نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۶، ص. ۶۰-۵۱

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 1, Mar.-Apr. 2017, p. 51-60

بررسی تاثیر سطوح مختلف دور آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی

محمد جلینی – محمد کریمی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۵

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر دور آبیاری و درصد نیتروژن مصرفی روی عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی رقم اکریا به صورت طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور دور آبیاری در دو سطح (۲ روز(I_1) و ۴ روز (I_2)) و مقدار نیتروژن در سه سطح (۱۰۰ درصد (N_1)، ۷۵ درصد (N_2) و ۵۰ درصد (N_3) توصیه کودی) در سه تکرار و در دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ انجام شد. نتایج نشان داد که اثر دور آبیاری روی میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب معنی‌دار نبود. اثر درصد نیتروژن مصرفی در سطح ۵ درصد و اثر متقابل دور آبیاری × درصد نیتروژن در سطح ۱ درصد معنی دار شد. عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی در دو تیمار دور آبیاری ۲ و ۴ روز به ترتیب برابر با ۲۹/۷۸۹ و ۲۷/۷۵۶ تن در هکتار و ۴/۰۰۶ و ۳/۷۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد که با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. عملکرد سیب‌زمینی در سه سطح نیتروژن ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد به ترتیب برابر با ۳۱/۱۶۷ ، ۲۹/۲۷۵ و ۲۵/۸۷۵ تن در هکتار بدست آمد که با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. بیشترین میزان کارایی مصرف آب با مقدار ۴/۱۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب از تیمار ۱۰۰ درصد نیتروژن مصرفی بدست آمد که در دو تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد به ترتیب برابر با ۳/۹۳۳ و ۴/۴۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. تیمار دور آبیاری چهار روز و ۱۰۰ درصد نیتروژن مصرفی بالاترین و تیمار دور آبیاری چهار روز و ۵۰ درصد نیتروزن مصرفی کمترین عملکرد و کارآیی مصرف آب را داشتند.

واژه های کلیدی: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، دور آبیاری، سیب زمینی، نیتروژن

مقدمه

در بین گیاهان دو لپه، سیب زمینی مهم ترین محصول زراعی است که با مجموع تولید حدود ۳۳۰ میلیون تن پس از گندم، برنج و ذرت در مرتبه چهارم جهانی قرار دارد (۳ و ۷). در ایران سیب زمینی بعد از گندم، مهم ترین گیاه زراعی به شمار می رود که در سطحی حدود ۱۸۰ هزار هکتار، با میانگین عملکرد ۳۰ تن در هکتار، حدود ۵/۴ میلیون تن محصول برداشت می‌گردد. در استان خراسان رضوی نیز بیش از ۱۷۰ هزار تن سیب زمینی از سطحی برابر با ۵۶۰۳ هکتار برداشت می‌شود (۱۰ و ۱۳). مطالعات فابریو و همکاران (۶)، ایواما (۹)، کینگ و استارک (۱۴)، لالو و همکاران (۱۵)، اوپنا و پورتر(۲۰) و واسکز رابینت و همکاران (۲۲) نشان داده است که سیب‌زمینی نسب به تنش آبی حساس می‌باشد. آنها دلیل این حساسیت را سیستم ریشه‌ای گیاه دانسته‌اند، زیرا بیشتر از ۸۵ درصد تراکم ریشه سیب زمینی در بالای ۳۰ سانتی‌متری پروفیل خاک قرار دارد.

نتایج تحقیقات نشان داده است که محصول سیب زمینی در روش آبیاری قطره‌ای چه از نظر کمیت و چه از نظر کیفیت و بازارپسندی بیشتر بوده است (۳، ۸ و ۲۳). روش‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی راه حل مناسبی برای سازگاری با کمبود آب جهت اراضی فاریاب و مواجه با خشکسالی‌ها در حال حاضر و آیندهٔ به شمار می‌آیند. از مزایای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی می‌توان به کاهش در میزان آب مصرفی، افزایش عملکرد و کیفیت محصول، افزایش بهره‌وری مصرف آب، کاهش خطرات شوری برای گیاهان، تعدیل کاربرد کود و مواد شیمیایی، کنترل رشد علف‌های هرز، کاهش مصرف انرژی، تسهیل عملیات کشاورزی، حفظ ساختمان خاک و حفاظت بیشتر از محیط زیست اشاره کرد (۱، ۴ و ۱۶). بدر و همکاران (۲) در تحقیقی تاثیر روش آبیاری قطره ای زیرسطحی روی عملکرد سیب زمینی تحت شرایط مختلف آبی را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تحت شرایط مشابه، میزان رطوبت در منطقه توسعه ریشه در روش آبیاری زیرسطحی بیشتر می‌باشد و همین عامل سبب افزایش

۱ و ۲- دانشیار و مربی پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*-نویسنده مسئول: (Email:karimi.irri@gmail.com
DOI: 10.22067/jsw.v31i1.48920

Archive of SID
www.SID.ir

رشد و عملکرد سیب‌زمینی شده است.

