

## تأثیر سیستم آبیاری بر توسعه ریشه درختان بالغ زیتون در خاک‌های سنگ‌ریزه‌ای

فهیمة محمدزاده<sup>۱</sup>، مهدی قیصری<sup>۲\*</sup>، اسماعیل لندی<sup>۳</sup>، پروین ذوالفقاری<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۳

### چکیده

تغییر سیستم آبیاری از سطحی به قطره‌ای از راهکارهای پیشنهادی در شرایط بحران منابع آب است که در این صورت اطلاع از سیستم توسعه ریشه درختان بالغ برای اجرای مدیریت آبیاری قطره‌ای لازم است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر سیستم آبیاری بر رشد ریشه، سیستم توسعه ریشه درختان بالغ زیتون در سه سیستم آبیاری سطحی، آبیاری قطره‌ای اتوماتیک و آبیاری قطره‌ای سنتی بود. بافت خاک سایت‌های آزمایشی لوم شنی با متوسط درصد سنگ‌ریزه ۵۰ درصد بود. الگوی توسعه ریشه در فاصله ۳۰ سانتی‌متر از درخت در کل سطح سایه انداز درخت تا عمق ۸۰ سانتی‌متری با اندازه‌گیری شاخص‌های وزن تر، حجم تر و وزن خشک ریشه بررسی شد. نتایج تحقیق کاهش درصد وزن تر ریشه را با افزایش عمق و افزایش فاصله از تنه درخت تا ۲۴۰ سانتی‌متر به ترتیب از ۴۰ به حدود ۵ درصد و به طور متوسط از ۵ به ۴ گرم نشان داد. سیستم توسعه ریشه تحت تأثیر درصد سنگ‌ریزه خاک بود و با افزایش درصد سنگ‌ریزه دانسیته وزنی و حجمی ریشه کاهش یافت. توسعه ریشه زیتون تحت تأثیر سیستم آبیاری و آرایش قطره‌چکان‌ها بود. نتایج نشان داد تغییر سیستم آبیاری از سطحی به قطره‌ای برای درختان بالغ امکان‌پذیر است، اما نیازمند بررسی سیستم توسعه ریشه در سیستم آبیاری قبلی می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** آبیاری سطحی، آبیاری قطره‌ای اتوماتیک، حجم ریشه، وزن ریشه، زیتون

### مقدمه

بر موارد یاد شده تحت تأثیر تراکم کشت، مدیریت باغ و استفاده از علف‌کش قرار می‌گیرد (Sokalska et al., 2009). با توجه به نقش ریشه در جذب آب و مواد غذایی (اسفندیاری، ۱۳۹۱) اطلاع از توزیع ریشه در نیم‌رخ خاک برای درختان بالغ که سیستم آبیاری آن‌ها تغییر یافته است (Fernandez et al., 1991) و اطلاع از تغییرات زمانی و مکانی توسعه ریشه در تعیین زمان کاربرد مواد ریزمغذی و اعمال عملیات خاک‌ورزی اهمیت دارد. توسعه ریشه در نیم‌رخ خاک یکسان نبوده و توسعه ریشه در لایه‌های سطحی بیش از لایه‌های عمقی است (Gan et al., 2010, Nethsinghe., 1975, Purbopuspito and Van Rees., 2002, Xi et al., 2013) به طوری که روند کاهشی در شاخص‌های طول ریشه (Gan et al., 2010, Purbopuspito and Van Rees., 2002) و وزن ریشه (Purbopuspito and Van Rees., 2002) و تراکم ریشه (Mulia and Dupraz., 2006) با افزایش عمق خاک وجود دارد. علاوه بر فاصله از تنه درخت محدوده شعاع تاج پوشش بر توزیع ریشه مؤثر است به طوری که تراکم طول ریشه و وزن تر ریشه در محدوده داخل شعاع تاج پوشش بیش از تراکم طول ریشه در خارج از شعاع تاج پوشش گیاه می‌باشد (Purbopuspito and Van Rees., 2002) (Mulia and Dupraz., 2006).

روش آبیاری بر گسترش ریشه در خاک مؤثر است

درخت زیتون درختی سازگار با شرایط اقلیمی متفاوت و مناسب برای فضای سبز شهری (مالکی، ۱۳۹۲) و حاشیه شهر است و سیستم ریشه آن با عمق، بافت و ساختمان خاک تطبیق می‌یابد (Bini., 1984) به طوری که در مناطق خشک، ریشه به دنبال آب تا اعماق خاک نفوذ می‌کند (طباطبائی، ۱۳۷۴). توسعه سیستم ریشه درخت تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (Al Ibrahem et al., 2010, Salgado and Cautin., 2008) سیستم آبیاری (Al Ibrahem et al., 2010, Xi et al., 2013) گونه (Konôpka et al., 2006) سن درخت (Purbopuspito and Van Rees., 2002) محدودیت خاک (Fernandez et al., 1991) کیفیت آب (Al Ibrahem et al., 2010) می‌باشد. مقدار ریشه علاوه

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- مربی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- فارغ التحصیل کارشناسی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه

صنعتی اصفهان

(Email: [gheysari@cc.iut.ac.ir](mailto:gheysari@cc.iut.ac.ir))

\*- نویسنده مسئول:

