نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۶۶-۵۸

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 1, Mar.-Apr. 2015, p. 58-66

تأثیر آبیاری زیرسطحی با کپسول‌های رسی متخلخل بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه انگور

حجت قربانی واقعی[1*]- حسین علی بهرامی[2]- رضا مظهری[3]- علی حشمت پور[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۵

چکیده

کپسول رسی نوعی لولهٔ تراوا در آبیاری زیرسطحی است که توانایی تأمین هوشمندانه رطوبت ظرفیت زراعی را در ناحیه رشد ریشه دارد. تعیین کارایی مصرف آب به روش زیرسطحی با کپسول رسی متخلخل چندان مورد تحقیق قرار نگرفته است. در این تحقیق، به منظور تامین رطوبت گیاه انگور از کپسول های رسی متخلخلی به ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر و قطر ۳/۵ سانتی‌متر استفاده شد و مقدار مصرف آب، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب آن در مقایسه با آبیاری قطره‌ای سطحی در مرحله تغییر رنگ حبه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مرحله صفاتی شامل طول و وزن خوشه، مواد جامد و pH محلول میوه انگور اندازه‌گیری شدند. هم چنین میزان کلروفیل برگی، درصد تورم و رطوبت برگ در هر دو روش مورد مقایسه قرار گرفت. بررسی نتایج ویژگی‌های میوه انگور نشان داد که وزن و طول خوشه، مقدار مواد جامد محلول و pH در آبیاری کپسول‌های رسی متخلخل زیر سطحی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با آبیاری قطره‌ای سطحی نداشت. هم‌چنین آنالیز نتایج برگی نشان داد که میزان کلروفیل برگی و رطوبت نسبی برگ گیاه انگور در سطح آماری ۵ درصد تحت تأثیر روش آبیاری قرار نداشت. مقدار متوسط مصرف آب و عملکرد میوه در روش آبیاری کپسول رسی زیرسطحی و آبیاری قطره‌ای سطحی به ترتیب ۴۰۵۰ و ۶۶۶۸ متر مکعب در هکتار و ۱۴/۲ و ۱۴/۸ تن در هکتار بود و با توجه به مقدار عملکرد میوه و مقدار آب مصرفی، شاخص بهره‌وری آب در روش آبیاری کپسول رسی بهتر از روش آبیاری قطره‌ای سطحی بود.

واژه‌های کلیدی: بوته انگور، رطوبت خاک، کارایی مصرف آب، عملکرد، لوله متخلخل

مقدمه

انگور گیاهی چند ساله است که در عرض جغرافیایی ۴ تا ۵۱ درجه نیمکره شمالی و ۶ تا ۴۵ درجه نیمکره جنوبی پراکنش دارد و درشش قاره از هفت قاره جهان با شرایط اقلیمی کاملاً متفاوت کشت می‌شود (۲۴). نام علمی آن ویتیس وینفرا۱ از تیره آمپلی داسه است این تیره ده جنس مختلف دارد که تنها جنس ویتیس جنبه خوراکی دارد. این گیاه برای رشد به تابستان های گرم و خشک طولانی و زمستان‌های سرد نیاز دارد. تاریخچه کشت آن در ایران به ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد بر می‌گردد و با ۲۶۳ هزار هکتار سطح زیرکشت رتبه هفتم جهان را به خود اختصاص داده است (۶).

آمارها نشان می‌دهد که در هر هکتار اراضی آبی در کشور ما در حدود ۱۰۰۰۰ متر مکعب آب مصرف می‌شود که این مقدار دو برابر عرف جهانی است (۱۲). با توجه به محدودیت منابع، استفاده بهینه از آب موجود ضروری است و افزایش کارایی مصرف آب با برنامه ریزی صحیح و به کارگیری روش های مناسب آبیاری دو راهکار مناسب استفاده از آب است (۴)

گیاه انگور در شرایط کم آبی با تولید ریشه‌های عمیق با شرایط محیط پیرامون سازگار می شود اما تنش شدید خشکی باعث کندی رشد، تاخیر در رسیدگی میوه، کاهش کیفیت میوه، به هم خوردن تناسب تعداد برگ و میوه و در نهایت کاهش رشد شاخه می شود (۲۰ و ۲۲). به طور کلی در مناطقی که تولید انگور وابسته به سیستم‌های آبیاری است آب عمده‌ترین عامل کنترل کننده کمیت و کیفیت میوه به ویژه در فصل تابستان تلقی می‌شود.

