

## بررسی الگوی توزیع شوری و سدیم خاک تحت آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در باغات زیتون

مهدی طاهری<sup>۱</sup>، میثم طاهری<sup>۲</sup>، محمد عباسی<sup>۳</sup>، کریم مصطفوی<sup>۴</sup>، سمیرا واحدی<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۱۷

### چکیده

طراحی و اجرای صحیح آبیاری قطره‌ای نقش بسزایی در ارتقاء بهره‌وری اراضی کشاورزی و کاربرد آب‌هایی با کیفیت پایین دارد. توجه به مسئله شوری خاک، تعیین الگوی توزیع املاح خاک راهکاری موثر در مدیریت صحیح خاک است. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در درختان زیتون منطقه طارم انجام گردید. در این راستا به بررسی الگوی توزیع املاح خاک به‌ویژه میزان شوری و نسبت جذب سدیم در عمق‌های مختلف خاک پرداخته شد. هم‌چنین نحوه توزیع املاح خاک در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آبیاری در تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج بیان‌گر تجمع نمک و افزایش سدیم خاک در هر دو سیستم آبیاری در دوره مورد نظر بود. با این حال به طور کلی میزان تجمع شوری و سدیم خاک در کل عمق مورد مطالعه در تیمارهای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی کمتر از آبیاری قطره‌ای سطحی بدست آمد. تجمع شوری و سدیم در آبیاری زیر سطحی در لایه سطحی خاک که بالای قطره‌چکان قرار داشت بیشتر از حالت قطره‌ای زیر سطحی بود. بررسی سطوح مختلف آبیاری نشان داد که علاوه بر کاهش املاح و آبشویی بیشتر در حالت سطح آبیاری ۱۰۰ درصد، تفاوت معنی‌داری بین سطح آبیاری ۱۰۰ درصد و دو سطح ۵۰ و ۷۵ درصد از لحاظ الگوی توزیع شوری و سدیمی وجود ندارد.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری قطره‌ای سطحی، آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، الگوی توزیع املاح، مدیریت شوری.

۱ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، زنجان، ایران. [taheritekab@yahoo.com](mailto:taheritekab@yahoo.com). (مسئول مکاتبه)

۲ محقق، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران.

۳ محقق، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران.

۴ محقق، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، زنجان، ایران.

۵ محقق، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، زنجان، ایران.

## مقدمه

سطحی بیشتر بوده و در نتیجه مرغوبیت و بازار پسندی محصول افزایش یافت. (Yang et.al., 2013) در تحقیق دیگری کارایی مصرف آب و هدایت هیدرولیکی را در درختان جوان گلابی با سه روش آبیاری قطره‌ای مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها سه روش آبیاری قطره‌ای شامل آبیاری قطره‌ای متناوب ADI (هر دو طرف از ریشه منطقه متناوب آبیاری)، آبیاری قطره‌ای ثابت FDI (تنها یک طرف از خاک آبیاری) و آبیاری قطره‌ای متداول CDI (آبیاری در نزدیکی پایگاه درخت) و سه سطح آبیاری (بامقدار ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی متر) را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان دهنده کاهش هدایت هیدرولیکی، میزان تبخیر و تعرق، سطح برگ و وزن خشک کل در ADI و CDI است. روش FDI نسبت به روش CDI هدایت هیدرولیکی و وزن خشک کاهش بیشتری داشته است. همچنین در حالت کاهش سطح آب مصرفی به ۵۰ درصد، راندمان مصرف آب و راندمان مصرف آب آبیاری افزایش یافت. در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای-نمک‌ها در اطراف پیاز رطوبتی خاک تجمع یافته و به تدریج موجب افزایش غلظت نمک‌ها در سطح خاک و در بین ردیف‌های کارگذاری لوله‌ها یا نزدیک عمق پیاز رطوبتی می‌شوند (میرئی، ۱۳۸۲). یکی از مشکلات شوری خاک در سیستم‌های قطره‌ای، بروز مشکلاتی در زمان جوانه‌زنی گیاهان است که با طراحی دقیق و مدیریت صحیح آبیاری قطره‌ای و بخصوص آبیاری قطره‌ای زیرسطحی می‌توان از این مشکلات جلوگیری کرد (Enciso et.al., 2003). طراحی و مدیریت صحیح آبیاری قطره‌ای زیرسطحی تا حد زیادی خطرات ناشی از شوری آب را کاهش می‌دهد، با این حال مسئله شوری در این آبیاری نباید نادیده گرفته شود. از مشکلات عمده در رابطه با آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک، تجمع املاح در نیمرخ خاک است، حتی در حالت کیفیت خوب آب، مقداری املاح به خاک منتقل شده و باعث افزایش تدریجی غلظت نمک در

افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی موجب تغییر الگوی دمایی و کاهش منابع آب در کشور شده است (ناصرزاده و همکاران، ۱۳۹۵). عدم وجود مدیریت کارآمد منابع آب و خاک عامل تشدید کننده پیامدهای این تغییرات محسوب می‌گردند. افزایش راندمان کارایی مصرف آب راهکاری پیش‌روی مدیریت جامع منابع آب است. انتخاب، طراحی و اجرای صحیح روش‌های آبیاری نقش بسزایی در ارتقاء بهره‌وری اراضی کشاورزی و کاربرد آب‌هایی با کیفیت پایین دارد. آبیاری قطره‌ای نسبت به سایر روش‌های آبیاری تحت فشار از کمترین میزان نفوذ عمقی و رواناب سطحی برخوردارند. به‌گونه‌ای که آب با استفاده از قطره‌چکان بسته به نوع سیستم آبیاری قطره‌ای در روی سطح خاک<sup>۱</sup> (DI) یا در زیر سطح خاک<sup>۲</sup> (SDI) نیاز آبی گیاه را تامین می‌نماید. سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیر سطحی نسبت به روش دیگر به دلیل کاهش تبخیر سطحی از خاک کارایی بالاتری دارند. (Yang et.al., 2013) در پژوهشی به مقایسه کارایی سه تناوب مختلف آبیاری قطره‌ای در درختان سیب پرداختند. آنها در پژوهش خود از لحاظ فیزیولوژیکی و نوع لقاح درختان سیب را مورد مطالعه قرار دادند. در کل نتایج پژوهش ایشان بیانگر برتری سیستم آبیاری قطره‌ای و بالا بودن کارایی مصرف آب نسبت به آبیاری مرسوم است. در هر سه تناوب میزان تبخیر و تعرق و وزن توده خشک ریشه کاهش پیدا کرده است. (Goldhamer et.al., 2006) پژوهشی در خصوص مقایسه سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی در درختان پسته انجام دادند نتایج آنها نشان داد که در مقایسه با سیستم آبیاری سطحی، سیستم زیر سطحی رطوبت باغ و طول مدت شبنم را کاهش و دمای محیط را افزایش می‌دهد. همچنین درصد خندانی پسته‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای زیر

<sup>1</sup> Drip Irrigation<sup>2</sup> -Subsurface drip irrigation

زراعی بر روی درختان بارده زیتون رقم کرونائیکی که با استفاده از روش قلمه تکثیر یافته‌اند انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل کارگذاری قطره چکان در اعماق صفر و ۳۰ سانتی متر و آب کاربردی به میزان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه انتخاب گردید. دور آبیاری با توجه به بافت خاک سه روزه انتخاب گردید و نیاز آبی گیاه زیتون برای منطقه مورد مطالعه بر اساس داده‌های هواشناسی سه روز قبل، ضریب گیاهی و میزان سطح سایه اندازی درختان موجود در طرح محاسبه و با در نظر گرفتن آرایش دو ردیفه سیستم آبیاری و اختصاص ۸ قطره چکان با دبی ۴ لیتر در ساعت برای هر درخت ساعت آبیاری محاسبه گردید. از آب مورد استفاده در محل قطره چکان ها به صورت ماهانه نمونه‌گیری شد که نتیجه تجزیه آزمایشگاهی در قالب جدول (۱) ارائه شده است.

