

اثر تغییر آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای بر آب مصرفی، کارایی مصرف آب و برخی صفات رشدی بوته‌های انگور بیدانه سفید

سجاد قاصدی یولقونلو*^۱، حمید زارع ایبانه^۲، محمد علی نجانیان^۳، روح‌اله کریمی^۴، معصومه ملکی^۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۱

۱- دانشجوی دکتری، گروه به‌زراعی، پژوهشکده انگور و کشمش، دانشگاه ملایر

۲- استاد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

۳- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی - باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

۴- استادیار، گروه مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

۵- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ملایر

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sajadghasedi@yahoo.com

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر تغییر شیوه آبیاری از جویچه‌ای به قطره‌ای روی رشد طولی شاخه‌ها، کارایی مصرف آب و عمق توسعه ریشه، در تاک‌های رقم بیدانه سفید، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. این تحقیق در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ و در شهرستان ملایر صورت گرفت. تیمارهای آبیاری شامل: آبیاری جویچه‌ای (I₁)، آبیاری قطره‌ای به‌همراه جویچه‌ای (I₂)، بابلر (I₃)، قطره‌ای ۱-سه قطره‌چکان/بوته- (I₄)، ترکیب قطره‌ای سطحی و زیر سطحی (I₅)، قطره‌ای ۲-پنج قطره‌چکان/بوته- (I₆) و قطره‌ای ۳-هشت قطره‌چکان/بوته- (I₇) بود. نتایج نشان داد تاک‌هایی که به‌صورت قطره‌ای آبیاری شده بودند از نظر طول شاخه، سطح برگ و مصرف آب کاهش معنی‌داری نسبت به آبیاری جویچه‌ای داشتند. به‌طوری‌که میانگین پارامترهای اشاره شده در طول دوره آزمایش برای آبیاری جویچه‌ای (I₁) طول شاخه ۱۳۳ سانتی‌متر، سطح برگ ۱۱/۱ متر مربع در تاک و حجم آب مصرفی ۵۳۷۵ متر مکعب در هکتار بوده و در تیمارهای قطره‌ای این پارامترها به‌ترتیب ۱۲۱، ۶/۵ و ۳۶۲۵ بدست آمد، هم‌چنین بین پارامترهای اشاره شده همبستگی مثبت وجود داشت. نتایج نشان داد که تیمارهای آبیاری I₆ و I₇ به‌ترتیب با ۳۱ و ۲۹ تن در هکتار نسبت به آبیاری جویچه‌ای با ۲۴ تن در هکتار، عملکرد بیشتری را به خود اختصاص داده بودند، در حالی‌که سایر تیمارهای قطره‌ای عملکرد کمتری نسبت به تیمار جویچه‌ای داشتند. از نظر کارایی مصرف آب شیوه آبیاری I₆ با ۱۰/۳ و آبیاری I₁ با ۴/۹ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی، به‌ترتیب بیشترین و کمترین کارایی را در سال دوم داشتند. توصیه می‌شود که در تغییر شیوه آبیاری تاک‌های مسن از جویچه‌ای به قطره‌ای، برای استفاده بهینه از منابع آب، از شیوه آبیاری قطره‌ای ۲ (I₆) با پنج قطره‌چکان در بوته استفاده شود. در انتهای آزمایش نمونه برداری‌های انجام شده از ریشه تاک نشان داد که شیوه‌های آبیاری قطره‌ای باعث سطحی شدن ریشه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: رطوبت خاک، ریشه، سطح برگ، شاخه، محتوی آب نسبی

Effect of Converting Furrow Irrigation to Drip on Water Consumption, WUE and Growth Traits of Sultana Grapevine

S Ghasedi yulghonolou^{*1}, H Zare Abyaneh², MA Nejatian³, R Karimi⁴, M Maleki⁵

Received: 19 June 2017

Accepted: 31 January 2019

¹Ph.D. Student, Agronomy Dept., Institute of Grapes and Raisins, Malayer University, Iran

²Prof., Irrigation and Drainage Dept., Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Iran

³Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran

⁴Assist. Prof., Green Space Engineering Dept., Faculty of Agriculture, Malayer University, Iran

⁵Assist. Prof., Biology Dept., Faculty of Sciences, Malayer University, Iran

*Corresponding author, Email: sajadghasedi@yahoo.com

Abstract

In order to evaluate the effect of switching the furrow to drip irrigation methods on stem length, water used efficiency (WUE) and depth of root zone of Sultana grapevines, an experiment was conducted based on a randomized complete block design with four replicates in 2015-2016 growing season in Malayer, Iran. Treatments were: furrow irrigation (I1), combination of drip and furrow irrigation system (drip-furrow) (I2), bubbler irrigation (I3), drip 1: three dripper/plant (I4), surface-subsurface drip irrigation (I5), drip 2: five dripper/plant (I6) and drip 3: -eight dripper/plant (I7). The results showed that the drip irrigation caused significant decrease in the shoot length, leaf area and water consumption compared to the furrow irrigation. In the same order, the average of the mentioned parameters for furrow irrigation were 133 cm, 11.1 m²/vine and 5337m³/ha respectively, and for the drip irrigation, 121 cm, 6.5 m²/vine and 3625 m³/ha. These results indicated that there was positive correlations (R²) between the mentioned parameters. The treatments I6 and I7 had a yield of 31 and 29 ton/ha respectively, exceeding the furrow irrigation with yield 24 ton/ha. However, the other drip irrigation treatments showed less yield than furrow irrigation. The maximum WUE was evidenced by I6 treatment (10.3 kg/m³) and the minimum by furrow irrigation (4.9 kg/m³). The results showed that I6 with five dripper/plant, was the most efficient treatment, so it was considered an appropriate irrigation method to change from furrow to drip irrigation. At the end of the experiment, samples were taken from the vine roots revealing that the drip irrigation systems caused shallow roots.

Key word: Leaf area, Root, RWC, Soil moisture, Stem.

مقدمه

(گودوین ۱۹۹۵). ریشه‌های تاک افشان بوده و در داخل خاک به صورت عمودی و افقی پراکنده است (ریچارد ۱۹۸۳). اغلب تاکستان‌های ایران به روش جویچه‌ای^۱ آبیاری می‌شوند که از راندمان پایینی برخوردارند (عباسی و شینی‌دشتگل ۱۳۹۵). این درحالی است که منابع آبی کشور محدود و در حال کاهش می‌باشد و برای دوری از بروز تنش کم آبی، استفاده

کشور ایران یکی از مراکز عمده پرورش تاک و تولید انگور در دنیا است که از نظر ارزش تغذیه اهمیت بالایی دارد (تفضلی و همکاران ۱۳۷۳). انگور با نام علمی *Vitis Vinifera L.* نیاز آبی چندان بالایی ندارد و به تنش کم آبی مقاوم می‌باشد (اثنا عشری و همکاران ۱۳۸۶). تاک درختچه‌ای بالا رونده است که رشد طولی شاخه‌های آن بعد از جوانه‌زنی شروع، در زمان گلدهی بیشینه و با شروع مرحله رسیدگی متوقف می‌گردد

