

اثر آرایش کاشت و مقادیر آب در آبیاری قطره‌ای بر عملکرد سیب‌زمینی

جواد باغانی، سیدحسین صدرقاین و امین کانونی*

* به ترتیب عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان، نشانی: مشهد، مجتمع کشاورزی طرق، ص. پ. ۴۸۸-۹۱۲۷۵، تلفن: ۲۸۲۲۳۷۳ (۰۵۱۱)، پیام نگار: baghania@yahoo.com؛ عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ و عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (مغان) تاریخ دریافت مقاله: ۸۵/۵/۸؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱/۲۵

چکیده

به منظور بررسی اثر سه سطح آب آبیاری در سه آرایش کاشت در آبیاری قطره‌ای بر عملکرد سیب‌زمینی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه منطقه مشهد، اردبیل، و دماوند با شرایط آب و هوایی متفاوت طی دو سال متوالی (۱۳۸۲ و ۱۳۸۳) اجرا شد. طرح دارای ۹ تیمار شامل سه آرایش کاشت (تیمار B₁: یک ردیف کاشت روی هر پشته با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها با یک نوار قطره‌ای، تیمار B₂: دو ردیف کاشت روی هر پشته با فاصله ۳۵ سانتی‌متر و یک نوار آبیاری بین آنها (فاصله لوله‌ها یا شیارها ۱۲۵ سانتی‌متر)، و تیمار B₃: دو ردیف کاشت روی هر پشته با فاصله ۴۵ سانتی‌متر و یک نوار آبیاری بین آنها (فاصله لوله‌ها یا شیارها ۱۵۰ سانتی‌متر) و سه سطح ۶۰، ۸۰، و ۱۰۰ درصد تأمین آب مورد نیاز گیاه بود. نتایج بررسی‌ها جداگانه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. از نظر آرایش کاشت در هر سه منطقه، تیمار آرایش کاشت B₂، بیشترین عملکرد کل و عملکرد قابل ارائه به بازار و غده‌های ۳۵ تا ۵۵ میلی‌متری را دارا بود. همچنین کارایی مصرف آب آبیاری در آرایش کاشت B₂ برتر از دو آرایش کاشت دیگر بود. کاهش سطح تأمین آب آبیاری در زراعت سیب‌زمینی، باعث کاهش عملکرد غده و محصول قابل ارائه به بازار شد. تولید غده‌های ۳۵ تا ۵۵ و بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متری در آبیاری با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی در دو منطقه اردبیل و مشهد، نسبت به آبیاری‌های دیگر برتری معنی‌داری داشت. نتایج مشابهی برای کارایی مصرف آب آبیاری به دست آمد و نشان داد که آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه سیب‌زمینی به روش آبیاری قطره‌ای، مناسب و قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی

آبیاری قطره‌ای، آرایش کاشت، سیب‌زمینی، عملکرد، کارایی مصرف آب آبیاری

مقدمه

سیب‌زمینی به مراتب بیشتر است و در ایران بعد از گندم رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. آب مهم‌ترین عامل برای تولید پایدار سیب‌زمینی است. تنش آبی در تعدادی از گیاهان، به خصوص در برخی از مراحل رشد، می‌تواند مفید باشد که دلیل عمده تحمل به

سیب‌زمینی بعد از گندم، برنج، و ذرت بیشترین سهم را در میزان تولید محصولات غذایی داراست و نقش مهمی در تغذیه و سبب غذایی جمعیت جهان دارد (Feberio et al., 2001). در کشورهای در حال توسعه، اهمیت غذایی

بارانی بوده است. درویش و همکاران (Darwish *et al.*, 2002) تاثیر دو روش آبیاری بارانی و قطره‌ای را بر عملکرد سیب‌زمینی در لبنان بررسی کردند؛ نتایج بررسی‌های آنان نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در عملکرد وجود ندارد. در حالی که مقدار آب مصرفی در روش‌های بارانی و قطره‌ای به ترتیب برابر با ۸۵۹۰ و ۴۹۶۰ مترمکعب در هکتار بوده است. سینگ و سود (Singh & Sood, 1996) در بررسی اثر آرایش کاشت و میزان نیتروژن در زراعت سیب‌زمینی با استفاده از آبیاری قطره‌ای تیپ نشان داده شده است که عملکرد غده‌ها در تیمارهای کشت بدون پشته با فاصله ۳۰ سانتی‌متر، بدون پشته با فاصله ۶۰ سانتی‌متر، و تک ردیفه روی پشته (در مقایسه با کشت دو ردیفه روی پشته) به ترتیب ۴۷/۵، ۲۲، و ۲۶/۸ درصد افزایش دارد. ژيوکوف و کاجوا (Zhivkov & Kaltcheva, 1997)، در مطالعه‌ای روی آبیاری سیب‌زمینی در شرایط کم‌آبی دریافتند که کاهش مقدار آب مصرفی به میزان ۲۰، ۴۰، و ۶۰ درصد نسبت به آبیاری کافی، باعث کاهش عملکرد به ترتیب به میزان ۱۳/۲، ۱۸/۴، و ۲۲/۵ درصد می‌شود.

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف آب آبیاری و آرایش‌های مختلف کاشت سیب‌زمینی بر عملکرد، طی دو سال متوالی (۱۳۸۲ و ۱۳۸۳) آزمایش‌هایی در سه منطقه مشهد، دماوند، و اردبیل اجرا شد. در هر سه منطقه، کیفیت آب آبیاری مطلوب بود و برای استفاده در آبیاری قطره‌ای و همچنین زراعت سیب‌زمینی هیچ‌گونه محدودیتی ایجاد نمی‌کرد.