دور آبیاری یکی از عوامل مهم در مدیریت و برنامه ریزی آبیاری قطره‌ای می باشد. بعبارتی با حجم مشخص و ثابت آب مورد نیاز در طول فصل رشد، در صورتی که بتوان دور آبیاری را کوتاه نمود؛ شاید بتوان به عملکرد بالاتر وکیفیت بالاتری از محصول دست یافت، چرا که در دور آبیاری کوتاهتر، رطوبت بیشتری در منطقه توسعه ریشه وجود دارد و گیاه برای جذب آب نیروی کمتری را صرف می‌کند (۲۴). جلینی و کاظمی (۱۱) در تحقیقی تاثیر سه سطح دور آبیاری (۲، ۴ و ۶ روز) و قطع آب آبیاری در دو سطح (بدون قطع آب و قطع آب آبیاری بعد از سبز شدن گیاه) را روی عملکرد و کارآیی مصرف آب ارقام آلمرا، آگریا، سانته و سینورا سیب‌زمینی بررسی کردند. نتایج نشان داد که اثر دور آبیاری و نیز قطع آب آبیاری روی میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب معنی‌دار نشد در حالی که اثر نوع رقم روی میزان عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در نهایت تیمار دور آبیاری ۲ روز و بدون قطع آب آبیاری و رقم آگریا بالاترین و تیمار دور آبیاری ۶ روز، با قطع آب آبیاری و رقم سینورا کمترین عملکرد و کارآیی مصرف آب را داشتند. ونگ و همکاران (۲۴) تاثیر دور آبیاری (۱، ۲، ۳، ۴، ۶ و ۸ روز درمیان) در روش آبیاری قطره‌ای را روی رشد سیب زمینی در شمال چین بررسی نمودند. نتایج نشان داد دور آبیاری کمتر، کارآیی مصرف آب بالاتری داشته است، ضمن آن که افزایش دور آبیاری از ۱ روز به ۸ روز کاهش عملکردی حدود ۳۰ درصد را سبب شده است.

پاتل و راجپوت (۲۱) تاثیر چهار عمق نصب نوار تیپ (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتیمتر از سطح خاک) و سه سطح آب (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز کامل) در زراعت سیب‌زمینی و در بافت خاک لومی شنی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که عمق ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر بیشترین عملکرد را داشته است. حداکثر کارآیی مصرف آب (حدود ۲ تن در هکتار در سانتی‌متر آب) با کاربرد ۶۰ درصد نیاز آبی و عمق نصب ۱۵ سانتی‌متر بدست آمده است. در نهایت نتیجه گرفته اند که بسته به بافت خاک نتایج متفاوتی از عمق نصب لوله تیپ بدست می‌آید.

نتایج تحقیقات نشان می دهد که یکی از کودهای مهم که نقش زیادی در رشد، تولید و عملکرد محصول سیب‌زمینی دارد، نیتروژن می‌باشد (۵، ۲۰ و ۲۴). از طرفی بخش عمده نیتروژن مورد نیاز گیاه به صورت نیترات جذب می شود و تجمع بیش از حد نیتروژن در محصولاتی نظیر سیب زمینی می تواند سلامت مصرف کننده را به خطر اندازد (۱۸). از طرف دیگر مصرف بیش از حد کود های حاوی نیتروژن سبب آلودگی منابع آب های زیرزمینی و افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد (۱۷). کامار و همکارن (۱۲) نتیجه گرفتند که استفاده مناسب و بهینه از کود نیتروژن در زراعت سیب‌زمینی می تواند سبب افزاش رشد سبزینه ای و در نهایت افزایش عملکرد گردد ولی افزایش مصرف نیتروژن سبب تاثیر بلوغ و کاهش محصول خواهد شد. نجم (۱۹) تاثیر مقادیر کود نیتروژن را روی میزان رشد و عملکرد سیب‌زمینی بررسی کرد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژم در هکتار حاصل گردید. ال موخ و همکاران (۵) نتیجه گرفتند که عملکرد و بهره‌وری مصرف آب با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای، افزایش می‌یابد.کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بیشترین عملکرد و بهره‌وری آب را در تیمارهای ۱۰۰ درصد و ۶۰ درصد آبیاری کامل داشته است. اما کاربرد نیتروژن در سطح بالاتر از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۳۰ درصد آبیاری کامل تاثیر منفی بر عملکرد و بهره وری آب داشته است. همچنین با کاربرد نیتروژن، بهره‌وری آب بهبود می یابد اما اثر آن با افزایش سطح آبیاری، کاهش می‌یابد. نتایج همچنین نشان داد که سیب زمینی در منطقه خشک می‌تواند با عملکرد قابل قبولی با لحاظ صرفه جویی در مصرف آب و کاهش مقدار نیتروژن کشت شود. در هر صورت نتایج تحقیقات متعدد حاکی از انست که مدیریت آب و نیتروژن تاثیر بسزایی روی میزان رشد و عمکلرد سیب‌زمینی دارد هر چند که ممکن است نتایج با یکدیگر متناقض باشد (۵).

با توجه به این که تاثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروژن در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به روش آبیاری سطحی شیاری، به دلیل متفاوت بودن راندمان آبیاری و در نتیجه میزان آب مصرفی متفاوت می‌باشد. لذا هدف از این تحقیق بررسی اثرات اصلی و متقابل دور آبیاری و مقدار نیتروژن روی عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بوده است. نتایج این تحقیق می تواند میزان مصرف بهینه کود نیتروژن در روش آبیاری قطرهای زیرسطحی را مشخص نماید.

