نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۵، ص. ۱۴۰۲-۱۳۹۴

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 5, Nov.-Dec. 2016, p. 1394-1402

تأثیر عمق جایگذاری نوار آبیاری و میزان آب کاربردی بر عملکرد و بهره‌وری آب سیب زمینی در دشت دهگلان

زینب فتحی تیلکو[۱]- پرویز فتحی[۲*]- فرزاد حسین پناهی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۲
تاریخ پذیرش ۱۳۹۴/۱۲/۰۲

چکیده

بحران آب یکی از مسائل اساسی در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران است. در این مناطق توجه به افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. با استفاده از روش‌های نوین آبیاری نظیر آبیاری قطره‌ای نواری و نیز کاربرد استراتژی‌های آبیاری همچون کم‌آبیاری می‌توان بهره‌وری آب را افزایش داد. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر عمق جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای و سطح آب آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری محصول سیب‌زمینی (رقم آگریا) در دشت دهگلان، استان کردستان می‌باشد. آزمایش‌های مزرعه‌ای این تحقیق در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی و فرعی این طرح، به ترتیب، شامل سطح آب آبیاری (۶۰،۸۰،۱۰۰و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه) و عمق جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر) بود. نتایج نشان داد که اثر عمق آب آبیاری و عمق جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و بهره‌وری آب در سطح آماری یک درصد معنی دار می‌باشد. بیشترین عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری به ترتیب مربوط به تیمارهای آبی ۱۲۰ درصد و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که عمق جایگذاری نوار آبیاری برابر ۱۵ سانتی‌متر، بهترین عمق جایگذاری نوار در شرایط استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری در دشت دهگلان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری میکرو ، بحران آب، کارایی مصرف آب، کم آبیاری

مقدمه

محدودیت منابع آب مهم‌ترین مانع در توسعه کشاورزی پایدار در بخش وسیعی از کشورمان ایران به شمار می‌رود. بنابراین توجه به افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی (بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب)، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر در برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور محسوب می‌شود (۱۵). با استفاده از روش‌های نوین آبیاری و نیز کاربرد استراتژی‌های آبیاری، نظیر کم‌آبیاری می‌توان بهره‌وری آب را تا حد قابل‌توجهی افزایش داد. مقدار آب قابل استحصال تجدیدشونده در ایران، سالانه حدود ۱۲۰ میلیارد مترمکعب می‌باشد. متوسط راندمان آبیاری در سطح کشور قریب به ۳۲ درصد و بهره‌وری آب حدود ۰/۷ کیلوگرم بر مترمکعب است (۱). میزان تولید محصولات کشاورزی آبی ۹۲-۱۳۹۱ حدود ۶۲ میلیون تن بوده و پیش‌بینی می‌شود که در سال ۱۴۰۰ به ۱۲۰ میلیون تن افزایش یابد. در این صورت برای تولید این مقدار محصول، به ۱۵۰ میلیارد مترمکعب آب آبیاری نیاز خواهد بود. لذا برای نیل به خودکفایی در بخش کشاورزی لازم است که بهره‌وری آب از۰/۷ به ۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یابد (۱۲). سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum L.*) بعد از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم تولید را در دنیا به خود اختصاص داده است (۱۱). سیب‌زمینی یکی از محصولات تولیدی عمده در استان کردستان می‌باشد. سطح زیر کشت سیب‌زمینی در استان (سال ۱۳۹۱) برابر ۱۴۲۰۰ هکتار و تولید سالانه آن برابر با ۴۶۶ هزار تن می‌باشد. در این میان مساحت اراضی تحت کشت محصول سیب‌زمینی در دشت دهگلان برابر ۵۷۶۴ هکتار بوده و سالانه ۱۹۰ هزار تن غده سیب‌زمینی از این اراضی تولید می‌شود (۳). تحقیقات نشان داده که گیاه سیب‌زمینی به کمبود آب بسیار حساس می‌باشد. تنش رطوبتی تأثیر سوء بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی دارد (۱۶). روش آبیاری سیب‌زمینی در دشت دهگلان غالبا به صورت

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه کردستان
(*- نویسنده مسئول: Email: Fathip2000@yahoo.com)
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کردستان

بارانی و شیاری (جویچه‌ای) می‌باشد. عمده آب موردنیاز کشاورزی در این دشت از منابع آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود. به دلیل افت شدید سطح ایستابی آبخوان در این دشت در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های نوین و کم‌مصرف آبیاری نظیر آبیاری قطره‌ای- نواری به دلایلی نظیر حساسیت بالای این محصول به کمبود آب و پایین بودن راندمان و یکنواختی پخش سایر روش‌های آبیاری مورد استفاده در این دشت، موضوعی درخور اهمیت می‌باشد (۱۰). نوارهای آبیاری قطره‌ای را می‌توان روی سطح خاک و یا زیر سطح خاک قرارداد. در حالت اخیر به علت اشباع نشدن خاک و عدم ایجاد سله در سطح آن، ریشه گیاه به راحتی تنفس نموده و گیاه همواره از اکسیژن کافی بهره‌مند می‌گردد. در صورت قرار دادن نوارها در زیرخاک، برخلاف روش‌های دیگر آبیاری، وزش باد در کارایی آن تأثیری نداشته و همچنین آب کمتری به صورت تبخیر تلف می‌شود (۱)، لذا مقدار آب آبیاری در این شرایط کمتر از سایر روشهای آبیاری خواهد بود.