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی گسترش سیستم توسعه ریشه تحت تأثیر سیستم آبیاری، در دانشگاه صنعتی اصفهان سه باغ زیتون ۹ ساله با مدیریت آبیاری‌های مختلف انتخاب شد. سیستم آبیاری باغ زیتون B و C به‌ترتیب از بدو تأسیس به‌صورت آبیاری سطحی-جوبچه‌ای و آبیاری قطره‌ای بود، در حالی که باغ A پس از ۷ سال سیستم آبیاری آن از سطحی به قطره‌ای خطی تغییر یافت. مساحت باغ زیتون A، B و C به‌ترتیب برابر ۲/۲، ۰/۶ و ۱/۸ هکتار بود. درختان هر سه باغ با آرایش کاشت ۴×۴ متر، متوسط ارتفاع ۳ متر، متوسط سطح سایه انداز ۶/۵ متر مربع و متوسط عملکرد ۵-۸ تن بر هکتار در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفتند.

بافت خاک باغ A لوم، لوم شنی و لوم، بافت خاک باغ B لوم و لوم شنی و بافت خاک باغ C لوم، لوم شنی، لوم رسی شنی و رسی شنی در چهار عمق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ سانتی‌متری می‌باشد. درصد سنگ‌ریزه موجود در اعماق ۰-۸۰ سانتی‌متر در باغ A بین ۴۷ تا ۷۱ درصد، در باغ B بین ۶۱ تا ۶۵ درصد و در باغ C بین ۴۰ تا ۶۵ درصد بود (جدول ۱). ظرفیت زراعی خاک مزرعه گذر کرده از الک ۲ میلی‌متر (به روش آزمایشگاهی) ۱۷/۹ درصد حجمی و مقدار واقعی اندازه‌گیری شده در مزرعه با سنگ‌ریزه برابر ۱۳/۸ درصد حجمی بود. هم‌چنین نفوذپذیری خاک در مزرعه با استوانه مضاعف در سه تکرار برابر ۱/۴۴ سانتی‌متر بر روز به‌دست آمد.

ویژگی مناطق مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. سه درخت از باغ A (ADI)، سه درخت از باغ B (TSI) و یک درخت از باغ C (TDI) به‌صورت تصادفی از بین درختان هم‌اندازه و یکسان انتخاب شد. برای بررسی وضعیت ریشه نیم‌رخ‌ی به عمق ۱ متر، عرض ۵۰ سانتی‌متر و طول ۴ متر برای هر درخت حفر گردید (شکل ۱). موقعیت درختان مورد بررسی در سیستم آبیاری سطحی به همراه ابعاد جوی، تشتک دور درخت، ابعاد تاج پوشش درخت در شکل ۲ ارائه شده است.

در سیستم آبیاری قطره‌ای باغ A تبخیر-تعرق گیاه مرجع با استفاده از آمار بلندمدت ۵۰ ساله تخمین زده شد. ضرایب گیاهی در نظر گرفته شده برای درخت زیتون از نشریه FAO-56 استخراج گردید و پس از اصلاح برای شرایط رطوبتی و سرعت باد منطقه ضرایب ۰/۵۱، ۰/۵۴، ۰/۵۷، ۰/۶۰، ۰/۶۰، ۰/۶۰، ۰/۵۹، ۰/۵۶ و ۰/۵۳ به‌ترتیب برای ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان در نظر گرفته شد (Allen et al., 1998).

(Purbopuspito and Van Rees., 2002) به طوری که آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سیستم آبیاری زیردرختی موجب ایجاد ریشه‌های بیش‌تری گردید (Salgado and Cautin., 2008). سیستم آبیاری قطره‌ای برای درختان بالغ (۱۲ ساله) سیب (Sokalska et al., 2009)، آوکادو (Cantuarias and Tomer., 1995) و انگور (Araujo et al., 1995) باعث ایجاد ریشه‌های کم عمق و متمرکز در محدوده الگوی خیس شده قطره‌چکان‌ها شد درحالی که با انجام آبیاری سطحی برای آن‌ها ریشه‌ها عمیق و گسترده گردیدند (Araujo et al., 1995). اما با این وجود سیستم توسعه ریشه در سیستم آبیاری قطره‌ای منظم‌تر از سایر سیستم‌های مورد بررسی بود (Nassar., 2009). تغییر سیستم آبیاری سطحی به قطره‌ای باغ سیب نشان داد سیستم آبیاری قطره‌ای دو ردیفه نسبت به سایر سیستم‌های آبیاری تحت فشار مناسب بود (سالمی و قاسمی، ۱۳۸۰). آبیاری قطره‌ای به دلیل روزانه بودن آبیاری و قرار دادن آب روی سطح یا زیر سطح زمین باعث نگهداشت آب خاک در منطقه توسعه ریشه می‌شود و مانع از ایجاد تنش آبی که در آبیاری شیاری و زیردرختی رخ می‌دهد می‌شود (Bryla et al., 2005). مقایسه آبیاری نشتی-زیرسطحی و سطحی برای درختان بالغ زیتون نشان داد آبیاری نشتی-زیرسطحی باعث افزایش وزن تر و حجم تر ریشه شد (مالکی، ۱۳۹۲). سیستم آبیاری قطره‌ای برای درختان بالغ زیتون (۲۰ ساله) باعث ایجاد ریشه‌ها در محدوده پیاز رطوبتی قطره‌چکان‌ها و در لایه‌های کم عمق خاک شد اما تراکم ریشه درخت زیتون در سیستم آبیاری قطره‌ای در فاصله کم‌تر از یک متر از تنه درخت در لایه‌های سطحی بیش از لایه‌های عمقی بود (Fernandez et al., 1991). بنابراین ظرفیت نگهداری آب در خاک، سیستم آبیاری و مدیریت آبیاری تعیین کننده موقعیت رشد ریشه در درختان مختلف از جمله زیتون می‌باشد (Fernandez et al., 1991, Watson and Kelsey., 2006).