¹ Furrow irrigation

گیاه به‌واسطه کاهش رشد شاخه‌ها و سطح برگ است (استول و همکاران ۲۰۰۰، گمز دکامپو و همکاران ۲۰۰۲). تغییر شیوه آبیاری از جویچه‌ای به قطره‌ای ممکن است باعث بروز تنش خشکی در تاک شود که یک عامل محدودکننده مهم در رشد گیاهان است (جونز و کرلت ۱۹۹۲). از ویژگی‌های برخی گیاهان مانند ماش و تاک در شرایط کم‌آبی افزایش ضخامت برگ گیاه است که موجب تجمع کلروفیل در واحد سطح برگ و به‌تبع افزایش فتوسنتز می‌باشد (قاصدی و هادی ۱۳۹۲، طلایی و همکاران ۱۳۹۰). آبیاری قطره‌ای باعث کاهش ۱۶ درصدی عملکرد تاک نسبت به آبیاری جویچه‌ای شد (اسمارت و همکاران ۱۹۷۴)، درحالی که پکوک و همکاران (۱۹۷۷) سه شیوه آبیاری قطره‌ای، بارانی و غرقابی را روی بوته‌های انگور ارزیابی کردند. نتایج نشان داد بین شیوه‌های آبیاری از نظر عملکرد تفاوتی وجود نداشت. آروجو و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که آبیاری قطره‌ای باعث سطحی شدن ریشه تاک نسبت به آبیاری جویچه‌ای می‌گردد. تغییر سیستم ریشه انگور در اثر تغییر شیوه آبیاری بارانی به قطره‌ای در طول یک فصل زراعی چشم‌گیر نمی‌باشد، اما بعد از پنج فصل، چگالی ریشه در زیر قطره‌چکان‌ها بیشتر شد (سوار و لاویس ۲۰۰۷). اگرچه ریشه‌های انگور در اثر آبیاری قطره‌ای محدود می‌شوند اما این فرایند بر کمیت عملکرد تأثیری نداشت (گولدرگ و همکاران ۱۹۷۱).

هدف اصلی این پژوهش ارزیابی اثر تغییر آبیاری جویچه‌ای به شیوه‌های آبیاری قطره‌ای بر رشد طولی شاخه، سطح برگ، توزیع ریشه و عملکرد بود و باتوجه به کارایی مصرف آب مناسب‌ترین سیستم آبیاری انتخاب گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی ۹۴-۹۳ (سال اول) و ۹۵-۹۴ (سال دوم) در یکی از باغات نمونه شهرستان ملایر استان همدان در مختصات جغرافیایی $34^{\circ}17'$ شمالی و $48^{\circ}49'$ شرقی با ارتفاع ۱۷۷۰ متر از سطح

مناسب از آب باید مورد توجه قرار گیرد (گلستانی‌کرمانی و همکاران ۱۳۸۹). یکی از راهکارهای مقابله با کم‌آبی، بهبود کارایی مصرف آب با اجرای شیوه‌های نوین آبیاری می‌باشد (قربانی و شهبازیان‌فرد ۱۳۹۶). آبیاری قطره‌ای یکی از شیوه‌های نوین آبیاری است که آب از طریق روزنه یا قطره‌چکان در پای بوته‌ها تخلیه می‌گردد (علیزاده ۱۳۹۰). مزایای آبیاری قطره‌ای برای تاک‌داران علی‌رغم تغییر الگوی پراکنش ریشه و اثر منفی آن در رشد بوته‌ها به‌واسطه تغییر روش آبیاری، کاملاً واضح است (سایمن و لمبارچ ۱۹۹۵). به‌عبارتی دیگر یکی از نتایج نامطلوب تغییر پراکنش ریشه‌های تاک در اثر تغییر روش آبیاری، می‌تواند کاهش جذب آب و مدیریت آن باشد (مورنگ و کلیور ۱۹۹۴). سیستم ریشه تاک‌ها در روش جویچه‌ای گسترده است که با اجرای آبیاری قطره‌ای بخشی از خاک خشک و ریشه‌های آن غیر فعال می‌گردد. در این صورت مشابه آبیاری بخشی ریشه^۱ (PRD) تاک‌ها ممکن دچار تنش کم‌آبی، کاهش رشد و عملکرد شوند (سوار و لاویس ۲۰۰۷). تغییر شیوه آبیاری انگور رقم مرلوت از غرقابی به قطره‌ای باعث کاهش طول شاخه و سطح برگ در دو سال اول آزمایش گردید؛ اما مقدار محصول فقط در سال اول کاهش یافت (بوون و همکاران ۲۰۱۲). طبق گزارش ونزیل و هوشتن (۱۹۸۸) آبیاری قطره‌ای باعث کاهش وزن شاخه‌های هرس شده تاک‌ها نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای و میکروجت گردید. داویس و زانگ (۱۹۹۱) نشان دادند که روش آبیاری PRD، باعث کاهش رشد شاخه‌ها و عدم تغییر در محتوی آب شاخه و برگ‌های تاک گردید که نتیجه آن ایجاد تعادل بین رشد رویشی و زایشی از طریق کنترل رشد رویشی است. در روش آبیاری PRD گیاه با افزایش هورمون آبسزیک اسید، میزان تعرق را از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای کنترل می‌نماید که نتیجه آن افزایش کیفیت عملکرد به‌دلیل نفوذ نور بیشتر در تاج

¹ Partial root-zone drying

عملکرد تاک‌های ۱۴ ساله به فرم رشد خزنده رقم بیدانه سفید، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و هر واحد آزمایشی دارای ۶-۳ بوته با آرایش دو در چهار متر انجام شد. تاک‌های آزمایش قبلا به صورت جویچه‌ای آبیاری می‌شدند. تیمارهای آبیاری در سال اول شامل پنج تیمار آبیاری جویچه‌ای (I1)، آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای (I2)، بابلر (I3)، قطره‌ای ۱ (I4) و ترکیب قطره‌ای سطحی و زیر سطحی (I5) بود. به همین ترتیب در سال دوم با توجه به نتایج سال اول تیمارهای آبیاری جویچه‌ای (I1)، آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای (I2)، بابلر (I3)، قطره‌ای ۱ (I4) و قطره‌ای ۲ (I6) و قطره‌ای ۳ (I7) اعمال شد. بدین ترتیب تیمار آبیاری I5، به دلیل آسیب دیدگی طی عملیات خاک‌ورزی در سال اول و افزایش علف‌های هرز در زیر تاج تاک‌ها، حذف و تیمارهای آبیاری I6 و I7 جایگزین شدند. جدول ۱ برخی ویژگی‌های تیمارهای آبیاری را نشان می‌دهد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیوه‌های آبیاری.

تیمار	تعداد لترال (در هر ردیف)	فاصله قطره‌چکان (cm)	تعداد قطره‌چکان (برای هر بوته)	دبی قطره‌چکان (L/h)	تعداد آبیاری (سال اول)	تعداد آبیاری (سال دوم)	حجم هر آبیاری (m ² /ha)
I1	-	-	-	-	۵	۵	۹۸۱
I2	۱	۶۵	۳	۸	۱۳	۹	۱۸۳
I3	۱	۲۰۰	۱	۱۰۰	۱۴	۱۲	۲۷۰
I4	۱	۶۵	۳	۸	۱۷	۱۲	۱۸۰
I5	۱	۶۵	۵	۸	۱۷	-	۲۵۳
I6	۱	۵۰	۵-۴	۸	-	۱۲	۲۵۳
I7	۲	۵۰	۸	۸	-	۱۰	۴۴۲

جویچه‌ای (I1)، قطره‌ای به همراه جویچه‌ای (I2)، بابلر (I3)، قطره‌ای ۱ (I4)، قطره‌ای سطحی و زیر سطحی (I5)، قطره‌ای ۲ (I6)، قطره‌ای ۳ (I7).

هکتار می‌باشد که برای تامین آب تاک‌ها سیستم‌های آبیاری فوق طراحی گردید.

