



مطالعه اثرات روش کم آبیاری متناوب بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی گیاه سیب زمینی رقم آگریا

سودابه گلستانی^۱، محمدرضا نوری^۲، محمد شایان نژاد^۳، عبدالرحمن محمد خانی^۴،
علی شاه نظری^۵

۱- گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

۲- گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

۳- گروه مهندسی آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

۴- گروه باغبانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

۵- گروه مهندسی آب، دانشگاه ساری، ساری

آدرس پست الکترونیکی نویسنده رابط : golestani_sodabeh@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش، اثرات روش آبیاری متناوب در مقایسه با آبیاری کامل روی برخی از صفات گیاه سیب زمینی رقم آگریا در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفته است. دو تیمار آبیاری متناوب شامل سطوح تنش ۱- و ۱/۵ - بار بوده که به یک سمت ریشه اعمال گردید. بررسی نتایج بدست آمده نشان می‌دهد اعمال روش کم آبیاری متناوب بعد از مرحله غده زایی سیب زمینی، وزن خشک اندام هوایی گیاه را به طور متوسط ۳۵/۱۹ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داده است. همچنین وزن خشک ریشه نیز ۸/۳ درصد و تعداد غده در بوته نیز ۳۷/۵۲ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش یافته است. در عین حال وزن خشک غده در تیمار کم آبیاری متناوب به طور متوسط ۳۸/۵۹ درصد افزایش یافته است.

کلمات کلیدی: آبیاری متناوب، سیب زمینی، آبیاری کامل، غده زایی،

^۱ دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد

^۲ استادیار و عضو هیئت علمی، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد

^۳ دانشیار و عضو هیئت علمی، گروه مهندسی آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

^۴ استادیار و عضو هیئت علمی، گروه باغبانی، دانشگاه شهرکرد

^۵ استادیار و عضو هیئت علمی، گروه مهندسی آب، دانشگاه ساری



۱. مقدمه

از مجموع ۱۴۹ میلیون کیلومتر مربع سطح قاره‌ها، در حدود یک سوم آن را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل داده و این مناطق بالغ بر ۷۰۰ میلیون نفر از جمعیت دنیا را در خود جای داده است [۲]. با توجه به اهمیت ذخایر آبی در کشاورزی، کاهش این منابع باعث خواهد شد که تولید غذا در آینده با مشکل مواجه شود و از این رو لازم است روش‌های کنترل کننده و ذخیره کننده آب در کشاورزی مورد توجه بیشتر قرار گیرند. طی ۲ دهه اخیر روش‌های کم آبیاری از جمله کم آبیاری سنتی و کم آبیاری متناوب مورد توجه قرار گرفته و اثرات آن در افزایش راندمان مصرف آب بررسی شده است [۱۰].

کم آبیاری سنتی روشی است که در آن گیاهان به صورت هدفمند تحت آبیاری قرار می‌گیرند و این امر در حالتی رخ می‌دهد که گیاه کمترین حساسیت را نسبت به تنش داشته باشد. اثرات ناشی از کم آبیاری سنتی بر محصولات مختلف توسط بسیاری از محققین مورد بررسی قرار گرفته است. مدیریت این روش در مورد برخی از گیاهان مانند سیب زمینی که ریشه سطحی دارند به سختی انجام می‌شود. زیرا با توجه به حساسیت گیاه به خشکی و سطحی بودن ریشه، حتی اعمال دوره‌های کوتاه تنش نیز روی محصول و کیفیت آن موثر است.

کم آبیاری متناوب نوع جدیدی از کم آبیاری سنتی است که در آن دو قسمت ریشه گیاه به صورت متناوب آبیاری شده و در نتیجه حداکثر پتانسیل آب گیاه حفظ و میزان رشد رویشی گیاه کنترل می‌شود. ارزیابی‌ها نشان می‌دهد ریشه به شرایط رطوبتی خاک حساس است و با تولید و ارسال اسید ابسیسیک^۱ به اندام هوایی، باعث ایجاد پاسخ‌های دفاعی مثل بسته شدن روزنه‌ها و محدود کردن سرعت رشد و توسعه برگ و در نتیجه موجب کاهش هدر رفت آب می‌شود [۸]. در روش کم آبیاری متناوب بخشی از ریشه در ناحیه مرطوب و بخشی در ناحیه خشک خاک قرار گرفته است. در نتیجه بین ABA ترشح شده از بخش خشک ریشه و تغییر وضعیت آب در گیاه که به صورت سیگنال هیدرولیکی عمل می‌کند، تعادل برقرار بوده و راندمان استفاده از آب حداکثر می‌باشد. دوس سانتوز و همکاران (۲۰۰۳) اطلاعات بیشتری در مورد گیاهان تحت کم آبیاری متناوب بدست آورده‌اند که نشان می‌دهد این نوع آبیاری هدایت روزنه‌ای را بدون تاثیر در تثبیت دی اکسید کربن کاهش داده و باعث افزایش راندمان مصرف آب می‌شود [۴]. در روش کم آبیاری متناوب، به دلیل خشک و مرطوب شدن خاک رشد و توسعه ریشه‌های ثانویه گیاه بیشتر شده و همچنین هدایت هیدرولیکی ریشه نیز افزایش می‌یابد.