کمبود منابع آب، کشاورزان و کاربران آب را به سمت استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای سوق داده است. در این راستا برای تغییر سیستم آبیاری درختان کهن‌سال اطلاع از وضعیت ریشه درختان اهمیت زیادی دارد زیرا در سیستم‌های آبیاری موضعی باید محدوده فعال ریشه مرطوب شود. بنابراین، شناخت سیستم توسعه ریشه در دو سیستم آبیاری سطحی و قطره‌ای لازم و ضروری است. اگر چه تحقیقات زیادی برای نشان دادن کارآمدی سیستم آبیاری قطره‌ای برای درختان انجام شده است اما پژوهش‌های کمی پیرامون بررسی وضعیت توزیع ریشه درخت زیتون در فصول مختلف و تحت مدیریت‌های مختلف آبیاری در دسترس می‌باشد. به‌همین منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر نوع سیستم آبیاری بر توسعه افقی و قائم ریشه درخت زیتون بالغ در خاک سنگ‌ریزه‌ای با بافت لومی-شنی انجام گردید.

- 1- Automated Drip Irrigation
- 2- Traditional Surface Irrigation
- 3- Traditional Drip Irrigation

مخصوص (با قطر داخلی ۷/۷ سانتی متر و ارتفاع ۶/۹ سانتی متر) با حجم ۳۱۸ سانتی متر مکعب نمونه خاک تهیه و مشخصات ریشه در حجم مشخص خاک بررسی گردید. برای هر درخت در ۴ ردیف افقی (عماق ۲۰-، ۴۰-، ۶۰-، ۸۰- سانتی متر) و ۲۰ ردیف عمودی در طول نیمرخ نمونه خاک تهیه شد (۸۰ نمونه خاک برای هر درخت). نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد و به روش شستشو، ریشه‌ها (قطر کم‌تر از یک میلی‌متر) از خاک جدا شدند (Bohm., 1979). سپس وزن تر با ترازو با دقت  $\pm 0.1$  گرم و حجم تر با استفاده از استوانه مدرج و پیپت با دقت  $\pm 0.1$  میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. نسبت توسعه ریشه (RDR) برابر با نسبت وزن تر ریشه در سیستم ADI و TDI به وزن تر ریشه در سیستم TSI تعریف شد.

$$ET_p = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left[ \frac{890}{T + 273} \right] U_a (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_a)} \quad (1)$$

تبخیر تعرق گیاه مرجع (mm/day)، تابش خالص در سطح پوشش گیاهی (MJm-2d-1)،  $T$ : متوسط دمای هوا در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (oC)، سرعت باد در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (ms-1)،  $e_a - e_d$ : کمبود فشار بخار در ارتفاع ۲ متری (KPa)،  $\Delta$ : شیب منحنی فشار بخار (KPa oC-1)،  $\gamma$ : ضریب رطوبتی (KPa oC-1)،  $G$ : شار گرما به داخل خاک (MJm-2d-1) (Allen et al., 1998).

برای ایجاد شرایط مشابه با باغ‌های A، B، C در باغ ۶۰ درصد آب مورد نیاز برای گیاه تأمین شد (شکل ۳).

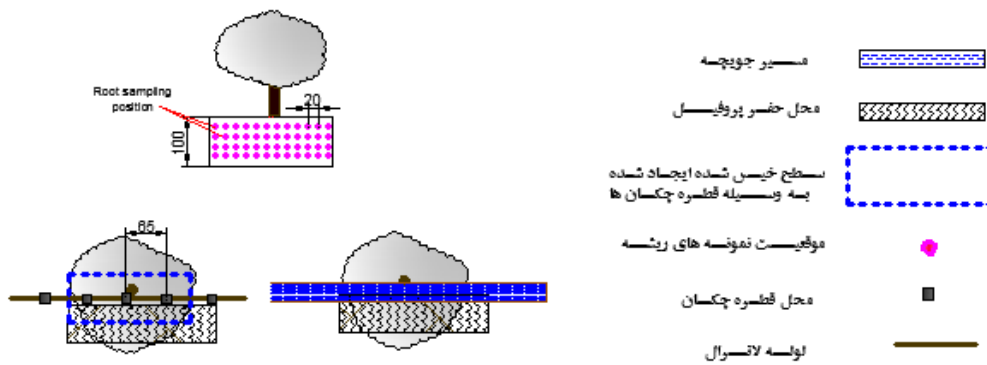
برای بررسی ریشه در سطح داخلی نیمرخ (به سمت درخت) از یک شبکه ۲۰×۲۰ سانتی‌متر استفاده شد، به طوری که شبکه در داخل نیمرخ حفر شده نصب و از مرکز هر شبکه با استفاده از استوانه