تحقیقات نشان داده است که در شرایط تغییر شیوه آبیاری تاک‌ها از سطحی به قطره‌ای دارای بافت خاک لوم رسی، برای اجتناب تنش شدید، بهتر است از تعداد قطره‌چکان‌های بیشتری با دبی بالا از جمله ۸ الی ۴ لیتر در ساعت یا از آبیاری بابلر استفاده گردد؛ زیرا

دریا انجام شد. آب و هوای منطقه نیمه خشک، میانگین دمای سالانه و بارندگی آن در بازه ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۴ میلادی به ترتیب ۱۳/۲ درجه سلسیوس و ۳۴۵ میلی‌متر (بی‌نام ۱۳۹۶) بود. قبل از شروع آزمایش از سه لایه ۳۰-۰، ۳۱-۶۰ و ۶۱-۹۰ سانتی‌متری خاک تعدادی نمونه خاک و تعدادی نمونه آب آبیاری برداشت و برای تعیین برخی ویژگی‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. بافت به روش هیدرومتری، چگالی ظاهری به روش سیلندر، هدایت الکتریکی عصاه اشباع (ECe) به روش EC متر مدل Atron، مقادیر رطوبت در مکش‌های ۰/۳۳ و ۱۵ بار به وسیله دستگاه صفحات فشاری تعیین شد. همچنین مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک به ترتیب از روش‌های کجلال، السن و فلیم فتومتر، بی‌کربنات و کلراید به روش تیتراسیون اندازه‌گیری گردید.

به منظور بررسی اثر تغییر روش آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای، روی برخی صفات رشدی و

طراحی و اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار براساس اصول علمی (علیزاده ۱۳۹۰) انجام گردید. میزان نیاز آبی تاکستانی با پوشش تاج ۱۰۰٪ براساس روش محاسباتی فائو-پنمن-مانتیث (FAO-PM) برای منطقه ملایر در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور به ترتیب ۲۱۰، ۱۲۷۰، ۱۳۴۰، ۱۲۶۰ و ۵۰۰ مترمکعب در هکتار و در مجموع ۴۵۸۰ مترمکعب آب در

جوی قرار داشت. دور آبیاری براساس عرف منطقه ۲۱ روز از مرحله گلدهی تا رسیدگی و حجم آبیاری آن براساس رابطه ۱ (SMD) معادل ۹۷۵ مترمکعب در هکتار محاسبه گردید. دبی اختصاصی به هر جویچه ۱/۸ لیتر در ثانیه بود. همچنین عمق دسترسی به آب‌های زیر زمینی در این تاکستان بیش از ۲۰ متر می‌باشد. در تیمار آبیاری I₂ علاوه بر انجام آبیاری قطره‌ای، دو نوبت آبیاری سطحی در ابتدای زمستان و اوایل تابستان، به مقدار ۹۷۵ مترمکعب در هکتار صورت گرفت. کنترل مقدار آب اختصاصی به تیمارهای I₂، تا I₇، به روش حجم‌سنجی توسط کنتور با دقت ۰/۱ لیتر انجام شد.

در زمان اجرای طرح برای کنترل برخی علف‌های هرز مشاهداتی از جمله توق، سس، تاج خروس و خانواده گرامینه، روش مبارزه مکانیکی در هر دو هفته یکبار به‌کار گرفته شد. برای کاهش تراکم علف هرز قیاق هم در اوایل فصل رشد از کنترل مکانیکی و علف‌کش تماسی پاراکوات پنج لیتر در هکتار و در اواخر فصل رشد از علف‌کش سیستمیک رانداپ پنج لیتر در هکتار استفاده شد. به‌دلیل آلوده بودن خاک محل آزمایش به آفت زنجره، در اوایل تیر ماه هر سال حشره‌کش کنفیدر به‌صورت محلول ۰/۵ در هزار به‌همراه آب آبیاری به‌کار گرفته شد. باتوجه به نتایج آزمایش خاک، برای تامین نیاز کودی، در سال زراعی اول و قبل از شروع دوره رشد ۵۰ تن در هکتار کود دامی (گاوی) پوسیده در داخل جوی‌ها پخش شد. به‌علاوه مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سولفات پتاسیم به‌صورت چال‌کود داخل جوی برای هر بوته منظور گردید. برای اطمینان از رشد رویشی

ریشه این تاک‌ها گسترده بوده و عمق زیادی دارد (تایل و همکاران ۲۰۰۸، نیکان‌فر و رضایی ۱۳۹۴). از طرفی کشاورزان از احداث آبیاری قطره‌ای در تاکستان‌های مسن واهمه داشته و از شیوه‌های آبیاری قطره‌ای با تعداد قطره‌چکان و دبی پایین استقبال نمی‌کنند. علت تفاوت در تعداد نوبت‌های آبیاری لحاظ نقصان رطوبت خاک در تعیین زمان مجدد آبیاری و گرمتر بودن دمای هوا در سال اول بود. قطره‌چکان‌های مورد استفاده نتافیم^۱ هشت لیتری بود. در تیمار ترکیب آبیاری سطحی و زیر سطحی (I₅) علاوه بر اختصاص سه قطره‌چکان سطحی، دو قطره‌چکان زیر سطحی با آبدهی هشت لیتر در ساعت از طریق انشعاب اسپاگتی در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک برای هر تاک نصب گردید. مقدار آب مورد نیاز تیمارهای قطره‌ای به‌روش نقصان رطوبت خاک^۲ (SMD) براساس تخلیه ۶۰-۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک ناحیه ریشه به‌طریق وزنی مطابق رابطه ۱ بود (میبورگ ۲۰۰۳).

$$SMD = (\theta_{fc} - \theta_{ir}) \rho_b \times D_z$$

[۱]

که در آن SMD نقصان رطوبت خاک (میلی‌متر)، θ_{fc} رطوبت وزنی در ظرفیت مزرعه (درصد)، θ_{ir} رطوبت وزنی قبل از انجام آبیاری (درصد)، ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) و D_z عمق توسعه ریشه (میلی‌متر) می‌باشد. بدین ترتیب مقدار آب آبیاری پس از محاسبه SMD و لحاظ راندمان آبیاری ۹۰ درصد برای قطره‌ای، ۸۰ درصد برای بابلر و آبشویی ۱۰ درصد برای همه تیمارهای آبیاری تحت فشار اعمال شده (لی ۱۹۹۴) و راندمان آبیاری برای جویچه‌ای (I_i) هم ۵۰ درصد در نظر گرفته شد (نیکان‌فر و رضایی ۱۳۹۴). در آبیاری جویچه‌ای، یعنی تیمار I₁، عرض جویچه‌ها ۱ متر و عرض پشته‌ها ۳ متر بود که برای هر پشته یک ردیف تاک در لبه منتهی به

¹ Netafim

² Soil moisture deficit

یک از تیمارهای آبیاری از نسبت عملکرد به مقدار آب مصرفی در واحد سطح زراعی به دست آمد. ارزیابی وزن خشک ریشه در پایان سال زراعی دوم با برداشت ۶ نمونه عرضی شامل ۴ نمونه از محل بوته تا ۱۲۰ سانتی متری جویچه و دو نمونه از محل بوته تا ۱۰۰ سانتی متری پشته در دو لایه ۱۵-۳۵ و ۶۰-۴۰ سانتی متر انجام شد. وزن خشک ریشه‌ها پس از جداسازی آن‌ها از خاک و قرار دادن به مدت ۴۸ ساعت در گرمخانه ۷۵ درجه اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین داده‌های آزمایش با آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد پس از تجزیه واریانس داده‌ها در نرم‌افزار Minitab 17 صورت گرفت.

