (شاهرود) به مدت دو سال انجام شد. فاکتورها شامل: ۱- مقادیر آب آبیاری در دو سطح ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز ۲- مقادیر و روش مصرف کود نیتروژن در سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد (براساس آزمون خاک) به روش کود آبیاری و مصرف ۱۰۰ درصد ازت به روش سنتی ۳- آرایش کاشت در دو سطح (فاصله ردیف ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر). آب آبیاری با روش پنمن‌مانتیت محاسبه و با توجه به سطوح آبیاری با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) در اختیار گیاه قرار گرفت. کود نیتروژن با استفاده از تانک کود در روش کود آبیاری بر اساس سطوح ذکر شده در طول فصل به گیاه داده شد. نتایج نشان داد عملکرد محصول در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی ۲۶ و در سطح ۷۵ درصد، ۲۱ تن در هکتار شد. بین سطوح ۸۰ و ۱۰۰ درصد مصرف نیتروژن به صورت کود آبیاری تفاوت معنی‌داری در عملکرد محصول وجود نداشت. سطوح کودی ۱۰۰ درصد مصرف سنتی و ۶۰ درصد با روش کود آبیاری از نظر عملکرد تفاوت معنی‌داری نداشتند. اثر تیمارهای آبی بر بهره‌وری مصرف آب معنی‌دار شد. بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۷۵ درصد آب مصرفی برابر با ۳/۰۵ و تیمار ۱۰۰ درصد آب مصرفی برابر با ۲/۸۲ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب آب شد. سطح کودی ۸۰ درصد به روش کود آبیاری، آب ۷۵ درصد و فاصله کاشت ۴۵ سانتی‌متر به عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: آب آبیاری، آبیاری قطره‌ای، آرایش کاشت، کود نیتروژن

مقدمه

کشور نزدیک به ۳۵ تن در هکتار است. سطح زیر کشت استان سمنان در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ برابر ۱۸۱۲ هکتار با متوسط تولید ۲۳ تن در هکتار بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۷).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که آبیاری محصول سیب‌زمینی با روش قطره‌ای، هم از نظر کمیت و کیفیت و بازاریابی مزیت‌های بیشتری در مقایسه با روش‌های آبیاری سنتی (سطحی) دارد (باغانی و همکاران، ۱۳۸۶).

مطالعات پژوهشگران نشان داده که سیب‌زمینی نسبت به تنش‌های آبی حساس است. دلیل آن سیستم ریشه است، زیرا بیشتر از ۸۵ درصد تراکم ریشه در کمتر از ۳۰ سانتی‌متر عمق خاک قرار دارد (Iwama, 2008; Lahlou, 2003; Vasquez-Robinet, 2008).

تنش‌های رطوبتی در مراحل مختلف فنولوژیکی سیب‌زمینی باعث کاهش رشد و نمو، کاهش عملکرد و تعداد غده در هر بوته، اندازه و کیفیت غده در سیب‌زمینی می‌شود (Onder et al., 2005). محققین

سیب‌زمینی از محصولات غده‌ای است که نقش بسیار مهمی در تغذیه دارد. سیب‌زمینی در شرایط آب و هوایی مختلف رشد می‌کند. تولید سیب‌زمینی در دنیا بیش از ۳۶۸ میلیون تن است و پس از گندم، برنج و ذرت در مقام چهارم قرار دارد (FAO, 2018). براساس آمارنامه کشاورزی (۱۳۹۷) سطح زیر کشت سیب‌زمینی در کشور ۱۴۸ هزار هکتار، مقدار تولید ۵۱۴۲۸۹۱ تن و میانگین عملکرد محصول در

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران
۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران

(*- نویسنده مسئول: (Email: HMousavifazl@yahoo.com)

بر عملکرد و خصوصیات کیفی سیب‌زمینی بررسی کردند. این نتایج نشان داد که با کاهش آب مصرفی، عملکرد و مقدار نشاسته کاهش و درصد پروتئین غده‌ها افزایش و اندازه غده‌ها کوچک‌تر می‌گردد. همچنین مقادیر زیاد مصرف کود پتاسیم سبب درشت‌تر شدن غده‌های سیب‌زمینی و کاهش غده‌های ریز می‌گردد.

اخوان و همکاران (۱۳۸۶) اثر مقادیر آب آبیاری (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تبخیر از تشتک کلاس A) و روش‌های آبیاری قطره‌ای تیپ و شیاری را در محصول سیب‌زمینی مطالعه نمودند. نتایج نشان داد، بیش‌ترین درصد غده‌های ریز (کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر) مربوط به آب آبیاری ۷۵ درصد بود. در تیمارهای آب ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار قندهای احیا به ترتیب ۱۳۸ و ۱۶۷ میلی‌گرم در ۱۰ گرم نشاسته حاصل شد که نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد، کاهش معادل ۴ درصد داشت.

صدرقاین و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی اثر آرایش کاشت و سطوح مختلف آب آبیاری بر عملکرد سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای با نوارهای تیپ در منطقه فیروزکوه پرداختند. در این پژوهش سه آرایش کاشت (یک ردیف کاشت با هر نوار تیپ و با فاصله ۷۵ سانتی‌متر، دو ردیف کاشت با هر نوار تیپ و فاصله ردیف‌های کاشت ۳۵ سانتی‌متر، دو ردیف کاشت با هر نوار تیپ و فاصله ردیف‌های کاشت ۴۵ سانتی‌متر) و سه سطح آب آبیاری (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) در نظر گرفته شد. نتایج این پژوهش نشان داد اثر آرایش کاشت بر بهره‌وری مصرف آب و اثر سطوح آب آبیاری بر عملکرد کل و عملکرد غده‌های بازارپسند معنی‌دار است. تیمار آرایش کاشت با فاصله ۳۵ سانتی‌متر و سطح آبی ۸۰ درصد، دارای بیشترین عملکرد (۳۶۹۶۵ کیلوگرم در هکتار) و بهره‌وری مصرف آب (۱۱/۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار) بود. یوان و همکاران اثر آب آبیاری را بر رشد سیب‌زمینی در آبیاری قطره‌ای بررسی نمودند. نتایج نشان داد که مقادیر آب، کمیت غده‌ها را افزایش اما کیفیت آن‌ها را کاهش می‌دهد. به دلیل حساسیت گیاه به تنش خشکی (کم‌آبی) کاهش آب مصرفی بیش‌تر از ۷۵ درصد تبخیر از تشتک، عملکرد محصول را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (Yuan et al., 2003).

