

اثر آرایش کاشت و سطوح مختلف آب بر عملکرد سیب زمینی در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) در منطقه فیروزکوه

سید حسین صدر قاین^{۱*}، محمد مهدی نخجوانی مقدم^۲ و جواد باغانی^۳

چکیده

یکی از مشکلات توسعه روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) در مزارع سیب زمینی، مصرف زیاد نوارهای تیپ در واحد سطح می باشد که در نتیجه باعث افزایش هزینه ها می‌شود. به همین منظور، سه آرایش کاشت سیب زمینی بعنوان عامل اصلی و سه سطح تامین آب مورد نیاز گیاه بعنوان عامل فرعی در چهار تکرار در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوکهای کامل تصادفی با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای (تیپ)، طی دو سال زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در منطقه فیروزکوه مورد آزمایش قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل سه آرایش کاشت مختلف B_1 ، B_2 و B_3 و سه سطح آبیاری I_1 ، I_2 و I_3 به ترتیب معادل ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد تامین آب مورد نیاز گیاه بود. مبنای محاسبه آب مورد نیاز سند ملی آب کشور بود. هر سال در زمان برداشت وزن کل محصول، شامل وزن غده های قابل ارائه به بازار، غده‌های ریز و غده‌های بذری برای تمام تیمارهای آزمایش تعیین و نسبت به تجزیه واریانس آنها اقدام گردید. نتایج نشان داد که اثر آرایش کاشت بر کارایی مصرف آب در سطح یک درصد و اثر آبیاری بر عملکرد کل و عملکرد غده های قابل ارائه به بازار به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی دار شد. کاهش آب مصرفی به میزان ۲۰ درصد نسبت به نیاز آبی ارائه شده از سند ملی آب محصولات کشاورزی سبب افزایش عملکرد کل، عملکرد قابل ارائه به بازار و کارایی مصرف آب سیب زمینی گردید. تیمار آرایش کاشت B_2 با سطح تامین ۸۰ درصد نیاز آبی از نظر عملکرد کل، عملکرد محصول قابل ارائه به بازار و کارایی مصرف آب به ترتیب به میزان ۴۰۲۳۹ و ۳۶۹۶۵ کیلوگرم در هکتار و $11/69 \text{ kg/m}^3$ از بقیه تیمارها برتری داشت. لذا تیمار آرایش کاشت B_2 با دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی متر (روی پشته) و یک نوار آبدی تیپ وسط آنها با تامین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه قابل توصیه برای مناطق سرد و معتدل مشابه منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای (تیپ)، آرایش کاشت، سیب زمینی، کارایی مصرف آب، فیروزکوه

مقدمه

کاربرد سیستم آبیاری میکرو (خرد آبیاری) در زراعت سیب زمینی، در دنیا تحقیقات زیادی و در ایران نیز تا حدودی تحقیقاتی انجام شده است. مطالعات (Feberio et al. 2001) و (Opena and Porter. 1999) نشان داد که سیب زمینی نسبت به تنش آبی حساس می‌باشد. آنها دلیل این حساسیت را سیستم ریشه‌ای گیاه دانسته اند، زیرا بیشتر از ۸۵ درصد تراکم ریشه سیب زمینی در بالای ۳۰ سانتیمتری پروفیل خاک قرار دارد، در عین حال تنش آبی در مراحل اولیه رشد سیب زمینی و قبل از تشکیل غده، ضمن اینکه تاثیر کمی بر کاهش عملکرد دارد می تواند سبب افزایش کارایی مصرف آب گردد.

تحقیقات قبلی نشان داده است که عملکرد و کیفیت سیب زمینی در صورت استفاده از روش آبیاری قطره‌ای بهبود می‌یابد (Yuan et al. 2003 and Onder et al. 2005) و Neelam and Rajput آزمایشی طی سه سال در مؤسسه تحقیقات کشاورزی هندوستان با هدف ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای زیر

سیب زمینی بعد از گندم، برنج و ذرت بیشترین سهم را در میزان تولید محصولات غذایی دارا بوده و نقش مهمی در تغذیه و سبب غذایی جمعیت جهان دارد (Feberio et al. 2001). در کشورهای در حال توسعه اهمیت غذایی سیب زمینی به مراتب بیشتر است و در ایران بعد از گندم رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. از طرفی مدیریت آب، یا به عبارت کلی تر، آب مهمترین عامل برای تولید پایدار سیب‌زمینی می باشد. حداکثر تولید سیب‌زمینی زمانی اتفاق می‌افتد که گیاه بدون تحمل تنش، آب را از خاک جذب کند (Ojala et al. 1990). در خصوص آرایش کاشت، تنش آبی و همچنین