نجفی (۱۷) اثر آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر افزایش بهره‌وری آب در برخی از محصولات کشاورزی را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که آبیاری قطره‌ای زیر سطحی منجر به افزایش قابل توجه بهره‌وری آب می‌شود. باغانی و همکاران (۵) طی تحقیقی که بر روی اثر آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد کمی و کیفی در زراعت سیب‌زمینی انجام دادند، گزارش نمودند که اثر عمق جایگذاری نوارها بر عملکرد کل و عملکرد بازارپسندی غده‌های تولیدی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. همچنین گزارش کردند که عملکرد سیب‌زمینی در شرایط جایگذاری نوار در سطح خاک، بیشتر از نوارهای جایگذاری شده در عمق ۱۰و۲۰ سانتی‌متر داخل خاک می‌باشد. کانتور و همکاران (۶) با انجام آزمایشی در کشور ایتالیا به بررسی اثر رژیم های مختلف آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب سیب‌زمینی پرداختند. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که عملکرد تیمار آبی برابر با ۵۰ درصد نیاز آبی رضایت‌بخش بوده و غده هایی با کیفیت مشابه یا حتی بهتر از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی تولید می‌نماید. بادر و همکاران (۴) در کشور مصر گزارش نمودند که در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی آب بیشتری در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و شرایط رشد مطلوب‌تری ایجاد می‌نماید در نتیجه عملکرد محصول در مقایسه با آبیاری قطره‌ای سطحی بالاتر خواهد بود. همچنین بهره‌وری آب و کود آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بیشتر از روش آبیاری قطره‌ای سطحی می‌باشد. سلیم و همکاران (۲۰) با انجام آزمایشی در کشور مصر نشان دادند که سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی از لحاظ بهبود کیفیت غده، عملکرد غده، غلظت مواد مغذی غده‌ها و پارامترهای کیفیت محصول از کارایی بالاتری برخوردار می‌باشد. هیکال (۱۳) در کشور مصر اثر سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر بهره‌وری آب محصول سیب زمینی را مورد مطالعه و بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که بهره وری آب در سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بیشتر از آبیاری قطره‌ای سطحی می‌باشد. پتال و راجپوت (۱۸) اثر عمق جایگذاری نوار آبیاری در یک خاک شنی لومی در کشور هند بر عملکرد سیب زمینی را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که اثر عمق جایگذاری نوار آبیاری بر عملکرد غده معنی‌دار می‌باشد اما عمق مناسب جایگذاری نوارهای آبیاری قطره‌ای به نوع خاک و گیاه بستگی دارد.

بررسی منابع و مقالات موجود و در دسترس نشان می‌دهد که در زمینه تحقیق حاضر در دشت دهگلان پژوهش مشابهی انجام نشده است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر عمق جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای و میزان آب کاربردی بر عملکرد و بهره‌وری آب محصول سیب‌زمینی در دشت دهگلان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی و تحلیل اقتصادی اثر عمق جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای و میزان آب کاربردی بر عملکرد و بهره‌وری آب در زراعت سیب‌زمینی (رقم آگریا)، در بهار سال ۱۳۹۳ آزمایشی صحرایی در یکی از مزارع کشاورزی واقع در دشت دهگلان در استان کردستان انجام شد. موقعیت جغرافیایی زمین تحت کشت در ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی و ۴۷ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۸۱۷ متری از سطح دریا می‌باشد. مقدار بارندگی سالیانه در دشت مذکور برابر ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. همچنین میانگین درجه حرارت در دشت دهگلان ۱۲/۷ درجه سانتی‌گراد است. اندازه‌گیری کیفیت آب آبیاری مورد استفاده نشان داد که آب مورد استفاده، هیچ‌گونه محدودیتی برای گیاه ایجاد نمی‌نماید. بافت خاک مزرعه مورد مطالعه سیلت رسی به روش هیدرومتری اندازه‌گیری گردید. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1- Soil physical and chemical properties of the field

عمق خاک Soil depth cm	شن Sand %	سیلت Silt %	رس Clay %	K ppm	P ppm	N %	O.C %	PH	EC ds/m
0-20	10.6	45.6	43.8	406	13	0.1	1	7.72	0.4
20-40	12.6	44.1	43.3	287.6	9	0.11	1.1	7.71	0.38
40-60	16.8	40.9	42.3	238.1	7.5	0.09	0.9	7.77	0.42