جلینی و دوستی (۱۳۹۰) در پژوهشی در استان خراسان رضوی میزان تجمع نیترات در محصولات سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی را بررسی نمودند. آن‌ها نتیجه گرفتند که در تمام مزارع انتخابی میزان آب و کود نیتروژن مصرفی بیشتر از حد نیاز بود. با افزایش آب مصرفی، مقدار نیترات در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری خاک کاهش یافت. در صورتی که با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن مقدار نیترات باقی‌مانده در خاک در انتهای فصل افزایش یافت. همچنین با افزایش مقدار آب مصرفی، میزان باقی‌مانده نیترات در غده‌ها و گیاه کاهش و با افزایش کود نیتروژن مقدار آن افزایش یافت. طباطبایی و ملکوتی (۱۳۷۶) در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدند که با

معتقدند که سیب‌زمینی می‌تواند نسبت به کمبود رطوبت خاک قبل از شروع غده‌بندی بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد از خود مقاومت نشان دهد (Yuan et al., 2003).

یکی از کودهای مهمی که نقش زیادی در افزایش عملکرد محصول دارد، کود نیتروژن است. نیتروژن جزء عناصر پرمصرف است و نسبت اندام‌های هوایی به ریشه‌ی گیاه را افزایش و قدرت پنجه‌زنی گیاه را بالا می‌برد. سیب‌زمینی گیاهی است که نیاز زیادی به نیتروژن دارد. از بین عناصر ضروری برای سیب‌زمینی، کمبود کود نیتروژن بیشترین محدودیت را در تولید محصول ایجاد می‌کند و گلوگاه رشد محصول است. از طرف دیگر کود نیتروژن می‌تواند به سهولت با آب آبیاری شسته شده و از دسترس ریشه‌ی گیاه خارج شود (Pavel et al., 2018). مصرف زیاد کودهای نیتروژن سبب افزایش غلظت نیترات در اندام‌های هوایی و غده‌های سیب‌زمینی می‌شود. بسیاری از سبزی‌ها از جمله سیب‌زمینی نیتروژن را به صورت نیتراته در خود جمع می‌نمایند. نیتروژن نیتراته برای گیاهان سمی نیست اما برای مصرف‌کننده مضر است. آلودگی نیتراتی در محصولات کشاورزی بر اثر استفاده بی‌رویه و غیر علمی کود نیتروژن ایجاد می‌شود (جلینی و دوستی، ۱۳۹۰). مصرف زیاد کودهای نیتروژنه در کشاورزی علاوه بر اثرات مخرب زیست محیطی، می‌تواند در تولید محصولاتی مانند سیب‌زمینی که غده آن به طور مستقیم به مصرف انسان می‌رسد اثرات سوء و تبعات ناگواری برای مصرف‌کننده به‌وجود آورد.

برخی خصوصیات کیفی سیب‌زمینی مانند شکل و اندازه غده‌ها، گوشت و رنگ پوست، ویتامین C، عناصر غذایی، نشاسته تحت‌تاثیر ریخته‌ارثی گیاه و عوامل محیطی قرار دارند. ماده خشک و وزن مخصوص غده‌های سیب‌زمینی از عوامل مهم در کیفیت غده‌ها هستند که تحت‌تاثیر نحوه آبیاری و حجم آب مصرفی قرار می‌گیرند (سبحانی و حمیدی، ۱۳۹۲). میزان ماده خشک و وزن مخصوص غده‌های سیب‌زمینی از فاکتورهای مهم در تعیین کیفیت غده‌ها و به ویژه در صنایع فرآوری و تهیه چپیس، خلال و پوره است که نحوه و حجم آب آبیاری از عوامل تاثیرگذار بر این خصوصیات هستند (Yuan et al., 2003).

در پژوهشی اثر مقدار آب آبیاری بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی سیب‌زمینی بررسی شد. نتایج نشان داد با افزایش حجم آب مصرفی، تمام صفات کمی و کیفی به غیر از وزن مخصوص غده‌ها بهبود می‌یابد. همچنین از نظر درصد ماده خشک و درصد نشاسته، سطح آب ۱۰۰ درصد نیاز گیاه نسبت به سایر سطوح برتری داشت (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۰).

باغانی (۱۳۸۸) گزارش کرده است که تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی برای گیاه سیب‌زمینی سبب افزایش عملکرد کل غده‌ها در مقایسه با تامین ۶۰ و ۸۰ درصد تامین نیاز آبی گیاه می‌شود.

سبحانی و حمیدی (۱۳۹۲) در پژوهشی اثر آب و کود پتاسیم را

پاول و همکاران اثر آب آبیاری (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد) و کود نیتروژن (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) را بر عملکرد و خصوصیات سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای را بررسی نمودند. هدف این پژوهش دستیابی به سطحی مناسب از آب آبیاری و کود نیتروژن بود. نتایج این پژوهش نشان داد سطح آب ۸۰ درصد (۴۳۸ میلی‌متر) و کود نیتروژن ۵۰ درصد (با دوز ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) دارای بیشترین عملکرد (حدود ۴۰ تن در هکتار) بود. این سطح از آب و کود به‌عنوان سطح بهینه انتخاب شد. در این تیمار تفاوت معنی‌داری در خصوصیات کیفی غده‌ها در مقایسه با تیمار آب و کود ۱۰۰ درصد مشاهده نشد (Pavel et al., 2018).

با توجه به کمبود آب و لزوم توسعه‌ی آبیاری تحت‌فشار در محصولات زراعی استان سمنان و از طرفی اثرات مخرب زیست‌محیطی استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و خطرات آن برای مصرف‌کننده، این پژوهش انجام شد.

مواد و روش‌ها

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب

قبل از آماده‌سازی زمین، نمونه‌برداری از لایه‌های مختلف خاک انجام و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد. جداول ۱ و ۲ خاک مزرعه و جدول ۳ خصوصیات شیمیایی آب را نشان می‌دهد.

مصرف زیاد کودهای نیتروژن (بیش از ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) تجمع نیترات در غده‌های سیب‌زمینی بیش از حد نرمال (۲۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیترات بر مبنای وزن خشک) خواهد شد. تجمع نیترات در اندام‌های قابل مصرف سبزیجات و محصولات زراعی رابطه مستقیم با مقدار کودهای نیتروژنه و نحوه مصرف آنها دارد، به‌طوری که اگر میزان کود نیتروژن در مزارع سیب‌زمینی و هویج را از ۹۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار برسانیم مقدار نیترات در سیب‌زمینی ۵ و در هویج ۱/۵ برابر بیشتر از مقدار مطلوب آن می‌شود. پژوهشگران معتقدند که با مدیریت بهینه کود نیتروژن میزان نیترات در سبزیجات کاهش می‌یابد.