۱، ۲ و ۳- به ترتیب اعضاء هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

(Sadr_ghaen@yahoo.comEmail:

*) - نویسنده مسئول:

داد که روش آبیاری تاثیر معنی‌داری بر تعداد ساقه‌های هر بوته نداشت ولی تفاوت عملکرد در واحد بوته در روش آبیاری قطره‌ای (۱/۱۶ کیلوگرم) با روش آبیاری شیاری (۰/۸۳۶ کیلوگرم) معنی‌دار بود (Boujelben and Mobarek, 2004).

Onder et al. (2005) تحقیقی در طول سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۲ در استان‌های واقع در غرب منطقه مدیترانه‌ای ترکیه انجام دادند. در این تحقیق روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی و عملکرد و اجزاء عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آبیاری شامل ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد تامین آب مورد نیاز گیاه و تیمار بدون آبیاری بود. کل مقدار آب داده شده در سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ بترتیب ۱۰۲ تا ۳۰۲ و ۸۸ تا ۲۶۸ میلی‌متر بود. عملکرد دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی تفاوت معنی‌داری نداشتند. روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی هزینه و زحمت زیادتری نسبت به روش آبیاری سطحی داشت. اثر آبیاری در سال و عملکرد و اجزاء عملکرد معنی‌دار بود. تیمار ۳۳ درصد تامین آب، قابل توصیه نبود. کارایی مصرف آب روش آبیاری قطره‌ای سطحی از زیر سطحی بیشتر بود. در نهایت روش آبیاری قطره‌ای سطحی برای منطقه مدیترانه توصیه شد. باغانی و همکاران (۱۳۸۴) اثر سه آرایش کاشت و سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تامین آب مورد نیاز گیاه را در سیستم آبیاری قطره‌ای بر عملکرد سبب زمینی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد تیمار آرایش کاشت، دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی‌متر (روی پشته) و یک نوار آبه تپ مابین آنها، فاصله نوارها یا شیارها ۱۲۵ سانتی‌متر با تیمار ۱۰۰ درصد تامین آب مورد نیاز گیاه بیشترین عملکرد کل محصول و بالاترین کارایی مصرف آب رداشته است. سالمی و مرتضوی (۱۳۸۷) تحقیقی را با هدف ارزیابی و مقایسه فنی-اقتصادی روش‌های آبیاری (قطره‌ای نواری، بارانی و شیاری) و روش‌های کاشت (یک ردیفه و دو ردیفه) روی ارقام تجارتي سبب زمینی در منطقه فریدن اصفهان انجام دادند. نتایج مقایسه میانگین دوساله عملکرد بین روش‌های کاشت نشان داد که کشت یک ردیفه با میانگین تولید ۲۴۸۳۹ kg/ha نسبت به کشت دوردیفه با ۲۲۹۲۷ kg/ha برتری معنی‌دار داشته است. در سال اول و دوم نیز کشت یک ردیفه برتری معنی‌داری نشان داد. بررسی اثر متقابل دوساله تیمارها نشان داد به جز اثر رقم × سال هیچکدام از دیگر اثرهای متقابل معنی‌دار نگردید. میانگین مقادیر WUE در روش آبیاری تپ حداکثر و برابر ۴/۹۲ kg/m³ بدست آمد. شیری جناقرد و همکاران (۱۳۸۶) آزمایشی را به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای و الگوهای مختلف کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد سبب زمینی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل انجام دادند. فاکتورهای مورد بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری قطره‌ای شامل ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و الگوهای کشت مختلف شامل کشت مرسوم با ۷۵ سانتی‌متر فاصله ردیفه‌ها، کشت دو ردیفه با فواصل

سطحی و اثر سطوح مختلف آب آبیاری بر عملکرد سبب زمینی و تعیین عمق بهینه کارگزاری لوله‌های آبه تپ انجام دادند. نتایج نشان داد که عمق کارگزاری لوله‌های آبیاری تپ در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بطور معنی‌داری بر عملکرد سبب زمینی تأثیر گذاشته است. آنها همچنین بهترین روش برای دستیابی به بالاترین عملکرد محصول سبب زمینی را، آبیاری بر اساس تامین ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه و کارگزاری لوله‌های تپ در عمق ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک گزارش نموده‌اند.