طرح آزمایشی این تحقیق در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی طرح شامل چهار تیمار آب آبیاری I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب معادل ۶۰،۸۰،۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی و فاکتور فرعی شامل چهار عمق جایگذاری نوارهای آبیاری قطره‌ای D_1، D_2، D_3 و D_4 به ترتیب معادل ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر خاک بود. ابعاد کرت‌های آزمایشی به صورت ۱۰ متر طول و ۲/۲۵ متر عرض بود که در داخل هر کرت سه خط کشت به فواصل ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم کاشت این محصول در زمین برابر با ۵۳۳۳۳ بوته در هر هکتار بود. به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای ناشی از نفوذ آب از تیمارهای مختلف روی یکدیگر، فاصله کرت‌های اصلی ۳ متر و فاصله کرت‌های فرعی ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در این تحقیق از نوارهای آبیاری قطره‌ای به قطر ۱۶ میلی‌متر جهت آبیاری استفاده گردید. فاصله قطره‌چکان‌های روی نوار، ۲۰ سانتی‌متر و آبدهی آن‌ها برابر ۲ لیتر در ساعت بود. در این تحقیق برای محاسبه نیاز آبی گیاه (ET_{crop}) از داده‌های هواشناسی دراز مدت و نرم افزارCROPWAT استفاده گردید (۲۱). محاسبه تبخیر و تعرق مرجع در این نرم افزار بر پایه روش پنمن مونتیث فائو استوار است (۲). نیاز آبی گیاه در طول دوره رشد، با ضرب مقدار تبخیر و تعرق مرجع (ET_0) در مقدار ضریب گیاهی (K_c) (۷) محاسبه می‌گردد (معادله ۱).

$$ET_{crop} = K_c \times ET_0 \quad (۱)$$

در این تحقیق دور آبیاری ثابت و برابر ۲ روز انتخاب شد. به منظور اعمال مقادیر مختلف عمق آب آبیاری از یک کنتور حجمی استفاده شد. کلیه عملیات زراعی مانند وجین، کوددهی و سم‌پاشی برای تمامی تیمارها بصورت یکسان انجام شد. غده‌های سیب‌زمینی در خرداد ماه ۱۳۹۳ با استفاده از دستگاه نیمه خودکار در کرت‌هایی که قبلا نقشه طرح آزمایشی آن‌ها گچ‌ریزی شده بود، کشت گردیدند. بعد از کشت غده سیب‌زمینی، نوارهای آبیاری قطره‌ای نواری در عمق مورد نظر جایگذاری شد. کود دهی بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه کودی انجام شد. در این تحقیق نیمی از کود نیتروژن (۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) و کل کودهای سولفات پتاسیم، سوپر فسفات تریپل، کود دامی پوسیده قبل از کشت به خاک اضافه شد. مابقی کود نیتروژن (۱۲۵ کیلو گرم در هکتار) در مرحله غده‌دهی و با تزریق به سیستم آبیاری قطره‌ای به روش کود آبیاری به‌کار برده شد. در انتهای فصل رشد مقادیر عملکرد غده تیمارهای مختلف اندازه‌گیری گردید. به منظور حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت از ۹ متر وسط خط کشت میانی هر تیمار انجام شد. مقدار بهره‌وری آب از معادله (۲) محاسبه گردید (۸).

$$WP = \frac{Y}{W_a} \quad (۲)$$

که در آن WP بهره‌وری آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، Y عملکرد برحسب کیلوگرم در هکتار و W_a حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب در هکتار می‌باشد. همچنین به منظور تحلیل اقتصادی اثر تیمارهای این تحقیق از شاخص نسبت درآمد به هزینه استفاده گردید. داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری R تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین عملکرد و بهره‌وری آب با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

در جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر تیمارهای عمق نصب نوار و سطح آب آبیاری بر عملکرد کل و بهره‌وری آب محصول سیب‌زمینی نمایش داده شده است. نتایج جدول مذکور نشان می‌دهد اثر تیمارهای آب آبیاری و عمق جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای بر عملکردکل و بهره‌وری آب در سطح آماری یک درصد معنی‌دار می‌باشد. ولی اثر متقابل عمق آب آبیاری و عمق جایگذاری نوارهای آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و بهره‌وری آب معنی‌دار نیست.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر عملکرد و بهره وری آب

Table 2- analysis of variance of treatments effect on yield and water productivity

		میانگین مربعات Mean sum of squares	
منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی d.f.	عملکرد کل Total yield	بهره‌وری آب Water productivity
تکرار Replication	2	76.986	3.032
سطح آب آبیاری (الف) Levels of irrigation (A)	3	1256.565^{**}	40.171^{**}
خطای الف Error (a)		83.927	3.196
عمق نوار آبیاری قطره‌ای (ب) Depth of drip tape (B)	3	203.629^{**}	7.225^{**}
الف×ب A×B	9	42.351^{ns}	1.300^{ns}
خطای ب Error (b)	24	28.073	0.780

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد

Ns is non- significant, *AND** are significant at P=0.05 and P=0.01, respectively

در جدول ۳ مقادیر عمق آب آبیاری و عملکرد غده سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف آبیاری ارائه شده است. مشاهده جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد غده به ترتیب مربوط به تیمارهای I_4 و I_1 می‌باشد.