نتایج و بحث

در جدول ۲ ویژگی‌های شیمیایی و برخی ویژگی‌های رطوبتی خاک در سه لایه عمقی آمده است. مطابق نتایج بافت خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری متوسط و در لایه ۹۰-۶۱ سانتی متری نسبتاً سنگین می‌باشد که می‌تواند یکی از موانع توسعه عمقی ریشه باشد. هدایت الکتریکی خاک کمتر از ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر است که نشان‌دهنده عدم محدودیت برای کشاورزی است (خواجه‌پور ۱۳۹۳). مقدار بی‌کربنات خاک بیش از حد مجاز توصیه شده برای خاک‌های کشاورزی (کمتر از ۲ میلی‌مولار) است که موجب عدم جذب برخی عناصر غذایی مانند فسفر می‌شود (والدز اگویار و رید ۲۰۱۰).

مناسب نیز مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک در سه نوبت قبل از گلدهی، بعد از گلدهی و قبل از شروع رسیدگی به صورت کود آبیاری مصرف شد. در سال زراعی دوم نیز براساس آزمایش خاک مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود NPK (نیترژن ۲۰٪- فسفر ۲۰٪- پتاسیم ۲۰٪) در دو نوبت به وسیله تانک کود به خاک اضافه گردید.

طول شاخه‌ها با انتخاب تصادفی سه شاخه از هر تکرار و از قسمت‌های بیرونی تاج تاک‌ها، در فاصله زمانی گل‌دهی تا شروع رسیدگی طی چهار نوبت (هر ۱۵ روز یکبار) اندازه‌گیری شد. سطح برگ تاک‌ها^۱ (LA) در مرحله شروع رسیدگی، از نمونه‌برداری سه برگ بالغ از هر تکرار و توزین آن‌ها تعیین شد (کریمی و سدیک ۱۹۹۱) سپس تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی هر تاک بعد از خزان، شمارش و با اندازه‌گیری فاصله میان‌گره‌ها سطح برگ در تاک مشخص گردید.

با شروع مرحله رسیدگی، از هر تکرار دو برگ تازه توسعه یافته در اواسط روز و قبل از انجام آبیاری برداشت و با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، توزین شدند (FW). هر نمونه در آب مقطر چهار درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت آماس و پس از خشک نمودن آن‌ها با دستمال کاغذی مجدداً وزن شدند (TW). آن‌گاه نمونه‌ها بعد از ۴۸ ساعت ماندگاری در گرمخانه ۷۵ درجه توزین شده (DW) و مقادیر محتوی آب نسبی برگ‌ها^۲ (RWC) از رابطه ۲ برآورد شد (گنزالز و گنزالز ویدا ۲۰۰۳).

$$RWC = [(FW - DW) / (TW - DW)] \quad [2]$$

در انتهای هر سال زراعی (شهریور ماه) برای بدست آوردن عملکرد، خوشه‌های انگور تکرارهای مختلف با حذف اثر حاشیه برداشت شد. پس از تعیین عملکرد انگور مقادیر کارایی مصرف آب^۳ (WUE) در هر

¹ Leaf area

² Relative water content

³ Water use efficiency

جدول ۲- ویژگی‌های خاک مزرعه در سه عمق

لایه (cm)	بافت (--)	شدن سیلت رس	هدایت الکتریکی (ds m ⁻¹)	بی‌کربنات نیتروژن (mg L ⁻¹)	فسفر پتاسیم (mg kg ⁻¹)	چگالی ظاهری خاک (g cm ⁻³)	رطوبت وزنی (%)
۳۰-۰	لوم	۴۳/۵ ۴۶ ۱۰/۵	۰/۷	۳	۵/۶ ۲۲۰	۱/۴	۲۳
۶۰-۳۰	لوم	۲۹/۵ ۳۸ ۲۲/۵	۰/۶	۳	۵/۷ ۲۳۵	۱/۴	۲۴
۹۰-۶۰	لوم رسی	۴۳/۵ ۲۶ ۳۰/۵	۰/۷	۳	۵/۷ ۲۳۴	۱/۴	۲۵

حد مجاز نیتروژن و فسفر خاک به ترتیب ۱/۷ درصد و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که نشان‌دهنده کمبود این دو عنصر بوده و بایستی از طریق مصرف کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل و کود دامی تامین گردد. وضعیت کیفی آب آبیاری نیز براساس مقدار pH ۷/۱۲، هدایت الکتریکی ۰/۶ میلی‌زیمنس بر متر، مقادیر یون کلراید و بی‌کربنات به ترتیب ۱/۹۸ و ۲/۴ میلی‌گرم در لیتر مناسب ارزیابی شد (مجللی ۱۳۷۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها به صورت ساده شامل سال‌های آزمایش و به صورت تجزیه واریانس مرکب در جدول ۳ آمده است. لازم به ذکر است در سال دوم تیمار I5 به دلیل آسیب‌پذیری در زمان شخم و رشد بیش از حد علف‌های هرز در زیر تاج تاک‌ها حذف و دو تیمار I6 و I7 جایگزین شدند. لذا در تجزیه واریانس مرکب تیمارهای فوق به دلیل داده‌برداری یک‌ساله انجام نگرفت.

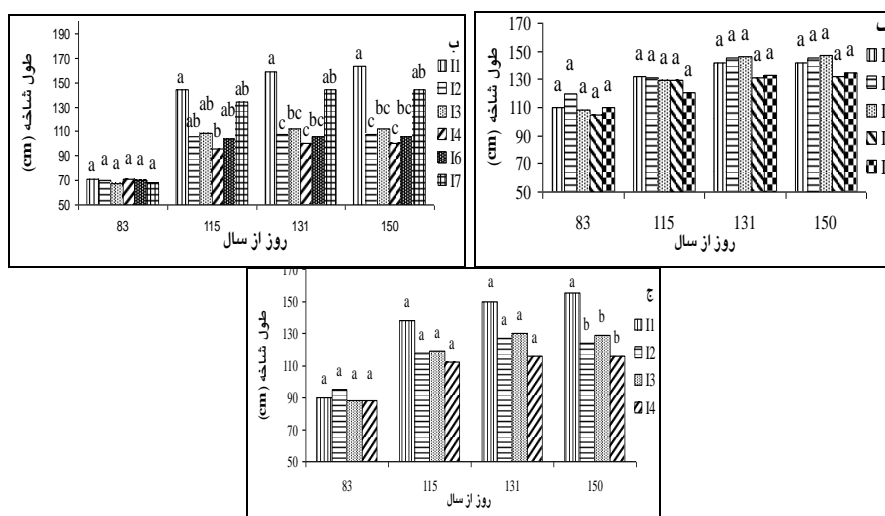
جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در مدت آزمایش

سال	منبع تغییرات	درجه آزادی	طول شاخه	سطح برگ در بوته	RWC	حجم آبیاری	عملکرد	WUE
اول	بلوک	۳	۳۹۴	۹	۴۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۹
	آبیاری	۴	۷۴۸	۱	۲	۱۴**	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲**
	خطا	۱۲	۲۳۸	۲۴	۷۸	۰/۱۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱
	C.V	-	۹	۲۹	۶	۲	۶	۱
دوم	بلوک	۳	۴۱۸۷**	۱۸	۴۴	۰/۰۰۰۰۱	۱۲۳	۱۱
	آبیاری	۵	۱۲۰۷۶**	۳۱۸**	۴۵	۱۵**	۱۰۳۳**	۱۸۱**
	خطا	۱۵	۳۶۹۸	۱۴۰	۱۳۶	۰/۰۰۰۲	۵۷۳	۴۳
	C.V	-	۱۶	۱۸	۱	۳	۲۷	۲۰
مرکب	بلوک	۳	۹۶۲	۱۵	۱۸	۱*	۱۲۵	۱۰*
	سال	۱	۲۸۱۱**	۹۵**	۱۸۲**	۳*	۳۱۰۲**	۲۵۴**
	آبیاری	۳	۷۵۷۳**	۶۷**	۹۳	۲۲**	۴۵	۲۱**
	سال * آبیاری	۳	۳۳۲۸*	۸۸**	۹۳	۲**	۴۵	۲۰**
	خطا	۲۱	۵۱۸۵	۵۲	۲۹۱	۱	۳۳۹	۲۲
	C.V	-	۱۳	۳۰	۴	۴	۱۵	۱۰

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ - عدم انجام تجزیه واریانس

در شکل ۱ (الف، ب، ج) به ترتیب روند رشد طولی شاخه‌ها در سال اول، دوم و تجزیه مرکب دو ساله

آزمایش و هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون توکی در سطح ۰/۰۵ آمده است.