یزدان دوست (۱۳۷۹) در پژوهشی رابطه مصرف نیتروژن با تجمع نیترات را در سیب‌زمینی بررسی نمود. او نتیجه گرفت که نیترات تجمع یافته تحت تاثیر رقم قرار نمی‌گیرد اما در مقادیر نیتروژن، تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

الموخ و همکاران گزارش نمودند که عملکرد و بهره‌وری مصرف آب با افزایش نیتروژن مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای، افزایش می‌یابد. کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، بیشترین عملکرد و بهره‌وری آب را در تیمارهای ۱۰۰ و ۶۰ درصد آبیاری داشت. اما کاربرد نیتروژن در سطح بالاتر از ۲۰۰ کیلوگرم در تیمار آبیاری ۳۰ درصد، تاثیر منفی بر عملکرد و بهره‌وری آب داشت. با مصرف کود نیتروژن، بهره‌وری آب بهبود یافت اما اثر آن با افزایش سطح آبیاری، کاهش یافت (El-Mokh et al., 2015).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک

عمق لایه (سانتی‌متر)	درصد ذرات خاک			وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رطوبت وزنی خاک (درصد)	
	شن	رس	سیلت		نقطه پژمردگی (P.W.P)	ظرفیت زراعی (F.C)
۰-۳۰	۴۵	۲۳	۳۲	۱/۴۶	۲۰/۷	۹/۵
۳۰-۶۰	۴۵	۲۱	۳۴	۱/۵۹	۱۹/۷	۹

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک

عمق لایه (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس)	اسیدیته گل اشباع	مواد خنثی شونده	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)
۰-۳۰	۱/۴	۷/۹	۳۰/۷	۰/۵	۱۶	۳۷۰
۳۰-۶۰	۱/۳	۷/۸	۳۱/۳	۰/۴	۱۲	۳۵۰

جدول ۳- نتایج تجزیه کیفی آب

SAR	آنیون‌های محلول (میلی‌اکی والان در لیتر)			کاتیون‌های محلول (میلی‌اکی والان در لیتر)			PH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس)	پارامترهای اندازه‌گیری
	Hco ₃	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺			
۰/۵	۲/۹۸	۰/۹۲	۵/۲	-	۳/۵	۵/۶	۸/۱	۱/۱۵	مقدار

تیمارهای آزمایشی

این آزمایش به صورت اسپلینت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو سال متوالی در اراضی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود) انجام شد. فاکتورهای طرح عبارت بودند از: ۱- مقادیر آب آبیاری در دو سطح (۷۵ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه) ۲- مقادیر کود نیتروژن در چهار سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز بر اساس آزمون خاک به روش کود-آبیاری و ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز به روش مصرف خاکی) ۳- آرایش کاشت در دو سطح (فاصله ردیف ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر). عوامل آرایش کاشت در پلات اصلی و سطوح مختلف آب و کود نیتروژن در پلات فرعی قرار گرفتند. روش آبیاری در این پژوهش، روش آبیاری قطره‌ای با استفاده از لوله‌های نواری تیپ انتخاب شد. فاصله روزنه‌های لوله‌های تیپ از هم ۳۰ سانتی‌متر بود. برای اجرای این طرح زمینی به ابعاد (۳۶×۹۰) متر مربع با ۴۸ کرت آزمایشی انتخاب شد. تعداد لوله‌های تیپ در هر تیمار ۳ خط و با هر خط لوله دو ردیف کاشت به طول ۱۰ متر در نظر گرفته شد (هر خط لوله شامل دو ردیف کاشت به فاصله ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر از همدیگر). فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

روش آبیاری

آبیاری به روش قطره‌ای نواری (با لوله‌های تیپ) با آبدهی ۴ لیتر در ساعت در هر متر لوله انجام شد. سیستم آبیاری شامل دو خط لوله اصلی (به تعداد سطوح آب مصرفی) و ۴ خط نیمه اصلی (به تعداد سطوح کود نیتروژن) بود که روی هر لوله اصلی یک شیر فلکه و کنتور حجمی به منظور کنترل و اندازه‌گیری مقادیر آب در تیمارها قرار داشت.

مقادیر کود نیتروژن براساس آزمون خاک و سطوح کودی در نظر گرفته شده با استفاده از چهار دستگاه تانک کود که در مسیر سیستم تعبیه شده بود، وارد سیستم می‌شد. به منظور افزایش راندمان مصرف کود و جلوگیری از صدمات احتمالی ناشی از غلظت زیاد کود نیتروژن، مقدار کود نیتروژن در فواصل زمانی کوتاه (معمولاً هر دو آبیاری یک‌بار)، مطابق تیمارها در طول فصل رشد (تا مرحله گلدهی) به گیاه داده شد. مقادیر فسفر و پتاسیم مورد نیاز بر اساس آزمون خاک قبل از کاشت و عناصر ریزمغذی مورد نیاز نیز بر حسب ضرورت به زمین داده شد. شکل‌های ۱ و ۲ سیستم آبیاری قطره‌ای و آرایش کاشت و لوله‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمای کلی طرح و سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ)



شکل ۲- لوله‌های نواری (تیپ) و کاشت گیاه در دو طرف لوله

جدول ۴- مقدار آب و کود مصرفی

توضیحات	حجم آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	کود مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	نوع کود
۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۲۰ کیلوگرم سولفات منگنز در هکتار و محلول‌پاشی با کود کامل در ۲ مرحله با غلظت ۳ در هزار	۸۶۵۰ *	۲۰	سوپر فسفات تریپل
	۸۶۵۰ *	۵۰	سولفات پتاسیم
		▼ ۳۰۰	اوره

* حجم آب مصرفی در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی. ▼ کود ازت مصرف شده در سطح ۱۰۰ درصد نیاز براساس آزمون خاک

وسطی هر کرت به اندازه ۴ متر طولی انجام شد.

نتایج و بحث

در پایان هر فصل زراعی پس از برداشت، جداسازی غده‌ها (وزن کمتر از ۵۰، بین ۵۰ تا ۱۵۰ و بیشتر از ۱۵۰ گرم) انجام، و عملکرد محصول، حجم آب مصرفی، کارایی مصرفی آب و نیتروژن غده‌ها و درصد ماده خشک غده‌ها در هر تیمار تعیین می‌شد. داده‌ها ابتدا تست نرمال شدند و پس از اثبات یکنواختی با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه مرکب شدند (جدول ۵). نتایج نشان داد اثر فاکتورهای آب، کود نیتروژن و فاصله کاشت بر عملکرد کل غده‌ها اختلاف معنی‌دار داشت.