آذرپژوه و ذبیحی به بررسی دور آبیاری مورد نیاز انگور پیکانی و تاثیر آن بر خواص کیفی و کمی انگور پرداختند (۱). نتایج آن ها نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری بر ویژگی‌های فیزیکی میوه انگور در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و بیش ترین طول، عرض حبه، مواد جامد محلول و کم‌ترین میزان اسیدیته در فرمول تیماری یک آب زمستان، یک آب قبل از گل، آبیاری خرداد ماه پس از گلدهی و آبیاری پس از

۱- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس
(*-نویسنده مسئول: Email: ghorbani169@yahoo.com)
۲ - دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳ و ۴- استادیاران دانشکده علوم انسانی، دانشگاه گنبد کاووس

آن به فاصله ۲۰ روز تا قبل از برداشت با عملکرد محصول ۳۰/۱ تن در هکتار مشاهده شده است. در تحقیقی اثر کم آبیاری بر کمیت و کیفیت میوه انگور تاکستان‌های آذربایجان غربی بررسی شد (۱۰). نتایج این تحقیق نشان داد با کاهش ۲۵ درصد مصرف آب، بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد میوه، شاخص بهره‌وری آب ۳۰ درصد افزایش یافت. هم چنین نتایج نشان داد که در روش کم آبیاری با ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه، وزن، طول و عرض حبه با کاهش معنی‌داری همراه بوده است.

محققین بیان داشتند که تولید و تکامل گل و گل آذین انگور حساسیت زیادی به کمبود آب دارد. اگر بوته‌های انگور در مرحله قبل از شروع به رسیدن میوه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گیرند، عملکرد آن‌ها کاهش می‌یابد (۱، ۹ و ۲۵) و غلظت مواد قندی و ترکیبات فنولی از جمله آنتوسیانین در آن افزایش می‌یابد (۱۹). گیاه انگور نیاز آبی متوسطی دارد، اما کمیت و کیفیت میوه آن به شدت وابسته به میزان آبی است که در فصل زایش و تکامل میوه در اختیار گیاه قرار می گیرد (۲۶). با عنایت به بارندگی های کم و نامنظم در اغلب بخش‌های انگورخیز کشور استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری، امکان تأمین نیاز آبی گیاه انگور در فصل زایش و تکامل میوه را فراهم خواهد کرد و علاوه بر افزایش راندمان محصول، با افزایش راندمان آبیاری همراه خواهد بود. جلینی با استفاده از سیستم نوین آبیاری قطره‌ای زیرسطحی توانست به عملکرد و کارایی مصرف آب بالا در گوجه‌فرنگی دست یابد (۷). در تحقیق دیگری جلینی و مهرآبادی گزارش کردند که تیمار آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب در گیاه پنبه نسبت به روش آبیاری سطحی برتری معنی‌دار آماری داشت (۸).

در سالیان اخیر محققین توجه گسترده‌ای به استفاده از نوع دیگری از آبیاری زیرسطحی به نام کپسول های رسی متخلخل نشان داده اند (۲، ۳، ۱۵، ۱۷،۱۶، ۱۸، ۲۱، ۲۷، ۲۸، ۲۹). این قطعات به دلیل خاصیت خود تنظیمی و کاهش مصرف آب نسبت به سایر روش های آبیاری سطحی و زیرسطحی برای طراحی روش‌های بهینه در تامین رطوبت خاک مناسب تشخیص داده شده اند (۲ و ۳). نتایج عملکرد اراضی تحت کشت هندوانه در هند، ذرت و خیار در کالیفرنیا به روش کپسول رسی موید آن است که عملکرد تولید هندوانه در سیستم آبیاری کپسول رسی ۲۵ تن بر هکتار است در حالی که در مقایسه با آبیاری غرقابی مقدار تولید هندوانه به روش کپسول رسی به میزان ۸ تن بر هکتار کم تر از روش غرقابی بود. اما در این مقدار کاهش تولید به میزان ۲۴۰۰ متر مکعب آب صرفه جویی شده است (۱۷). در گیاه ذرت میزان آب مصرفی به روش سفالی ۰/۱ مقدار آن به روش رایج در مزارع ذرت کالیفرنیا است و برای گیاه خیار به این روش ۵۴ مترمکعب آب صرفه‌جویی شده است.

تحقیقات متعددی از نوع آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی در راستای مدیریت صحیح آب آبیاری باغ های انگور انجام شده است ولی تحقیقی با استفاده از کپسول رسی برای تامین رطوبت بهینه خاک در محدوده ی رشد ریشه گیاه انگور انجام نشده است. این تحقیق، به بررسی میزان آب مصرفی، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در دو روش آبیاری زیرسطحی با کپسول‌های رسی متخلخل و آبیاری قطره‌ای سطحی در باغ انگور پرداخته است و تاثیر این دو روش را بر برخی ویژگی های کمی و کیفی برگ و میوه انگور مورد مقایسه و ارزیابی قرار داده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل و تمهیدات آزمایش