شکل ۱- روند رشد طولی شاخه‌ها در تیمارهای آبیاری سال اول آزمایش (الف)، سال دوم (ب) و تجزیه مرکب دو سال (ج). جویچه‌ای (I1)، قطره‌ای به همراه جویچه‌ای (I2)، بابلر (I3)، قطره‌ای ۱ (I4)، قطره‌ای سطحی و زیر سطحی (I5)، قطره‌ای ۲ (I6)، قطره‌ای ۳ (I3).

روز از سال) بدست آمد. نتایج نشان داد میانگین حداکثر طول شاخه تمامی تیمارهای آبیاری در سال دوم ۱۲۲/۳ و میانگین حداقل آن ۶۹/۵ سانتی‌متر است که کمتر از مقادیر متناظر طول شاخه‌های سال اول می‌باشد. این می‌تواند به خاطر سرمازدگی بهاره در سال اول آزمایش باشد که سبب از بین رفتن محصول و افزایش رشد طولی شاخه‌ها گردید. بررسی داده‌های هواشناسی بیان‌گر افت دما تا ۲- درجه سانتی‌گراد در ۲۵ فروردین و ۶ اردیبهشت و بروز دو مرحله سرمازدگی جوانه‌ها بود که سبب خشک شدن جوانه‌ها و رویش دوباره آن‌ها در سال اول شد (شکل ۲).

مطابق نتایج شکل ۱ بیشترین مقدار طول شاخه در تیمارهای آبیاری I1، I2، I3، I4 و I5 از سال اول به ترتیب ۱۴۲، ۱۴۵، ۱۴۷، ۱۳۲ و ۱۳۵ سانتی‌متر در اندازه‌گیری چهارم (۱۵۰ روز از سال) است. در مقابل کمترین مقدار طول شاخه در تیمارهای آبیاری فوق به ترتیب ۱۱۰، ۱۲۰، ۱۰۸، ۱۰۵ و ۱۱۰ سانتی‌متر در اندازه‌گیری اول (۸۳ روز از سال) مشاهده شد. از طرفی در سال دوم آزمایش بیشترین مقدار طول شاخه در تیمارهای آبیاری I1، I2، I3، I4، I6 و I7 به ترتیب ۱۰۷، ۱۱۲، ۱۰۰، ۱۰۵ و ۱۴۴ سانتی‌متر در اندازه‌گیری چهارم و کمترین مقدار طول شاخه به ترتیب ۷۱، ۷۰، ۷۱، ۶۷ و ۶۷ سانتی‌متر در اندازه‌گیری اول (۸۳)



شکل ۲- خشک شدن جوانه شاخه‌ها در اثر سرمای دیررس بهاره در سال اول آزمایش (سال ۱۳۹۴).

افزایش تعداد خوشه رشد شاخه‌ها کاهش یافت. در این پژوهش کربوهیدرات‌های حاصل از فتوسنتز رویش

به اعتقاد چوی و همکاران (۱۹۹۷) بین رشد رویشی و زایشی تاک رقابت وجود دارد؛ به طوری که با

آبیاری قطره‌ای باشد. به طوری که نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد مقدار آب مصرفی در آبیاری جویچه‌ای در سال اول ۶۰۸۷، در سال دوم ۴۸۷۵ و میانگین دو ساله آن ۵۴۷۵ و در تیمارهای آبیاری قطره‌ای ۴۰۱۲، ۳۵۷۵ و ۳۶۵۰ متر مکعب در هکتار اندازه‌گیری شد. در این پژوهش میزان رشد شاخه‌ها با میزان آبیاری ارتباط مستقیم داشت که با نتایج تحقیقات گذشته مشابه است (سانتوس و همکاران ۲۰۰۳، پونی و همکاران ۲۰۰۷، چاوز و همکاران ۲۰۰۷، انتریگیو و کاسل ۲۰۰۸).

جدول ۴ مقایسه میانگین چهار صفت سطح برگ در بوته (LA)، محتوای آب نسبی برگ (RWC)، میزان آب مصرفی، عملکرد در واحد سطح و کارایی مصرف آب (WUE) به تفکیک تیمارهای آبیاری و سال‌های زراعی را نشان می‌دهد.

مجدد جوانه‌ها پس از سرمازدگی سال اول صرف رشد و توسعه شاخه‌های جدید می‌گردد در حالی که در سال دوم آزمایش، سرمازدگی مشاهده نگردید و تاک‌ها کربوهیدرات‌های حاصل از فتوسنتز را برای رشد توام شاخه‌ها و خوشه‌ها به کار می‌گیرند. همچنین نتایج نشان داد میانگین اندازه طول شاخه‌ها در تیمار آبیاری جویچه‌ای در طی ۴ مرحله اندازه‌گیری در سال اول، دوم و تجزیه مرکب دو سال آزمایش به ترتیب ۱۳۱/۵، ۱۳۴/۶ و ۱۳۳ سانتی‌متر و در تمامی تیمارهای آبیاری قطره‌ای اندازه طول شاخه‌ها در سال اول، دوم و تجزیه مرکب به ترتیب ۱۲۹/۱، ۱۰۱/۷ و ۱۲۱/۲ سانتی‌متر به دست آمد. بدین ترتیب می‌توان اظهار داشت در تیمارهای آبیاری قطره‌ای رشد طولی شاخه‌ها در تمام مراحل اندازه‌گیری کمتر بوده است. علت این امر می‌تواند ناشی از مصرف کمتر آب آبیاری در تیمارهای

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در طول دوره آزمایش

تیمار	سال اول			سال دوم			تجزیه مرکب			
	RWC (-)	LA (m ² plant ⁻¹)	آب مصرفی (m ³ plant ⁻¹)	عملکرد (t ha ⁻¹)	WUE (kg m ⁻³)	RWC (-)	LA (m ² plant ⁻¹)	آب مصرفی (m ³ plant ⁻¹)	عملکرد (t ha ⁻¹)	WUE (kg m ⁻³)
I ₁	۸۵ ^a	۷/۴ ^a	۶۰۸۷ ^a	۰/۵۵ ^a	۰/۰۹ ^d	۹۳ ^a	۱۴/۸ ^a	۴۸۷۵ ^a	۲۴ ^{abc}	۴/۹ ^c
I ₂	۸۵/۵ ^a	۶/۶ ^a	۴۴۳۷ ^b	۰/۵۰ ^a	۰/۱۱ ^c	۹۳ ^a	۷/۲ ^b	۴۵۰۰ ^b	۱۹/۱ ^c	۴/۲ ^c
I ₃	۸۵ ^a	۶/۱ ^a	۴۷۵۰ ^b	۰/۵۰ ^a	۰/۱۰ ^c	۹۲ ^a	۶/۵ ^b	۳۱۸۷ ^c	۱۷/۶ ^c	۵/۵ ^c
I ₄	۸۵/۶ ^a	۵/۹ ^a	۲۸۱۲ ^d	۰/۵۰ ^a	۰/۱۷ ^a	۹۲ ^a	۶/۹ ^b	۲۳۳۷ ^d	۱۹/۹ ^{bc}	۸/۵ ^{ab}
I ₅	۸۶ ^a	۷ ^a	۴۰۷۵ ^c	۰/۴۹ ^a	۰/۱۲ ^b	-	-	-	-	-
I ₆	-	-	-	-	-	۹۲ ^a	۸/۵ ^b	۳۰۲۵ ^c	۳۱ ^a	۱۰/۳ ^a
I ₇	-	-	-	-	-	۹۰ ^a	۱۲/۸ ^a	۴۸۳۷ ^{ab}	۲۸/۹ ^{ab}	۵/۹ ^{bc}

ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. "-" نشان دهنده عدم وجود اندازه‌گیری است. جویچه‌ای (I₁)، قطره‌ای به همراه جویچه‌ای (I₂)، بابلر (I₃)، قطره‌ای ۱ (I₄)، قطره‌ای سطحی و زیرسطحی (I₅)، قطره‌ای ۲ (I₆)، قطره‌ای ۳ (I₇).