جدول ۱- بافت خاک منطقه مورد آزمایش

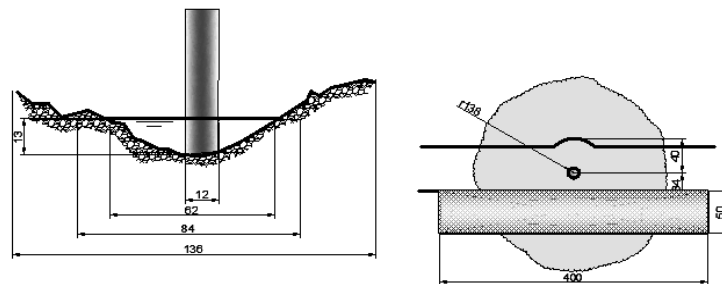
نام باغ	عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	سنگ‌ریزه (%)
A	۰-۲۰	Loam	۲۰	۲۰	۶۰	۴۷
	۲۰-۴۰	Sandy loam	۱۷	۱۰	۷۳	۶۹
	۴۰-۶۰	loam	۲۳	۲۳	۵۳	۷۱
	۶۰-۸۰	loam	۲۲	۲۰	۵۸	۶۲
B	۰-۲۰	Loam	۲۰	۲۳	۵۷	۶۳
	۲۰-۴۰	Sandy loam	۱۰	۱۷	۷۳	۶۱
	۴۰-۶۰	Sandy loam	۱۰	۱۳	۷۷	۶۵
	۶۰-۸۰	Sandy loam	۱۷	۱۰	۷۳	۵۸
C	۰-۲۰	Loam	۲۳	۳۰	۴۷	۴۰
	۲۰-۴۰	Sandy loam	۱۶	۲۲	۶۲	۵۰
	۴۰-۶۰	Sandy loam	۲۰	۱۷	۶۳	۶۵
	۶۰-۸۰	Sandy Clay loam	۲۷	۱۷	۵۶	۵۵

جدول ۲- علائم اختصاری و خصوصیات باغ‌های مورد مطالعه

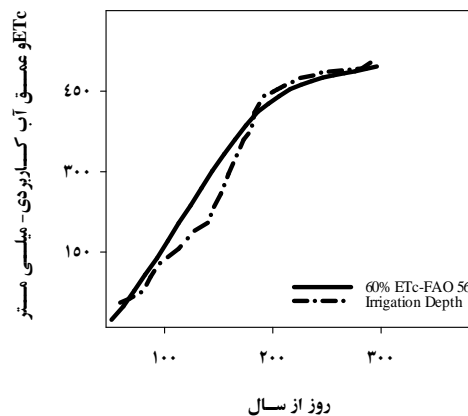
باغ مورد مطالعه	نوع سیستم آبیاری	علامت اختصاری	شرح
A	سیستم آبیاری قطره‌ای- اتوماتیک	ADI	مدت زمان سیستم آبیاری سطحی-جویچه‌ای ۷ سال، مدت زمان سیستم آبیاری قطره‌ای: ۲ سال گسیلنده: ۵ قطره‌چکان ۴ لیتر بر ساعت (تثاقیم، PCJ) به فاصله ۶۵ سانتی‌متر معادل ۴۵ درصد سطح خیس شده به صورت خطی انجام آبیاری به صورت اتوماتیک با کنترلر (Weathermatic, US) با دور آبیاری ثابت ۲ روز حجم آبیاری برابر ۶۰ درصد حجم آبیاری مورد نیاز بر اساس محاسبه
B	سیستم آبیاری سطحی-جویچه‌ای	TSI	مدت زمان سیستم آبیاری سطحی-جویچه‌ای ۹ سال انجام آبیاری بدون برنامه مشخص بر اساس در دسترس بودن آب مشخصات سیستم آبیاری: جویچه با عرض ۶۰ سانتی‌متر و تشک با متوسط شعاع ۴۰ سانتی‌متر ارتفاع داغاب در جویچه بطور متوسط برابر ۱۳ سانتی‌متر
C	سیستم آبیاری قطره‌ای-مدیریت سنتی	TDI	مدت زمان سیستم آبیاری قطره‌ای (حلقه‌ای) ۹ سال گسیلنده: ۴ قطره‌چکان ۴ لیتر بر ساعت (ایران درپ) به فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر انجام آبیاری بی‌نظم بر اساس در دسترس بودن آب



شکل ۱- موقعیت ترانشه حفاری، مسیر جویچه (در آبیاری سطحی)، موقعیت قطره‌چکان‌ها (در سیستم آبیاری قطره‌ای)، درخت و محل‌های نمونه‌گیری ریشه



شکل ۲- سیستم آبیاری سطحی، موقعیت درخت نسبت به جوی، ابعاد جوی و تشتک اطراف درخت، اندازه تاج پوشش درخت در سیستم آبیاری سطحی



شکل ۳- عمق آب کاربردی و مقدار تبخیر تعرق تجمعی زیتون در باغ A

TDI به صورت کیفی صورت گرفت.