مواد و روش‌ها

آزمایشات مزرعه‌ای

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر دور آبیاری و درصد نیتروژن مصرفی روی عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی (رقم اگریا) به صورت طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور دور آبیاری در دو سطح (۲ و ۴ روز) و مقدار نیتروژن در سه سطح: ۱۰۰ درصد (N1)، ۷۵ درصد (N2) و۵۰ درصد (N3) توصیه کودی در سه تکرار و در دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ انجام شد. برای مصرف کود نیتروژن از روش کودآبیاری استفاده شد. تعداد خطوط کشت در هر تیمار ۲ خط دو ردیفه به طول ۲۰ متر در نظر گرفته شد. فاصله خطوط کاشت روی پشته ۴۵ سانتی‌متر و بین شیارهای ایجاد شده ۱۰۵ سانتی‌متر و فاصله هر بوته روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر انتخاب گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

خصوصیات آب و خاک محل اجرای آزمایش

نتایج آزمون کیفی آب در جدول ۱ درج شده است. آب به لحاظ کاربرد در زراعت از کیفیت خوبی برخوردار بود. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، قبل از آماده کردن زمین نمونه برداری از دو عمق ۳۰-۰ و۶۰-۳۰ سانتی‌متری صورت گرفت و برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد که در جدول ۲ ارا ئه شده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش کیفیت آب آبیاری
Table 1-The results of water quality

هدایت الکتریکی EC (ds/m)	PH	کاتیون‌های محلول Dissolved Cations (meq/lit)			آنیون‌های محلول Dissolved Anions (meq/lit)				SAR
		سدیم Na	منیزیم Mg	کلسیم Ca	کلر Cl	سولفات So_4^{--}	بی‌کربنات HCo_3^{-}	کربنات Co_3^{--}	
0.8	7.8	3.0	2.4	2.4	1.8	2.4	3.8	1.0	1.93

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 2- Physical and chemical properties of the soil

عمق لایه Soil depth (cm)	درصد ذرات خاک Soil particles (%)			بافت خاک Soil texture	ازت کل Total nitrogen (%)	پتاسیم قابل جذب Available potassium (ppm)	فسفر قابل جذب Phosphorus (ppm)	کربن آلی O.C (%)	اسیدیته گل اشباع PH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)
	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand							
0-30	28	35	37	لوم رسی	0.065	219	8.8	0.37	7.7	2.21
30-60	25	40	35	لوم	0.059	179	6.4	0.32	7.8	2.30

عملیات کاشت و داشت

زمین مورد نظر آزمایش در پاییز سال قبل توسط گاو آهن برگرداندار شخم زده شد و در فروردین ماه زمین دوباره به صورت عمود بر هم شخم و دیسک خورده و با استفاده از لولر تسطیح گردید. سپس شیارهای مورد نیاز جهت کاشت ایجاد گردید. مقادیر کودی بر اساس آزمون خاک و سطوح کودی در نظر گرفته شده با استفاده از دستگاه تانک کود که در مسیر سیستم تعبیه شده بود بصورت شیفتی وارد سیستم و در اختیار گیاه قرار گرفت. به‌منظور افزایش راندمان مصرف کود و جلوگیری از صدمات احتمالی ناشی از غلظت زیاد کود نیتروژن، مقدار کود نیتروژن در فواصل زمانی کوتاه (معمولا هر دو آبیاری یک بار)، مطابق تیمارها در طول فصل رشد (تا مرحله گلدهی) به گیاه داده شد. بعبارتی زمان کوددهی نیتروژن از آبیاری اول تا آبیاری مرحله گلدهی و تعداد تقسیط کود نیتروژن ۴ تا ۵ بار بود. زمان کوددهی در هر بار یک ساعت بعد از آبیاری شروع و یک ساعت مانده به انتهای زمان آبیاری خاتمه یافت. مقادیر فسفر و پتاسیم مورد نیاز بر اساس آزمون خاک قبل از کاشت به زمین داده شد. عناصر ریزمغذی مورد نیاز نیز بر حسب ضرورت به زمین داده شد. با توجه به خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش و نیز توصیه کودی،۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۲۵۰ کیلوگرم پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات استفاده شد. در طول فصل زراعی کلیه عملیات داشت شامل مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف های هرز برای تمام تیمارها بطور یکسان انجام شد.

روش اجرای سامانه آبیاری

روش آبیاری، روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با استفاده از نوارهای تیپ (tape) با خروجی هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و آبدهی ۴ لیتر در ساعت در واحد متر و ضخامت ۳۰۰ میکرون بود. سیستم آبیاری شامل ۲ خط لوله اصلی (به تعداد سطوح دور آبیاری) و ۳ خط لوله نیمه اصلی (به تعداد تیمارهای مقادیر کود) بود که روی هر لوله اصلی و فرعی یک شیر فلکه و روی تیمار دور آبیاری یک کنتور حجمی بمنظور کنترل و اندازه‌گیری مقادیر آب در تیمارها قرار گرفت. فاصله لترال ها از هم ۱۵۰ سانتی‌متر بود. بعبارتی برای هر دو ردیف کاشت یک نوار آبیاری (تیپ) استفاده شد. عمق نصب نوارهای تیپ با توجه به تحقیقات قبلی حدود ۲۰ سانتی‌متر بود. با در نظر گرفتن درصد سایه انداز و فرمول مربوطه میزان نیاز آبی روزانه در روش قطره‌ای محاسبه و با توجه به تیمار دور آبیاری و نیز مساحت هر کرت حجم آب آبیاری مورد نیاز محاسبه و در اختیار گیاه قرار داده شد. برای محاسبه آب مورد نیاز گیاه از نرم افزار Netwat با در نظر

Archive of SID

www.SID.ir

گرفتن درصد پوشش گیاهی استفاده شد. در روشهای آبیاری میکرو (مانند قطره‌ای و تیپ) بدلیل آنکه فقط بخشی از سطح خاک مرطوب می‌شود، روش محاسبه آب مورد نیاز متفاوت با روشهای سطحی است. بنابراین مقدار تعرق روزانه تابعی از سطح سایه‌انداز و تبخیر و تعرق است. برای تعیین مقدار تبخیر و تعرق روزانه در آبیاری قطره‌ای (T_d)، میزان نیاز خالص روزانه از برنامه مذکور استخراج (V_d) و با در نظر گرفتن درصد سایه‌انداز گیاه (P_s) در طی دوره رشد و با استفاده از فرمول زیر مقدار نیاز خالص آب آبیاری در آبیاری قطره‌ای محاسبه می‌شود.

$$T_d=V_d(0.1(P_s)^{0.5})$$

سپس با استفاده از آزمایش صحرایی و ارزیابی لوله‌های تیپ مقدار ضریب یکنواختی خروج آب از خروجی‌ها (E_v) با استفاده از فرمول زیر محاسبه خواهد شد.