تبخیر و تعرق گیاه از روش پنمن-مانتیث محاسبه شد. برای تعیین ضریب گیاهی (Kc) از روش ارائه شده در نشریه FAO-56 استفاده گردید. میزان آب مورد نیاز هر سطح آبی از حاصل‌ضرب ضریب گیاهی در تبخیر و تعرق پتانسیل (استاندارد) و ضرایب ۰/۷۵ و ۱ و نیز در نظر گرفتن درصد پوشش در طول فصل رشد محاسبه و به زمین داده شد. در هر هفته دو آبیاری (به فاصله ۳ و ۴ روز) انجام می‌شد. کاشت محصول در نیمه دوم اردیبهشت و برداشت در نیمه اول مهرماه انجام شد. در طول فصل زراعی کلیه عملیات داشت شامل مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و خاک‌دهی برای تمام تیمارها بطور یکسان انجام شد. مقدار کودهای مورد نیاز (بجز کود نیتروژن) با انجام آزمون خاک تعیین شد. این کودها در تیمارهای مختلف به‌طور یکسان مصرف شد. مقادیر کودهای مصرفی در جدول ۴ ارائه شده است. برداشت محصول در انتهای فصل، از دو ردیف

جدول ۵ - تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی (میانه‌گین مویزات)

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد غده (کل) (ton/ha)	بهره‌وری آب (kg/m ³)	درصد ماده خشک	نیترژن غده ها (درصد)	فسفر برگ (درصد)	غده‌های صفتی (درصد)	غده‌های بدی (درصد)	غده‌های غیر بدی (درصد)
سال	۱	۹۳/۰۳ ^{ns}	-۰/۲۷۷	۱۷۲/۵ ^{ns}	-۰/۱ ^{ns}	-۰/۰۰۵ ^{ns}	۲۳۳/۰ ^{ns}	۲۰۱/۶ ^{ns}	۰/۶ ^{ns}
آرایش کنت	۱	۵۰/۹*	۱/۴۱۴	۸/۳ ^{ns}	-۰/۰۱	-۰/۰۰۸	۱۰۰/۷	۹/۱/۱	۴۲/۳
سال آرایش	۱	۳/۱	-۰/۰۰۰	۶/۳	-۰/۰۰۳	۰	۳۷/۵	۸۲/۹	۵۲/۷
خطا	۴	۹/۶	-۰/۳۵۵	۱۱/۳	۰/۱۶	-۰/۰۰۵	۱۳۳/۸	۷۳/۶	۱۲۲
آب	۱	۱۷۹/۰۳ ^{ns}	۱/۳۷۹*	۳۲/۷ ^{ns}	۱/۷*	۰	۹۲/۸ ^{ns}	۵۶۹/۳ ^{ns}	۸۹۰/۳ ^{ns}
سال آرایش	۱	۲/۰۷	-۰/۰۰۵	۳۲/۱	۷/۷ ^{ns}	-۰/۰۰۵	۷۵۲/۸	۴/۶	۳۷۳/۶
سال آرایش آرایش آرایش	۱	-۰/۰۱۸	-۰/۰۹۸	-۰/۳۳	-۰/۰۳	-۰/۰۰۴	۵۲/۹	۱۳۶/۸	۷۸/۱
سال آرایش آرایش آرایش	۱	۸/۵۸	-۰/۴۰۴	-۰/۰۰۳	-۰/۲۱	-۰/۰۰۱	-/۱	۱۰۶/۲	۱۸/۱
نیترژن	۳	۷۹/۷ ^{ns}	-۰/۶۶۵	۷/۴ ^{ns}	۳/۰۵ ^{ns}	-۰/۰۰۷	۱۵۵/۱	۸/۵ ^{ns}	۲۰۶*
سال نیترژن	۳	۴۹/۵۴	-۰/۳۱۸	۷/۶	-۰/۰۳	-۰/۰۰۴	۱۰۲/۱	۹۲/۴	۹۲/۹
آرایش نیترژن	۳	-۰/۰۵۱	-۰/۳۱۰	۸/۳	-۰/۲۷	-۰/۰۰۵	۷۷/۲	۵۸/۶	۳۶/۴
سال آرایش نیترژن	۳	۱/۰۷	-۰/۰۹۴	۱۰/۱	-۰/۱۳	-۰/۰۰۶	۶۵/۳	۳۷/۱	۸/۱
آب نیترژن	۳	۴۹/۰۳	-۰/۳۱۴	۳/۲	۰/۳۷	-۰/۰۰۱	۸۰/۷	۴۹/۹	۱۲۲
سال آرایش نیترژن	۳	۱/۷/۱	-۰/۳۵۶	۵/۷	۲/۰۵	-۰/۰۰۱	۷۳/۵	۳۲/۴	۳/۱/۸
آرایش آرایش نیترژن	۳	۱/۳۶	-۰/۳۶۸	۱۵	-۰/۶	-۰/۰۰۱	۱۳۶/۱	۲۱/۲	۵۶/۱
سال آرایش آرایش نیترژن	۳	۲/۱۱	-۰/۹۹۰	۷/۷	-۰/۱۱	-۰/۰۰۴	۱۰۳	۳۲/۳	۲۱/۶
خطا	۳۳	۹/۲۹	-۰/۲۸۱	۵/۸	-۰/۴۵	-۰/۰۰۴	۸۱/۳	۶۷/۹	۴۹/۷
ضریب تغییرات		۱۳/۷	۱۸/۰۴	۱۰/۸	۳۲/۴	۲/۱/۸	۳۲/۱	۱۶	۳/۱/۲

ns: معنی دار نیست.

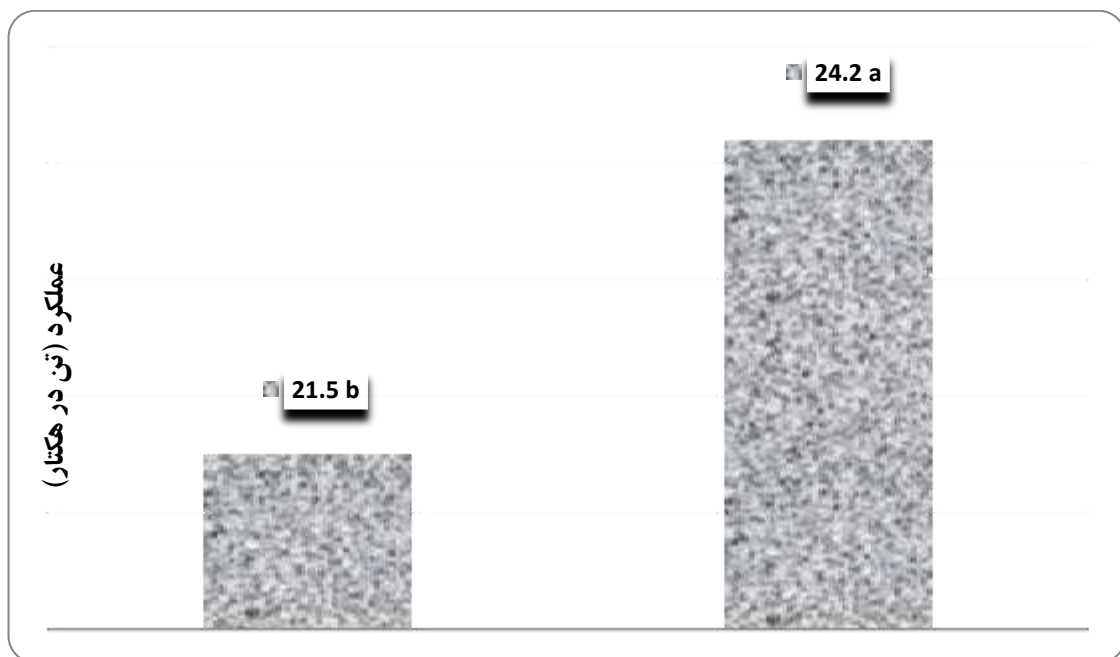
*: در سطح ۵ درصد معنی دار است.