### نتایج و بحث

#### اثر سیستم آبیاری بر توزیع ریشه

تأثیر سیستم آبیاری بر توزیع ریشه در فصل تابستان در سطح

برای تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده در تیمارهای مورد بررسی از نرم افزار SAS، SigmaPlot و Excel استفاده شد. تراکم وزن تر و حجم تر ریشه در دو سیستم TSI و ADI با آزمون LSD ( $p \leq 0.05$ ) مورد تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه سه سیستم ADI، TDI و TSI با توجه به عدم وجود تکرار در سیستم

وزن تر ریشه در اعماق ۴۰-۰ مشاهده شد. با افزایش عمق خاک از ۴۰ سانتی متری درصد وزن تر ریشه در سه سیستم آبیاری مورد بررسی کاهش یافت. نتایج تحقیقات روی درخت زیتون ۲۰ ساله تحت آبیاری قطره‌ای در خاک شنی نشان داد که بیش‌ترین تراکم ریشه در عمق ۶۰-۴۰ سانتی متر وجود داشت (Fernandez et al., 1991) و برای درخت آووکادو (Purbopuspito and Van Rees., 2002) نیز کاهش تراکم وزن ریشه تحت تأثیر افزایش عمق گزارش شده است. محققان توسعه ریشه در عمق را به چگالی ظاهری خاک ارتباط داده اند به طوری که زی (Xi et al., 2013) با افزایش عمق خاک کاهش تراکم ریشه را مشاهده کرده و وجود ریشه‌های زیاد در لایه خاک را به سیلت و رس و چگالی ظاهری خاک مربوط دانست. در این تحقیق با توجه به لایه غیر قابل نفوذ در عمق ۶۰ سانتی متری، امکان وقوع حرکت افقی آب در خاک در این لایه وجود دارد. همچنین این لایه مانع از توسعه ریشه در لایه‌های عمیق‌تر خاک (۸۰-۶۰ سانتی متر) شده و در نتیجه در سیستم‌های آبیاری مورد بررسی در عمق بیش‌تر از ۶۰ سانتی متر ریشه قابل ملاحظه‌ای وجود نداشت. مقایسه درصد وزن تر ریشه در لایه ۲۰-۰ سانتی متری بین سه سیستم آبیاری نشان می‌دهد که بیش‌ترین درصد وزن تر ریشه به ترتیب در سیستم TDI، سپس ADI و در نهایت TSI بود اما با توجه به درصد سنگ‌ریزه موجود در لایه‌های خاک کم‌ترین میزان درصد سنگ‌ریزه لایه سطحی (۲۰-۰ سانتی متری) به ترتیب در سیستم‌های TDI، ADI و TSI بود.

بنابراین گرچه یک سیستم آبیاری اتوماتیک قطره‌ای می‌تواند آب را براساس نیاز گیاه در اختیار آن قرار دهد، اما مقدار آب قابل استفاده خاک و ذرات خاک می‌تواند نقش مهمی در حجم ریشه توسعه یافته داشته باشد. محققان قبلی نیز نقش و اهمیت بافت خاک در توزیع ریشه‌های درخت زیتون و ظرفیت نگهداری آب خاک را گزارش کرده اند (Salgado and Cautin., 2008). همچنین این احتمال وجود دارد که وجود سنگ‌ریزه در خاک با کاهش نگهداشت آب خاک (به طوری که درصد رطوبت حجمی در حالت ظرفیت مزرعه در لایه سطحی برابر با ۱۳/۸ بود) باعث کاهش رشد ریشه شده باشد.

۰/۰۱ معنی‌دار بود و تراکم وزن تر ریشه در سیستم آبیاری قطره‌ای اتوماتیک بیش از تراکم وزن تر ریشه در سیستم آبیاری سطحی بود (جدول ۳). بیش‌ترین تراکم ریشه در سیستم آبیاری قطره‌ای وجود داشت به طوری که تراکم وزن تر ریشه در سیستم ADI در لایه ۲۰-۰ سانتی متری ۲ برابر، در لایه ۴۰-۲۰ سانتی متری ۱/۸ برابر و در لایه ۶۰-۴۰ سانتی متری ۳/۳ برابر تراکم وزن تر ریشه در سیستم TSI بود. اما در لایه عمقی خاک (۸۰-۶۰ سانتی متری خاک) تراکم ریشه در سیستم TSI بیش از تراکم ریشه در سیستم ADI بود. تحقیقات سایر محققان نیز بر بیش‌تر بودن تراکم ریشه در سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی دلالت می‌کند (Fernandez et al., 1991; Purbopuspito and Van Rees., 2002) به گونه‌ای که بر اساس یافته‌های Araujo و همکاران (۱۹۹۵) در سیستم آبیاری سطحی تنها ۱۱ درصد ریشه‌ها در لایه سطحی قرار گرفته بودند.

### مقایسه سیستم آبیاری

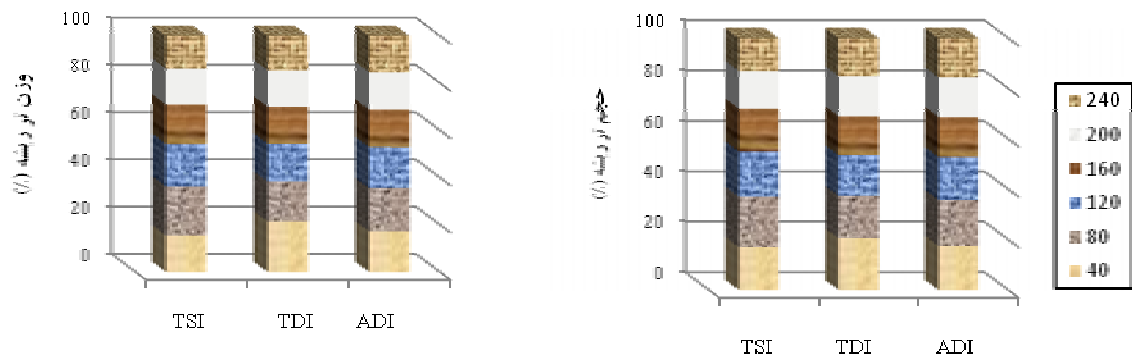
توزیع مقدار وزن تر ریشه در هر سه سیستم ADI، TDI و TSI به گونه‌ای بود که حدود ۵۵ درصد از کل وزن تر ریشه تا فاصله ۶۰ سانتی متری از تنه درخت قرار داشت (شکل ۴). درصد وزن تر ریشه در سیستم TDI و TSI با فاصله گرفتن از تنه درخت کاهش یافته بود. نتایج تحقیقات (Fernandez et al., 1991, Purbopuspito and Van Rees., 2002, Salgado and Cautin., 2008) کاهش تراکم ریشه با افزایش فاصله از درخت در سیستم آبیاری قطره‌ای را نشان داد.