مواد و روش‌ها

طرح حاضر شامل ۹ تیمار (سه آرایش کاشت در سه سطح تامین آب آبیاری I₁، I₂، و I₃ به ترتیب معادل ۱۰۰،

تنش در این گیاهان، عمیق‌بودن توسعه ریشه است (Eldredge *et al.*, 1992; Lynch *et al.*, 1995; Shock *et al.*, 1998) نتایج تحقیقات حاکی است که کم‌آبیاری در مراحل غیر حساس گیاهان سبب افزایش کارایی مصرف آب، کاهش نفوذ عمقی، و کاهش آبشویی نیترات می‌شود. ضمن اینکه تاثیر قابل توجهی در کاهش عملکرد محصول ندارد (Roberts *et al.*, 1982 ; Saffiga *et al.*, 1977). مطالعات فبريو و همکاران (Feberio *et al.*, 2001) و اوپنا و پورتر (Opena & Porter, 1999) نشان می‌دهد که گیاه سیب‌زمینی به دلیل حساسیت سیستم ریشه‌ای، نسبت به تنش آبی حساس است. تنش آبی در مراحل اولیه رشد سیب‌زمینی و قبل از تشکیل غده نیز تاثیر کمی در کاهش عملکرد دارد و می‌تواند سبب افزایش کارایی مصرف آب شود. واندر زاگ (Vander Zagg, 1982) می‌گوید در مرحله کاشت تا سبزشدن سیب‌زمینی، خاک اطراف بذر باید مرطوب باشد، ولی نباید غرقاب شود. در مرحله سبزشدن تا تشکیل غده‌ها در مقایسه با مراحل بعدی رشد، باید مقدار آب زیادتر با دور طولانی‌تر در نظر گرفته شود. از مرحله تشکیل غده به بعد نیز باید رطوبت مناسب و کافی در اطراف غده‌های دختری تأمین شود. تحقیق یوان و همکاران (Yuan *et al.*, 2003) نشان می‌دهد که با افزایش میزان آب مصرفی، ارتفاع گیاه، میزان بیوماس، و محصول بازارپسند (غده ۸۰ گرم و بیشتر) افزایش ولی وزن خشک محصول و کیفیت غده‌ها کاهش می‌یابد و کاهش آب مصرفی بیشتر از ۷۵ درصد تبخیر از تشتک، عملکرد را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. در پژوهش دو ساله ودل و همکاران (Waddell *et al.*, 1999) گفته شده که مقدار محصول سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای و بارانی به ترتیب حدود ۳۶ و ۲۵ تن در هکتار است در حالی که میزان آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای نصف روش

دارای قطره‌چکان‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر با آبدهی حدود ۴ لیتر در ساعت در واحد طول (متر) بود. آب با کنتور اندازه‌گیری شد. آب مورد استفاده برای آبیاری در هر سه منطقه به لحاظ طبقه‌بندی آبها برای کشاورزی، از کیفیت مطلوب برخوردار بود و هیچ محدودیتی برای رشد گیاه به وجود نمی‌آورد. بر اساس توصیه مؤسسه خاک و آب، ۵۰ درصد کود نیتروژن‌دار مورد نیاز قبل از کاشت همراه با تمام کودهای دارای پتاسیم و فسفر به خاک داده شد. باقیمانده کود نیتروژن‌دار همراه با آب آبیاری در تمام طول دوره رشد به آب آبیاری اضافه شد. در خاتمه دو سال تحقیق، نتایج با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج و بحث

نتایج مناطق به صورت جداگانه و بر مبنای طرح کامل تصادفی در قالب مدل فاکتوریل شامل سه عامل: دو سال، سه سطح آب آبیاری در سه آرایش کاشت با چهار تکرار در سه منطقه بود. ابتدا آزمون بارتلت انجام شد که به دلیل معنی‌دار شدن آن، نتایج مناطق به صورت جداگانه مورد تجزیه واریانس مرکب (دو ساله) قرار گرفت. خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب طرح (MS) مناطق در جداول ۱، ۲، و ۳ درج شده است.

۸۰ و ۶۰ درصد آب مورد نیاز (سند ملی آب کشور) در ۴ تکرار در سه منطقه مشهد، اردبیل و دماوند (ایستگاه‌های تحقیقاتی) طی دو سال به اجرا درآمد. طول ردیف‌های کاشت ۱۲ متر و کل سطح آزمایشی حدود ۳۰۰۰ متر مربع بود. تیمارهای آرایش کاشت عبارت بودند از:

تیمار B₁: یک ردیف کاشت روی هر پشته با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و تعداد ۵۳۲۰۰ بوته در هکتار با یک نوار آبیاری قطره‌ای (تیپ).

تیمار B₂: دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی‌متر (روی هر پشته) و یک نوار لوله آبیاری (تیپ) بین آنها، لوله‌ها یا شیارها به فاصله ۱۲۵ سانتی‌متر و ۶۴۰۰۰ بوته در هکتار.

تیمار B₃: دو ردیف کاشت با فاصله ۴۵ سانتی‌متر (روی هر پشته) و یک نوار لوله آبیاری (تیپ) بین آنها، لوله‌ها یا شیارها به فاصله ۱۵۰ سانتی‌متر و ۵۳۳۰۰ بوته در هکتار.

نوع طرح آزمایشی اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بود. برداشت آزمایشی از سطوح یکسان از کرت‌ها (۲۶/۲۵ متر مربع) انجام شد. تعداد بوته برداشت‌شده از سطح برداشت تیمارهای B₁، B₂ و B₃ به ترتیب ۱۴۰، ۱۶۸ و ۱۴۰ و طول خط برداشت از تیمارهای مذکور به ترتیب ۸/۷۵، ۱۰/۵ و ۸/۷۵ متر بود.

آبیاری با دور ۳ روز با سیستم آبیاری قطره‌ای و با استفاده از نوارهای تیپ انجام گردید. نوارهای آبیاری قطره‌ای،