سیب زمینی بعد از گندم، برنج و ذرت بیشترین سهم تولید مواد غذایی را داشته و نقش مهمی در سبد غذایی مردم جهان دارد. در کشورهای در حال توسعه اهمیت غذایی سیب زمینی به مراتب بیشتر بوده و در ایران بعد از گندم رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. از طرفی آب مهمترین عامل برای تولید سیب زمینی است و حداکثر تولید زمانی اتفاق می‌افتد که گیاه بدون تحمل تنش، آب را جذب کند. از آنجا که بیش تر از ۸۵ درصد تراکم ریشه گیاه در ۳۰ سانتیمتری سطح خاک قرار دارد، گیاه از حساسیت بالایی نسبت به کم آبی برخوردار است [۳].

بسیاری از محققین اثرات کم آبیاری سنتی و متناوب را بر سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند. از جمله خورشیدی بنام و همکاران (۱۳۸۱) سه سطح تنش خشکی را در چهار مرحله مختلف رشد سیب زمینی اعمال کردند. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داده است که در تیمار شاهد سه صفت درصد ماده خشک، تعداد غده در بوته و عملکرد نسبت به سایر تیمارها برتری داشته هرچند که این اختلاف از نظر آماری معنی دار نبوده و در بقیه صفات تیمار شاهد برتری معنی داری بر سایر تیمارهای خشکی داشته است. همچنین با افزایش شدت تنش، میزان کاهش صفات مورد نظر بیشتر بوده است [۱]. شاه نظری و همکاران (۲۰۰۷) اثر آبیاری متناوب را بر گیاه سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که اعمال ۳۰ درصد تنش بعد از مرحله رشد اولیه غده‌ها باعث حفظ محصول و افزایش راندمان مصرف آب در آبیاری متناوب نسبت به نمونه شاهد، گردیده است [۹].

سیب زمینی، محصول عمده استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد که به دلیل تغییر پارامترهای اقلیمی و کاهش ریزش‌های جوی در سال‌های گذشته، تولید آن با کاهش چشمگیری مواجه شده است. از آنجا که تاثیر روش کم آبیاری متناوب در بهبود راندمان مصرف آب و حفظ محصول در بسیاری از گزارشات تایید شده، در تحقیق ذیل به بررسی اثرات این روش بر اندام هوایی و زیر زمینی گیاه سیب زمینی پرداخته شده است.

^۱ - ABA



۲. مواد و روش

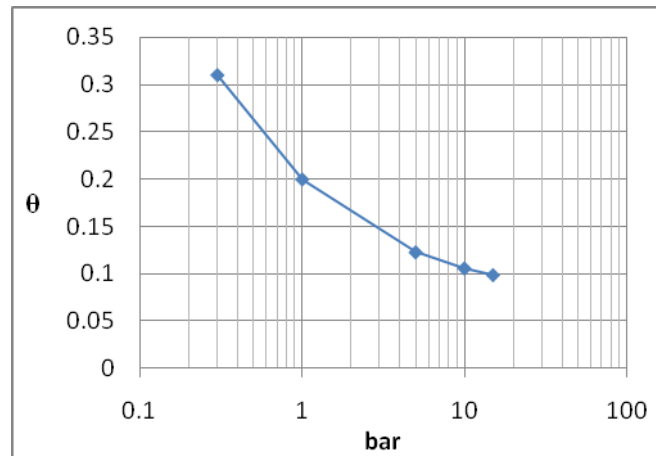
این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در قالب طرح بلوک تصادفی با سه تکرار در بهار ۱۳۹۱ اجرا شد. جهت بررسی اثرات روش کم آبیاری متناوب، غده‌های سبب زمینی رقم آگریا به وزن تقریبی ۵۰ گرم انتخاب و در ظروف پلاستیکی کوچک حاوی ۶۰ درصد شن و ۴۰ درصد پرلیت کشت شدند. پس از ظهور گیاهچه روی سطح خاک و رسیدن به مرحله ۷-۵ برگی، گیاهچه‌های مذکور به گلدان‌هایی با ارتفاع ۴۰ سانتیمتر و قطر متوسط ۳۵ سانتیمتر انتقال یافتند. وسط گلدان با استفاده از صفحات کارتن پلاست به دو بخش مساوی تقسیم و آب بندی کامل صفحه جداکننده با بدنه گلدان انجام شد تا از نشت آب به سمت دیگر جلوگیری شود. سپس قطعه‌ای از وسط لبه بالایی صفحه کارتن پلاست جدا شد و گیاهچه در این بخش گرفت. انتقال گیاهچه به گلدان اصلی به صورتی انجام شد که ریشه گیاه در طرفین صفحه جداکننده قرار گرفت. همچنین جهت بررسی وضعیت رطوبتی خاک در نمونه‌های تحت تنش، در هر دو سمت صفحه جداکننده سنسور رطوبتی (TDR) به طول ۲۰ سانتی‌متر در وسط گلدان نصب گردید.