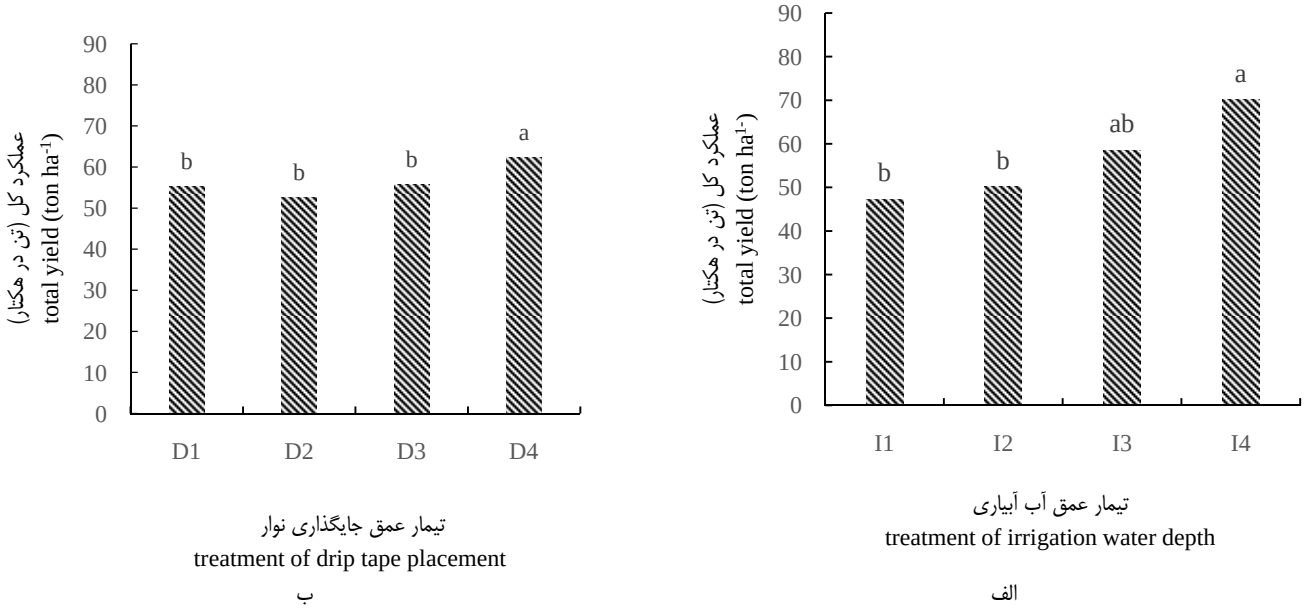
جدول۳- مقادیر میانگین عملکرد و حجم آب در تیمارهای مختلف آب آبیاری

Table 3- The mean values of the yield and water volume in different irrigation water treatments

تیمارهای آبیاری Irrigation treatments	حجم آب آبیاری (متر مکعب در هکتار) Irrigation water volume ($M^3 ha^-$)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield ($kg\ h^{-1}$)
I_1	3198	47357
I_2	4265	50135
I_3	5331	58375
I_4	6397	70158

نتایج حاصل از مقایسه میانگین عملکرد کل در تیمارهای مختلف عمق آب آبیاری به صورت شکل ۱ (الف) نمایش داده شده است. مشاهده می‌گردد که بیشترین و کمترین عملکرد سیب‌زمینی به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری I_4 و I_1 می‌باشد. تیمار آبیاری I_4 با سایر تیمارهای آبی اختلاف معنی‌داری دارد، اما بین تیمارهای آبیاری I_1 و I_2 اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همچنین تیمار I_3 با هیچ کدام از تیمارها اختلاف معنی‌داری ندارد. نتایج شکل‌های مذکور نشان می‌دهد با افزایش عمق آب آبیاری، عملکرد غده افزایش می‌یابد. این مطلب در تطابق با نتایج سایر محققین می‌باشد. (۴ و ۶).