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب طرح (MS)- آزمایش مشهد

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد (تن در هکتار)					
		کارایی مصرف آب (WUE)	۲۵-۳۵ میلی متر	۳۵-۵۵ میلی متر	بزرگتر از ۵۵ میلی متر	قابل ارائه به بازار کل	
سال (Y)	۱	۱۷/۵۰۱**	۱۰۱۳۰۲۵۰/۶۸**	۱۲۱۸۲۵۶۴۳/۵۶**	۴۶۷۰۶۳۷۶۶/۱۲۵**	۸۶۰۵۸۵۵۸۴/۵۰**	۸۵۷۷۱۱۵۵۶/۰۵۶**
تکرار R (Y)	۶	۰/۴۶۴ns	۵۷۹۷۳۹/۰۵۱*	۹۷۷۴۸۵۶/۴۸	۷۳۵۳۲۸۸/۳۲۹ ns	۱۵۸۸۳۴۲۵/۲۴۱ ns	۱۱۳۹۵۱۸۵/۸۷۰ns
میزان آبیاری (A)	۲	۰/۹۸۰ns	۳۵۶۵۷۴۵/۰۱۴**	۲۲۵۸۳۲۱۹۴/۷۶**	۲۱۶۸۵۴۰۷۹/۱۲۵**	۸۵۹۴۹۶۴۸۵/۵۹۷**	۷۸۴۶۰۹۱۷/۲۶۴**
اثر متقابل (A×Y)	۲	۰/۲۴۰ns	۵۱۹۳۵۳/۴۳۱*	۲۵۶۸۵۸۸۶/۴۳*	۲۵۴۹۳۱۹۵/۷۹۲*	۱۳۸۴۶۹۸۰/۰۴۲ ns	۱۳۷۸۳۴۷۰/۲۶۴ns
خطا (E _a)	۱۲	۰/۳۱۳	۱۲۶۶۲۳/۷۰۴	۵۷۳۷۵۲۸/۴۱	۴۵۳۸۰۶۱/۸۲۹	۸۰۵۶۹۱۹/۶۱۶	۷۷۹۴۶۱۲/۱۳۴
آرایش کاشت (B)	۲	۰/۷۲۱ns	۱۱۷۷۱۲/۳۴۷ns	۵۰۸۰۷۲۷۷/۶۸**	۷۷۸۱۷۳۱/۱۲۵ ns	۴۹۳۳۱۶۵۵/۷۲۲*	۵۵۸۸۳۹۷۸/۷۶۴**
اثر متقابل (B×Y)	۲	۰/۳۰۱ns	۲۸۷۵۳۹/۰۱۴ns	۱۲۵۱۳۴۴/۳۵ns	۹۷۷۸۶۷۵/۲۹۲ ns	۵۹۸۸۱۰۰/۱۶۷ ns	۸۳۷۷۷۷۸/۷۶۴ns
اثر متقابل (A×B)	۴	۰/۴۴۵ ns	۳۷۲۴۶/۱۳۹ns	۲۲۲۲۸۳۱/۸۵۰ns	۷۶۲۸۰۶۱/۸۷۵ ns	۱۰۶۰۰۴۲۲/۲۸۵ ns	۱۲۳۳۱۱۴۸/۴۱۰ns
اثر متقابل (A×B×Y)	۴	۰/۷۴۸ns	۱۵۱۵۷/۳۸۹ns	۱۳۱۴۲۵۶۹/۳۵۰ns	۱۰۹۱۳۵۳/۹۵۸ ns	۲۰۱۸۰۳۹۵/۸۹۶ ns	۲۱۱۹۴۳۷۳/۴۱۰ns
خطا (E _b)	۳۶	۰/۵۵۷	۱۱۲۴۳۴/۶۸۱	۵۸۰۹۵۱۶/۹۷۷	۴۱۵۴۴۳۶/۹۹۵	۱۲۲۴۹۵۷۲/۲۸۲	۱۲۶۶۷۶۱۷/۴۳۵
جمع کل (T)	۷۱						
C.V		۲۲/۴	۲۳/۱	۱۹/۲	۴۴/۸	۲۰	۱۹/۱

** اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns نبود اختلاف معنی دار، Y سال، A میزان آبیاری، B آرایش کاشت

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

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد (تن در هکتار)				
		کل	قابل ارائه به بازار	بزرگتر از ۵۵ میلی متر	۳۵-۵۵ میلی متر	۲۵-۳۵ میلی متر
سال (Y)	۱	۳۰۸۱۵۱۷۵/۱۲۵ns	۴۴۲۷۴۰۵۰/۰۰ ns	۱۳۷۰۶۹۷۵/۳۴۷ns	۳۱۰۴۵۸۸۶/۶۸۱*	۸۸۹۱۵۴۴/۵۰۰ns
تکرار R (Y)	۶	۶۳۰۸۸۵۸۹/۴۲۱ns	۵۷۶۶۶۹۲۵/۰۰ ns	۳۷۴۴۰۷۵۵۳/۹۷۷ns	۱۵۶۴۰۸۲۵/۴۴ns	۴۴۳۵۶۵۵/۴۷۲ns
میزان آبیاری (A)	۲	۲۴۰۰۲۶۶۳۲۲/۱۲۵**	۲۲۵۷۶۳۷۵۰/۱۳۸۹**	۳۷۱۰۶۱۳۸۴/۶۸۱**	۵۷۷۷۳۱۷۹۷/۵۴۲**	۳۴۳۵۳۰۶۰/۸۴۷**
اثر متقابل (A×Y)	۲	۲۰۲۴۷۲/۰۴۲ns	۹۸۳۷۷۹/۱۶۷ns	۷۲۰۸۲۵۰/۰۹۷ns	۴۸۹۸۷۷/۷۶۴ns	۱۳۶۳۴۷۵/۰۴۲ns
خطا (E _a)	۱۲	۳۷۴۹۰۸۸۵/۲۱۳	۳۳۰۰۵۳۵۶/۹۴۴	۱۹۴۰۰۸۴۷/۰۷۴	۶۴۴۹۲۰۴/۰۷۹	۱۹۷۵۵۷۷/۶۱۱
آرایش کاشت (B)	۲	۴۳۶۱۴۲۶۷۹/۸۷۵**	۴۲۲۹۴۲۴۰۵/۵۵۶**	۲۶۵۵۷۱۹۰/۱۰۹۷**	۶۳۳۲۱۳۴۶۶/۷۹۲**	۳۲۴۶۳۹۰۶/۰۱۴**
اثر متقابل (B×Y)	۲	۲۶۰۰/۱/۲۹۲ns	۶۴۰۶۶/۶۶۷ns	۴۴۷۷۸۳۰/۵۱۴ns	۲۷۲۰۷۲۹/۰۱۴ns	۱۰۹۰۶۹۷/۷۹۲ns
اثر متقابل (A×B)	۴	۱۷۳۴۲۲۰۵۲/۳۷۵*	۱۵۸۸۳۰۵۷۶/۳۸۹*	۵۸۸۸۵۵۳۷/۱۸۱ns	۲۱۰۵۷۰۷۳/۵۸۳ns	۲۱۶۰۰۷۸/۷۲۲ns
اثر متقابل (A×B×Y)	۴	۲۰۷۳۴۸/۵۸۳ns	۳۲۰۰۳۰/۸۳۳ns	۶۵۷۴۳۲/۸۸۹ns	۷۲۸۶۷۹/۲۲۲ns	۳۷۷۴۰۱/۵۸۳ns
خطا (E _b)	۳۶	۵۵۸۸۱۰۸۵/۴۲۱	۵۵۵۵۳۸۵/۱۸۵	۲۷۲۲۵۰۰/۱۴۵۸	۱۳۳۷۶۹۱۶/۳۶۶	۸۴۱۴۲/۵۵۱
جمع کل (T)	۷۱					
C.V		۲۱/۳	۲۲/۳	۲۷/۱	۳۰/۵	۲۵/۶
						۲۲/۰۱

** اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns نبود اختلاف معنی دار، Y سال، A میزان آبیاری، B آرایش کاشت

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب طرح (MS) - منطقه دماوند

کارایی	عملکرد (تن در هکتار)					درجه آزادی	منابع تغییر
	مصرف آب (WUE)	۲۵-۳۵ میلی‌متر	۳۵-۵۵ میلی‌متر	بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر	قابل ارائه به بازار		
۵۵/۳۰۰**	۱۴۸۹۶۷۰/۱/۳۸۹*	۱۳۸۱۶۲۷۲/۲۲۲ns	۵۰۹۸۶۸۸/۸۹ns	۱۰۲۸۶۵۶۰۵/۵۵۶ns	۱۵۵۴۹۶۶۱۲/۵ns	۱	سال (Y)
۳۵/۶۱۱*	۱۵۰۳۵۴۵۵/۰۹۳**	۴۶۳۷۳۹۸۳/۳۳*	۲۳۰۳۴۳۸۴۳/۵۲**	۲۲۸۳۱۳۵۶۹/۴۴**	۴۴۹۱۶۰۱۵۱/۳۸۹**	۶	تکرار (Y) R
۲۳/۵۴۶ns	۵۶۹۶۹۳۴/۷۲۲ns	۹۶۳۰۲۰۴/۱۶۷ns	۳۴۵۶۰۰۷۶۲/۵**	۲۱۱۷۶۶۲۵۱/۳۸۹*	۴۱۶۷۱۲۷۱۶/۶۶۷**	۲	میزان آبیاری (A)
۴/۲۱۲ns	۱۰۱۶۹۹۱۸/۰۵۶*	۵۰۱۹۶۷۶/۳۸۹ns	۸۶۳۶۵۴۵۹/۷۲۲ns	۳۱۷۳۰۷۳۴/۷۲۲ns	۸۴۶۹۶۰۱۶/۶۶۷ns	۲	اثر متقابل (A×Y)
۱۱/۱۰۳	۱۶۷۳۳۲۴/۵۳۷	۱۱۹۱۶۱۹۰/۲۷۸	۳۵۹۹۸۴۵۱/۸۵	۴۴۰۴۹۰۵۴/۱۶۷	۴۷۴۶۱۴۷۲/۲۲۲	۱۲	خطا (E _a)
۸۵/۷۰۰**	۶۵۳۳۵۵۱/۳۸۹*	۱۱۵۶۳۰۰۴/۱۶۷ns	۳۳۵۱۸۶۵۴/۱۶۷ns	۱۸۲۹۳۸۹۱۸/۰۵۸ns	۱۳۱۳۳۲۵۵۴/۱۶۷ns	۲	آرایش کاشت (B)
۱۲/۷۶۴ns	۸۷۴۹۰۰۹/۷۲۲*	۳۴۳۳۹۸۴/۷۲۲ns	۲۶۲۱۵۱۵/۳۸۹ns	۱۰۰۹۸۵۵۹/۷۲۲ns	۱۶۸۱۷۳۷/۵ns	۲	اثر متقابل (B×Y)
۴/۳۹۱ns	۷۶۸۷۵۷/۶۳۹ns	۱۸۱۷۷۵۲/۸۳۳*	۶۰۲۵۷۷۲۹/۱۶۷ns	۸۲۰۴۴۷۹۳/۰۵۶ns	۷۲۸۶۶۵۰۸/۳۳ns	۴	اثر متقابل (A×B)
۱۰/۱۲۰ns	۱۸۴۹۱۲/۱۳۹ns	۹۹۴۰۳۰۱/۳۸۹ns	۳۱۳۵۷۲۵۹/۷۲ns	۹۲۸۴۹۹۸۸/۸۸۹ns	۸۵۳۹۳۶۴۱/۶۶۷ns	۴	اثر متقابل (A×B×Y)
۸/۸۱۳	۱۷۹۵۹۳۰/۵۵۶	۵۸۸۹۱۶۸/۵۱۹	۵۰۶۰۶۸۴۳/۵۱۹	۸۳۰۷۷۲۲۷/۳۱۵	۸۴۲۸۳۵۴۸/۶۱۱	۳۶	خطا (E _b)
						۷۱	جمع کل (T)
۲۷/۰۰	۳۳	۲۷/۲	۳۱/۳	۲۶/۶	۲۳/۷		C.V

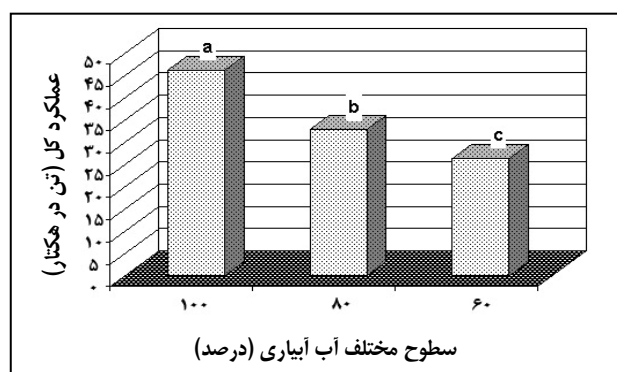
** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns نبود اختلاف معنی‌دار، Y سال، A میزان آبیاری، B آرایش کاشت

اثر آرایش کاشت و مقادیر آب در آبیاری ...