بر اساس آزمایشات هیدرومتری، بافت خاک clay-loam تعیین شد و سایر مشخصات آن نیز در جدول (۱) ارائه شده است. همچنین بر اساس آزمایشات کیفی نمونه خاک، مقدار کافی از کود اوره، پتاس و فسفر به خاک گلدان اضافه شد.

جدول (۱): مشخصات بافت خاک

مشخصات خاک	% clay	%sand	%silt	EC(ds/m)	PH	%FC	%PWP
	۲۸/۳۴	۳۳/۶۶	۳۸	۰/۵۳۸	۷/۷۸	۳۱	۹/۹

شکل (۱) منحنی رطوبتی خاک گلدان را نشان می‌دهد.



شکل (۱): منحنی رطوبتی خاک گلدان

تا زمان تشکیل غده، آبیاری همه گلدان‌ها یکسان انجام شد و پس از گذراندن فاز غده زایی، تیمارهای آبیاری متناوب در دو سطح ۱-بار و ۱/۵-بار اعمال گردید. جهت اعمال تیمار، رطوبت خاک به صورت روزانه در ساعت ۹-۸ صبح با استفاده از سنسور رطوبتی قرائت و سپس با استفاده از منحنی رطوبتی خاک، حجم آب لازم برای تامین سطوح رطوبتی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$V = (\theta_1 - \theta_2) \times Z \times A \quad (1)$$

در رابطه مذکور V حجم آب مورد نیاز بر حسب مترمکعب، θ_1 رطوبت حجمی خاک در سطح تنش مورد نظر، θ_2 رطوبت حجمی قرائت شده خاک، Z عمق ریشه گیاه که برابر با ۰/۴۰ متر لحاظ شده است و A سطح مقطع بر حسب مترمربع گلدان می‌باشد. در نمونه شاهد رطوبت خاک همواره



در حد ظرفیت مزرعه $\pm 10\%$ حفظ شده و در تیمارهای کم آبیاری متناوب، رطوبت در یک سمت ریشه در حد ظرفیت مزرعه $\pm 10\%$ و در سمت دیگر در حد تنش مورد نظر $\pm 10\%$ حفظ گردید. بعد از گذشت یک هفته طرفین ریشه جا به جا شده و این تناوب تا انتهای دوره رشد گیاه تکرار شد. پس از اتمام دوره رشد، گیاهان برداشت شده و برخی از صفات آن مورد بررسی قرار گرفت. اندام هوایی گیاه قطع شده و در دمای 70°C درجه آون به مدت 72 ساعت خشک و سپس وزن شد. همچنین تعداد غده در هر گیاه شمارش گردید. ابعاد غده با استفاده از کولیس اندازه گیری و بازار پسندی آن بر اساس روش شاه نظری و همکاران (۲۰۰۷) تعیین شد. جهت تعیین وزن ماده خشک، غده‌ها به قطعاتی تقسیم شده و در دمای 100°C درجه آون به مدت 24 ساعت خشک گردید و سپس وزن شد. همچنین ریشه گیاه نیز پس از شستشو، به مدت 24 ساعت در دمای 70°C درجه آون خشک و سپس وزن شد. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS 8 مورد تحلیل قرار گرفت.