تاک در حفظ پتانسیل آب برگ تحت شرایط کم آبیاری از طریق تولید هورمون آبسزیک اسید در ریشه و انتقال آن به روزنه‌ها جهت کاهش تعرق برگ‌ها و حفظ محتوای آب نسبی برگ‌ها باشد (استول و همکاران

نتایج جدول ۴، نشان داد اثر تیمارهای آبیاری بر مولفه RWC در قالب تجزیه ساده برای سال اول و دوم زراعی و تجزیه مرکب دو سال زراعی فاقد تفاوت معنی‌دار بود. در عین حال، علت این امر می‌تواند توانایی

(۲۰۰۰). به عبارت دیگر هورمون آبسزیک اسید موجب افزایش مقاومت روزنه‌ای، کاهش رشد شاخه‌ها و به تبع سطح برگ می‌شود که در همین راستا نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد سطح برگ در تیمارهای آبیاری قطره‌ای به صورت غیر معنی‌دار در سال اول نسبت به تیمار آبیاری جویچه‌ای (شاهد) کاهش یافته است. ولی کاهش سطح برگ به واسطه تغییر روش آبیاری در سال دوم زراعی و در تجزیه مرکب دو ساله معنی‌دار بود. چاوز و همکاران (۲۰۰۷) نیز کاهش رشد شاخه‌های تاک را در اثر افزایش مقاومت روزنه‌ای در تیمارهای کم‌آبیاری نسبت به تیمار آبیاری کامل گزارش نموده‌اند. ویلیامز و آیرس (۲۰۰۵) کاهش سطح برگ در بوته‌های انگور را ناشی از تغییرات کاهشی طول شاخه‌های تاک به واسطه کاهش تعداد میان‌گره‌ها گزارش نمودند. نتایج شکل ۱ نیز کاهش رشد طولی شاخه‌های تاک را در تیمارهای کم‌آبیاری نسبت به تیمار آبیاری جویچه‌ای را تایید می‌نماید که در این پژوهش ضریب همبستگی (R^2) بین رشد طولی شاخه‌ها با سطح برگ معادل ۰/۶۶ به دست آمد. افزایش مقاومت روزنه‌ای باعث کاهش ورود دی اکسید کربن به برگ و کاهش سرعت فتوسنتز و در نهایت کاهش رشد شاخه و سطح برگ می‌گردد (تایز و زایگر ۲۰۰۷).

مطابق نتایج جدول ۴، بیشترین مقدار آب مصرفی در تیمار آبیاری جویچه‌ای در سال اول و دوم به ترتیب معادل ۶۰۸۷ و ۴۸۷۵ مترمکعب در هکتار و کمترین مقدار آب مصرفی با ۵۰ درصد کاهش به تیمار آبیاری قطره‌ای ۱ (I4) با ۲۸۱۲ متر مکعب در سال اول و ۲۳۳۷ متر مکعب در سال دوم تعلق دارد. همچنین کاهش آب مصرفی در تیمارهای آبیاری I2، ۱۸ درصد، I3، ۲۷ درصد، I5، ۳۰ درصد، I6، ۳۷ درصد و I7، ۵۰ درصد بود. همان‌گونه که قبلاً نیز بیان شد کاهش آب مصرفی در طول فصل رشد می‌تواند در کاهش عملکرد بوته‌ها نقش داشته باشد (سوار و لویس ۲۰۰۷) که در این پژوهش عملکرد با حجم آبیاری همبستگی مثبت

($R^2=0.55$) دارد. این در حالی است که مصرف آب بیشتر در قالب روش جویچه‌ای نیز به دلیل پایین بودن راندمان آبیاری افزایش عملکرد زیادی را در پی ندارد (ونزیل و هوشتن ۱۹۹۸).

با صرف نظر از عملکرد سال اول به دلیل دو مرحله سرمازدگی بهاره و مبنای قرار دادن عملکرد سال دوم می‌توان نقش تغییر روش آبیاری را بهتر تبیین نمود. لذا نتایج سال دوم (جدول ۴) نشان می‌دهد که مقدار عملکرد در تیمار آبیاری جویچه‌ای (I1) با بیشترین مقدار آب مصرفی معادل ۲۴ تن در هکتار است. اما مقدار عملکرد در تیمارهای آبیاری قطره‌ای ۲ (I6) با ۳۰۲۵ متر مکعب و قطره‌ای ۳ (I7) با ۴۸۳۷ مترمکعب در هکتار به ترتیب ۳۱ و ۲۸/۹ تن در هکتار به دست آمد. این نتیجه بیانگر راندمان بالای روش آبیاری قطره‌ای و تامین مناسب‌تر رطوبت ناحیه ریشه می‌باشد. چرا که در تیمار آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای (I2) از سه قطره‌چکان نتافیم ۸ لیتری برای هر بوته و دو نوبت آبیاری جویچه‌ای در زمستان و تابستان استفاده شد و در تیمار آبیاری قطره‌ای ۱ (I4) تنها از سه قطره‌چکان نتافیم ۸ لیتری برای تامین آب مورد نیاز استفاده گردید. لیکن عملکرد تیمار I2 ۱۹/۱ تن در هکتار و عملکرد تیمار آبیاری I4 بدون تفاوت معنی‌دار ۱۹/۹ تن در هکتار به دست آمد. از مقایسه این دو مقدار می‌توان نتیجه گرفت که آبیاری زمستانه همان‌گونه که کشاورزان اظهار می‌نمایند به نوعی برای مبارزه بیولوژیک با آفات و امراض خاک‌زی است و در تامین آب نقش اساسی ندارد و اضافه نمودن یک نوبت آبیاری جویچه‌ای در تیمار آبیاری I2 در تابستان موجب افزایش عملکرد نشد. در این راستا می‌توان کاهش عملکرد در تیمار آبیاری جویچه‌ای (I1) و آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای (I2) را ناشی از پایین بودن راندمان آبیاری دانست. به نظر می‌رسد که شیوه آبیاری بابلر (I3) روش مناسبی برای آبیاری تاک نباشد؛ چون با وجود اینکه از نظر مصرف آب با تیمار قطره‌ای ۲ (I6) برابر بود اما از نظر عملکرد

بین تیمارهای قطره‌ای و جویچه‌ای مشاهده نشد (وزن‌زایل ۱۹۸۸).