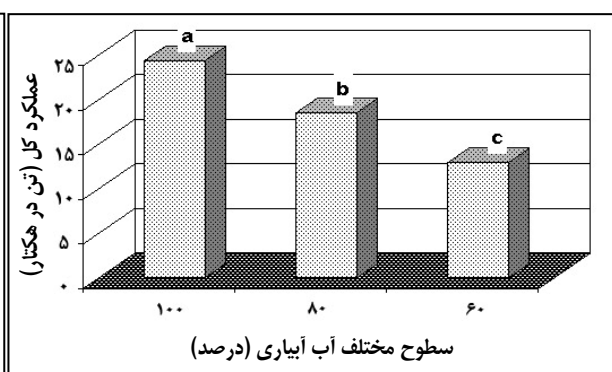
اردبیل به ترتیب ۲۸ و ۴۳ درصد بود (شکل‌های ۱ و ۲). در آزمایش یوان و همکاران (Yuan *et al.*, 2003) نیز با کاهش آب مصرفی بیشتر از ۷۵ درصد تبخیر از تشتک، عملکرد به طور معنی‌داری کاهش یافت که موید نتایج مذکور است. اما در منطقه دماوند به ترتیب ۷ درصد کاهش و ۱۴ درصد افزایش عملکرد نشان داد که با نتایج دو منطقه دیگر همسو نیست.

اثر سطوح آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد کل محصول

اثر سطوح مختلف آبیاری: در مناطق مشهد و اردبیل با کاهش سطح تأمین آب آبیاری از مقدار حداکثر مورد نیاز، عملکرد کاهش پیدا کرد. در مشهد با کاهش ۲۰ و ۴۰ درصد در کل آب مورد نیاز، عملکرد کل محصول به ترتیب ۳۲ و ۸۸ درصد کاهش یافت. این کاهش عملکرد در منطقه



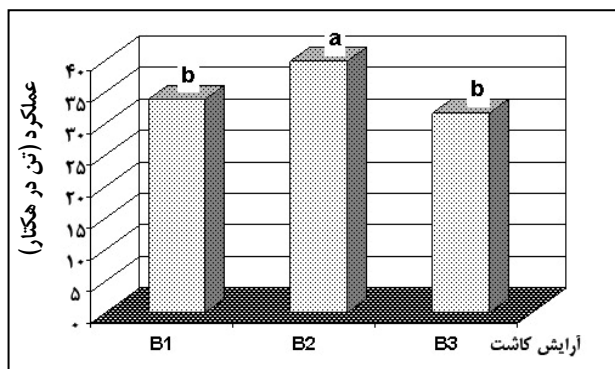
شکل ۲- اثر میزان آب آبیاری بر عملکرد کل غده در منطقه اردبیل



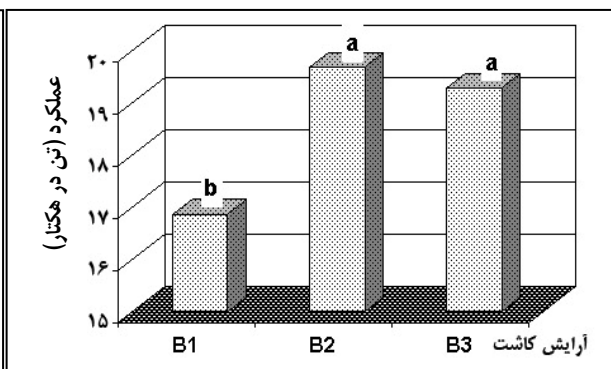
شکل ۱- اثر میزان آب آبیاری بر عملکرد کل غده در منطقه مشهد

دیگر آرایش کاشت معنی‌دار بود. در منطقه دماوند نیز با وجود اینکه به طور متوسط عملکرد تیمار آرایش B_2 نسبت به B_1 و B_3 به ترتیب، ۱۳ و ۷ درصد افزایش داشت تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (شکل‌های ۳ و ۴). حادث شدن این امر ناشی از تعداد بوته در واحد سطح بوده است.

اثر آرایش کاشت: در هر سه منطقه اجرای طرح اثر آرایش کاشت بر عملکرد، روند یکسانی داشت و تیمار آرایش کاشت B_2 نسبت به دو تیمار آرایش کاشت دیگر برتری نشان داد. در مشهد فقط تفاوت تیمار آرایش کاشت B_2 با B_1 ، با ۱۷ درصد افزایش عملکرد، معنی‌دار بود. در اردبیل افزایش عملکرد تیمار آرایش کاشت B_2 نسبت به دو تیمار



شکل ۴- اثر آرایش کاشت بر عملکرد کل غده در منطقه اردبیل



شکل ۳- اثر آرایش کاشت بر عملکرد کل غده در منطقه مشهد

غده‌های قابل ارائه به بازار در تیمار آرایش B₂ بیشتر از دو تیمار دیگر بود.

اثر سطوح آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد غده‌های درشت (بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر)

اثر آبیاری: میزان تولید غده‌های درشت حاصل از تیمار آبیاری I₂ در مقایسه با تیمار آبیاری حداکثر (I₁) مناطق مشهد و اردبیل به ترتیب ۴۷ و ۲۱ درصد کاهش نشان داد. ولی در منطقه دماوند در سال اول بیشترین میزان تولید از تیمار آبیاری ۸۰ درصد (I₂) به دست آمد به طوری که تیمار آبیاری I₁ باعث کاهش ۱۲/۵ درصدی در مقدار تولید شد ولی نتیجه سال دوم مشابه دو منطقه دیگر بود.

اثر آرایش کاشت: در هر سه منطقه، عملکرد غده‌های درشت تولیدی تیمار آرایش کاشت B₃ نسبت به تیمار B₂ افزایش جزئی نشان داد ولی از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر، بیشترین عملکرد غده‌های قابل ارائه به بازار از تیمار آرایش کاشت B₂ حاصل شد، ولی تیمار آرایش کاشت B₃ بیشترین غده‌های درشت را به خود اختصاص داد.