Yuan et al. (2003) در تحقیقی تاثیر سطوح مختلف آبیاری را بر رشد و عملکرد سبب زمینی بررسی نمودند. روش آبیاری قطره‌ای و مقدار آب کاربردی برابر با ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تبخیر از تشتک کلاس A بود. نتایج نشان داد که با افزایش میزان آب مصرفی، ارتفاع گیاه، میزان بیوماس و محصول بازارپسند (وزن غده بیشتر از ۸۰ گرم) افزایش، لیکن وزن خشک محصول و کیفیت غده‌ها کاهش یافت. کاهش آب مصرفی بیشتر از ۷۵ درصد میزان تبخیر از تشتک، عملکرد را بطور معنی‌داری کاهش داد. Kashyap and Panda (2001) میزان کل آب آبیاری دریافت شده در مراحل رویشی، زایشی و رسیدگی سبب زمینی را بسته به نوع تیمارهای تنش آبی در روش آبیاری قطره‌ای، بین ۳۱۸/۷۶ تا ۶۵۸/۵۴ میلی‌متر برآورد کردند.

Wair and Merced (2003) استفاده از روش آبیاری قطره‌ای را یکی از عوامل افزایش تولید سبب زمینی و کارایی مصرف آب در ۲۰ سال اخیر در کالیفرنیا ذکر کرده‌اند. (Attaher et al. (2003) با بررسی عملکرد سبب زمینی تحت تأثیر دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی با سه سطح تامین نیاز آبی ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد در طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱ دریافتند که عملکرد و کیفیت سبب زمینی تابعی از مقدار آب آبیاری بوده و سیستم آبیاری نیز مهمترین عامل موثر در کارایی مصرف آب، انرژی و هزینه می‌باشد. بیشترین عملکرد از تیمار ۱۲۵ درصد تامین آب مورد نیاز با روش آبیاری قطره‌ای سطحی با لوله‌های تپ حاصل شد. از طرفی تیمار آبیاری زیر سطحی تپ کمترین مصرف انرژی را داشت. کمترین هزینه را آبیاری قطره‌ای زیر سطحی با ۷۵ درصد تامین آب مورد نیاز دارا بود. (Waddell et al. (1999) در یک طرح دو ساله اثرات روش‌های آبیاری و سطوح مختلف آب را روی سبب زمینی بررسی کردند. تیمارها شامل روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای و مقادیر آب در دو سطح (آبیاری بعد از تخلیه ۴۰ و ۷۰ درصد آب قابل دسترس) بود. نتایج نشان داد که مقدار محصول در روش آبیاری قطره‌ای حدود ۳۶ تن در هکتار و در روش آبیاری بارانی ۲۵ تن در هکتار بوده در حالی که در روش آبیاری قطره‌ای میزان آب مصرفی نصف روش آبیاری بارانی بود. در آزمایشی اثر دو روش آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای بر عملکرد سبب زمینی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان

روی پشته و یک نوار آبدۀ تیپ وسط آنها، فاصله نوارهای آبدۀ تیپ یا شیارها ۱۲۵ سانتی متر. ۳- تیمار B3: دو ردیف کاشت با فاصله ۴۵ سانتی متر روی پشته و یک نوار آبدۀ تیپ وسط آنها، فاصله نوارهای آبدۀ تیپ یا شیارها ۱۵۰ سانتی متر و سه سطح آبیاری I₁، I₂ و I₃ به ترتیب معادل ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد تامین آب مورد نیاز گیاه (ارائه شده در کتاب سند ملی آب کشور) در ۴ تکرار به اجرا در آمد. خاک محل آزمایش دارای بافت Clay Loam بود. نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