توزیع ریشه در سیستم ADI و TSI بر حسب عمق خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در سیستم TSI ریشه تا عمق ۸۰ سانتی متری توسعه یافته است و بیش‌ترین درصد وزن تر ریشه در عمق ۲۰-۴۰ سانتی متری از سطح خاک مشاهده شد (شکل ۵). در سیستم TDI بیش‌ترین درصد وزن تر ریشه در عمق ۲۰-۰ سانتی متری از سطح خاک قرار گرفته بود. در سیستم ADI ریشه تا عمق ۶۰ سانتی متری از سطح خاک توسعه یافته و بیش‌ترین درصد

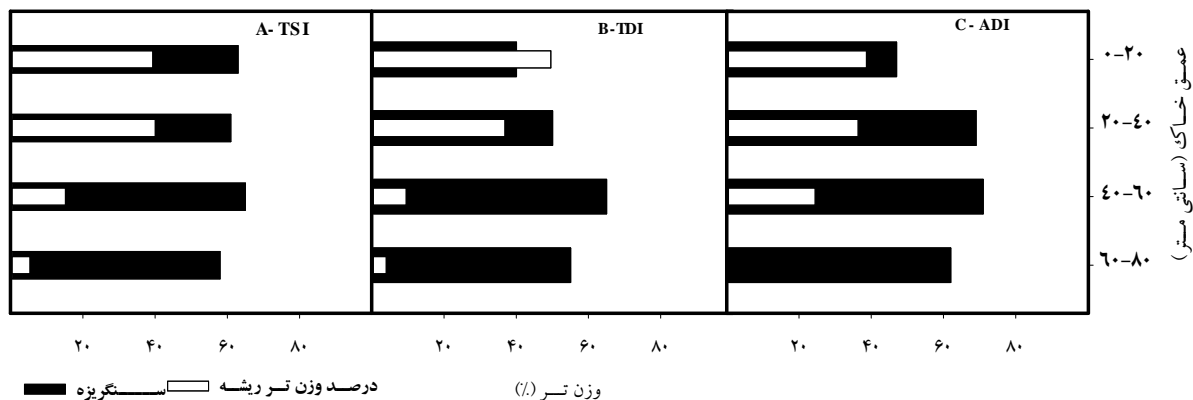
جدول ۳- میانگین وزن تر ریشه در واحد حجم نمونه (gr/cm<sup>3</sup>) و میانگین حجم تر ریشه در واحد حجم نمونه (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) تحت تأثیر سیستم

آبیاری		آبیاری		عمق
ADI	TSI	ADI	TSI	
حجم تر درصد	حجم تر درصد	وزن تر درصد	وزن تر درصد	
۳۴	۱۲/۸۶ <sup>a</sup>	۳۹	۳/۹۰ <sup>bc</sup>	۰-۲۰
۴۰	۱۴/۹۷ <sup>a</sup>	۴۰	۳/۹۹ <sup>bc</sup>	۲۰-۴۰
۲۵	۹/۲۲ <sup>ab</sup>	۱۵	۱/۴۷ <sup>c</sup>	۴۰-۶۰
۱	۰/۴۶ <sup>c</sup>	۶	۰/۵۲ <sup>c</sup>	۶۰-۸۰

دو میانگین که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۱ درصد مطابق آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۴- توزیع درصد وزن تر ریشه و حجم تر ریشه بر حسب فاصله از تنه درخت در سه سیستم ADI، TDI و TSI



شکل ۵- درصد وزن تر ریشه و درصد سنگ‌ریزه موجود در خاک بر حسب عمق لایه خاک در سه سیستم ADI، TDI و TSI