E_v=میانگین دبی خروجی‌ها / میانگین ربع کمترین دبی‌ها

بعد ازآن مقدار نیاز ناخالص آب آبیاری (d) از تقسیم مقدار خالص بر ضریب یکنواختی قابل محاسبه است.

در نهایت حجم ناخالص آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری بر حسب میلی‌متر برای هر بوته گیاه با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$G = d.S_p.S_r$$

در این رابطه Sp و Sr بترتیب فاصله بوته‌ها روی ردیف و فاصله ردیف‌هاست. بنابراین با توجه به تعداد بوته‌ها و سطح آب در هر تیمار، حجم آب محاسبه و توسط کنتور و شیر فلکه در اختیار آن قرار می‌گیرد.

برداشت محصول و تجزیه و تحلیل داده‌ها

در زمان برداشت در هر کرت، از مجموع ۴ خط کاشت ۲۰ متری، تنها دو خط میانی آن به طول ۸ متر برداشت شد و مابقی به عنوان حاشیه کرت منظور گردید. پس از برداشت میزان عملکرد محصول، حجم آب مصرفی و کارآیی مصرف آب در هر تیمار تعیین و با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ و نیز آنالیز واریانس مرکب سال‌هابه تفکیک صفات، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. لیکن نتایج تست بارتلت[1] نشان داد که آنالیز مرکب فقط روی عملکرد و کارآیی مصرف آب قابل انجام می باشد.

عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب زمینی

نتایج بدست آمده از آنالیز مرکب نشان داد که اثر دور آبیاری روی میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب معنی‌دار نبود ولی اثر میزان نیتروژن مصرفی در سطح ۵ درصد و اثر متقابل دور آبیاری× درصد نیتروژن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین عملکرد در دور آبیاری دو روز برابر با ۲۹/۷۸۹ و در دور آبیاری چهار روز برابر با ۲۷/۷۵۶ تن در هکتار بود که هر دو سطح در یک گروه به لحاظ آماری قرار گرفتند. میزان عملکرد در سطوح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی به‌ترتیب برابر با ۳۱/۱۶۷، ۲۹/۲۷۵ و ۲۵/۸۷۵ تن در هکتار بود که به لحاظ آماری بین سطح ۱۰۰ با ۷۵ درصد و سطح ۷۵ درصد با ۵۰ درصد دو به دو اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). اثر متقابل تیمارها روی عملکرد معنی‌دار بودکه نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. مشاهده می‌گردد در تیمار دور آبیاری ۲ روز با کاهش مقدار نیتروژن مصرفی، میزان عملکرد کاهش نیافته است و تقریبا ثابت است. ولی در تیمار دور آبیاری ۴ روز بر عکس آن با کاهش نیتروژن مصرفی، عملکرد کاهش یافته است. بیشترین میزان عملکرد در تیمار دور آبیاری چهار روز و ۱۰۰ درصد نیتروژن مصرفی به‌میزان ۳۳/۱ تن در هکتار بدست آمد. هر چند با بقیه تیمارها، بجز تیمار دور آبیاری چهار روز و ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی، به لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نبود. کمترین عمکرد در تیمار دور آبیاری چهار روز و سطح نیتروژن مصرفی ۵۰ درصد به میزان ۲۱/۵ تن در هکتار بدست آمد. میانگین کارآیی مصرف آب در دور آبیاری ۲ روز برابر با ۴/۰۰۶ و در دور آبیاری ۴ روز برابر با ۳/۷۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب آب بود که هر دو سطح در یک گروه به لحاظ آماری قرار گرفتند. میزان کارآیی مصرف آب در سطوح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی به‌ترتیب برابر با ۴/۱۸۳، ۳/۹۳۳ و ۳/۴۸۳ بود که به لحاظ آماری بین سطح ۱۰۰ با ۷۵ درصد و سطح ۷۵ درصد با ۵۰ درصد دو به دو اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). اثر متقابل تیمارها روی کارآیی مصرف آب معنی‌دار بودکه نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. مشاهده می‌گردد در تیمار دور آبیاری ۲ روز با کاهش مقدار نیتروژن مصرفی، میزان کارآیی مصرف آب کاهش نیافته است و تقریبا ثابت است. ولی در تیمار دور آبیاری ۴ روز بر عکس آن با کاهش نیتروژن مصرفی، کارآیی مصرف آب کاهش یافته است. بیشترین میزان کارآیی مصرف آب در تیمار دور آبیاری چهار روز و ۱۰۰ درصد نیتروژن مصرفی به‌میزان ۴/۴۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب آب بدست آمد. هر چند با بقیه تیمارها، بجز تیمار دور آبیاری چهار روز و ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی، به لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نبود. کمترین کارآیی در تیمار دور آبیاری چهار

1- Bartlett's test

Archive of SID

www.SID.ir

روز و سطح نیتروژن مصرفی ۵۰ درصد به میزان ۲/۹۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب آب بدست آمد.