برداشت نمونه‌های آزمایشی از سطوح یکسان از کرتها (۲۶/۲۵ متر مربع) انجام شد. تعداد بوته برداشت شده از سطح برداشت تیمارهای B₁، B₂ و B₃ به ترتیب ۱۴۰، ۱۶۸ و ۱۴۰ بوته و طول خط برداشت از تیمارهای مذکور به ترتیب ۸/۷۵، ۱۰/۵ و ۸/۷۵ متر بود. آبیاری با دور ۳ روز و با سیستم آبیاری قطره‌ای تیپ انجام شد. در سیستم آبیاری قطره‌ای از نوارهای آبدۀ تیپ مدل ۲۲۴ استفاده شد. این نوارهای آبدۀ دارای ضخامت ۲۰۰ میکرون با فواصل سوراخهای آبدۀ ۲۰ سانتی متر و در فشار ۰/۶ تا ۰/۷ بار، دارای آبدۀ ۴ لیتر در ساعت در واحد طول می‌باشند. اندازه گیری آب مصرفی بوسیله کنتور حجمی برای هر تیمار سطح آبیاری بصورت جداگانه انجام شد. آب مورد استفاده برای آبیاری از کیفیت مطلوبی برخوردار بود و هیچ محدودیتی نداشت. بر اساس توصیه موسسه خاک و آب ۵۰٪ کود نیتروژن همراه با تمام کود پتاس و فسفر مورد نیاز قبل از کاشت به خاک داده شد. مابقی کود نیتروژن (۵۰٪) همراه با آب آبیاری در طول دوره رشد از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای تیپ به زمین داده شد. هر سال در زمان برداشت وزن کل محصول، شامل وزن غده‌های قابل ارائه به بازار (بزرگتر از ۳۵ میلی متر)، غده‌های ریز (۳۵-۲۵ میلی متر) و غده‌های بذری (۵۵-۳۵ میلی متر) و غده‌های درشت (بزرگتر از ۵۵ میلی متر) برای تمام تیمارهای آزمایش تعیین و نسبت به تجزیه واریانس آنها اقدام گردید. در پایان دو سال نتایج با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل شد.

۳۵ و ۴۵ سانتیمتر ردیف‌ها روی پشته بود. نتایج نشان داد که با افزایش آب آبیاری عملکرد غده تر در بوته، متوسط وزن تر هر غده، عملکرد خشک غده در بوته و تعداد غده در بوته افزایش یافت. تعداد غده در بوته برای سطوح آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی یکسان بود، در عین حال تعداد و متوسط وزن تر غده‌های قابل فروش تحت تأثیر آبیاری قرار گرفتند و تیمار ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی بیشترین مقدار را داشت. از نظر الگوی کشت در صفات مختلف، اثر معنی‌داری مشاهده نشد. در آزمایشی توسط حقیقت و همکاران (۱۳۷۸) مشاهده گردید که در تیمار آبیاری کامل، نسبت به دو تیمار آبیاری ۶۰ و ۸۰ درصد آبیاری کامل بر اساس تبخیر از تشتک تبخیر در هر دو مرحله رشد رویشی و زایشی بیشترین عملکرد سیب زمینی حاصل گردید. با توجه به اهمیت محصول سیب زمینی و توسعه سیستم‌های آبیاری قطره‌ای تیپ در مزارع این محصول، این تحقیق با هدف تعیین بهترین آرایش کاشت سیب زمینی به منظور کاهش هزینه‌های اجرای سیستم آبیاری و افزایش کارائی مصرف آب به مدت دو سال اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق شامل ۹ تیمار، سه آرایش کاشت × سه سطح تامین آب آبیاری به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوکهای کامل تصادفی طی دو سال در منطقه فیروزکوه به اجراء در آمد. فیروزکوه در شمال غربی تهران در عرض جغرافیائی ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه و طول جغرافیائی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی واقع شده و ارتفاع منطقه حدود ۲۰۰۰ متر از سطح دریا می باشد، حداقل و حداکثر دمای سالانه به ترتیب ۲۷- و ۳۲ درجه سانتیگراد و دارای آب و هوای معتدل سرد با زمستانهای بسیار سرد و تابستانهای سرد و مرطوب می باشد. تیمارهای آزمایش شامل ۱- تیمار B1: یک ردیف کاشت روی هر پشته با فاصله ۷۵ سانتی متر بین ردیف ها با یک نوار آبدۀ تیپ بعنوان شاهد ۲- تیمار B2: دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی متر