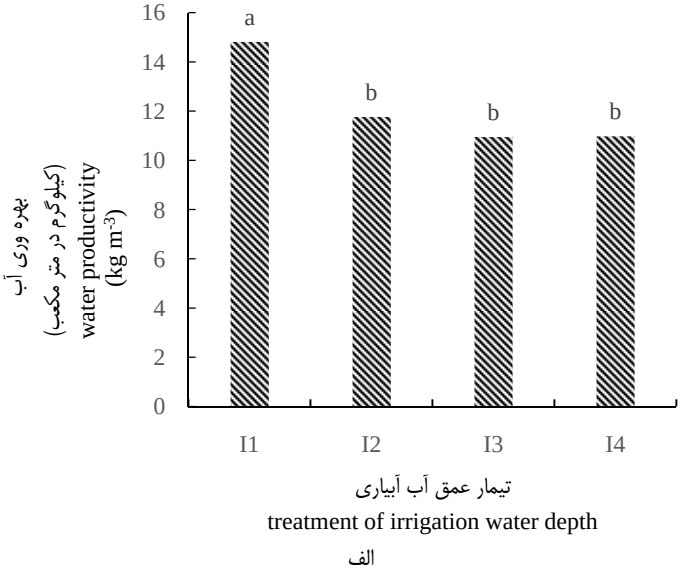
شکل ۱(ب) نتایج حاصل از مقایسه میانگین عملکرد کل در تیمارهای مختلف عمق جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که عملکرد محصول در تیمار D_4 (عمق جایگذاری نوار ۱۵ سانتی‌متر) با سایر تیمارها در سطح آماری یک درصد اختلاف معنی‌دار دارد. اما تفاوت معنی‌داری مابین میانگین عملکرد در سه تیمار دیگر وجود ندارد. نتیجه بدست آمده در انطباق با نتایج سایر محققین می‌باشد (۴، ۱۳، ۱۸ و ۲۰). به دلیل این که در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی اتلاف آب از طریق تبخیر کم می‌شود و همچنین رطوبت کافی در منطقه ریشه تأمین می‌شود، عملکرد غده سیب‌زمینی افزایش پیدا می‌کند (۲۲).



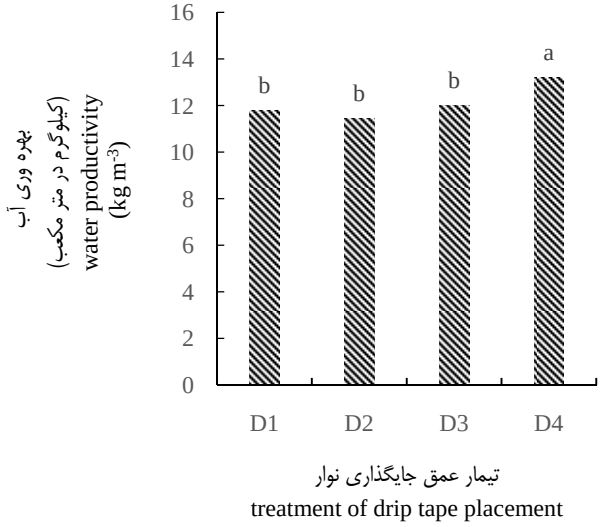
شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارها بر عملکرد محصول سیب‌زمینی.(حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست).

Figure 1- Results of mean comparison the effect of treatments on the potato crop yield. (Similar letters indicate no significant difference between treatments)

در شکل ۲ (الف) نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار عمق آب آبیاری بر بهره‌وری آب محصول سیب‌زمینی نشان داده شده است. مشاهده می‌گردد که بیشترین بهره‌وری آب مربوط به تیمار I_1 می‌باشد. بهره‌وری آب تیمارI_1 با سه تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری دارد. اختلاف معنی داری مابین مقدار بهره‌وری آب تیمارهای I_2، I_3 و I_4 وجود ندارد. نتایج سایر تحقیقات انجام شده نیز نشان می‌دهد که در کم آبیاری، بهره‌وری آب افزایش می‌یابد (۹، ۱۴، ۱۸و ۲۳). نتایج مقایسه میانگین اثر عمق جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای بر بهره‌وری آب به صورت شکل ۲ (ب) ارائه گردیده است. مشاهده می‌شود که بیشترین بهره‌وری آب مربوط به تیمار D_4 می‌باشد و با سه تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری دارد. اختلاف معنی‌داری مابین مقدار بهره‌وری آب تیمارهایD_1، D_2 و D_3 وجود ندارد. نتایج سایر محققین نیز نشان می‌دهد که بهره‌وری آب محصول سیب‌زمینی در عمق ۱۵ سانتی‌متر بیشتر از سایر اعماق جایگذاری نوارهای آبیاری قطره‌ای می‌باشد (۱۳، ۱۷ و ۱۸).



الف



ب

شکل۲- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارها بر بهره‌وری آب

Figure 2- Results of mean comparison the effect of treatments on the water productivity

تحلیل اقتصادی

در این تحقیق به منظور مقایسه و تحلیل اقتصادی اثر تیمارها بر عملکرد سیب‌زمینی از داده‌های ارائه شده در جدول ۴ استفاده شد. مقادیر هزینه‌های اشاره شده در جدول ۴ براساس تحقیق و پرس و جو از شرکت‌ها و اشخاص ارائه دهنده کالاها و خدمات در سال انجام آزمایش بدست آمده است. هزینه‌های کارگری ناشی از نصب نوار آبیاری قطره‌ای لحاظ نشده است چون در مقیاس بزرگ دستگاه‌های غده کار سیب‌زمینی مجهز به سیستم جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای موجود می‌باشد و لذا بار مالی اضافی به دنبال نخواهند داشت. به منظور مقایسه تیمارها از شاخص نسبت درآمد به هزینه استفاده گردید. در جدول ۵ هزینه‌ها و درآمدهای سالانه حاصل از تولید و نسبت درآمد به هزینه تیمارهای مختلف تحقیق نشان داده شده است.