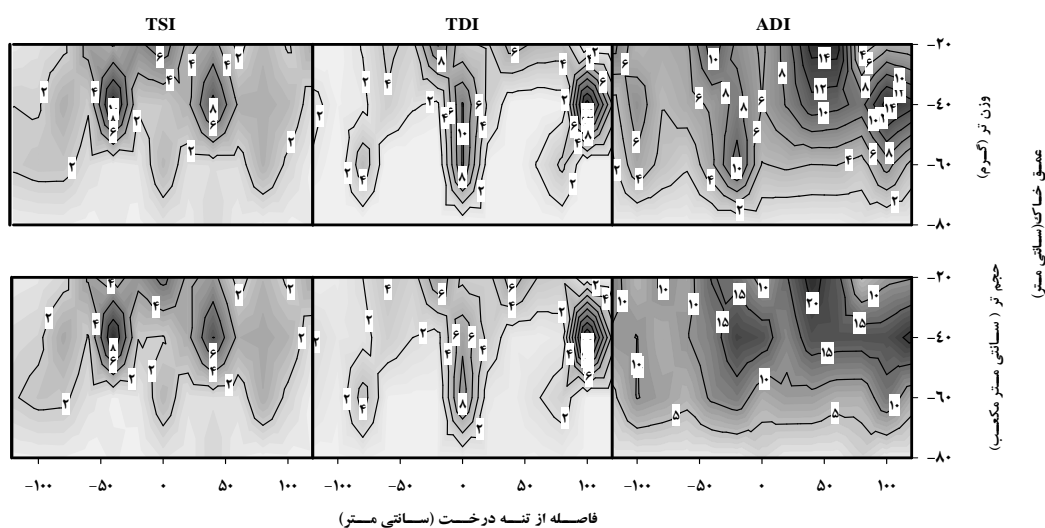
گزارش شده است. آبیاری سطحی با خیس کردن قسمت وسیعی از خاک باعث گسترش ریشه در تمام قسمت‌های اطراف درخت می‌شود (Araujo et al., 1995, Salgado and Cautin., 2008).

### نتیجه‌گیری

افزایش عمق خاک و فاصله از تنه درخت باعث کاهش درصد وزن تر و حجم تر ریشه در سه سیستم آبیاری شد. در سیستم آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای سنتی، توسعه ریشه تحت تأثیر محل توزیع آب بود، به طوری که بیش‌ترین مقدار در محل توزیع آب مشاهده شد. سیستم توسعه ریشه تحت تأثیر درصد سنگ‌ریزه خاک بود به طوری که با افزایش درصد سنگ‌ریزه دانسیته وزنی و حجمی ریشه کاهش یافت. درصد وزنی ریشه زیتون در لایه‌های ۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ سانتی‌متری به طور متوسط در سیستم TSI، ۳۹/۳۸، ۴۰/۰۷، ۱۵/۱۷ و ۵/۳۸ و در سیستم ADI، ۳۶/۳۷، ۳۸/۶۹ و ۲۴/۴۸ و ۰/۴۶ بود.

بررسی توزیع مقدار ریشه در سیستم آبیاری سطحی نشان داد (شکل ۶) در فاصله ۵۰ سانتی‌متری از تنه درخت مقدار وزن تر ریشه و حجم تر ریشه در لایه‌های خاک بیش‌تر بوده که می‌تواند تحت تأثیر تشنگی درخت باشد، زیرا تشنگی درخت با قطر ۸۰ سانتی‌متر در اطراف درخت ساخته شده بود. در سیستم TDI تجمع مقدار وزن تر ریشه و حجم تر ریشه در زیر قطره‌چکان‌ها در محدوده پیاپی رطوبتی هر قطره‌چکان مشاهده شد. نتایج نشان داد در صورتی که آبیاری قطره‌ای به‌طور صحیح طراحی، اجرا و بهره‌برداری شود ریشه‌های درخت در محدوده پیاپی رطوبتی گسترش یافته و سیستم توسعه ریشه در سیستم قطره‌ای نسبت به سایر سیستم‌ها منظم‌تر است. نتایج این پژوهش با نتایج کانتاریاس (Cantuarías and Tomer., 1995) و فرناندز (Fernandez et al., 1991) که بیان کردند در سیستم آبیاری قطره‌ای ریشه‌ها در محدوده پیاپی رطوبتی گسترش می‌یابند، همخوانی دارد. همچنین قبلاً منظم بودن سیستم توسعه ریشه در سیستم قطره‌ای توسط Nassar (2009) (Nassar., 2009)





شکل ۶- مقدار وزن تر ریشه و حجم تر ریشه‌های درخت زیتون در سه سیستم TSI، TDI و ADI در فاصله ۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری از تنه درخت و عمق ۸۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک

کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه آبیاری و زهکشی.

Al Ibrahim, A., Boulouha, B., Gregoriou, C., El-Kholy M., Ksantini, M., Serafidis, N and Shdiefat, S. 2010. Olive gap manual good agricultural practices for the near east and north africa countries. Viale delle Terme di Caracalla. Rome, Italy.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.

Araujo, F., Williams, L.E., Grimes, D.W and Matthews, M.A. 1995. A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation. I: Root and soil water distributions. Journal of Scientia Horticulturae. 60:3-4. 235-249.

Bini, G. 1984. Flowering and pollination in olive. Investigations on the pollination period, receptibility of stigma and evolution of the female gametophyte. Advanced in Horticultural Science. 68:1.57-69.

Bohm, W. 1979. Method of studying root systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.

Bryla, D.R., Dickson, E., Shenk, R., Johnson, R.S., Crisosto, C.H and Trout, T.J. 2005. Influence of irrigation method and scheduling on patterns of soil and tree water status and its relation to yield and fruit quality in peach. Journal of HortScience. 40:7.2118-2124.

Cantuarias, T., Cohen, Y., Tomer, E. 1995. Improving avocado. tree water status under severe climatic conditions by increasing wetted soil volume. Proceedings of The World Avocado Congress III. pp. 196-204.