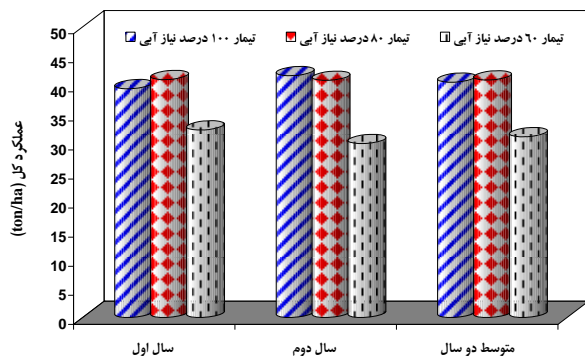
جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های خاک

سال	عمق خاک (cm)	pH	EC dS/m	آهک (%T.N.V)	آنیون‌ها (meq/lit)			کاتیون‌ها (meq/lit)			
					CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻²	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺² +Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺
اول	۰-۲۰	۷/۶۸	۲/۲۸	۳۱/۵	-	۶/۴	۸	۱۰/۱۳	۲۰	۵/۲۵	ناچیز
	۲۰-۴۰	۷/۶	۲/۰۱	۳۱/۷۵	-	۵/۴	۶	۸/۹۸	۱۶	۶/۲۵	ناچیز
	۴۰-۶۰	۷/۷۸	۱/۷۷	۳۳/۷۵	-	۴/۶	۶	۸/۷۹	۱۲	۶/۳۳	ناچیز
دوم	۰-۲۰	۷/۵	۲/۹	۲۹/۵	-	۵/۴	۱۲	۱۲/۳۹	۲۰	۱۰/۱۲	ناچیز
	۲۰-۴۰	۷/۸۵	۲/۱۸	۳۵/۵	-	۴/۶	۸	۸/۴۱	۱۶	۵/۴۲	ناچیز
	۴۰-۶۰	۷/۷۷	۱/۵۹	۳۸	-	۴/۶	۴	۷/۵۵	۱۰	۶/۶۲	ناچیز

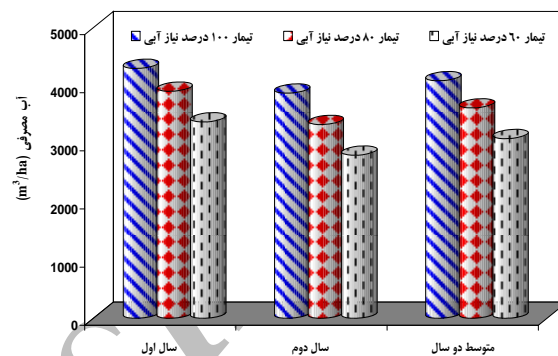
نتایج و بحث

میزان آب مصرفی در تیمارهای آبیاری و تیمارهای آرایش کاشت در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. متوسط آب مصرفی در تیمارهای آبیاری I₁، I₂ و I₃ به ترتیب ۴۰۸۷، ۳۶۲۰ و ۳۰۹۲ متر مکعب در هکتار بود.

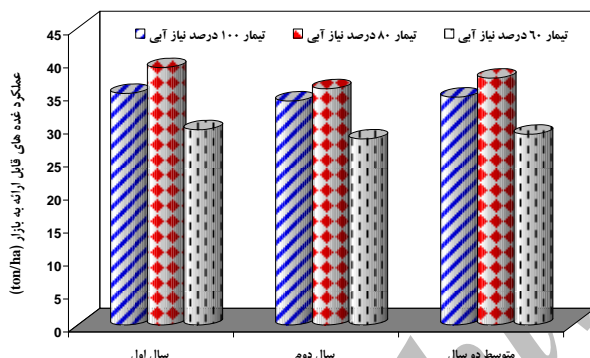
(شکل ۴). اثر تیمار سطوح آبیاری بر عملکرد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. بطوری‌که میزان تولید غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر در تیمار آبیاری I₂ نسبت به تیمار I₃ ۴۰٪ بیشتر بود ولی با تیمار آبیاری I₁ در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۵).