اثر سطوح آبیاری و آرایش کاشت بر محصول قابل ارائه به بازار

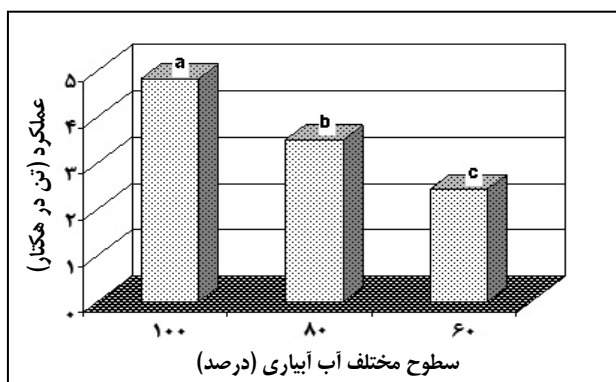
اثر آبیاری: در مناطق مشهد و اردبیل روند کاهش محصول قابل فروش با روند کاهش آب مصرفی یکسان و تا حدودی مشابه اثر آبیاری بر عملکرد کل بود. در منطقه مشهد و اردبیل، محصول قابل ارائه به بازار تیمار آبیاری حداکثر (I₁) نسبت به تیمار آبیاری I₂ به ترتیب، ۳۴ و ۴۱ درصد افزایش نشان داد. ولی در منطقه دماوند ۱۶ درصد نیز کاهش عملکرد قابل ارائه به بازار مشاهده شد که این نتیجه ممکن است ناشی از کفایت آبیاری آن منطقه باشد. اثر آرایش کاشت: در هر سه منطقه مورد مطالعه، بیشترین میزان غده قابل ارائه به بازار از تیمار آرایش کاشت B₂ به دست آمد. در منطقه مشهد و اردبیل، تیمار مذکور نسبت به تیمار آرایش کاشت B₁ افزایش معنی‌دار داشت. اما این افزایش نسبت به تیمار B₃ برای اردبیل معنی‌دار بود ولی برای مشهد معنی‌دار نبود. در دماوند نیز تفاوتی در میزان غده قابل ارائه به بازار تیمار B₂ نسبت به دو تیمار دیگر مشاهده نشد. به‌طور کلی می‌توان گفت که عملکرد

اثر آرایش کاشت و مقادیر آب در آبیاری ...

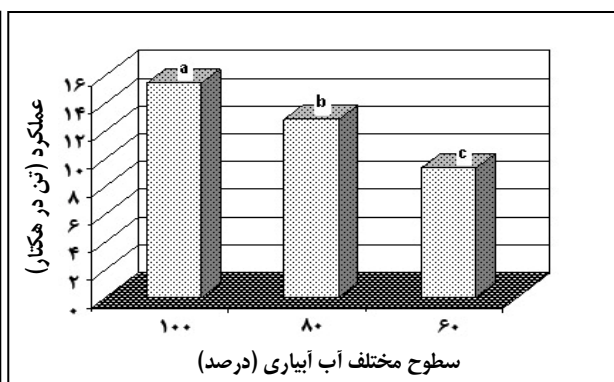
و ۶)، به طوری که میانگین افزایش عملکرد تیمار I_1 نسبت به تیمارهای I_2 و I_3 در مشهد به ترتیب ۲۰/۴ و ۳۷/۶ درصد و در منطقه اردبیل به ترتیب ۳۷/۷ و ۹۸/۱ درصد بود. اما در منطقه دماوند تفاوت معنی داری در عملکرد غده‌های بذری مشاهده نشد.

اثر سطوح آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد غده‌های ۳۵-۵۵ میلی‌متری

اثر آبیاری: در مناطق مشهد و اردبیل تولید غده‌های بذری (۳۵-۵۵ میلی‌متری) تیمار آبیاری I_1 نسبت به تیمارهای I_2 و I_3 افزایش معنی داری داشت (شکل‌های ۵



شکل ۶- اثر میزان آب آبیاری بر عملکرد غده‌های ۳۵-۵۵ میلی‌متری در منطقه اردبیل



شکل ۵- اثر میزان آب آبیاری بر عملکرد غده‌های ۳۵-۵۵ میلی‌متری در منطقه مشهد

اثر سطوح آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد غده‌های ۲۵-۳۵ میلی‌متری

اثر آبیاری: در مناطق مشهد و دماوند با کاهش میزان آب آبیاری، تولید غده‌های درشت کاهش و تولید غده‌های ریز افزایش داشت ولی در منطقه اردبیل عکس آن اتفاق افتاد.

اثر آرایش کاشت: در منطقه مشهد از نظر میزان تولید غده‌های بذری، تفاوت معنی داری بین تیمارهای آرایش کاشت مشاهده نشد ولی در مناطق دماوند

اثر آرایش کاشت: در مناطق مشهد و اردبیل بیشترین میزان تولید غده‌های بذری از تیمار آرایش کاشت B_2 حاصل شد که نسبت به تیمار آرایش کاشت B_3 ، در منطقه اردبیل معنی دار بود و در منطقه مشهد معنی دار نبود. تولید غده‌های بذری حاصل از تیمار آرایش کاشت B_2 نسبت به B_1 و B_3 به ترتیب ۹ و ۲۶ درصد افزایش نشان داد که در منطقه دماوند تفاوت معنی داری بین عملکرد غده‌های بذری در آرایش کاشت‌های مختلف مشاهده نشد.

در منطقه مشهد نیز با کاهش مقدار آب آبیاری، (WUE) کاهش یافت و اثر تیمارهای I₁ و I₂ با تیمار I₃ تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل ۷).

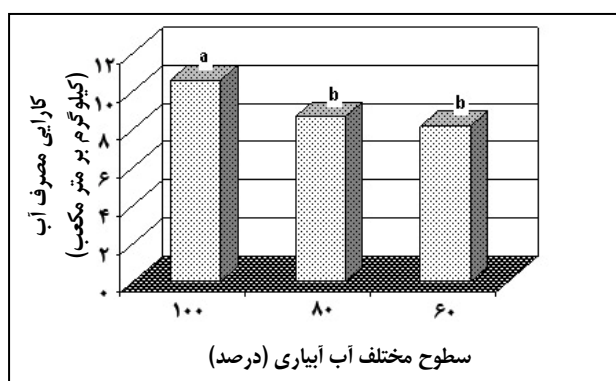
در منطقه اردبیل با کاهش مقدار آبیاری، (WUE) کاهش یافت و تیمار حداکثر آبیاری (I₁) با دو تیمار دیگر (I₂ و I₃) تفاوت معنی‌دار داشت (شکل ۸).