** : در سطح یک درصد معنی دار است.

اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد محصول

نتایج نشان داد که اثر مقادیر مختلف آب بر عملکرد محصول در سطح یک درصد معنی‌دار است. بیشترین عملکرد محصول از تیمار آبی صد درصد به دست آمد (۲۴/۲ تن در هکتار)، و تیمار ۷۵ درصد دارای عملکردی برابر ۲۱/۵ تن در هکتار بود (شکل ۳). براساس این نتایج، کم‌آبیاری موجب کاهش عملکرد محصول می‌گردد اما این مقدار کاهش محصول بستگی به زمان اعمال کم‌آبیاری دارد. مینهاس و بانسال معتقدند که مرحله تشکیل استولون در

سیب‌زمینی حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی است و تأثیر آن بر تعداد غده بیشتر از اندازه غده است. هم‌چنین آن‌ها نشان دادند که کاهش تعداد غده در بوته در مرحله استولون زایی بیشتر است (Minhas and Bansal, 1991). کم‌آبیاری علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آب، باعث افزایش کیفیت و کاهش شستشوی کودهای شیمیایی از منطقه ریشه گیاه شده و تهویه خاک را نیز بهبود می‌بخشد. این نتیجه با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد.

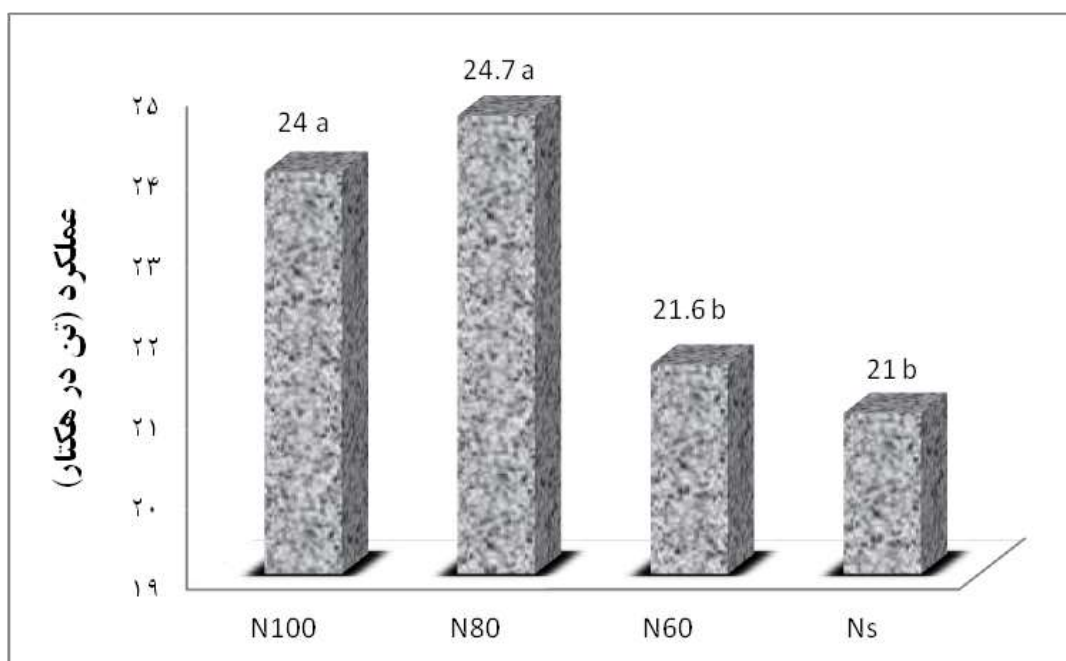


شکل ۳- اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد

اثر تیمارهای کود نیتروژن بر عملکرد محصول

تجزیه داده‌ها نشان داد، اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد در سطح یک درصد معنی‌دار است. بیشترین عملکرد از تیمارهای کودی ۱۰۰ و ۸۰ درصد با روش کود آبیاری بدست آمد. عملکرد این دو تیمار اختلاف بسیار ناچیزی با یکدیگر داشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمارهای کودی ۶۰ درصد با روش کود آبیاری و ۱۰۰ درصد به روش مصرف سنتی (توزیع دستی) دارای کمترین عملکرد بودند. عملکرد این تیمارها به ترتیب برابر ۲۱/۶ و ۲۱ تن در هکتار شد (شکل ۴). ازت جزء عناصر پر مصرف برای سیب‌زمینی است و سبب افزایش نسبت اندام‌های هوایی به ریشه گیاه می‌گردد. این عنصر می‌تواند قدرت پنجه‌زنی گیاه را بالا ببرد. بنابراین با افزایش مصرف آن عملکرد افزایش می‌یابد. اما نکته مهم این است که بایستی کوددهی فقط تا قبل از مرحله گلدهی انجام شود و به‌صورت تقسیط در اختیار گیاه قرار گیرد. طولانی شدن مدت زمان

کوددهی سبب افزایش رشد رویشی و کاهش طول مرحله زایشی سیب‌زمینی می‌شود. این امر سبب کاهش عملکرد محصول می‌گردد (Pavel et al., 2018). براساس نتایج این پژوهش، بین مصرف ۸۰ و ۱۰۰ درصد ازت با روش قطره‌ای، تفاوت چندانی وجود نداشت. بنابراین مصرف ۸۰ درصد ازت مورد نیاز، سبب کاهش هزینه‌های تولید، آلودگی منابع آب و تولید محصول سالم و بهداشتی خواهد شد. یافته‌های سایر پژوهشگران نیز نشان می‌دهد که مصرف کود نیتروژن به‌صورت کودآبیاری برای سیب‌زمینی (آبیاری قطره‌ای) این امکان را فراهم می‌کند که بتوان بدون تغییر چشمگیری در عملکرد محصول، ۲۰ درصد مصرف کود نیتروژن را کم کرد (جلینی، ۲۰۱۱؛ صدرقاین، ۲۰۱۰؛ Pavel et al., 2018). هم‌چنین براساس نتایج این پژوهش، مصرف دستی کود نیتروژن نیز نسبت به روش کودآبیاری دارای کارایی کم‌تری است. کوددهی به روش سنتی (مصرف دستی) سبب اتلاف هزینه و آلودگی محیط زیست می‌شود.