خاک می‌گردد (Burt et.al., 2003). در پژوهشی محققان نشان دادند که شوری خاک به روش قطره ای تحت رژیم‌های مختلف آبیاری، کمترین مقدار شوری در زیر قطره چکان و بیشترین مقدار آن در حاشیه پياز رطوبتی تجمع پیدا می‌کند (Nagaz et.al., 2007). (Al-Omran et.al., 2008) با بررسی تغییرات شوری خاک طی دو سال متوالی در سیستم آبیاری قطره‌ای در مزرعه گوجه فرنگی مشاهده کرد که در تمام فصول عمق ۳۰-۴۵ سانتیمتری از سطح خاک دارای شوری کمتری نسبت به اعماق ۳۰-۰ سانتیمتری بود. با توجه به نقش مهم میزان شوری خاک بر عملکرد نسبی محصول، مطالعه تغییرات شوری خاک و نحوه توزیع آن در روش‌های مختلف آبیاری اهمیت دارد. مدیریت صحیح خاک نیازمند اطلاعات جامع و دقیق در زمینه مقدار و الگوی توزیع املاح خاک در منطقه توسعه ریشه است. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در درختان زیتون منطقه طارم انجام گردید. در این راستا به بررسی الگوی توزیع املاح خاک به‌ویژه میزان شوری و نسبت جذب سدیم در عمق‌های مختلف خاک پرداخته شد. همچنین نحوه توزیع املاح خاک در حالت در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آبیاری در تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات زیتون واقع در منطقه گیلوان طارم از توابع استان زنجان به منظور تعیین الگوی توزیع املاح در خاک در دو سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی و سطحی انجام شد. این منطقه دارای اراضی وسیعی تحت کشت درختان زیتون است و اکثر آب مورد نیاز باغات منطقه از رودخانه قزل اوزن تامین می‌گردد. این مطالعه در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تیمار آبیاری در ۵ تکرار در طی یک سال

جدول (۱): نتایج تجزیه آب آبیاری

| Ca<br>+Mg  | Na        | K          | CO <sub>3</sub> | HCO <sub>3</sub> | Cl         | SO <sub>4</sub> | EC       | pH   | SAR  | دفعات نمونه<br>برداری |
|------------|-----------|------------|-----------------|------------------|------------|-----------------|----------|------|------|-----------------------|
| meq /<br>l | meq<br>/l | m<br>eq /l | meq<br>/l       | meq /<br>l       | me<br>q /l | meq /<br>l      | dS/<br>m | -    | -    |                       |
| ۱۶/۰۰      | ۱۹۶       | ۰.۸        | ۰/۰             | ۵/۳۰             | ۳۰         | ۱۰/۴۰           | ۳/۲۱     | ۱/۴۰ | ۶/۰۰ | ۱                     |
| ۱۳/۶       | ۱۴۲       | ۰.۹        | ۰/۰             | ۲/۰۰             | ۳۰         | ۹/۸۰            | ۳/۰۰     | ۱/۷۵ | ۶/۷۰ | ۲                     |
| ۱۵/۱       | ۱۸۱       | ۱.۲        | ۰/۴             | ۱/۸۰             | ۱.۲۰       | ۹/۶۰            | ۳/۲۷     | ۱/۳۹ | ۶/۵۰ | ۳                     |
| ۱۵/۶       | ۱۶۲       | ۰.۹        | ۰/۰             | ۵/۱۰             | ۱.۶۰       | ۶/۶۰            | ۳/۲۹     | ۱/۴۲ | ۶/۳۰ | ۴                     |
| ۱۵/۸       | ۱۶۲       | ۰.۸        | ۰/۴             | ۳/۴۰             | ۱.۰۰       | ۸/۷۰            | ۳/۳۶     | ۱/۵۲ | ۶/۳۰ | ۵                     |

برای نامگذاری تیمارهای آبیاری که شامل دو عمق کارگذاری قطره چکان ۰ و ۳۰ سانتی‌متر است به ترتیب از D<sub>1</sub> و D<sub>2</sub> و برای مقدار آب آبیاری در سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد به ترتیب از I<sub>1</sub>، I<sub>2</sub> و I<sub>3</sub> استفاده شد. همچنین نمونه بدون آبیاری با نمایه SH مشخص گردید.