به منظور بررسی اثر دو نوع آبیاری زیرسطحی با کپسول رسی متخلخل و قطره‌ای سطحی بر ویژگی‌های کمی وکیفی میوه انگور ، آزمایشی در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ بر روی ۳۸۲ بوته در ۲۵۰۰ مترمربع از باغ انگور واقع در مختصات جغرافیایی "۴۰/۵ '۴۴ ۳۵۰ عرض شمالی و "۴۹ '۹ ۵۱۰ طول شرقی در ضلع جنوب غربی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد. در این تحقیق، گیاهان تحت تنش آبی قرار نگرفتند و آبیاری با ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه در تمام طول فصل رشد تا یکماه پس از برداشت میوه انجام شد. فاصله بین بوته‌های انگور ۲ متر بود و در بین ردیف ۲/۵ متر از یکدیکر فاصله داشتند. تعداد بوته‌های انگور در آبیاری زیرسطحی و سطحی به ترتیب ۲۳۳ و ۱۴۹ عدد بود. برای هر بوته انگور در آبیاری زیرسطحی، ۴ قطعه سفالی از نوع G15 (شکل ا– الف) در عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک کارگذاری شد و برای آبیاری قطره‌ای سطحی ۴ قطره چکان نتافیلم (شکل ۱–ب) با آبدهی۴ لیتر برساعت استفاده شد. کپسول‌های رسی متخلخل (G15) مورد نیاز این تحقیق از کارگاه ساخت و تولید قطعات سفالی دانشگاه تربیت مدرس و قطره چکان‌های نتافیلم از شرکت بنیز تجهیز تهیه شد. جدول ۱ ویژگی‌های ریخت شناسی و هیدرولیکی کپسول G15 را در فشار هیدروستاتیکی ۱۰۰–۲۵ کیلوپاسکال نشان می‌دهد.

برای تأمین آب آبیاری گیاهان از آب چاه غیر شرب دانشکده کشاورزی استفاده شد. جدول ۲ ویژگی های شمیایی این آب را نشان می دهد. میزان کلسیم، منیزیم و نیترات آن نسبتا بالاست. لذا در طول فصل رشد، فقط نیاز پتاسیمی بوته‌های انگور با دو بار کود پتاسیم ۵۶ درصدی محلول در آب آبیاری و با غلظت ۲ درهزار از طریق آب آبیاری تامین شد. برای تامین بار فشارهیدروستاتیکی ۲۵ کیلوپاسکال در سیستم آبیاری زیرسطحی از یک تانکر دو جداره ی ضد جلبک ۱۰۰۰ لیتری نصب شده در ارتفاع ۲/۵ متری استفاده شد و برای قطره چکان ها از فشار یک اتمسفری آب لوله کشی چاه غیر شرب استفاده شد.

الف (A)

ب (B)

شکل ۱- نازل‌های بکار رفته در آبیاری زیرسطحی (الف) و سطحی (ب). الف، کپسول رسی متخلخل G_{15} و ب، قطره چکان نتافیلم چهار لیتر برساعت می‌باشد.

Figure 1- Applied Nuzzle in sub irrigation (A) and surface drip irrigation: A is porous clay capsules of G_{15} and b is Neta film.

جدول ۱- مشخصات ریخت شناسی و هیدرولیکی کپسول رسی متخلخل G_{15}

Table 1- Morphological and hydraulic properties of G_{15}

آبدهی (لیتر بر ساعت) Discharge ($L.hr^{-1}$)				شکل shape	طول (سانتی‌متر) length	ضخامت دیواره (سانتی‌متر) Wall thickness	قطر داخلی (سانتی‌متر) Inner diameter	قطر خارجی (سانتی‌متر) Outer diameter
100 (kPa)	80 (kPa)	(kPa) 50	(kPa) 25					
3.5	2.5	1.3	0.8	استوانه	12.0	1.0	1.5	3.5

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب

Table 2- Chemical properties of water

PH	EC (µS/cm)	NO_3^-(mg/L)	PO_4^{---}(mg/L)	SO_4^{---}(mg/L)	Ca^{++} (mg/L)	Mg^{++} (mg/L)
7.99	660	24.48	0.37	1211.38	1282.58	4317.44

اندازه‌گیری فاکتورهای کمی و کیفی میوه انگور

در زمان رسیدن میوه ها در هر دو روش آبیاری از ۱۰ بوته انگور همسان و یکنواخت، یک خوشه انگور و از هر خوشه ۲۰ حبه به طور تصادفی جدا شد و صفاتی شامل وزن، طول و عرض حبه، خوشه و مواد جامد محلول میوه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول ابتدا سه حبه انگور به عنوان نمونه ترکیبی از چند خوشه یک بوته به طور تصادفی انتخاب و آب‌گیری و صاف شدند، سپس میزان مواد جامد محلول هر بوته با رفراکتومتر دستی اندازه گیری شد. مقدار مواد جامد محلول میانگینی از قرائت های انجام شده در ده بوته از هر دو روش آبیاری است. برای اندازه‌گیری طول خوشه، طول و عرض حبه از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار StatGraphics plus و از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

اندازه‌گیری کارایی مصرف آب

برای اندازه گیری کارایی مصرف آب علاوه بر عملکرد درواحد سطح، مقدار آب مصرفی نیز مورد نیاز است. برای اندازه‌گیری مصرف آب در روش آبیاری سطحی و زیر سطحی از کنتور حجم سنج آبفر مدل DM با دقت ۱ لیتر استفاده شد. برای اندازه گیری عملکرد در واحد سطح، ۱۰ بوته انگور از هر دو روش انتخاب و عملکرد هربوته به کیلوگرم قرائت شد و مقدار آن به واحد سطح تعمیم داه شد.