شکل ۴- اثر تیمارهای کودی بر عملکرد

تیمار ۳۵ سانتی متر بود. عملکرد این تیمارها به ترتیب برابر با ۲۳/۶ و ۲۲/۱ تن در هکتار شد. فاصله ردیف کمتر احتمالاً به دلیل رقابت بین ریشه‌ها و اثرات متقابل آن‌ها روی یکدیگر (اثر آلتروباتی) و فضای کمتر برای رشد غده‌ها، باعث کاهش عملکرد محصول شد.

اثر فاصله کاشت بر عملکرد محصول

اثر فاکتور فاصله کاشت (فاصله دو ردیف کاشت اطراف لوله از یکدیگر) بر عملکرد محصول نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شد. تیمار فاصله کاشت ۴۵ سانتی متر دارای عملکرد بیشتری نسبت به



شکل ۵- اثر فاصله بر عملکرد

بهره‌وری مصرف آب

محصول می‌گردد اما با توجه به کم آبی در کشور، انتخاب محصولات کشاورزی با مصرف آب کمتر و استفاده از ارقام مقاوم به کم‌آبی ضروری است. از طرف دیگر کم‌آبیاری و پذیرفتن سطحی از کاهش عملکرد محصول می‌تواند به کمبود آب در کشور کمک نماید. بنابراین از بین سطوح آبیاری در این پژوهش، سطح آبی ۷۵ درصد توصیه می‌گردد. لازم به یادآوری است که کاهش عملکرد محصول در اثر کم‌آبیاری بستگی به زمان اعمال کم‌آبیاری دارد و کم‌آبیاری در مراحل غیرحساس گیاه، بازده بیشتری دارد.

بهره‌وری مصرف آب از تقسیم عملکرد بر آب مصرفی محاسبه شد. بیشترین بهره‌وری مصرف آب در بین تیمارهای کودی، از تیمار ۸۰ و ۱۰۰ درصد مصرف کود به روش کود آبیاری بدست آمد. در بین تیمارهای آبی نیز تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی دارای بهره‌وری بیشتری بود. نتایج پژوهش‌های صدرقاین (۲۰۱۰) و پاول نیز این نتایج را تایید می‌کنند (Pavel et al, 2018). فاصله کاشت ۴۵ سانتی‌متر نیز دارای بهره‌وری بالاتری نسبت به فاصله ۳۵ سانتی‌متر بود (جدول ۶). براساس نتایج این پژوهش و سایر محققین کم‌آبیاری باعث کاهش

جدول ۶- بهره‌وری مصرف آب

ردیف	تیمار	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
۱	۱۰۰ درصد کود آبیاری	۳/۱
۲	۸۰ درصد کود آبیاری	۳/۱
۳	۶۰ درصد کود آبیاری	۳
۴	۱۰۰ درصد مصرف خاکی	۲/۷
۵	۱۰۰ درصد (آب مصرفی)	۲/۸
۶	۷۵ درصد (آب مصرفی)	۳/۱
۷	۴۵ سانتیمتر (فاصله کاشت)	۳/۱
۸	۳۵ سانتیمتر (فاصله کاشت)	۲/۸

خصوصیات کیفی محصول

اثر تیمارها بر ریزی و درشتی غده‌ها

غده‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. غلظت ازت غده‌ها در تیمار آبی ۷۵ درصد برابر ۳۱۰ و تیمار آبی ۱۰۰ درصد برابر ۲۸۷ پی‌پی‌ام شد (شکل ۶). همچنین نتایج نشان داد که بین غلظت نیتروژن غده‌ها در تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تجمع غلظت ازت نیتراته‌ی غده‌ها در تیمارهای کودی ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ به روش قطره‌ای به‌ترتیب ۳۳۹، ۳۱۲، ۲۵۸ و در تیمار کودی ۱۰۰ درصد به روش مصرف خاکی برابر ۲۸۹ پی‌پی‌ام شد (شکل ۷).

برای بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد و ریزی و درشتی غده‌ها، در زمان برداشت محصول غده‌ها شمارش و سایز بندی شدند. این سایز بندی در سه دسته (کمتر از ۵۰ گرم، ۵۰ تا ۱۵۰ گرم و غده‌های بیشتر از ۱۵۰ گرم) صورت گرفت. نتایج نشان داد از بین تیمارهای مختلف (آرایش کاشت، آب مصرفی و میزان نیتروژن) فقط تیمار میزان مصرف نیتروژن بر درصد وزن غده‌های کمتر از ۵۰ گرم تاثیر معنی‌دار داشت. اثر مقدار آب مصرفی نیز بر درصد وزن غده‌های بیش از ۱۵۰ گرم معنی‌دار شد. سطح ۱۰۰ درصد آب مصرفی با ۱۴ عدد غده و وزن ۲/۷ کیلوگرم در بالاترین سطح و مقدار آب ۷۵ درصد با تعداد ۹ غده و وزن ۱/۸ کیلوگرم در رتبه بعدی قرار گرفت. نتایج پژوهش اسکندری و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که کاهش حجم آب مصرفی برای سیب‌زمینی تعداد غده‌های ریز را افزایش و وزن غده‌های بازارپسند را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

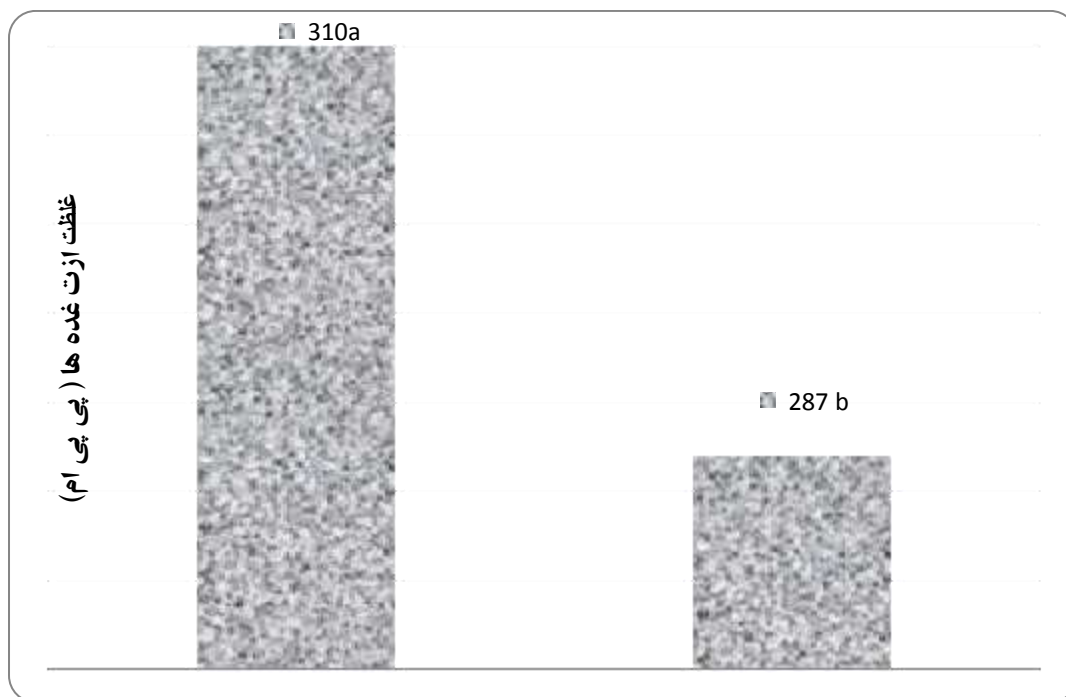
تقریباً اکثر محققین معتقدند که سیب‌زمینی گیاهی که نسبت به تنش‌های آبی و رطوبت خاک حساس است. این حساسیت در زمان تشکیل استولون‌ها (هفته پنجم و ششم پس از کاشت)، شروع غده‌دهی و بزرگ شدن غده‌ها بیشتر است. تنش رطوبتی در این مرحله سبب افت قابل توجهی در عملکرد کل و عملکرد بازارپسند محصول می‌شود. به‌طور کلی تنش رطوبتی بیش از ۲۰ تا ۲۵ درصد برای سیب‌زمینی مناسب نیست. براساس نتایج حاصل از تیمارهای کودی در این پژوهش، روش کود آبیاری (مصرف کود به‌صورت محلول و همراه با آب آبیاری از طریق سیستم آبیاری) نسبت به