کارایی مصرف آب حاصل تقسیم کیلوگرم انگور در بوته بر مترمکعب آب مصرفی می‌باشد (وایتز ۱۹۶۲). آبیاری قطره‌ای ۲ (I6) و قطره‌ای ۱ (I4) به ترتیب با ۱۰/۳ و ۸/۵ کیلوگرم بر مترمکعب آب بیشترین کارایی را داشتند (جدول ۴). آبیاری جویچه‌ای در بسیاری از مناطق ایران مرسوم است و به دلیل کمبود آب، کشاورزان نمی‌توانند نوبت‌های آبیاری تاک را افزایش دهند. اما کارایی مصرف آب در این روش آبیاری کمتر است. پس برای حفظ منابع آبی کشور و برای بدست آوردن انگور بیشتر، نصب اصولی شیوه‌های آبیاری قطره‌ای ضرورت دارد.

ریشه

جدول ۵ مقایسه میانگین وزن ریشه را در دو لایه ۱۵-۳۵ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متری خاک را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که به غیر از تیمار آبیاری جویچه‌ای (I1) در بقیه تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری بین دو لایه نمونه‌برداری وجود دارد و طبق نتایج وزن ریشه تاک در شیوه‌های آبیاری قطره‌ای، در عمق ۱۵-۳۵ سانتی‌متری بیشتر از ۶۰-۴۰ سانتی‌متری خاک است، در صورتی‌که در آبیاری جویچه‌ای وزن ریشه در دو لایه ارزیابی شده تغییر معنی‌داری نکرده بود که با نتایج آروجو و همکاران (۱۹۹۴a) همخوانی دارد.

۱۱ تن درهکتار کمتر از آن است. در این روش راندمان آبیاری به دلیل آزادسازی آب در حجم کوچک‌تری از خاک ناحیه ریشه کمتر از سایر تیمارهای آبیاری قطره‌ای است. در حالی‌که در دیگر روش‌های آبیاری قطره‌ای راندمان آبیاری به دلیل مرطوب شدن حجم بیشتری از خاک ناحیه ریشه بالاتر است. یکی از راه کارهای ترغیب بوته از رشد رویشی به زایشی استفاده از سیستم آبیاری (کم آبیاری) می‌باشد؛ که ضمن متعادل کردن رشد رویشی، منجر به افزایش عملکرد می‌شود (چاوز و همکاران ۲۰۰۷). در مطالعه حاضر میزان عملکرد تیمار قطره‌ای ۲ (I6) علی‌رغم مصرف آب کمتر، تقریباً برابر با تیمار قطره‌ای ۳ (I7) بود که به نوعی بیانگر کفایت آب مصرفی در تیمار I6 برای به حداکثر رسیدن عملکرد، با توجه به ماهیت مقاومت به خشکی تاک می‌باشد. در این پژوهش تغییر شیوه آبیاری از جویچه‌ای به قطره‌ای I6 یا I7 موجب افزایش عملکرد شد که با نتایج بوون و همکاران (۲۰۱۲) مشابه است. تجزیه و تحلیل مرکب عملکرد بین تیمارهای مشترک در سال اول و دوم تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. ریچاردز و واور (۱۹۴۴) شیوه آبیاری باغ سه ساله انگور بیدانه سفید را از جویچه‌ای به قطره‌ای تغییر دادند. نتایج نشان داد که بین آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای از نظر عملکرد تفاوتی وجود نداشت اما درصد قند حبه در قطره‌ای بیشتر بود. هم‌چنین تحقیقات انجام شده روی عملکرد ۲۴ رقم انگور نشان داد که تفاوتی

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن ریشه بین دو لایه ۱۵-۳۵ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متری خاک در تیمارهای آزمایش

وزن ریشه در تیمارهای آبیاری (گرم در مترمکعب خاک)							لایه نمونه‌برداری
I7	I6	I5	I4	I3	I2	I1	
۳۷۲ ^a	۳۸۸ ^a	-	۴۷۷ ^a	۳۶۳ ^a	۳۶۶ ^a	۳۶۵ ^a	۳۵-۱۵
۱۵۱ ^b	۱۲۱ ^b	-	۲۳۲ ^b	۱۵۹ ^b	۱۴۷ ^b	۳۱۷ ^a	۶۰-۴۰

ستون‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آزمون توکی باهم تفاوت معنی‌داری ندارند (۰/۰۵).

کمتر خواهد بود. مورلات و جاکووت (۱۹۹۳) نشان دادند که رشد ریشه به شدت تحت تاثیر شرایط خاک از جمله رطوبت آن می‌باشد. در آبیاری قطره‌ای به خاطر بیشتر بودن دفعات آبیاری نسبت به جویچه‌ای (آبیاری

در آبیاری جویچه‌ای به دلیل اینکه دور آبیاری بیشتر است؛ قسمت‌های بالایی خاک در طول فصل رشد، نسبت به سایر روش‌های آبیاری خشک‌تر می‌شود. به تبع آن رشد ریشه‌ها در لایه‌های بالاتر خاک

و رشد رویشی تاک کاهش یافته اما رشد زایشی نه تنها کمتر نشد بلکه نسبت به آبیاری کامل (جویچه‌ای) بیشتر هم شد. نتایج نشان داد که تغییر شیوه آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای ۲ (I6) و قطره‌ای ۳ (I7) موجب افزایش عملکرد گردید، اما با توجه به اینکه تیمار I6 مصرف آب کمتری داشت کارایی مصرف آب بیشتری را به خود اختصاص داده است. در مقابل، سیستم آبیاری بابلر به خاطر کارایی مصرف آب کم روش مناسبی برای آبیاری تاک‌های خزنده نمی‌باشد. در نهایت باتوجه به کمبود آب در کشور، برای تولید بهینه انگور در تاکستان‌های سنتی باید شیوه آبیاری را از جویچه‌ای به قطره‌ای ۲ (I6) تغییر داد. هم‌چنین شیوه‌های آبیاری قطره‌ای موجب سطحی شدن ریشه‌های تاک، نسبت به آبیاری جویچه‌ای گردید که نشان دهنده انعطاف پذیری رشد تاک در برای عوامل محیطی از جمله رطوبت خاک می‌باشد.

در ۶۰-۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی)، شرایط برای رشد ریشه‌های جدید در لایه سطحی خاک مهیا است. هنریکه باسیو و همکاران (۲۰۰۳) توزیع ریشه‌های تاک را در دو سیستم آبیاری قطره‌ای و میکروجت که حجم آبیاری بیشتری نسبت به قطره‌ای دارد، را باهم مقایسه کردند. نتایج نشان داد، در آبیاری قطره‌ای بیشترین وزن ریشه در زیر قطره‌چکان‌ها و در عمق ۲۰-۴۰ سانتی‌متری خاک قرار داشت؛ اما در آبیاری میکروجت، بیشترین وزن ریشه در عمق ۸۰-۱۰۰ سانتی‌متری خاک بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

شیوه‌های آبیاری قطره‌ای از طریق کاهش مصرف آب، موجب کمتر شدن رشد شاخه‌ها و سطح برگ گردید. در شرایط کم آبیاری (از جمله آبیاری قطره‌ای ۲) هورمون آبسزیک اسید موجب افزایش مقاومت روزنه‌ای و حفظ محتوی آب سلول‌های برگ می‌گردد که در مقابل فرآورده‌های فتوسنتزی کمتر شده