۳. بحث و نتایج

جدول تجزیه واریانس، مقایسه بین نتایج اعمال تیمار آبیاری کامل و آبیاری متناوب را بر صفات گیاه سبب زمینی نشان می‌دهد. طبق جدول (۲) وزن خشک اندام هوایی گیاه اختلاف معنی داری را در سطح 1% درصد، بین تیمارهای اعمال شده نشان می‌دهد. هر چند اعمال تنش آبی بعد از اتمام دوره رشد روی گیاه آغاز شده، اما نتایج ارائه شده در جدول (۳) و شکل (۲) نشان می‌دهد که آبیاری کامل در تمام فصل رشد، باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه نسبت به آبیاری متناوب شده است. هر چند بین سطوح تنش 1 و $1/5$ بار در آبیاری متناوب اختلاف معنی داری ملاحظه نشد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در آبیاری کامل به میزان $86/68$ گرم و کمترین آن در کم آبیاری متناوب با سطح تنش $1/5$ بار به میزان $55/21$ گرم ملاحظه شد. آبیاری متناوب به طور متوسط باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی به میزان $35/19$ درصد نسبت به آبیاری کامل شده است.

وزن خشک ریشه نیز پس از اعمال تنش آبی کاهش یافت و این کاهش در سطح 1% درصد معنی دار شد. هر چند بین سطوح تنش 1 و $1/5$ بار آبیاری متناوب، اختلاف معنی داری ملاحظه نشد و بررسی‌ها نشان می‌دهد وزن خشک ریشه تحت اعمال تنش کم آبی به طور متوسط به میزان $8/3$ درصد کاهش یافته است. بیشترین وزن خشک ریشه در آبیاری کامل به میزان $7/21$ گرم و کمترین آن در تیمار آبیاری متناوب با سطح $1/5$ بار به میزان $6/49$ گرم ملاحظه شد.

وزن خشک غده سبب زمینی اختلاف معنی داری را بین آبیاری کامل و آبیاری متناوب نشان می‌دهد که در سطح 1% درصد معنی دار شده است. در تیمار آبیاری کامل، وزن تر غده سبب زمینی نسبت به نمونه‌های تحت تنش افزایش نشان داد. اما پس از خشک شدن، وزن نمونه‌های تحت تنش کم آبی نسبت به نمونه آبیاری کامل به طور متوسط $38/59$ درصد افزایش داشته که نشان دهنده تجمع بیشتر املاح در غده‌ها است. بیشترین وزن خشک در تیمار آبیاری متناوب با سطح $1/5$ بار به میزان $21/12$ گرم و کمترین مقدار آن در آبیاری کامل به میزان $13/41$ گرم مشاهده شد.

تعداد غده سبب زمینی در نمونه‌های تحت تنش کم آبیاری متناوب نسبت به آبیاری کامل، کاهش یافته است. هر چند اعمال کم آبیاری بعد از مرحله تشکیل غده اعمال شده، اما نتایج نشان می‌دهد که تعداد غده در آبیاری متناوب نسبت به آبیاری کامل $37/52$ درصد کاهش یافته که این اختلاف در سطح 5% درصد معنی دار است. اختلاف بین تعداد غده در سطوح 1 و $1/5$ بار کم آبیاری متناوب، معنی دار نشد.

بر اساس روش شاه نظری و همکاران (۲۰۰۷) غده‌هایی که قطر آن در محدوده 50 – 40 میلی‌متر و 60 – 50 میلی‌متر قرار داشته باشد، در ردیف غده‌های بازار پسند قرار دارند. جدول (۳) نشان می‌دهد که اعمال تیمار آبیاری باعث تغییر در میزان بازار پسندی غده‌ها نشده است. هر چند که تحت اعمال آبیاری کامل، اندازه غالب غده‌ها در محدوده 60 – 50 میلی‌متر قرار داشته و در سطوح کم آبیاری متناوب اندازه بیشتر غده‌ها در محدوده 50 – 40 میلی‌متر قرار داشته است. نتایج ارائه شده در این تحقیق با نتایج محققینی از جمله فولادی و همکاران (۲۰۰۶)، لی و همکاران (۲۰۰۶) و جنسن و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد [۷ و ۵].



جدول (۲): تجزیه واریانس صفات گیاه سیب زمینی

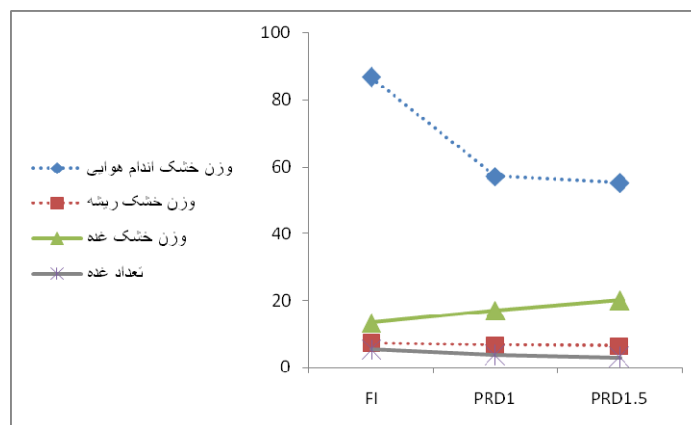
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک اندام (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	وزن خشک غده (gr)	تعداد غده	اندازه غده
تکرار	۲	۱/۴۲	۳/۶۴	۱/۱۶	۰/۰۰	۰/۴۰
تیمار	۲	۸۰/۷۸**	۱۹/۵۳**	۴۸/۲۴**	۱۳/۰۰*	۰/۴۰
خطا	۴					