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد، بیشترین و کمترین نسبت درآمد به هزینه به ترتیب مربوط به تیمارهای I_4D_4 و I_1D_1 می‌باشد. جدول مذکور نشان می‌دهد عمق جایگذاری ۱۵ سانتی‌متر از نظر اقتصادی نسبت به سایر تیمارهای عمق جایگذاری نوار آبیاری مقرون به صرفه‌تر است. نتایج نشان می‌دهد تیمار آبیاری ۱۲۰ درصد نسبت به سایر تیمارها نسبت درآمد به هزینه بالاتری دارد اما مقدار بهره‌وری آب در این تیمار حداقل می‌باشد. نظر به اینکه دشت دهگلان با بحران شدید کم آبی مواجه است و همچنین سطح آب زیرزمینی در این دشت به شدت کاهش یافته است بنابراین جهت حداکثرسازی بهره‌وری آب در این دشت، استفاده از عمق آب آبیاری برابر ۶۰ درصد نیازآبی و عمق جایگذاری نوار آبیاری برابر ۱۵ سانتی‌متر توصیه می‌شود.

جدول ٤- لیست هزینه مربوط به نهاده‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 4- List the cost of the inputs used in the study

نهاده‌ها Inputs	واحد Unit	قیمت (ریال) Price (rials)
آب آبیاری Irrigation water	متر مکعب M^3	3,003
سیب‌زمینی potato	کیلو گرم Kg	7,000
تولید(کاشت، داشت و برداشت) Production (planting, cultivation and harvesting)	در هکتار Per hectare	200,000,000

جدول ٥- تحلیل اقتصادی تیمارهای آزمایشی

Table 5- Economic analysis of experiment treatments

تیمارها treatments	هزینه سالانه تولید (ریال) Annual total cost of production(rials)	عملکرد سیب‌زمینی (تن در هکتار) Potato yield(kg ha^{-1})	بهره‌وری آب (کیلوگرم در متر مکعب) Water productivity (kg m^{-3})	درآمد حاصل از تولید (ریال) Income from production (rials)	بهره وری اقتصادی (ریال بر متر مکعب) Economical productivity(rials m^{-3})	نسبت درآمد به هزینه Benefit–cost ratio
I_1D_1	209,600,000	45.49	14.22	318,450,000	99,578	1.52
I_1D_2	209,600,000	47.77	14.94	334,410,000	104,568	1.59
I_1D_3	209,600,000	47.87	14.97	335,070,000	104,775	1.60
I_1D_4	209,600,000	48.30	15.10	338,080,000	105,716	1.61
I_2D_1	212,800,000	46.55	10.92	325,870,000	76,406	1.53
I_2D_2	212,800,000	49.02	11.49	343,120,000	80,450	1.61
I_2D_3	212,800,000	50.05	11.74	350,370,000	82,150	1.65
I_2D_4	212,800,000	54.92	12.88	384,420,000	90,134	1.81
I_3D_1	216,010,000	57.00	10.69	398,980,000	74,841	1.85
I_3D_2	216,010,000	50.42	9.46	352,940,000	66,205	1.63
I_3D_3	216,010,000	58.77	11.02	411,410,000	77,173	1.9
I_3D_4	216,010,000	67.31	12.63	471,170,000	88,383	2.18
I_4D_1	219,210,000	72.55	11.34	507,850,000	79,389	2.32
I_4D_2	219,210,000	63.10	9.87	441,720,000	69,051	2.01
I_4D_3	219,210,000	66.27	10.36	463,870,000	72,514	2.11
I_4D_4	219,210,000	78.71	12.30	550,970,000	86,129	2.51

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد غده سیب‌زمینی در تیمار آب آبیاری برابر ۱۲۰ درصد نیاز آبی بدست می‌آید. بیشترین بهره‌وری آب مربوط به تیمار آبی برابر۶۰ درصد نیاز آبی می‌باشد. در نتیجه در دشت حاصل‌خیز دهگلان که با کمبود آب مواجه می‌باشد، پیشنهاد می‌شود برای افزایش بهره‌وری آب، استراتژی کم‌آبیاری اعمال شود. نتایج نشان داد، عملکرد و بهره‌وری آب در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بیشتر از آبیاری قطره‌ای سطحی می‌باشد. همچنین آبیاری قطره‌ای زیر سطحی (عمق نصب ۱۵ سانتی‌متر) از نظر اقتصادی نسبت به سایر تیمارها مقرون به صرفه‌تر است. در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی سطح خاک کمتر خیس می‌شود و معمولاً خشک باقی می‌ماند، لذا تبخیر از سطح خاک کم بوده و تعرق گیاه افزایش می‌یابد در نتیجه عملکرد و بهره‌وری آب بالا می‌رود (۱۹). در صورتی که امکان استفاده از ماشین جایگذاری نوار آبیاری قطره‌ای در زیر سطح خاک وجود داشته باشد، توصیه می‌شود که از روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی برای آبیاری محصول سیب‌زمینی در دشت دهگلان استفاده شود. در این روش رویش علف هرز و اتلاف آب از طریق تبخیر بسیار کم بوده و لذا گیاه مقدار بیشتری از آب آبیاری را استفاده می‌نماید.