بر اساس نتایج حاصل از اجرای طرح در دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ و نیز نتایج تجزیه مرکب، اثر عوامل آزمایشی بر صفات مورد بررسی دارای روند تقریبا یکسانی بود. در این آزمایش اثر تیمار دور آبیاری روی میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب معنی دار نبود. می‌توان گفت که این نتیجه منطقی بنظر می‌رسد، چرا که میزان آب مصرفی در طول فصل رشد در دورهای آبیاری ۲ و ۴ روز با هم مساوی بود و فقط تقسیط میزان آب مصرفی در کل فصل رشد با یکدیگر متفاوت بوده است. به عبارتی میزان آب مصرفی در هر بار آبیاری در دور آبیاری ۲ روز نصف دور آبیاری ۴ روز بوده است. این نتیجه می‌تواند برای ترویج و توسعه آبیاری قطره‌ای در مزارع سیب‌زمینی مفید باشد چرا که اکثر کشاورزان دارای یک حقابه مشخص (اکثرا هر ۱۲ روز چند ساعت) آب هستند و امکان اجرای آبیاری قطره‌ای به همین دلیل با مشکل مواجه می‌گردد، در صورتی که با افزایش دور آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای می توان تا حدودی این مشکل و مسئله را حل نمود. در این آزمایش گر چه نتایج آنالیز آماری حکایت از عدم معنی دار بودن تیمار دور آبیاری روی میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب داشت ولی مقدار عملکرد و کارآیی مصرف آب در دور آبیاری ۲ روز نسبت به دور آبیاری ۴ روز تا حدودی بیشتر بود. این نتیجه نیز اهمیت آب سهل الوصول را برای گیاه می‌رساند. در دور آبیاری ۲ روز به دلیل فاصله زمانی کمتر بین دو آبیاری، میزان آب سهل الوصول در منطقه توسعه ریشه بیشتر بود و در نتیجه گیاه با صرف انرژی کمتری می‌توانست آب را جذب نماید. در نتیجه میزان فتوسنتز گیاه بیشتر بوده است. میانگین عملکرد در دور آبیاری دو روز برابر با ۲۹/۷۸۹ و در دور آبیاری چهار روز برابر با ۲۷/۷۵۶ تن در هکتار و میانگین کارآیی مصرف آب نیز به‌ترتیب ۴/۰۰۶ و ۳/۷۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب آب بود که هر دو سطح در یک گروه به لحاظ آماری قرار گرفتند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی در دو سال زراعی

Table 3- Results of analysis of variance of potato yield and water use efficieny

Source of variation	df	میانگین مربعات (MS)	
		Yield ton/ha	WUE kg/m^3
Y	1	116.640*	4.000**
R(Y)	4	26.979^{ns}	0.477^{ns}
I	1	37.210^{ns}	0.694^{ns}
Y×I	1	18.778^{ns}	0.401^{ns}
N	2	86.280*	1.510*
Y×N	2	0.756^{ns}	0.003^{ns}
I×N	2	121.398**	2.111**
A×I×N	2	0.855^{ns}	0.021^{ns}
Error	20	18.016	0.331
C.V (%)	–	14.75	14.89

* and ** significant at 5 and 1 percent probability levels and ns: not significant

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین مرکب عملکرد و کارآبی مصرف آب سیب‌زمینی در دو سال زراعی

Table 4- Mean comparison of planting pattern, irrigation method and crop density for different traits

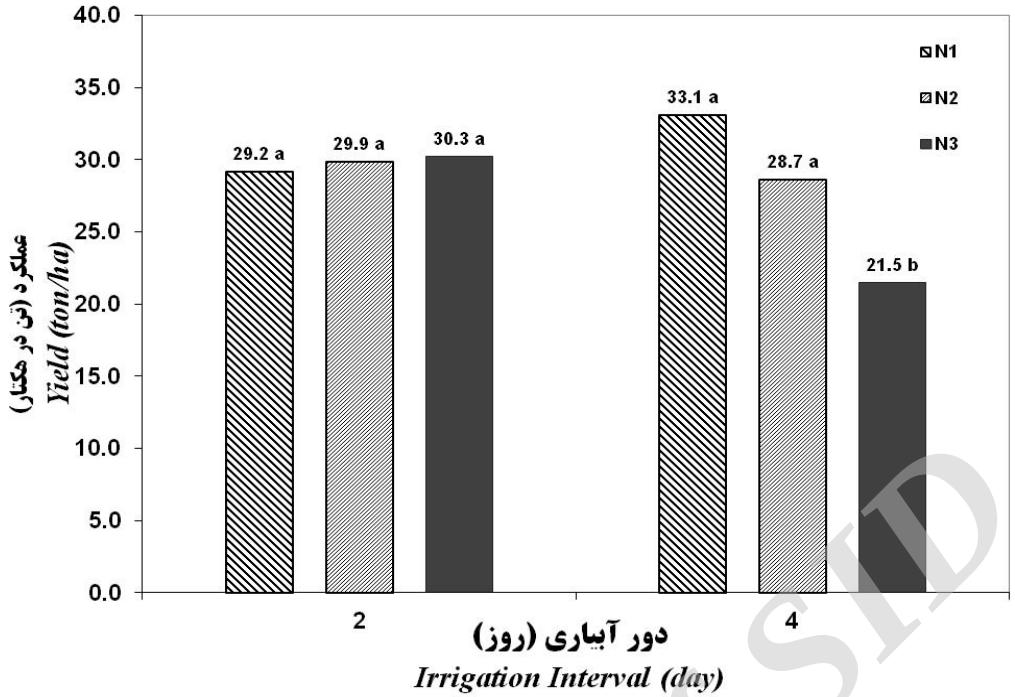
تیمار مورد بررسی	عملکرد (تن در هکتار)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)*
Source of variation	Yield ton/ha	WUE kg/m^3
I1	29.789 a	4.006 a
I2	27.756 a	3.728 a
N1	31.167 a	4.183 a
N2	29.275 ab	3.933 ab
N3	25.875 b	3.483 b
I1N1	29.217 a	3.933 a
I1N2	29.900 a	4.017 a
I1N3	30.250 a	4.067 a
I1N1	33.117 a	4.433 a
I2N2	28.650 a	3.850 a
I3N3	21.500 b	2.900 b

*حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

*In each column means with the same letters are not statistically different

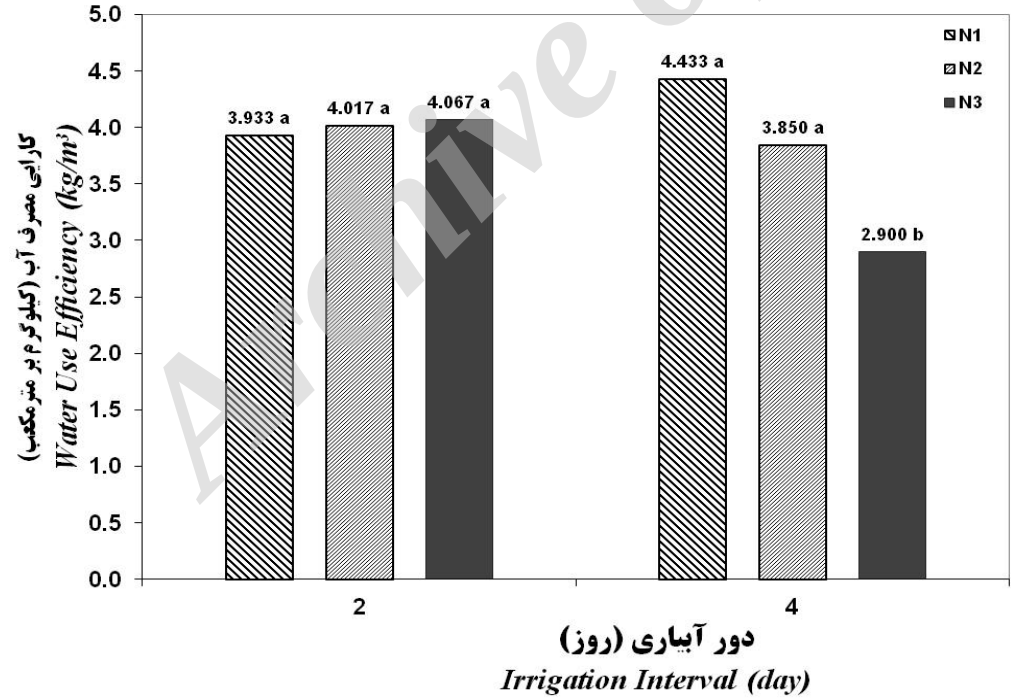
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- اثر متقابل دور آبیاری و درصد نیتروژن روی عملکرد سیب‌زمینی در دو سال زراعی

Figure 1- The interaction of irrigation interval and nitrogen on yield of potato in two growing seasons



شکل ۲- اثر متقابل دور آبیاری × درصد نیتروژن روی کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی در دو سال زراعی

Figure 2- The interaction of irrigation interval and nitrogen on water use efficiency of potato in two growing seasons

نتایج بدست آمده از آنالیز مرکب نشان داد که اثر نیتروژن مصرفی و اثر متقابل دور آبیاری × درصد نیتروژن روی میزان عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

و کارآیی مصرف آب معنی‌دار بود. میزان عملکرد در سطوح ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی به‌ترتیب برابر با ۳۱/۱۶۷، ۲۹/۲۷۵ و ۲۵/۸۷۵ تن در هکتار و میزان کارآیی مصرف آب نیز در سطوح نیتروژن مصرفی به‌ترتیب برابر با ۴/۱۸۳، ۳/۹۳۳ و ۳/۴۸۳ بود که به لحاظ آماری بین سطح ۱۰۰ با ۷۵ درصد و سطح ۷۵ درصد با ۵۰ درصد دو به دو اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج اثرات متقابل نشان داد که در تیمار دور آبیاری دو روز با کاهش مقدار نیتروژن مصرفی، میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب کاهش نیافته است و تقریبا ثابت است. ولی در تیمار دور آبیاری چهار روز بر عکس آن با کاهش نیتروژن مصرفی، عملکرد و کارآیی مصرف آب کاهش یافته است. می‌توان گفت به‌علت کمبود آب، اثر کمبود نیتروژن نیز ظاهر شده است. بیشترین میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب در تیمار دور آبیاری چهار روز و ۱۰۰ درصد نیتروژن مصرفی به‌ترتیب به‌میزان ۳۳/۱ تن در هکتار و ۴/۴۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. هر چند با بقیه تیمارها، بجز تیمار دور آبیاری چهار روز و ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی، به لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نبود. کمترین عمکرد و کارآیی مصرف آب در تیمار دور آبیاری چهار روز و سطح نیتروژن مصرفی ۵۰ درصد به میزان ۲۱/۵ تن در هکتار و ۲/۹۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب آب بدست آمد.