اندازه گیری درصد تورم و کلروفیل برگ

برای تعیین درصد تورم برگ، تعداد ۱۰برگ از بوته های انگور همسن و یکسان از هر دو روش آبیاری (قطره ای و سفالی) پس از توزین به مدت ۲ ساعت در آب مقطر غوطه ور شدند. با استفاده از معادله زیر درصد تورم و کمبود نسبی آب در برگ انگور در دو روش آبیاری اندازه‌گیری شد (۲۳):

$$Y = \frac{W_2 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100 \qquad (۱)$$

$$Y = \frac{W_1 - W_3}{W_2 - W_3} \times 100 \quad or \quad Y = 100 - Z \qquad (۲)$$

که در آن W1جرم برگ در شرایط مزرعه ، W2 جرم برگ در شرایط آماس، W3 جرم برگ در شرایط آون خشک (دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) می‌باشد.

برای اندازه گیری کلروفیل تعداد ۶ برگ از هر بوته انگور از هر دو روش آبیاری انتخاب و در پاکت کاغذی به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آزمایشگاه به روش آرنون (۲۵) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

میانگین رطوبت نسبی برگ‌های انگور در روش آبیاری زیرسطحی و سطحی به ترتیب ۷۸/۶۱ و ۷۶/۱۹ درصد به دست آمد اما این اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود و نشان‌دهندهٔ آن است که رطوبت نسبی تحت تاثیر روش آبیاری نیست. لذا می‌توان انتظار داشت که کمیت و کیفیت میوه‌های انگور نباید در دو روش آبیاری اختلافی نسبت به هم داشته باشند. نتایج میانگین طول و وزن خوشه انگور در دو روش آبیاری نشان داد که وزن و طول خوشه در آبیاری کپسول رسی متخلخل زیر سطحی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری با روش آبیاری قطره‌ای سطحی نداشت.

بررسی آماری میانگین مواد جامد محلول (قندی) میوه در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که روش آبیاری تاثیری بر میزان مواد جامد محلول میوه‌های رسیده ندارد. هم چنین اندازه گیری مقادیر کلروفیل برگی در دو روش آبیاری نشان داد که مقدار کلروفیل برگی نیز تحت تاثیر روش آبیاری قرار ندارد. شاید علت آن باشد که در این تحقیق، گیاهان در هر دو روش تحت تنش آبیاری قرار نگرفته‌اند و بوته‌های انگور با ۱۰۰ درصد نیاز آبی خود آبیاری شده‌اند. در مجموع، می توان چنین نتیجه گرفت که پارامترهای مقدار کلروفیل برگی و مواد جامد محلول میوه انگور رسیده از قابلیت تمایزدهندگی مناسب بین روش‌های آبیاری برخوردار نمی‌باشند. نتایج این بخش از تحقیق با دست‌آوردهای ربیعی و همکاران (۹) مطابقت دارد. آن‌ها نشان دادند که غلظت کل مواد جامد محلول میوه تا قبل از رسیدن میوه با گذر زمان تغییر می کند اما بعد از رسیدن میوه تیمار رطوبتی چندان بر غلظت آن موثر نیست.

مقایسه عملکرد محصول در دو روش آبیاری نشان داد که روش آبیاری با کپسول‌های رسی متخلخل زیرسطحی با وجود صرفه‌جویی در مقدار آب مصرفی با کاهش عملکرد معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد مواجه نشده است (جدول ۳). نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار آب مصرفی برای باغ انگور به روش زیرسطحی ۳۹/۲۶ درصد کم‌تر از روش آبیاری قطره‌ای است. بوته‌های انگور به روش زیرسطحی نسبت به روش قطره‌ای سطحی بدون آن که عملکرد آن‌ها تفاوت فاحشی نشان دهد به میزان تقریبی ۱/۶ متر مکعب کم‌تر آبیاری شده‌اند.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد کارایی مصرف آب در روش کپسول رسی متخلخل زیرسطحی و روش آبیاری قطره‌ای سطحی به ترتیب برابر ۳/۵۰ و ۲/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب است. این امر حکایت از کاهش قابل قبول مقدار آب مصرفی به روش کپسول رسی متخلخل زیرسطحی نسبت به قطره‌ای سطحی دارد. اما این پارامتر به تنهایی نمی‌تواند ملاک انتخاب روش آبیاری باشد و لازم است دیگر پارامترهای اقتصادی در انتخاب و عدم انتخاب آن مورد توجه قرار گیرد. کرامت‌زاده و همکاران (۱۴) بیان داشتند که در انتخاب روش آبیاری، قیمیت نهاده آب و نحوه استفاده آن دارای اهمیت است. حال اگر هزینه نهاده‌های تولید انگور در سیستم‌های مختلف آبیاری تقریباً ثابت و فقط هزینه نهاده آب و متعاقباً میزان مصرف آب عامل مقایسه باشد بر اساس نتایج ارزیابی کارایی اقتصادی مندرج در جدول ۴، ۵ و ۶ می‌توان چنین نتیجه گرفت که سیستم آبیاری زیرسطحی سفالی از بهره‌وری بهتری نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی برخوردار خواهد بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های برگ، خوشه و عملکرد گیاه انگور در آزمون T-test مستقل در دو روش آبیاری