غلظت ازت نیترات در غده‌های سیب زمینی

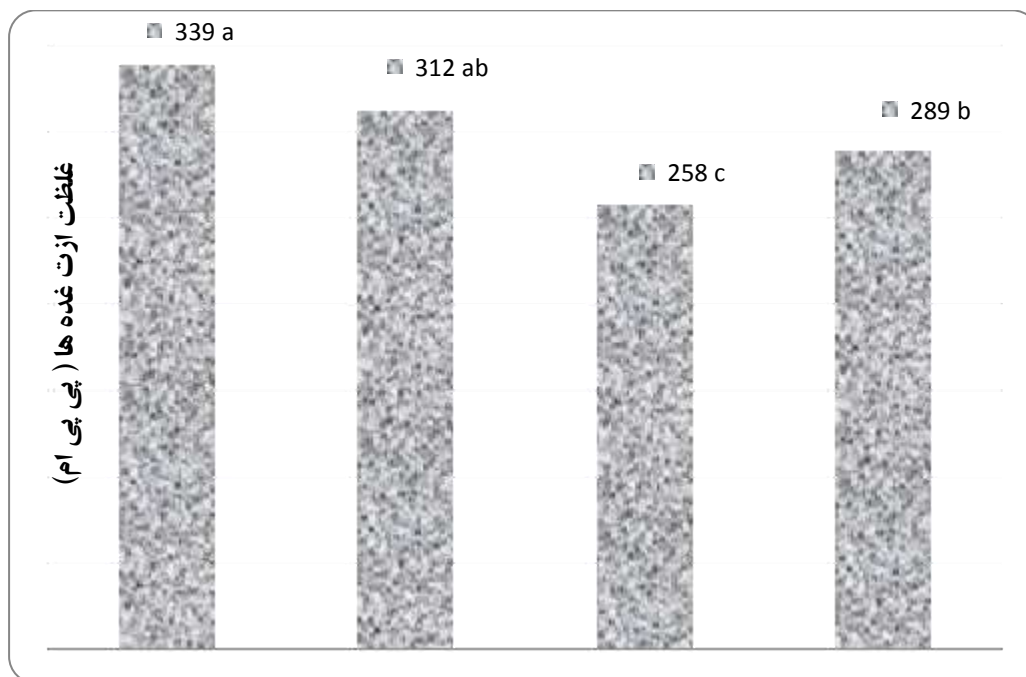
تجزیه مرکب نشان داد که اثر فاکتور آب بر غلظت ازت نیتراته

توصیه می‌گردد. این سطح از آب و کود نیتروژن سبب افزایش بهره-وری مصرف آب، عملکرد محصول قابل قبول، صرفه‌جویی در مصرف آب و کود، سلامت بهداشت محصول و کاهش خطرات برای مصرف-کننده و حفظ محیط زیست خواهد شد.

روش سنتی (دستی) مناسب‌تر بوده و کارایی بیشتری دارد. مصرف کود به روش سنتی (دستی) سبب هدر روی بیشتر کود نیتروژن می‌گردد. بنابراین سطح کود ۸۰ درصد به روش کود آبیاری، سطح آب ۷۵ درصد نیاز آبی و فاصله کاشت ۴۵ سانتی‌متر به‌عنوان تیمار برتر



شکل ۶- اثر تیمارهای آبیاری بر غلظت ازت غده‌ها



شکل ۷- اثر تیمارهای کودی بر غلظت ازت غده‌ها

جدول ۷- میانگین صفات اندازه‌گیری شده در غده‌ها و برگ (درصد)

منابع تغذیه	ماده خشک	نیتروژن برگ	فسفر برگ	غده‌های صنعتی	غده‌های بذری	غده‌های غیر بذری
فاصله کاشت ۳۵ سانتی‌متر	۲۲/۱ A	۲/۹۸	۰/۲۶۵	۲۵/۳۷	۵۲/۳۱	۲۳/۲۵
فاصله کاشت ۴۵ سانتی‌متر	۲۲/۷ A	۳	۰/۲۸۴	۲۷/۵۰	۵۰/۳۶	۲۱/۹۳
آب ۷۵ درصد	۲۱/۶A	۳/۱ A	۰/۲۷۳	۲۵/۴۵	۴۸/۹۰B	۲۵/۶۳A
آب ۱۰۰ درصد	۲۲/۹ A	۲/۹ B	۰/۲۷۵	۲۷/۴۲	۵۳/۷۷A	۱۹/۵۴B
کود ۱۰۰ درصد مصرف خاکی	۲۲/۶ A	۲/۸ B	۰/۲۶۹	۲۴/۶۸	۵۰/۸۵	۲۳/۳۵
کود ۶۰ درصد- کود آبیاری	۲۲/۹ A	۲/۸ B	۰/۲۵۸	۲۸/۶۸	۵۱/۳۴	۲۰/۸۹
کود ۸۰ درصد- کود آبیاری	۲۲/۴ A	۲/۸ B	۰/۲۷۲	۲۳/۹۳	۵۲/۱۸	۱۹/۷۵
کود ۱۰۰ درصد- کود آبیاری	۲۱/۶ A	۳/۵ A	۰/۲۹۸	۲۳/۸۴	۵۰/۹۸	۲۶/۳۷

پیشنهادات

سبحانی، ع.، و حمیدی، ح. ۱۳۹۲. تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و مقادیر پتاسیم بر خصوصیات کیفی سیب‌زمینی در شرایط آب و هوایی مشهد. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۰ (۴): ۶۵-۸۱.