بنظر می‌رسد در دور آبیاری ۴ روز غده‌ها فرصت مناسبی برای پرشدن و افزایش وزن دارند. اما در دور آبیاری ۲ روز امکان تولید تعداد غده‌های بیشتری وجود داشته است. بنابراین عملکرد بیشتر سیب‌زمینی در دور آبیاری ۲ روز نسبت به ۴ روز به‌دلیل افزایش تعداد غده‌ها بوده است. با این حال با توجه به آنکه تعداد غده‌های بالای ۵۰ گرم در دور آبیاری ۴ روز بیشتر از ۲ روز بوده است به‌نظر میرسد برای دستیابی به کیفیت مطلوبتر محصول و بازارپسندی بیشتر، یعنی غده‌های بالای ۵۰ گرم، دور آبیاری ۴ روز نسبت به ۲ روز ارجحیت دارد. همچنین علی‌رغم مصرف کمتر کود در تیمار ۷۵ درصد توصیه کودی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد توصیه کودی، عملکرد غده‌های سیب‌زمینی در اغلب اندازه‌ها و وزن‌ها بالاتر بوده است و ضمن کاهش میزان مصرف نیتروژن، غده‌های بازارپسند بیشتری نیز تولید نموده است. بدیهی است این تیمار از نظر رعایت اصول زیست‌محیطی و کاهش میزان آبشویی نیترات به آبهای زیرزمینی و نیز تلفات کود از مطلوبیت بیشتری برخوردار است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر دور آبیاری روی میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب معنی دار نبود و کشاورز می تواند بین دورهای آبیاری ۲ و ۴ روز، یکی را که مطابقت بیشتری با شرایط مزرعه وی دارد انتخاب نماید، با این وجود پیشنهاد می گردد که اثر دور آبیاری در بافت های مختلف بررسی شود چرا که میزان گنجایش و ظرفیت نگهداری آب خاک نقش مهمی در این خصوص ایفا می‌نماید. بر اساس نتایج حاصل از اجرای این پروژه، مشخص شد که زمانی که در روش آبیاری قطره‌ای مطابق با توصیه کودی، نیتروژن مصرف می گردد، می‌توان حدود ۲۵ درصد کمتر نیتروژن مصرف نمود. لذا پیشنهاد می‌گردد در صورت تغییر سامانه آبیاری از روش سطحی به قطره‌ای در محصولات زراعی و باغی مختلف میزان نتیروژن مصرفی را کاهش داد. در عین حال تحقیق بیشتر در زمینه کودآبیاری و نیز میزان آن در روش‌های مختلف آبیاری توصیه می‌گردد.

منابع

1- Ayars J.E., Phene C.J., Hutmacher R.B., Davis K.R., Shoneman R.A., Vail S.S. and Mead R.M.1999. subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Laboratory. Agricultural Water Management, 42(1):1–27.

2- 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.

3- Baghani J., Jolaini M. and Afshar H. 2007. The effectiveness of the implementation of drip irrigation on agriculture of Razavi Khorasan province. P.133-142, Proceedings of the National Seminar on irrigation and sustainable development, 20 Feb. 2007. Karaj, Iran.

4- Camp CR .1998. Subsurface drip irrigation: a review. Transactions of the ASAE, American Society Agricultural Engineers, 41(5):1353–1367.

5- 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, Doi: 10.4236/ajps.2015.64054.

6- 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.

7- FAO. 2005. FAO Statistical Year Book. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

8- Haverkort A.J., van Loon C.D., van Eijck P., Scheer F.P., Schijvens E.P.H.M., Uitslag H., Baarveld H.R., Campobello E.W.A., Liefrink S.R. and Peeten H.M.G. 2002. On the road to Potato Processing. NIVAA, the Netherlands Consultative Potato Institute.

9- Iwama K. 2008. Physiology of the potato: New insights into root system and repercussions for crop management.

Archive of SID

www.SID.ir

Potato Research Journal, 51(3-4):333-353.
10- Jahad-E-Keshavarzi (ministry of agriculture).2012. Crop Statistical report. Tehran, Iran.
11- Jolaini M. and Kazemi M. 2011. Effects of irrigation and water cut in the drip irrigation method (type) on quantitative and qualitative of yield in potato varieties, The final research report, Center for Agricultural documents. Reg. 90/593. Agricultural Engineering Research Institute. 63 Pp.
12- Kumar P., Pandey S.K., Singh B.P., Singh S.V. and Kumar D. 2007. Effect of nitrogen rate on growth, yield, economics and crisps quality of Indian potato processing cultivars. Potato Research Journal, 50(2): 143-155.
13- Kazemi M., Hasan Abadi H., KhodaDadi M., Tavakoli H. and Masoumi A. 2008. Potato production management in environmental stresses. Proceedings of the National Seminar on Potatoes, food for the future, 12 Nov. 2008, Sarvelayat, Iran.
14- King, B.A. and Stark J.C. 1997. Potato Irrigation Management. University of Idaho Cooperative Extension System. Bul 789.
15- 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 Journal, 23: 257–268.
16- Majidi A., Zareei G.H., Keshavarz A. and Hejazi S.M. 2009. Evaluation of irrigation performance of different crops (pistachio orchards, gardens pomegranate and vegetables and herbs) using permeable clay pipes. The final research report. Center for Agricultural documents. Reg. 88/281. Agricultural Engineering Research Institute.
17- Malakoti M.J. 1996. Sustainable agriculture and increasing of optimizing performance of fertilizer consumption in Iran. Publishing Center of agricultural extension organization.
18- Malakoti M.J. 2000. Control of nitrate concentrations in the potatoes, onions and vegetables, undeniable necessity to protect public health, Journal of Soil and Water, Special issue: sustainable agriculture, 12(6): 1-9.
19- Najm A.A., Haj Seyed Hadi M.R., Darzi M.T. and Fazeli F. 2013. Influence of nitrogen fertilizer and cattle manure on the vegetative growth and tuber production of potato, International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(2): 147-154.
20- Opena, G.B. and Porter G.A. 1999. Soil management and supplemental irrigation effects on potato, II. Root growth. Agronomy Journal, 91: 426-431.
21- Patel N. and Rajput T.B.S. 2007. Effect of drip tape placement depth and irrigation level on yield of potato, Agricultural Water Management, 88: 209–223.
22- Vasquez-Robinet C., Mane P.S., Ulanov A.V., Watkinson J.I., Stromberg V.K., Koeyer 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.
23- Waddell J.T., Gupta S.C., Moncrief J.F., Rosen C.J. and Steele D.D. 1999. Irrigation and Nitrogen Management Effects on Potato Yield Tuber Quality, and Nitrogen Uptake, Agronomy Journal, 91: 991-997.
24- Wang F.X., Kang Y. and Liu S.P. 2006. Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain, Agricultural Water Management, 79: 248–264.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 1, Mar.-Apr. 2017, p. 51-60