سپاسگزاری

این آزمایش در مزرعه متعلق به شرکت کشت و صنعت کردستان سبز با مدیریت آقای مهندس محمد رحیم نیازی انجام شد از ایشان بدلیل فراهم نمودن امکانات آب، زمین، بذر و ادوات کشاورزی تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1- Akhavan S., Mosavi S. F., Mostafazadefard B., and ghadami firozeabadi A. 2007. Assess tape and furrow irrigation on yield and water use efficiency in agriculture potato. Science and Technology of agriculture and Natural Resource, 41: 15-27. (In Persian)
2- Allen R., Pereira L. A., Raes D., and Smith M. 1998. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, Italy.
3- Anonymous. 2012. The results of the inventory of agriculture crops, Statistics information of Agriculture Organization, Kurdistan province.
4- Badr M.A., Abou Hussein S.D., El-Tohamy W.A., and Gruda N. 2010. Efficiency of Subsurface Drip Irrigation for Potato Production under Different Dry Stress Conditions. Gesunde Pflanzen, 62: 63-70.
5- Baghani J., Alizadeh A., and Faridhosseini A. 2012. The Effect of Surface and Subsurface Drip Irrigation on Quantity and Quality Potato. Iranian Journal of lrrigation and drainage, 3(6): 238-244. (in Persian with English abstract)
6- Cantore V., Wassar F., Yamaç S.S., Sellami M.H., Albrizio R., Stellacci A.M., and Todorovic M. 2014. Yield and water use efficiency of early potato grown under different irrigation regimes. International Journal of Plant Production, 8(3): 409-428.
7- Doorenbos J., and Pruitt W.O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. Paper No. 24, FAO, Italy, Rome.
8- El Mokh F., Nagaz K., Masmoudi M.M., and Mechlia, N. B. 2015. Yield and water productivity of drip-irrigated potato under differentNitrogen levels and irrigation regime with saline water in arid tunisia. American Journal of Plant Sciences, 6: 501-510.
9- Fathi P., and Soltani M. 2012. Optimization of water use efficiency and yield in potato using marginal analysis theory. Soil and Water Resources Conservation, 2(2): 85-93. (in Persian with English abstract)
10- Fathi P. 2014. Optimization of water use efficiency and nitrogen potato crop in Dehgolan plain using elasticity index. The final report of the research project, faculty of agriculture, university of kurdistan. (In Persian)
11- Fabeiro C., Martin de Santa Olalla F., and de Juan J.A. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. Agricultural Water Management, 48: 255-266.
12- Ghaemi A.A., and Mehdi hossin abadi Z. 2003. Review of the water resources and pressurized irrigation. P. 9-20. Proceedings of the 3th Conference regional Committee on irrigation and drainage Khuzestan, Ahvaz, Iran. (in Persian)
13- Hiekal H.A.M. 2009. Maximizing water use efficiency with subsurface drip irrigation system. Misr Journal of Agricultural Engineering, 26(1): 132-148.
14- Kashyap P.S., and Panda R.K. 2003.Effect of irrigation scheduling on potato crop components under water stressed conditions. Agricultural Water Management, 59(1): 49–66.
15- Montajabi N., and Vaziri J. 2004. Effects of irrigation on the yield and water use efficiency of wheat in golpaygan. Water and Soil Science, 18(1): 56-62. (In Persian)
16- Mosavifazl H., and Faeznia, F. 2003. p. 273-294. Effect of water and nitrogen fertilizer on the quantity and quality of potatoes. Proceedings of the 11th Conference of the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, 23-24 December. 2003. Tehran, Iran. (In Persian)
17- Najafi P. 2006. Effect of using sub-surface drip irrigation to increasing WUE in irrigation of some crops. Pajouhesh and Sazandegi, 73: 156-162. (in Persian with English abstract)
18- Patel N., and Rajput T.B.S. 2007. Effect of drip tape placement depth and irrigation level on yield of potato. Agricultural Water Manage, 88(1-3): 209-223.
19- Romero P., Botia P., and Garcia F. 2004. Effects regulated deficit irrigation under subsurface drip irrigation conditions on water relations of mature almond trees. Plant Soil, 260:155–168.
20- Selim E.M., Mosa A.A., and El-Ghamry A.M. 2009. Evaluation of humic substances fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems on potato grown under Egyptian sandy soil conditions. Agricultural Water Management, 96:1218–1222.
21- Smith M. 1992. CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management. FAO irrigation and Drainage Paper No. 26. FAO. Italy. Rome.
22- Thompson T.L., and Doerge T.A. 1996. Nitrogen and water interactions in subsurface trickle irrigated leaf lettuce II. Agronomic, economic, and environmental outcomes. Soil Science Society of America Journal, 60: 168–173.
23- Yuan B.Z., Nishiyama S., and Kang Y. 2003. Effect of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. Agricultural Water Manage, 63(3): 153-167.