Table 3- The mean comparison of leaf, grapes and yield properties in grape plant with T-Test at two method irrigation

Irrigation system	برگ (Leaf)		خوشه انگور (Grapes)			عملکرد محصول Yield ($Ton.ha^{-1}$)	مصرف آب Water consumption ($M^3.ha^{-1}$)	کارایی مصرف آب WUE ($Kg.M^{-3}$)
	رطوبت نسبی (٪) Moisture content (%)	کلروفیل chlorophyl	وزن weight (g)	طول Length (cm)	مواد جامد محلول S.L.T ($g.l^{-1}$)			
قطره‌ای (Driper)	76.19 ns (0.33)	0.023 ns (0.61)	31.74 ns (0.71)	16.23 ns (0.19)	9.95 ns (0.82)	14.8 ns (0.95)	6668	2.22
کپسول رسی (Clay capsule)	78.61 ns (0.33)	0.025 ns (0.61)	34.31 ns (0.7)	19.55 (0.19)	8.5 ns (0.82)	14.2 ns (0.95)	4050	3.50

ns معنی‌دار نبودن فرض برابری میانگین‌ها در سطح آماری ۵ درصد را نشان می‌دهد.

The meaning of "ns" is not significantly different ($P<0.05$)

عدد داخل ()،نشاندهنده‌ی مقدار P-value است.

Amount of data into () is equal to p-value.

جدول ٤- سود تولید انگور (دو هکتار) در دو روش آبیاری

Table 4- Benefit of grape production in two irrigation methods

سیستم آبیاری (Irrigation system)	عملکرد تن در هکتار Yield ($ton.ha^{-1}$)	قیمت هر کیلوگرم انگور (ریال) Grape price of per Kg (Rials)	درآمد (میلیون ریال) Income (million Rials)		هزینه هر مترمکعب آب (ریال) Water cost of per M^3	میزان مصرف آب (متر مکعب) (water consumption)		سود (میلیون ریال) Benefit (Rials)
			یک هکتار (ha)	دو هکتار (2 ha)		یک هکتار (ha)	دو هکتار (2 ha)	دو هکتار (2 ha)
قطره‌ای (Driper)	14.8	10000	148	296	1000	6668	13336	282.6
کپسول رسی (clay capsule)	14.2	10000	142	284	1000	4050	8100	275.9

از دیدگاه تحلیل کارایی اقتصادی می‌توان چنین استنباط نمود که روش آبیاری قطره‌ای سطحی با اتلاف منابع آبی همراه است و از نظر اقتصاد کلان این سیستم با هزینه فرصت (Opportunity Cost) مواجه است و کشور را از بهینه مصرف آب محروم می‌کند (۱۱ و ۱۳).

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که در آبیاری دو هکتار باغ انگور به روش کپسول رسی زیرسطحی بیش از ۵ هزار متر مکعب آب صرفه‌جویی می‌شود (ستون ۸ جدول ۴) اما سود ناشی از تولید انگور آن کم تر از روش قطره‌ای سطحی در همان واحد سطح است (ستون ۱۰ جدول ۴). حال اگر مقدار آب صرفه جویی شده ناشی از روش آبیاری زیرسطحی (۵۰۰۰ مترمکعب)، صرف تولید گندم با عملکرد ۴ تن در یک هکتار (۱۱) شود مجموع سود ناشی از تولید انگور به روش زیرسطحی و گندم از آب صرفه جویی شده بیشتر از روش قطره‌ای سطحی است (ستون آخر جدول ۵). به عبارت دیگر، سود این روش برابر ۳۰۰/۹ میلیون ریال می‌باشد در حالی که سود ناشی از روش قطره‌ای سطحی ۲۸۲/۶ میلیون ریال است. حال اگر مقدار آب صرفه جویی شده به روش زیرسطحی بجای کشت گندم صرف تولید برنج با عملکرد ۵ تن در هکتار شود، مجموع سود ناشی از این روش برابر ۳۹۵/۹ میلیون ریال می‌باشد که ۹۵ میلیون ریال بیش‌تر از سود ناشی از عملکرد انگور و گندم به روش زیر سطحی است (رجوع شود به جدول ۵ و ۶).