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، فروردین –اردیبهشت ۱۳۹۶، ص. ۶۰-۵۱

The Effect of Different Levels of Irrigation and Nitrogen Fertilizer on Yield and Water Use Efficiency of Potato in Subsurface Drip Irrigation

M. Jolaini[1] -M. Karimi[2]*

Received: 07-09-2015
Accepted: 15-08-2016

Introduction: After wheat, rice and corn, potato is the fourth most important food plant in the world. In comparison with other species, potato is very sensitive to water stress because of its shallow root system: approximately 85% of the root length is concentrated in the upper 0.3-0.4 m of the soil. Several studies showed that drip irrigation is an effective method for enhancing potato yield. Fabeiro et al. (2001) concluded that tuber bulking and ripening stages were found to be the most sensitive stages of water stress with drip irrigation. Water deficit occurring in these two growth stages could result in yield reductions. Wang *et al.* (2006) investigated the effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato yield. The results indicated that potato roots were not limited in wetted soil volume even when the crop was irrigated at the highest frequency while high frequency irrigation enhanced potato tuber growth and water use efficiency (WUE). Though information about irrigation and N management of this crop is often conflicting in the literature, it is accepted generally that production and quality are highly influenced by both N and irrigation amounts and these requirements are related to the cropping technique. Researches revealed that nitrogen fertilizers play a special role in the growth, production and quality of potatoes.

Materials and Methods: A factorial experiment in randomized complete block design with three replications was carried out during two growing seasons. Studied factors were irrigation frequency (I1:2 and I2:4 days interval) and nitrogen fertilizer levels (applying 100 (N1), 75 (N2) and 50 (N3) % of the recommended amount). Nitrogen fertilizer was applied through irrigation water. In each plot two rows with within-and between-row spacing of 45 and 105 cm and 20 m length. The amount of nitrogen fertilizer for the control treatment was determined by soil analysis (N1). In all treatments, nitrogen fertilizer applied in 5 times until flowering stage. Potassium, phosphorus and microelements applied according to the soil analysis results. The subsurface drip tape was used for irrigation. Tapes with 300 µm thickness, 30 cm dripper spacing and 4 lit/hour discharge were applied. Tapes buried at 20 cm soil depth before planting. Water amount was measured by the volume meter at each irrigation treatment. Water amount calculated based on crop water requirement and plot area and irrigation frequency. On maturity stage, 8 m of two central rows of each plot harvested for determining tuber yields. Water use efficiency was calculated as the ratio of the tuber yield to the total consumed water volume. Statistical analysis was performed using MSTAT-C software. Means were compared by Duncan's multiple range tests at 0.05 and 0.01 significant levels.

Results and Discussion: Results of combined analysis showed that yield and water use efficiency (WUE) did not affected by irrigation frequency. Yield and water use efficiency affected by nitrogen level ($p<0.05$) and interaction between treatments ($p<0.01$). Yield and WUE of potato in irrigation intervals 2 and 4 days were 29.789, 27.765 ton/ha and 4.006 and 3.728 kg/m3, respectively with no significance difference. The yield in 100, 75 and 50 % of Nitrogen amounts was 31.167, 29.275 and 25.875 ton/ha, respectively that had significant difference. The highest WUE observed in applying 100% N at a rate of 4.183 kg/m3 while in 75% and 50% treatments were 3.933 and 3.483 kg/m3, respectively. The highest and lowest yield and water use efficiency were obtained of I2N1 and I2N3 treatments, respectively.

Conclusion: The effect of irrigation frequency treatment on yield and water use efficiency was not significant. The results of the combined analysis showed that the effect of nitrogen and interaction of nitrogen and irrigation frequency on yield and water use efficiency was significant. In 4 days intervals, glands have an opportunity to fill and weight gain. But in 2 days intervals are more likely to produce the number of tubers. However, given that the number of tubers over 50 grams in 4 days intervals was more than 2 days, to achieve better quality and marketability of the product, 4 daysintervals was preferred to 2 days intervals. Despite the

1, 2- Asociate Professor and Research Lecturer of Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Razavi Khorasan Province, Mashhad, Iran, Respectively
(*-Corresponding Author Email: Karimi.irri@gmail.com)

Archive of SID

www.SID.ir

lower fertilizer use in the treatment of 75% N compared to 100% N, the tuber yield in 75% N treatment was more than the 100% N treatment. Therefore, applying subsurface irrigation with 4 days intervals combined by using 75% of recommended nitrogen fertilizer resulted in high marketable, yield and WUE in potato.

Keywords: Subsurface Drip irrigation, Potato, Irrigation interval, Nitrogen

Archive of SID

www.SID.ir