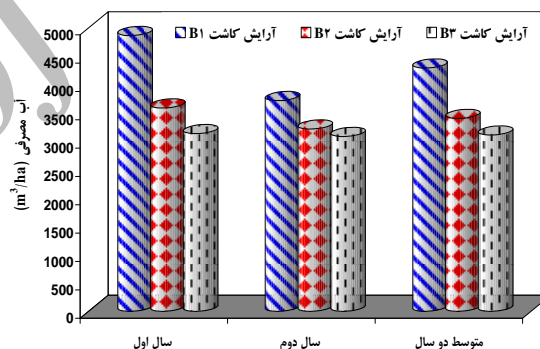
(شکل ۳) - عملکرد کل محصول در تیمارهای آبیاری



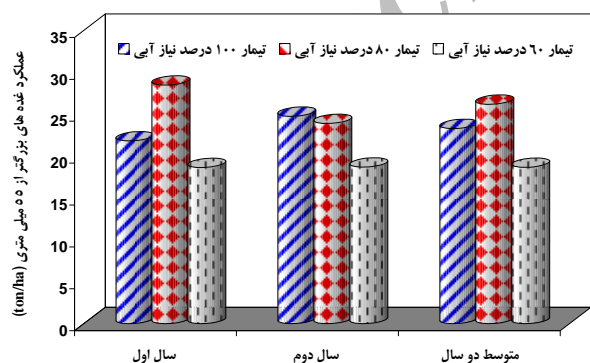
(شکل ۱) - میزان آب مصرفی تیمارهای آبیاری



(شکل ۴) - عملکرد غده‌های قابل ارائه به بازار در تیمارهای آبیاری



(شکل ۲) - میزان آب مصرفی تیمارهای آرایش کاشت



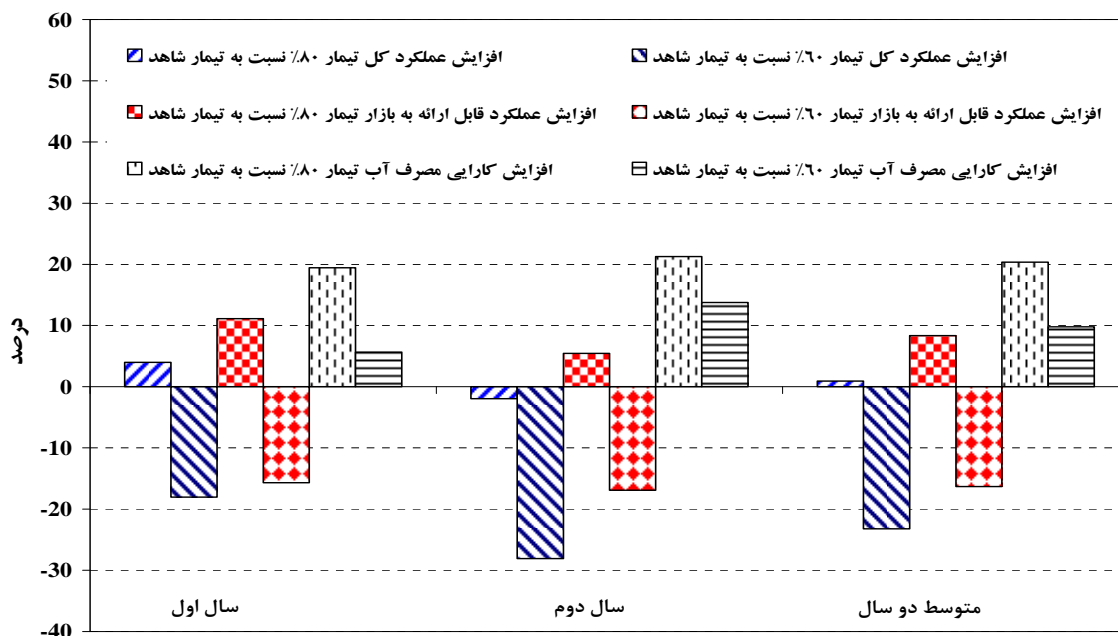
(شکل ۵) - عملکرد غده‌های بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر در تیمارهای آبیاری

این نتایج نشان می‌دهد که تیمار آبیاری I₂ (۸۰٪ تامین آب

همچنین نتایج نشان دادند که تیمارهای B₁ و B₃ به ترتیب بیشترین و کمترین متوسط دو ساله حجم آب مصرفی به میزان ۴۶۹۹ و ۳۴۴۵ متر مکعب در هکتار را مصرف کردند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تیمار سطوح آبیاری بر عملکرد کل محصول در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). تیمار آبیاری ۸۰٪ تامین آب مورد نیاز (I₂)، از دو تیمار دیگر سطح آبیاری، عملکرد بیشتری داشت (شکل ۳). این افزایش عملکرد با تیمار آبیاری ۱۰۰٪ تامین آب مورد نیاز (I₁)، اختلاف قابل توجهی نداشت ولی با تیمار سطح آبیاری ۶۰٪ تامین آب مورد نیاز (I₃) تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت. همچنین بین تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد غده‌های قابل ارائه به بازار در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و تیمار آبیاری I₂ از دو تیمار دیگر سطح آبیاری، عملکرد بیشتری داشت

مورد نیاز، باعث سستشو و خارج شدن مواد غذایی از دسترس ریشه ها شده و نهایتاً باعث کاهش عملکرد گردیده است. در شکل ۶ میزان افزایش عملکردها و کارائی مصرف آب تیمارهای آبیاری نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی (شاهد) نشان داده شده است.