جدول ٥- سود تولید انگور و 'گندم در روش آبیاری زیرسطحی سفالی

Table 5- Benefit of grape production and wheat in sub irrigation method with clay capsule

محصول (Crop)	عملکرد (تن در هکتار) Yield ($ton.ha^{-1}$)	قیمت هر کیلوگرم انگور (ریال) Grape price of per Kg ((Rials)	درآمد (میلیون ریال) Income (million Rials)		هزینه هر مترمکعب آب (ریال) Water cost of per M^3	میزان مصرف آب (متر مکعب) (water consumption)		سود (میلیون ریال) Benefit (Rials)	
			یک هکتار	دو هکتار		یک هکتار	دو هکتار	یک هکتار	دو هکتار
انگور (Grape)	14.2	10000	142	284	1000	-	8100	-	275.9
گندم (Wheat)	4	7500	30	-	1000	5000	-	25	-
جمع (Total)						13100		300.9	

آب مازاد صرف تولید گندم شده است.

The excess of water consummated to production of wheat

جدول ٦- سود تولید انگور و برنج در روش آبیاری زیرسطحی سفالی

Table 6- Benefit of grape production and rice in sub irrigation method with clay capsule

محصول (Crop)	عملکرد (تن در هکتار) Yield (ton.ha^{-1})	قیمت هر کیلوگرم انگور (ریال) Grape price of per Kg (Rials)	در آمد (میلیون ریال) Income (million Rials)		هزینه هر مترمکعب آب (ریال) Water cost of per M^3	میزان مصرف آب (متر مکعب) (water consumption)		سود (میلیون ریال) Benefit (Rials)	
			یک هکتار	دو هکتار		یک هکتار	دو هکتار	یک هکتار	دو هکتار
انگور (Grape)	14.2	10000	142	284	1000	-	8100	-	275.9
برنج (Rice)	2.5	50000	125	-	1000	5000	-	120	
جمع (Total)						13100		395.9	

آب مازاد صرف تولید برنج شده است.

The excess of water consummated to production of rice

کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و به علت رشد جمعیت و مصرف بی رویه آب می تواند بحران آب را در آینده نزدیک لمس نماید و لذا لازم است تا راندمان روش‌های تأمین رطوبت مورد نیاز باغات کشور ارتقا یابد و بنا به نتایج این تحقیق نگرشی نوین در گسترش روش بهینه شده کپسول‌های رسی متخلخل نقش به‌سزایی در کاهش مصرف آب خواهد داشت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این تحقیق نشان داد که با تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه انگور، مقادیر وزن و طول خوشه انگور، هم چنین مقدار کلروفیل و رطوبت نسبی برگ تحت تأثیر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی قرار نگرفت. عملکرد محصول در واحد سطح آبیاری قطره‌ای سطحی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی داری با روش آبیاری کپسول رسی زیرسطحی نداشت. در حالی که مقدار آب مصرفی در روش آبیاری زیرسطحی، ۳۹ درصد کم تر از روش قطره‌ای سطحی بود. نتایج این تحقیق نشان داد که کارایی مصرف آب در روش آبیاری کپسول‌های رسی متخلخل زیرسطحی بیش‌تر از روش قطره‌ای سطحی بود، نتیجه کلی این تحقیق آن است که کپسول رسی متخلخل زیرسطحی (G15) توانایی تامین نیاز آبی گیاه انگور را دارد و چون بخش غالب باغ انگور کشور به روش سنتی اداره و آبیاری می‌شود، توسعه این روش علاوه بر افزایش راندمان آبیاری، مقدمات ذخیره آب را فراهم خواهد کرد. بنابراین با لحاظ نمودن ۳۹ درصد صرفه جویی در میزان آب مصرفی می‌توان در نهایت بازده مصرف آب را از طریق زیر کشت بردن زمین برای کشت بیش‌تر و یا سایر محصولات افزایش داد. به نظر می‌رسد بکارگیری توامان این روش در کنار روش کم آبیاری برای تأمین رطوبت مورد نیاز گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک یک راهبرد اصلی و اساسی برای مواجه با تهدید بحران آبی کشور در آینده نزدیک باشد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس بابت در اختیار قرار دادن باغ انگور و خانم مهندس مرضیه رشیدی برای نظارت مستقیم در آبیاری باغ و انجام آزمایش های میدانی و آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1-Azar Pazhuh A., and Zabihi H.R. 2006. Determination of irrigation water duration of grape and it's effect on quantitative and quality of Grapevine and Rasins. The 16nd national congress of Iranian food science and technology, 2-13. (in Persian).

2-Bastani S. 2002. Sub surface irrigation pattern with clay pot tubes. 7th conference of Iranian National Committee on irrigation and Drainage, 26:1-22. (in Persian).