در صورتی که سیستم آبیاری قطره‌ای با مدیریت صحیح اجرا گردد سیستم توسعه ریشه در سطح تاج پوشش درخت با تراکم بالا توزیع می‌گردد. با توجه به کاهش منابع آب و نیاز به تغییر سیستم آبیاری از سطحی به قطره‌ای برای درختان کهن‌سال، امکان تغییر سیستم آبیاری با توجه به مدیریت آبیاری قبلی و بررسی سیستم توسعه ریشه و ایجاد سطح خیس شده مطلوب، وجود دارد.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از حمایت‌های مالی و معنوی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه صنعتی اصفهان تشکر می‌نمایند.

## منابع

- اسفندیاری، ص. دهقانی سانچ، ح. علیزاده، ا. و داوری، ک. ۱۳۹۱، ارزیابی مرفولوژی ریشه ذرت تحت کودآبیاری با روش‌های قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۶: ۱۰۶۴-۱۰۷۱.
- سالمی، ح و قاسمی، ا.ع. ۱۳۸۰. ارزیابی تبدیل روش آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای در درختان مسن سیب سمیرم، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۲. ۲۵-۴۰.
- طباطبایی، م. ۱۳۷۴. زیتون و روغن آن، صندوق مطالعاتی توسعه کشت زیتون. ۴۰۰.
- مالکی، ع. ۱۳۹۲. مقایسه روش نوین آبیاری زیرسطحی و آبیاری سطحی برای درخت زیتون در کاربرد آب و پساب، پایان نامه

- Vienna.
- Purbopuspito, J and Van Rees, K.C.J. 2002. Root distribution at various distances from clove trees growing in Indonesia. *Journal of Plant and soil*. 239:313-320
- Salgado, E and Cautin, R. 2008. Avocado root distribution in fine and coarse-textured soils under drip and micro sprinkler irrigation. *Journal of Agricultural Water Management*. 95:7.817-824.
- Sokalska, D.I., Haman, D.Z. Szewczuk, A., Sobota, J., Deren, D. 2009. Spatial root distribution of mature apple trees under drip irrigation system. *Journal of Agricultural Water Management*. 96: 917-924.
- Watson, G.W., Kelsey, P. 2006. The impact of soil compaction on soil aeration and fine root density of *Quercus palustris*. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4: 69-74.
- Xi, B., Wang, Y., Jili, L., Bloomberg, M., Li, G and Di, N. 2013. Characteristics of fine root system and water uptake in a triploid *Populus tomentosa* plantation in the North China Plain: Implications for irrigation water management. *Journal of Agricultural Water Management*. 117:83-92.
- Fernandez, J.E., Moreno, F., Cabrera, F., Arrue, J.L and Martin-Aranda, J. 1991. Drip irrigation, soil characteristics and the root distribution and root activity of olive trees. *Journal of Plant and soil*. 133:239-251.
- Gan, Z.T., Zhou, Z.C and Liu, W.Z. 2010. Vertical distribution and seasonal dynamics of fine root parameters for apple trees of different ages on the loess plateau of China. *Journal of Agricultural Sciences in China*. 9:1.46-55.
- Konôpka, B., Noguchi, K., Sakata, T., Takahashi, M., Konôpkova, Z. 2006. Fine root dynamics in a Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) plantation throughout the growing season. *Journal of Forest Ecology and Management*. 225:1-3. 278-286.
- Mulia, R and Dupraz, C. 2006. Unusual fine root distributions of two deciduous tree species in southern France: what consequences for modelling of tree root dynamics. *Journal of Plant Soil*. 281: 71-85.
- Nassar, A. 2009. Comparison of micro irrigation systems for olive trees. *Misr Journal of Agricultural Engineering*. 26:1.149-169.
- Nethsinghe, D.A. 1975. Root activity patterns of some tree crops. International Atomic Energy Agency,



## Effect of Different Irrigation Systems on Root Distribution of Mature Olive trees in Gravel soils

F. Mohamadzade<sup>1</sup>, M. Gheysari<sup>2\*</sup>, E. Landi<sup>3</sup>, P. Zolfaghary<sup>4</sup>

Received: Apr. 16, 2014

Accepted: Oct. 15, 2014

### Abstract

The recommended strategies in intensifying water shortage condition is changing the surface irrigation system to drip irrigation, in which case notification of the root system of mature trees for drip irrigation management is essential. The goal of this study was to investigate the effects of surface irrigation, automatic drip irrigation and traditional drip irrigation on olive tree root growth. The soil texture was sandy loam with 50% gravel. The fresh weight, dry weight and fresh volume of root were measured within 30 cm of tree under tree shadow area for 80 cm soil depth. The results showed that percent of fresh weigh was reduced 40% to 5% and 5 to 4 gr with increasing of depth and tree trunk distance to 240 cm ,respectively. Also existence of gravel in soil was effective in root development, and fresh weigh and fresh volume density were decreased with increased of gravel. The olive root development was affected by irrigation system and dripper layout. The results showed that, changing of surface irrigation system to drip irrigation system for mature olive trees is possible; however, need to consider root growth system under previous irrigation system.

**Keyword:** surface irrigation, automatic drip irrigation, root volume, root weight, olive

---

1- Graduate student of Irrigation and Drainage, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

2- Assistant professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran,

3- Instructor, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

4- Undergraduate student of Irrigation and Drainage, Water Engineering Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

(\*-Corresponding Author Email: [gheysari@cc.iut.ac.ir](mailto:gheysari@cc.iut.ac.ir))