مورد نیاز)، آب مورد نیاز سیب زمینی را بطور کامل تامین نموده است و در تیمار I₁ (۱۰۰٪ تامین آب مورد نیاز)، بیشتر از نیاز واقعی گیاه آبیاری صورت گرفته است لذا با توجه به اقلیم سرد منطقه و بافت تقریباً سنگین خاک، تهویه مناسب صورت نگرفته و همین طور با توجه به سیستم سطحی ریشه های سیب زمینی، آبیاری بیش از میزان



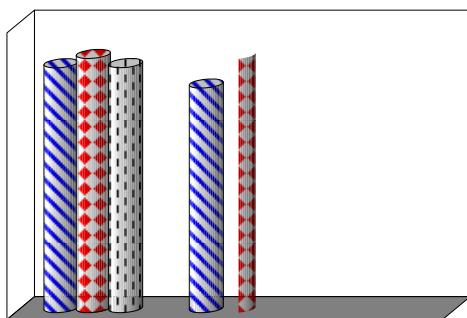
(شکل ۶) - درصد افزایش عملکرد کل، عملکرد قابل ارائه به بازار و کارایی مصرف آب تیمارهای مختلف آبیاری نسبت به تیمار شاهد

(جدول ۲) - خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب طرح (MS)

منبع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی	عملکرد کل	عملکرد قابل ارائه به بازار	غده های بزرگتر از ۵۵ میلی متر	غده های ۳۵-۵۵ میلی متر	کارائی مصرف آب (WUE)
سال (Y)	۱	۱۵۵۴۹۶۱۲ ^{ns}	۱۰۲۸۶۵۶۰۵ ^{ns}	۵۰۹۸۶۸۸ ^{ns}	۱۲۸۱۶۲۷۳ ^{ns}	۵۵/۳ ^{**}
تکرار (R)	۶	۴۴۹۱۶۰۱۵۱ ^{**}	۲۲۸۳۱۳۵۶۹ ^{**}	۲۳۰۳۴۲۸۴۳ ^{**}	۴۶۳۷۳۹۸۳ ^{**}	۳۵/۶۱ [*]
میزان آبیاری (A)	۲	۴۱۶۷۱۲۷۱۶ ^{**}	۲۱۱۷۶۶۲۵۱ [*]	۳۴۵۶۰۰۷۶۲ ^{**}	۹۶۳۰۲۰۴ ^{ns}	۲۳/۵۴۶ ^{ns}
اثر متقابل (A.Y)	۲	۸۴۶۹۶۰۱۶ ^{ns}	۳۱۷۳۰۷۳۳ ^{ns}	۸۶۳۶۵۴۵۹ ^{ns}	۵۰۱۹۶۷۶ ^{ns}	۴/۲۱۲ ^{ns}
خطا (E _a)	۱۲	۴۷۴۶۱۴۷۲	۴۴۰۴۹۰۵۴	۳۵۹۹۸۴۵۱	۱۱۹۱۶۱۹۰	۱۱/۱۰۳
آرایش کاشت (B)	۲	۱۳۱۳۳۲۵۵۴ ^{ns}	۱۸۲۹۳۸۹۱۸ ^{ns}	۳۳۵۱۸۶۵۴ ^{ns}	۱۱۵۶۳۰۰۴ ^{ns}	۸۵/۷ ^{**}
اثر متقابل (B.Y)	۲	۱۶۸۱۷۳۷ ^{ns}	۱۰۰۹۸۵۵۹ ^{ns}	۲۶۲۱۵۱۵ ^{ns}	۳۴۳۳۹۸۴ ^{ns}	۱۲/۷۶۴ ^{ns}
اثر متقابل (A.B)	۴	۷۲۸۶۶۵۰۸ ^{ns}	۸۲۰۴۴۷۷۳ ^{ns}	۶۰۲۵۷۷۲۹ ^{ns}	۱۸۱۷۵۲۸۳۳ [*]	۴/۳۹۱ ^{ns}
اثر متقابل (A.B.Y)	۴	۸۵۳۹۳۶۴۱ ^{ns}	۹۲۸۴۹۹۸۸ ^{ns}	۳۱۳۵۷۲۵۹ ^{ns}	۹۹۴۰۳۰۱ ^{ns}	۱۰/۱۳ ^{ns}
خطا (E _b)	۳۶	۸۴۲۸۳۵۴۸	۸۳۰۷۷۲۲۷	۵۰۶۰۶۸۴۳	۵۸۸۹۱۶۸	۸/۸۱۳
جمع کل (T)	۷۱					
C.V		۲۳/۷	۲۶/۶	۳۱/۳	۲۷/۲	۲۷