3- Behnia A., and Arab Fard M. 2004. The relationship between discharge and pressure in pitcher irrigation system. Agricultural Sciences and Technology Journal, 19(1):1-12. (in Persian).

4- Anonymous. 2002. Development trend and perspective of pressure irrigation in Iran. Iranian National Committee on irrigation and Drainage. Number report, 73. (in Persian).
5- Anonymous. 2009. Estimating water requirement of plants. Volume 2, Ministry of Agriculture Jihad, Soil and Water research Institute of Iran. (in Persian).
6- Tafazoli A., Hekmati J., and Firoozeh P. 1996. Grape. Shiraz University press, 343 Pp. (in Persian).
7- Jolaini M. 2011. Investigation the Effect of Different Water and Plastic Mulch levels on Yield and Water Use Efficiency of Tomato in Surface and Subsurface Drip Irrigation Method. Journal of Water and Soil, 25(5):1025-1032. (in Persian with English abstract).
8-Jolaini M., and Firoozabadi H.R. 2012. Investigation the Effect of Surface and Subsurface Drip Irrigation Methods and Irrigation Interval on Yield Quality and Quantity of Cotton. Journal of Water and Soil, 26(3):736-742. (in Persian with English abstract).
9- Rabiei V., Talaie A., Peterlonger E., Ebadi A., and Ahmadi A. 2003. Effect of Late Season Deficit Irrigation on Fruit Composition in Grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Merlot. Iranian, J. Agric. Sci. 34(4): 961-968. (in Persian with English abstract).
10- Dolati Baneh H., and Noorjoo A. 2011. Effect of Deficit Irrigation on Quantitative and Quality Traits of Fruit and Water Productivity of Three Grapevine Cultivars. Seed and Plant Production Journal, 27(3):435-450. (in Persian with English abstract).
11- Sepahvand M. 2009. Comparison of water requirement, water productivity, and economic productivity in wheat and canola at west of Iran country. IWRJ, 3(4):63-66. (in Persian).
12- Seeyedian M., and Ghadami FirouzAbadi A. 2002. Evaluation of irrigation systems efficiency and introducing best item in order to increasing irrigation yield on Hamedan province. Management and planning organization, 250 Pp. (in Persian).
13- Shakeri A. 2010. Micro-economic volume 2. Nashr-e-Fann. 549 Pp. (in Persian).
14- Keramatzadeh A., Chizari A.H., and Sharzei G. 2012. The Role of Water Market in Determining the Economic Value of Irrigation Water Through Positive Mathematical Programming (PMP). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research, 42(1):27-43. (in Persian with English abstract).
15-Majdzadeh B., NekooAmal M., and Rahnama B. 2008. Evaluation of clay pot irrigation yield on greenhouse cucumber tree. 2nd national conference of irrigation and drainage network management. (in Persian).
16-Abu-Zreig M.M., Abe Y., and Isoda H. 2006. The auto-regulative capability of pitcher irrigation system. Agricultural Water Management, 85 (3):272–278.
17-Bainbridge D.A. 2001. Buried clay pot irrigation a little known but a very efficient traditional method of irrigation. Agriculture Water Management (48): 79-88.
18-Bainbridge D.A. 2002. Alternative Irrigation Systems for Arid Land Restoration. Ecological Restoration, 20 (1).
19-Chaves M.M., Santos T.P., Souza C.R., Ortun M.F., Rodrigues M.L., Lopes C.M., Maroco J.P., and Pereira J.S. 2007. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. Ann Appl Biol, 150: 237–252.
20-Du Y.P., Wang Z.S., Sun Q.H., Zhai H., and Wang Z.Y. 2008. Evaluation on grape phylloxera resistance in several grape varieties and rootstocks. Acta Entomol. Sci., 51, 33-39.
21-Lgbadun H.E., and Barnabas J. 2013. Hydraulic charasteristics of porous clay pipes for subsurface irrigation. Pacefic Journal of Science and Technology, 14(1):40-47.
22-Matthews M.A., and Nuzzo V. 2007. Berry size and yield paradigms on grapes and wines quality. Acta Horticulturae, 754: 423–435.
23-Oldemyer R.K., Erichsen A.W., and suzuki A. 1977. Effects of harvest date on performance of sugar beet hybrids. J . Am . Soc . sugar beet Technol, 19 : 294-306.
24-Schultz H.R. and Stoll. M. 2010. Some critical issues in environmental physiology of grapevines:future challenges and current limitations. Australian Journal of Grape and Wine Research, 16, 4–24.
25-Schultz H.R. 1996. Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. Acta Horticulturae, 427: 251–266.
26-Shelli K.C. 2006. Vine and Berry Response of Merlot (Vitis vinifera L.) to Differential Water Stress. Am. J. Enol. Vitic, 57(4):514-18.
27-Siyal A.A., Siyal A.G., and Hasini M.Y. 2011. Crop production and water use efficiency under subsurface porous clay pipe irrigation. Pak. J. Agri. Engg, 27 (1):39-50.
28-Siyal A.A., and Skaggs T.H. 2009. Measured and simulated soil wetting patterns under porous clay pipe sub-surface irrigation. Agricultural Water Management, 96(6):893-904.
29-Vasudevan P., Thapliyal A., Sen P.K., Dastidar M.G., and Davis P. 2011. Buried clay pot efficient and controlled water delivery. Journal of Scientific and industrial Research, 70: 645-652.