صدرقاین، س. ح.، نخجوانی، م.، و باغانی، ج. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت و سطوح آب بر عملکرد سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای منطقه فیروزکوه. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۴ (۱): ۱۶۸-۱۸۰.

طباطبایی، س. ج.، ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۶. اثر مقادیر مختلف اوره و تاثیر متقابل آن با فسفر و پتاسیم بر عملکرد و تجمع نیترات در سیب‌زمینی. مجله علمی پژوهشی خاک و آب. ۱۱ (۱): ۷۶-۸۹.

وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی محصولات زراعی سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶.

یزدان دوست همدانی، م. ۱۳۷۹. بررسی ارتباط مقدار مصرف ازت با تجمع نیترات در ارقام سیب زمینی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۱۹ صفحه.

El-Mokh, F., Nagaz, K., Masmoudi, M. and Mechlia, N. 2015. Yield and Water Productivity of Drip-Irrigated Potato under Different Nitrogen Levels and Irrigation Regime with Saline Water in Arid Tunisia, American Journal of Plant Sciences, 6(4): 501-510.

FAO. FAOSTAT. Agriculture. Rome. 2018. Available in <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>. Accessed at: April 2018.

Iwama, K. 2008. Physiology of the potato: New insights into root system and repercussions for crop management. Potato Research Journal, 51(3):333-353.

Lahlou, Q., Ouattar, S. and Ledent, J.F. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato. Agronomy

با توجه به پایین بودن متوسط عملکرد سیب‌زمینی در کشور نسبت به میانگین جهانی (و نیز متوسط عملکرد این پژوهش)، به نظر می‌رسد پتانسیل واقعی عملکرد سیب‌زمینی در منطقه و کشور بسیار بیشتر از این مقادیر است. بنابراین عوامل محدود کننده‌ای به غیر از آب و تغذیه وجود دارند که سبب می‌شوند که متوسط عملکرد سیب‌زمینی در کشور و بسیاری مناطق، کمتر از پتانسیل واقعی باشد. یکی از مهمترین این عوامل، وجود بیماری‌هاست که ناشی از ناسالم بودن بذر و آلودگی خاک‌هاست. تولید بذر سالم و عاری از بیماری و مبارزه با بیماری‌ها در سطح کشور از مهم‌ترین راه‌های موثر در افزایش عملکرد سیب‌زمینی است.

منابع

اخوان، س. ف.، موسوی، ب.، مصطفی زاده فرد و قدمی فیروزآبادی، ع. ۱۳۸۶. بررسی آبیاری تیپ و شیاری از لحاظ عملکرد و کارایی مصرف آب در زراعت سیب‌زمینی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۱ (۱۵): ۲۶-۱۱.

اسکندری، ع.، خزاعی، ح. ر.، نظامی، ا. و کافی، م. ۱۳۹۰. مطالعه تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد و برخی از خصوصیات کیفی سه رقم سیب‌زمینی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۲): ۲۴۷-۲۴۰.

باغانی، ج.، صدرقاین، س. ح. و کانونی، ا. ۱۳۸۶. اثر آرایش کاشت و مقادیر آب در آبیاری قطره‌ای بر عملکرد سیب‌زمینی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۸ (۴): ۹۴-۸۱.

جلینی، م.، دوستی، ف. ۱۳۹۰. بررسی وضعیت میزان تجمع نیترات در محصول سیب زمینی و گوجه فرنگی. فصلنامه علمی محیط زیست. ۵۰: ۶۳-۷۱.

10(8).

Vasquez-Robinet, C., Mane, P.S., Ulanov, A.V., Watkinson, J.I., Stromberg, V.K., Koeper, D.D., Schafleitner, R., Willmot, D.B., Bonierbale, M., Bohnert, H.J. and Grene, R. 2008., Physiological and molecular adaptations to drought in Andean potato genotypes. *Journal of Experimental Botany*. 59(8): 2109-2123.

Yuan, B.Z., Nishiyama, S. and Kang, Y. 2003. Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. *Agri. Water Manage.* 63: 153-167.

Journal, 23: 257-268.

Minhas, J. S. and Bansal, K. C. 1991. Tuber yield in relation to water stress at different stages of growth in potato (*Solanum tuberosum* L.) .*J. Indian Potato Assoc.*18 (1-2):1-8.

Onder, S., Caliskan, M., Onder, D. and Caliskan, S. 2005. Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agric Water Manage.* 73:73-86.

Pavel, T., Naftali, L. and Gilboa, A. 2018. Water and Nitrogen Productivity of Potato Growth in Desert Areas under Low-Discharge Drip Irrigation. *Water Management for Sustainable Food Production*.

Effect of Irrigation Water and Nitrogen Fertilizer on the Yield, Quality and Water Productivity of Potato Crop in Drip Irrigation (Tape) Method

S. H. Mousavi Fazl^{1*} - A. Akhyani²

Received: Apr.04, 2020

Accepted: May.16, 2020

Abstract

In order to investigate the effects of irrigation water and Nitrogen fertilizer on the quantity and quality characteristics of potatoes under drip irrigation, a two-year field experiment was conducted in Agricultural and Natural Resources Research Center of Semnan province (Shahrood). The experiment was conducted based on split plots in a randomized complete block design with three factors and four replications. The design factors were: 1- water rates (75 and 100 percent of requirement water) 2- rates and methods application of nitrogen (60, 80 and 100 percent requirement nitrogen with fertigation method and 100 percent requirement nitrogen with traditional method) 3- planting arrangement (35 and 45 cm), and a control treatment. The experiment was performed using a split factorial plot design (planting arrangement as main plots and water-nitrogen rates as sub plots). The amount of requirement water irrigation was determined by panman-mantith method and metrological data in tape irrigation method, also requirement nitrogen fertilizer was used by fertigation method until to before of flowering duration. Irrigation period was used 3-day. The results showed that the effect of irrigation water on the nitrate concentration of the tubers was significant. Nitrogen concentration in the irrigation water levels 75% and 100% were 310 and 287 ppm respectively. Also, the results showed that there was a significant difference between nitrogen concentrations in fertilizer treatments. The accumulation of nitrate concentration in the fertilizer treatments of 100, 80 and 60 (in drip irrigation method) was 339, 312, and 258, respectively. And in the fertilizer treatment 100% with a traditional method was 289 ppm. The effect of water treatments on water use efficiency have significant. The water use efficiency were obtained at 75 and 100 requirement water 3.05 and 2.82 respectively. The 80% Nitrogen fertilizer (fertigation), 75% irrigation water and 45 cm planting distance as the best treatment was selected.

Keywords: Irrigation water, N fertilizer, Nitrate, Potato, Potato quality, Yield

1- Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran

2- Soil and Water Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran

(* - Corresponding Author Email: HMousavifazl@yahoo.com)