اثر آرایش کاشت: در هر سه منطقه آزمایشی، تیمار آرایش کاشت B₂ با داشتن بالاترین کارایی مصرف آب آبیاری، در مقایسه با تیمار آرایش کاشت B₁، تفاوت معنی‌دار داشت. ضمن اینکه فقط در مناطق دماوند و اردبیل تفاوت تیمار مذکور با تیمار B₃ معنی‌دار بود (شکل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱).

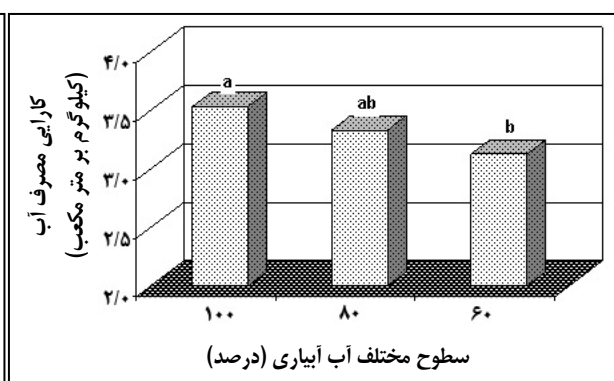
و اردبیل، افزایش معنی‌داری در تیمار آرایش کاشت B₂ نسبت به دو تیمار دیگر آرایش کاشت وجود نداشت.

اثر سطوح آبیاری و آرایش کاشت بر کارایی مصرف آب آبیاری (WUE)

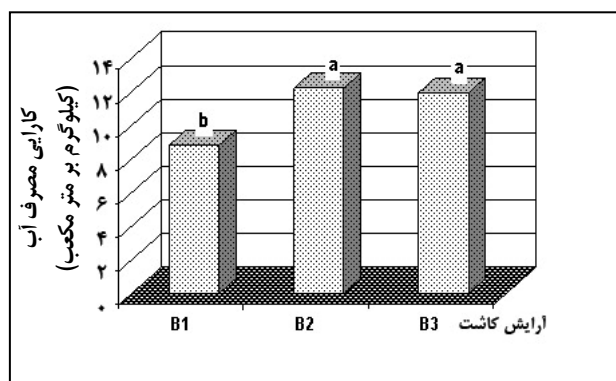
اثر آبیاری: در منطقه دماوند تفاوت معنی‌داری بین کارایی مصرف آب آبیاری (WUE) تیمارهای مختلف آبیاری مشاهده نشد اما تیمار ۸۰ درصد آبیاری بیشترین کارایی مصرف آب آبیاری را به خود اختصاص داد.



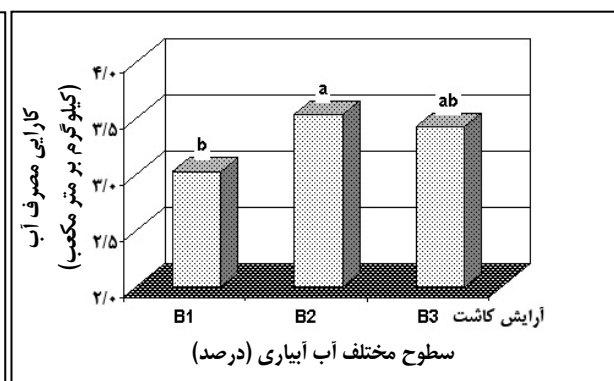
شکل ۸- اثر میزان آب آبیاری بر کارایی مصرف آب (منطقه اردبیل)



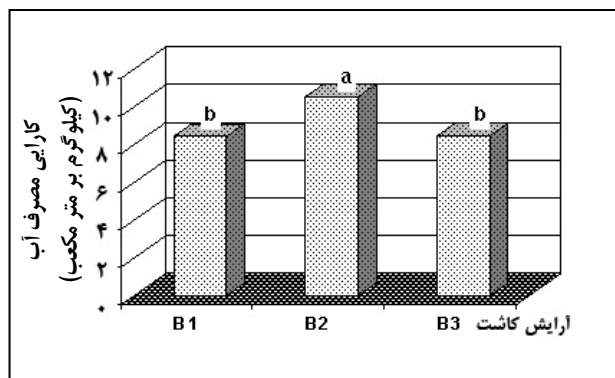
شکل ۷- اثر میزان آب آبیاری بر کارایی مصرف آب آبیاری (منطقه مشهد)



شکل ۱۰- اثر آرایش کاشت بر کارایی مصرف آب آبیاری (دماوند)



شکل ۹- اثر آرایش کاشت بر کارایی مصرف آب آبیاری (مشهد)



شکل ۱۱- اثر آرایش کاشت بر کارایی مصرف آب آبیاری (اردبیل)

نتیجه گیری

آبیاری‌های کمتر برتری معنی‌داری داشت. ضمن اینکه از نظر کارایی مصرف آب آبیاری نیز همین نتیجه به دست آمد. مصرف آب آبیاری به میزان حداکثر مقدار مورد نیاز گیاه سیب‌زمینی در آبیاری قطره‌ای با نوارهای تیپ^۱، مناسب‌تر و قابل توصیه است.

به‌طور خلاصه:

- در زراعت سیب‌زمینی کم‌آبیاری قابل توصیه نیست.
- با توجه به نتایج به دست آمده، فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف و فاصله دو ردیف کاشت روی پشته ۳۵ سانتی‌متر و یک نوار آبیاری قطره‌ای بین آنها، نسبت به سایر آرایش‌های کاشت مناسب‌تر است. در این آرایش، فاصله نوارها یا شیارها از یکدیگر ۱۲۵ سانتی‌متر با ۶۴۰۰۰ بوته در هر هکتار است.
- خاکدهی، سمپاشی، و سایر عملیات زراعی در آرایش کاشت ۱۲۵ سانتی‌متر ممکن است با استفاده از تراکتورهای معمولی به راحتی میسر نباشد. از این رو پیشنهاد می‌شود که ضمن استفاده از تراکتورهای چرخ باریک فاصله چرخ‌ها را ۱۳۰ سانتی‌متر (به‌جای ۱۲۵ سانتی‌متر) در نظر بگیرند. این کار به راحتی قابل اجرا است و در حال حاضر در بعضی مناطق کاربرد دارد.