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 1, Mar.-Apr. 2015, p. 58-66

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، فروردین –اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۶۶-۵۸

Effect of Subsurface Irrigation with Porous Clay Capsules on Quantitative and Quality of Grape Plant

H. Ghorbani Vaghei[1*]- H.A. Bahrami[2]- R. Mazhari[3] - A. Heshmatpour[4]

Received: 17-11-2013
Accepted: 17-10-2014

Introduction: Maintaining soil moisture content at about field capacity and reducing water loss in near root zone plays a key role for developing soil and water management programs. Clay pot or porous pipe is a traditional sub-irrigation method and is ideal for many farms in the world's dry land with small and medium sized farms and gardens and is still used limitedly in dry lands of India, Iran, Pakistan, the Middle East, and Latin-America. Clay capsule is one of porous pipes in sub irrigation that is able to release water in near root zone with self- regulative capacity. Watering occurs only in amounts that the plants actually need (this amount is equal to field capacity) and released water in near root zone without electricity or use of an automatic dispenser.

Materials and Methods: A study was carried out in 2013 on the experimental field of agriculture faculty of Tarbiat Modares University, to study the effect of two irrigation types on qualitative and quantitative characters in grape production (Vitis vinifera L.). In order to provide the water requirement of grape plant were used porous clay capsules for sub irrigation with height and diameter of 12 cm and 3.5 cm and dripper with Neta film type for drip irrigation, respectively. Porous clay capsules provided from soil science group at Tarbiat Modares University. In this research, the volume of water delivered to grape plants during entire growth period in two different irrigation methods was measured separately with water-meters installed at all laterals. The water consumption, yield production and water use efficiency were evaluated and compared in two drip and porous clay irrigation systems at veraison phonological stages. In the veraison stages, cluster weight, cluster length, solid solution and pH content were measured in grape fruits. Leaf chlorophyll content and leaf water content were also measured in two irrigation systems.

Results and Discussion: The results of fruit quality characteristics showed that cluster weight, cluster length, solid solution and pH content has not significant different at 5% level in two system irrigation. Also, the foliar analysis showed that chlorophyll content and relative humidity of leaf has not been affected in two irrigation systems. Meanwhile, irrigation types were significantly effect on water consumption and water use efficiency. The average water consumption and yield production with buried clay capsules and drip irrigation methods on grapevine plant were 4050 and 6668 M3.ha-1 and 14.2 and 14.8 Ton.ha-1 respectively. The reducing water consumption with buried clay capsules irrigation method in related to drip irrigation was 39% on grapevine plants. Meanwhile, the average yield production with buried clay capsules and drip irrigation methods on grapevine plant was 14.2 and 14.8 Ton.ha-1 respectively. Also, the statistics analysis show that the yield and component yield have not significant different at 5% level in the surface and subsurface irrigation. According to the water consumption and yield production, using buried porous clay capsules created a better water use efficiency than drip irrigation method. In other words, Iran has been localized at arid and semi arid and have huge water consumption in agriculture, and therefore it is necessary to optimize water consumption especially in agriculture using new technology. According to the results of this research, using buried porous clay capsules is recommended in order to optimize water consumption for grape plants in different place in arid and semi-arid regions of Iran.

Conclusion: The purpose of an efficient irrigation system is to apply the water in such a way that the largest fraction thereof is available for beneficial use by the plant. According to the experimental results reported here, it could be concluded that the reducing water consumption with buried clay capsules irrigation method in related to drip irrigation was 39% on grapevine plants. Meanwhile, the average yield production with buried clay capsules and drip irrigation methods on grapevine plant was 14.2 and 14.8 Ton.ha^{-1} respectively. Also, the statistics analysis show that the yield and component yield have not significant different at 5% level in the surface and subsurface irrigation. The final result, it could be concluded that the porous clay capsules have a good ability to

1 - Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Gonbad University, Gonbad Kavous, Iran
(*- Corresponding Author Email: ghorbani169@yahoo.com)
2 - Associate Professor, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3, 4- Assistant Professors, Faculty of Agriculture, Gonbad University, Gonbad Kavous, Iran

providing water requirement of grape plant. The grape irrigation in huge area of Iran is doing with a traditional method and the authors of this work believe that porous clay capsules have a high water saving potential and good capability for irrigation of various types of crops.

Keywords: Grape plant, Porous pipe, Soil moisture, Water use efficiency, Yield