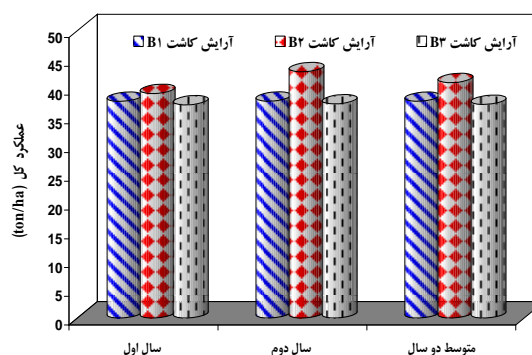
A میزان آبیاری، B آرایش کاشت، Y سال

** معنی دار در سطح ۱٪، * معنی دار در سطح ۵٪، ns غیر معنی دار



همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، در تیمار آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی، میزان عملکرد قابل ارائه به بازار سیب زمینی نسبت به تیمار شاهد (تیمار ۱۰۰ درصد تامین آب مورد نیاز) به طور متوسط در دو سال انجام آزمایش به میزان ۸/۳ درصد افزایش داشته است. در مقابل تیمار ۶۰ درصد تامین نیاز آبی، سبب کاهش عملکرد کل و عملکرد قابل ارائه به بازار به ترتیب به میزان ۲۳/۲ و ۱۶/۳ درصد نسبت به تیمار شاهد شده است. در آزمایش یوان و همکاران (Yuan et al. 2003) کاهش آب مصرفی بیشتر از ۷۵ درصد تبخیر از تشتک، عملکرد را بطور معنی داری کاهش داد که موید نتایج مذکور نیز می‌باشد.

اثر آرایش کاشت بر عملکرد کل محصول، غده‌های قابل ارائه به بازار و غده‌های ۳۵ تا ۵۵ میلی متری معنی دار نبود. لیکن بین عملکرد غده‌های ۲۵ تا ۳۵ میلی متری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده گردید (جدول ۲). در هر دو سال تیمار آرایش کاشت B₂ عملکرد نسبی بیشتری نسبت به دو تیمار دیگر داشت (شکل‌های ۷ الی ۱۰). این امر نشان می‌دهد که تیمار آرایش کاشت B₂ شرایط رطوبتی مناسبتری برای رشد گیاه فراهم نموده و تطابق بیشتری با سیستم آبیاری قطره ای تیپ داشته و شرایط رطوبتی و تهویه مناسبتری در منطقه ریشه ایجاد نموده است. اگر چه اثر آرایش کاشت بر عملکرد کل محصول معنی دار نشد، لیکن آرایش کاشت B₂ نسبت به دو آرایش کاشت دیگر، افزایش عملکرد داشت.



(شکل ۷) - عملکرد کل محصول در تیمارهای آرایش کاشت

بررسی نتایج نشان می‌دهد که میزان عملکرد کل و عملکرد قابل ارائه به بازار سیب زمینی در آرایش کاشت B₂ نسبت به تیمار شاهد (آرایش کاشت B₁) به طور متوسط در دو سال به ترتیب به میزان ۸/۲ و ۸/۶ درصد افزایش داشت (شکل ۱۱). این نتیجه با نتایج بررسی‌های باغانی و همکاران (۱۳۸۴) مطابقت دارد. اثر تیمار آرایش کاشت بر تولید غده‌های ریز (۲۵-۳۵ میلی متری) فقط در سال دوم در سطح ۵٪ معنی داری شد.