منابع مورد استفاده

- Abasi F and Shinidashtgol A, 2017. Evaluating and improving the sugarcane furrow irrigation management in Khuzestan. *Journal of Water and Soil Science- University of Tabriz* 26(2): 109-121. (In Farsi).
- Alizadeh A, 2012. Design of Pressurized Irrigation Systems (Second Volume). Imam Reza International University Publication.
- Anonymous, 2018. Meteorological Yearbook 1992-2014. Statistical Data. Meteorological Organization, Tehran.
- Araujo F, Williams LE, Grimes DW and Matthews MA, 1994a. A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation. I. Root and soil water distributions. *Scientia Horticulture* 60:235-249.
- Araujo F, Williams LE, Grimes DW and Matthews MA, 1994b. A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation. II. Growth and water use efficiency and nitrogen partitioning. *Scientia Horticulture* 60:251-261.
- Bowen P, Bogdanoff C and Estergaard B, 2012. Effects of converting from sprinkler to drip irrigation on water conservation and the performance of Merlot grown on a loamy sand. *American Journal of Enology and Viticulture*-Published online, 1-26.
- Chaves MM, Santos TP, Souza CR, Ortuno MF, Rodrigues ML, Lopes CM, Maroco JP and Pereira JS, 2007. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Annals of Applied Biology* 150(2):237-252.
- Choi IM, Lee HC, Yun F and Lee CH, 1997. Influence of number of clusters per vine on vine growth and fruit quality in 2-year-old Kyoho grape (*Vitis labruscana* L). *Journal Horticultural Science of Korea* 39(1):134-139.
- Davies WJ and Zhang J, 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 42:55-76.
- Esna-Ashari M, Gholami M and Almasi P, 2007. Biology of the Grapevine (translated). Bu-Ali Sina University Publications.

- Ghasedi S and Hadi H, 2014. The effect of foliar application of salicylic acid on mung bean (*Vigna radiata*L.) under water deficit stress. Master's thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University.
- Ghorbani B and Shahbazianfard A, 2017. Evaluation of hydraulic performance of existing drippers in some trickle irrigation systems (case study: sides of Zayandehroud river, Chaharmahal and Bakhtiari province). *Journal of Water and Soil Science- University of Tabriz* 27(4): 1-11. (In Farsi).
- Goldberg SD, Rinot M and Kant N, 1971. Effect of trickle irrigation intervals on distribution and utilization of soil moisture in a vineyard. *Soil Science Society of America* 35:127-130.
- Golestani-Kermani S, Tabatabaei SH and Shayannejad M, 2011. Improvement of the volume balance model by adjusting water surface storage term in furrow irrigation system. *Journal of Water and Soil Science- University of Tabriz* 1(2): 47-61. (In Farsi).
- Gomez-del-Campo M, Ruiz C and Lissarrague JR, 2002. Effect of water stress on leaf area development, photosynthesis, and productivity in Chardonnay and Airen grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 53:138-145.
- Gonzalez L and Gonzalez-Vilar M, 2003. *Plant Ecophysiology Techniques*. Kluwer Academic Publication, London.
- Goodwin I, 1995. *Irrigation of Vineyards*. Institute of Sustainable Irrigated Agriculture Publication, Tatura, Victoria.
- Henrique Bassoi L, Hopmans JW, de Castro LAJ, de Alencar CM and Silva JAM, 2003. Grapevine root distribution in drip and microsprinkler irrigation. *Scientia Agricola* 60(2):377-387.
- Intrigliolo DS and Castel JR, 2008. Response of *Vitis vinifera* cv. 'Tempranillo' to partial rootzone drying in the field: Water relations, growth, yield and fruit and wine quality. *Agricultural Water Management* 96:282-292.
- Jones HG and Cortlett JE, 1992. Current topics in drought physiology. *Journal Agricultural Science* 119:291-296.
- Karimi MM and Siddiqe KHM, 1991. Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivars. *Australia Journal of Agricultural Research* 42:13-20.
- Khajehpour MR, 2015. *Principals and Fundamentals of Crop Production* (third edition). Isfahan University of Technology Publication.
- Ley TW, 1994. *Irrigation System Evaluation and Improvement*. Good Fruit Grower Publication, Yakima, Washington.
- Mojalali H, 1994. *Saline and Sodium Soils (Principles-Dynamics-Modeling)* (translated). University Publication Center, Tehran.
- Morang L and Kliewer WM, 1994. Root distribution of three grapevine rootstocks grafted to cabernet sauvignon grown on a very gravelly clay loam soil in Oakville, California. *American Journal Enology and Viticulture* 45:345-348.
- Morlat R and Jacquet A, 1993. The soil effects on the grapevine root system in several vineyards of the Loire valley. *Vitis* 32:35-42.
- Myburgh PA, 2003. Responses of *Vitis vinifera* L. cv. Sultanina to level of soil water depletion under semi-arid conditions. *South African Journal of Enology and Viticulture* 24(1):16-24.
- Nikanfar R and Rezaee R, 2015. Responses of old grapevines to switch irrigation system from surface to drip or babbler. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 16 (2): 161-170. (In Farsi).
- Peacock WL, Rolston DE, Aljibury FK and Rauschkolb RS, 1977. Evaluating drip, flood, and sprinkler irrigation of wine grapes. *American Journal Enology and Viticultural* 28:193-195.
- Poni S, Bernizzoni F and Civardi S, 2007. Response of "Sangiovese" grapevines to partial root-zone drying: Gas-exchange, growth and grape composition. *Scientia Horticulturae* 114:96-103.
- Richards D, 1983. *The Grape Roots System*. Horticulture Reviews Publication 5: 68-127.
- Richards LA and Weaver LR, 1944. Fifteen atmosphere percentage as related to the permanent wilting percentage. *Soil Science* 56:331-339.
- Saayman D and Lambrechts JJN, 1995. The effect of irrigation system and crop load on the vigour of Barlinka table grapes on a sandy soil, Hex River Valley. *South African Journal of Enology and Viticulture* 16:26-34.

- Santos TP, Lopes CM, Rodrigues ML, Souza CR, Maroco JP, Pereira JS, Silva JR and Chaves MM, 2003. Partial rootzone drying: effects on growth and fruit quality of field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Functional Plant Biology* 30:663–671.
- Smart RE, Turkington CR and Evans JC, 1974. Grapevine response to furrow and trickle irrigation. *American Journal Enology and Viticultural* 25:62-66.
- Soar CJ and Loveys BR, 2007. The effect of changing patterns in soil-moisture availability on grapevine root distribution, and viticultural implications for converting full-cover irrigation into a point-source irrigation system. *Australia Journal of Grape and Wine Reserch* 13(1):2-13.
- Stoll M, Loveys BR and Dry PR, 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany* 51:1627–1634.
- Tafazoli A, Hekmati J and Firoozeh P, 1994. *Grape*. Shiraz University Publications.
- Taize L and Zaiger E, 2007. *Plant Physiology*. Oxford University Publication.
- Talayi A, Ghaderi N, Ebadi A and Lesani H, 2012. Biochemical response of Sahani and Thompson Seedless grapevines to soil moisture change. *Journal of Iranian Horticulture* 42(3): 301-308. (In Farsi).
- Tayel MY, El Gindy AM and Abdel-Aziz AA, 2008. Effect of irrigation systems on: III-productivity and quality of grape crop. *Journal of Applied Sciences Research* 4: 1722-1729.
- Valdez-Aguilar LA and Reed DW, 2010. Growth and nutrition of young bean plants under high alkalinity as affected by mixtures of ammonium, potassium, and sodium. *Journal of Plant Nutrition* 33: 1472-1488.
- Van Zyl JL, 1988. *The Grapevine Root and Its Environment*. South African Department of Agriculture and Water Supply Publication, Pretoria.
- Van Zyl JL and Van Huyssteen L, 1998. Irrigation systems - their role in water requirements and the performance of grapevines. *South African Journal for Enology and Viticulture* 9(2): 3-8.
- Viets FG, 1962. Fertilizers and the efficient use of water. *Advances in Agronomy* 14: 223-264.
- Williams LE and Ayars JE, 2005. Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 132:201–211.