از نظر آرایش کاشت در هر سه منطقه (مشهد، دماوند، و اردبیل) بیشترین عملکرد کل و عملکرد قابل ارائه به بازار از تیمار آرایش کاشت B₂ به دست آمد که تفاوت‌ها در اردبیل معنی‌دار بود ولی در مشهد و دماوند معنی‌دار نبود. در هر سه منطقه، تیمار آرایش کاشت B₂ بیشترین میزان غده بذر را به دست داد که تفاوت آن در منطقه مشهد و اردبیل نسبت به دو آرایش کاشت دیگر معنی‌دار ولی در منطقه دماوند تفاوت مذکور غیر معنی‌دار بود.

در بین آرایش‌های کاشت مورد بررسی، تیمار B₂ بیشترین کارایی مصرف آب آبیاری را داشت گرچه در مشهد در حد معنی‌داری نبود ولی در دو منطقه دیگر معنی‌دار بود.

بر اساس نتایج آزمایش‌های مشهد و اردبیل، در مجموع هرگونه کم‌آبیاری در زراعت سیب‌زمینی باعث کاهش تولید کل غده و همچنین کاهش محصول قابل ارائه به بازار می‌شود. این نتیجه‌گیری با نتایج تحقیقات ژيوکف و کالتچوا (Zhivkov & Kaltcheva, 1997)، همخوانی دارد. از نظر تولید غده بذر و همچنین غده‌های درشت‌تر از ۵۵ میلی‌متر در هر دو منطقه اردبیل و مشهد، آبیاری با تأمین ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی گیاه نسبت به

- چنانچه هدف از کشت سیبزمینی فقط تولید غده برای مصرف خوراکی و صنعتی (قطر بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر) باشد، تیمار آرایش کاشت ۲۵ × ۴۵ سانتی‌متر قابل توصیه است.
- استفاده از آرایش کاشت یک نوار آبیاری برای هر ردیف کشت، به دلیل مقدورنبودن استفاده از ماشین در زمان داشت و برداشت، پایین‌بودن عملکرد، و هزینه زیادتر نسبت به دو آرایش کاشت دیگر، قابل توصیه نیست.

مراجع

- Darwish, T., Atallah, T., Elkhatb, M. and Hajasan, S. 2002. Impact of irrigation and fertigation on No. 3. leaching and soil-ground water contamination in Lebanon. 17th WCSS. Aug. 14-21. Thailand.
- Eldredge, E. P., Shock, C. C. and Stieber, T. D. 1992. Plot sprinklers for irrigation research. *Agron. J.* 84, 1081-1084.
- Febeiro, C., de Santa Olalla, F. M. and de Juan, J. A. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. *Agric. Water Manag.* 48, 255-266.
- Lynch, D. R., Foroud, N., Kozub, G. C. and Farries, B. C. 1995. The effect of moisture stress at three growth stages on the yield components of yield and processing quality of eight potato cultivars. *Am. Potato J.* 72, 375-386.
- Opena, G. B., and Porter, G. A. 1999. Soil management and supplemental irrigation effects on potato. II. Root growth. *Agron. J.* 91, 426-431.
- Roberts, S., Weaver, W. H. and Phelps, J. P. 1982. Effect of rate and time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation. *Am. Potato J.* 59, 77-87.
- Saffiga, P. G., Keency, D. R. and Tanner, C. B. 1977. Nitrogen, chloride, and water balance with irrigated Russet Burbank potatoes in a sandy soil. *Agron. J.* 69, 251-257.
- Shock, C. C., Feibert, E. B. G. and Saunders, L. D. 1998. Potato yield and quality response to deficit irrigation. *Hort. Sci.* 33, 655-659.
- Singh, N. and Sood, M. C. 1996. Effect of planting method and nitrogen on potato (*Solanum tuberosum*) production under drip irrigation. *Indian J. Agron.* 41, 296-300.
- Vander Zagg, D. E. 1982. Water Supply to Potato Crops. Potato Consultative Institute. NIVAA Holland. The Netherlands.

اثر آرایش کاشت و مقادیر آب در آبیاری ...

Waddell, J. T., Gupta, S. C., Moncrief, F., Rosen, C. J. and Steele, D. D. 1999. Irrigation and nitrogen management effects on potato yield, tuber quality, and nitrogen uptake. Agron. J. 91, 991-997.

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

Zhivkov, Z. and Kaltcheva, S. 1997. Irrigation of potatoes under conditions of water deficit. Acta Hort. 449, 217-222.

The Effect of Planting Pattern and Water Levels on the Yield of Potatoes under Drip Irrigation

J. Baghani*, H. Sadr Ghaen and A. Kanooni

*Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Center, P. O. Box: 91275-488, Mashhad, Iran: E-mail: baghanio@yahoo.com

To study the effect of planting pattern and water quantity on potato yields under drip irrigation, this research was conducted using a split plot based on a randomized complete block design with four replications in three regions (Mashhad, Ardebil and Damavand, Iran) during 2003-2004. Nine treatments were used. The main-plots were three levels of irrigation: 100%(I₁), 80%(I₂), and 60%(I₃) of crop water requirement. Three planting pattern were used in the sub plots: B₁, the distance between cultivation rows being 75cm using one drip irrigation lateral line; B₂, two cultivation rows with a 35cm distance and one drip irrigation lateral line between rows (distance between laterals = 135cm); and B₃, two cultivation rows with a distance of 45cm and one drip irrigation lateral line between rows (the distance between laterals = 150cm). Results showed that the B₂ planting pattern had the highest total yield and economic yield in three regions. There was a significant difference between the B₁ and B₃ treatments in Ardebil, but no significant difference in Mashhad and Damavand. The B₂ had the longest tube yield (35-55mm) for the three regions. Water use efficiency (WUE) of the B₂ planting pattern was greater than for the B₁ and B₃, the difference being significant in Ardebil and Damavand, but not in Mashhad. Water stress led to a reduction of the total tube yield, economic yield and WUE. The highest tube yield (35-55 and more than 55mm) was measured when total crop water requirement (I₁) was applied and showed a significant difference with I₂ and I₃ in Mashhad and Ardebil. There was same results for WUE. Accordingly, drip irrigation was suggested for potato cultivation when 100% of crop water requirement was applied.

Key Words: Drip Irrigation, Planting Pattern, Potato, Water Use Efficiency, Yield