**و* به ترتیب معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می دهد

جدول (۳): مقایسه میانگین صفات گیاه سیب زمینی

تیمار آبیاری	وزن خشک اندام هوایی (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	وزن خشک غده (gr)	تعداد غده	اندازه غده
FI	۱۶/۶۸ a	۷/۲۱ a	۱۳/۴۱ c	۵/۳۳ a	۳/۳۳ a
PRD-1	۵۷/۱۳ b	۶/۷۲ b	۱۷/۰۵ b	۳/۶۶ b	۳/۳۳ a
PRD-1.5	۵۵/۲۱ b	۶/۴۹ b	۲۱/۱۲ a	۳/۰۰ b	۳/۰۰ a

در هر ستون، میانگین هایی که حروف مشترک دارند با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.



شکل (۲): مقایسه صفات گیاه در تیمارهای مختلف آبیاری

۴. نتیجه گیری

بررسی نتایج بدست آمده نشان می دهد اعمال کم آبیاری متناوب، موجب ذخیره منابع آبی و در عین حال حفظ محصول گیاه سیب زمینی شده است. اعمال تنش آبی در مرحله ای موثر است که کمترین اثر را در کاهش میزان محصول داشته باشد و مقایسه مقادیر ارائه شده نشان می دهد بعد از مرحله غده زایی، حساسیت گیاه نسبت به تنش آبی کاهش می یابد. کم آبیاری متناوب بعد از این مرحله تنها باعث کاهش اندک تعداد و اندازه غده نسبت به آبیاری کامل می شود و بنابراین لازم است جهت کاربردی شدن این روش در مقیاس وسیع، مطالعات بیشتری روی ارقام مختلف سیب زمینی و سطوح مختلف تنش انجام شود.



۵. مراجع

۱. خورشیدی بنام، محمدباقر، رحیم زاده خوبی، فرخ، میر هادی، محمد جواد و نورمحمدی، قربان؛ بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل رشد ارقام مختلف سیب زمینی، مجله علوم زراعی ایران، شماره ۱، پاییز ۱۳۸۱، صفحات ۴۸-۵۸.
۲. خورشیدی بنام، محمدباقر، رحیم زاده خوبی، فرخ، میر هادی، محمد جواد و نورمحمدی، قربان؛ تاثیر تنش خشکی بر وزن خشک ریشه سه رقم سیب زمینی، مجله دانش نوین کشاورزی، شماره ۳، تابستان ۱۳۸۵، صفحات ۳۹-۴۹.
۳. صدر قاین، سیدحسین، نخجوانی مقدم، مهدی و باغانی جواد؛ اثر آرایش کاشت و سطوح مختلف آب بر عملکرد سیب زمینی در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) در منطقه فیروزکوه، مجله آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹، صفحات ۱۰۸-۹۹.
4. Dos santos, T.P. et al, Partial root-zone drying: effects on fruit growth and quality of field grown grapevines (*Vitis vinifera*), plant biology, Vol. III, 2003, pp. 663-671.
5. Fulai, Liu. et al, Effects of deficit irrigation and partial root zone drying on gas exchange, biomass partitioning, and water use efficiency in potato, *Scientia horticulturae*, 2006, pp. 113-117.
6. Jensen, Christian R. et al, Deficit irrigation based on drought tolerance and root signaling in potatoes and tomatoes, *Agricultural water management*, 2010, pp. 403-413.
7. Liu, F. et al, Physiological responses of potato (*Solanum tuberosum* L.) to partial root zone drying: ABA signaling, leaf gas exchange, and water use efficiency, *Exp.Bot*, 2006, pp. 3727-3735.
8. Sepaskhah, A.R. et al, A review on partial root-zone drying irrigation, plant production, vol. IV, 2010, pp. 241-258.
9. Shahnazari, Ali. et al, Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions, *field crop research*, 2007, pp. 117-124.
10. Shahnazari, Ali. et al, Partial root zone drying for water saving, 25th Anniversary Cooperation between Kasetsart University and Swiss Federeral Institute of Technology, Thailand, 2005, pp. 75-80.