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 5, Nov.-Dec. 2016, p. 1394-1402

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۵، ص. ۱۴۰۲-۱۳۹۴

Effect of Drip Tape Placement Depth and Values of Applied Water on Yield and Water Productivity of Potato in Dehgolan Plain

Z. Fathi Tilko[1]- P. Fathi[2*]- F. Hosseinpanahi[3]

Received: 22-04-2015
Accepted: 21-02-2016

Introduction: water scarcity is one of the primary problems in arid and semi-arid regions such as Iran. In these regions, increasing water productivity in agriculture sector is inevitable. Water productivity can be increased using the drip irrigation method and application of irrigation strategies such as deficit irrigation. Potato is the major crop in Dehgolan plain. Researches have shown that the potato crops very sensitive to water stress. Sprinkler and furrow irrigation systems are common methods for irrigation of potato crop in Dehgolan plain. In this plain, the main supply for irrigation water is groundwater resources. Due to the falling water table in this plain, high sensitivity of the potato crop to water stress and low efficiency of current irrigation systems in the plain, the use of modern methods such as drip-tape irrigation system is inevitable. Drip tape irrigation is one of the efficient methods to increase water productivity of agricultural crops. In this method, determining the optimal drip tape placement in the soil and irrigation water depth are the important factors for obtaining maximum yield and irrigation water productivity of potato crop. The purpose of this study was to investigate the effect of drip tape placement depth and irrigation level on water productivity of the potato crop (*Agria cultivar*) in Dehgolan plain of Kurdistan province.

Materials and Methods: A field experiment was conducted to evaluate the effect of drip tape placement depth and irrigation water level on water productivity of the potato crop (*Agria cultivar*) in Dehgolan plain of Kurdistan province in spring season of 2014. The results of water quality analysis showed that the irrigation water has not any limitation to plant growth. The soil texture of the field was silty clay. The experiment was arranged in split plot design based on randomized complete blocks Design with three replications. The main plots and subplots included the irrigation water levels (60, 80, 100 and 120 percent of the potato water requirement) and drip tape placement depth (0, 5, 10 and 15 centimeters), respectively. At the end of the growing season, tuber yield of potato was measured. Measured data were analyzed using statistical software, R.Also, mean comparisons were done using Duncan's test.

Results and Discussion: The results showed that the effect of irrigation water and drip tape placement on yield and water productivity was significant (P= 0.01%). The maximum yield and water productivity of this crop were related to 120 and 60 percent of crop water requirement, respectively. The results also showed that drip tape placement depth equal 15 cm was the depth when using drip tape irrigation system in Dehgolan plain. Economic analysis of different treatments showed that irrigation water depth equal 120 percent of the potato water requirement has higher Benefit–cost ratio than other treatments, but the water produced related to it is minimized. Since the Dehgolan plain faced with an intense water deficit and groundwater level of this plain has lost, so maximizing the amount of water produced in Dehgolan plain is inevitable. The results showed that the applied irrigation water depth equal 60 percent of potato water requirement and installation of irrigation tape at a depth of 15 cm can be achieved highest irrigation water use efficiency of potato in Dehgolan plain.

The result of this research indicated that tuber yield and water productivity of the potato crop under subsurface drip irrigation systems is higher than surface drip irrigation. The ability of subsurface drip irrigation in the improving of tuber yield could be attributed to the less water lost from the soil surface through evaporation. Subsurface drip irrigation allows maintenance of optimum soil moisture content in the root zone, which improved the water productivity.

Conclusion: The results show that the maximum tuber yield of potato was related to 120 percent of the potato water requirement. But the maximum irrigation water use efficiency was related to treatment water equal 60 percent of water requirement and drips tape placement depth equal 15 cm. As a result, recommended to increase the irrigation water use efficiency in Dehgolan plain, deficit irrigation strategies applied. The results

1, 2- M.S. Student and Assistant Professor of water Sciences and Engineering Department,University of Kurdistan
(*-Corresponding Author Email: Fathip2000@yahoo.com)
3- Assistant Professor of Agronomy and Plant Breeding Department, University of Kurdistan

also showed that the yield and water productivity of the potato crop in subsurface drip irrigation method is more than surface drip irrigation method. In this way the growth of weed and water loss through evaporation was very low and therefore the plant uses the greater amount of irrigation water.

Keywords: Deficit irrigation, Micro irrigation, Water crisis, Water use efficiency