نتایج حاصل از آزمایش نمونه‌های خاک و آب به‌عنوان داده‌های پایه در بانک اطلاعاتی ایجاد شده در محیط نرم‌افزاری SPSS برای انجام محاسبات و استفاده در بخش تجزیه و تحلیل دسته‌بندی و با انجام آزمون‌های شاپیرو ویلک نسبت به نرمال بودن و همگنی آن‌ها اطمینان حاصل شد. در راستای بررسی الگوی توزیع املاح در اعماق مختلف و در تیمارهای مختلف از نمودارهای هم‌عمق که در محیط نرم افزار Surfer11 تهیه گردید انجام شد.

در انتهای فصل رشد با زدن پروفیل در محل قطره چکان‌ها در تیمارهای مختلف در رطوبت ظرفیت مزرعه اقدام به نمونه برداری در اعماق و فاصله‌های مختلف از قطره چکان گردید. نمونه‌های خاک به فاصله هر ۱۰ سانتی متری تا عمق ۱۰۰ سانتی متر به تعداد ۱۰ نمونه در جهت عمقی از قطره چکان و به فاصله هر ۳۰ سانتی متر تا فاصله ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی متری در جهت عرضی از قطره چکان در چهار عمق جهت تعیین پارامترهایی از قبیل بافت خاک، هدایت الکتریکی، سدیم، منیزیم، کلسیم، کلر، SAR، درصد رطوبت وزنی و PH به آزمایشگاه ارسال شد. همچنین در محدوده مورد مطالعه پروفیلی در قسمتی که تحت آب آبیاری نبود، انتخاب و اقدام به حفر و تعیین برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک گردید (جدول ۲). کلاس‌های بافتی هر نمونه به‌روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری خاک (BD) به‌روش سیلندری، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) با دستگاه EC متر، میزان یون سدیم از روش شعله سنجی توسط دستگاه فلیم فتومتر، یون‌های کلسیم و منیزیم به‌روش کمپلکسومتری اندازه‌گیری شد. همچنین نسبت جذب سدیم (SAR) به‌صورت محاسباتی و هدایت هیدرولیکی به روش بار ثابت بدست آمد. وزن مخصوص ظاهری خاک در حالت بدون آبیاری ۱/۲۹ گرم بر سانتی متر مکعب بدست آمد.

جدول (۲): نتایج تجزیه فیزیکی خاک

| بافت خاک   | Clay | Silt | Sand | PH   | EC   | عمق نمونه |
|------------|------|------|------|------|------|-----------|
|            | %    | %    | %    |      | dS/m | cm        |
| loam       | ۱۶   | ۳۵   | ۴۹   | ۷/۴۴ | ۷/۰۶ | -۱۰       |
| loam       | ۲۰   | ۳۷   | ۴۳   | ۷/۴۵ | ۴/۸۵ | -۲۰       |
| loam       | ۱۸   | ۳۷   | ۴۵   | ۷/۴۹ | ۴/۹۲ | -۳۰       |
| loam       | ۲۰   | ۳۳   | ۴۷   | ۷/۴۶ | ۵/۱۴ | -۴۰       |
| sandy loam | ۱۸   | ۲۹   | ۵۳   | ۷/۵۵ | ۵/۵۱ | -۵۰       |
| sandy loam | ۱۰   | ۲۵   | ۶۵   | ۷/۶۰ | ۵/۶۲ | -۶۰       |
| sandy loam | ۶    | ۲۱   | ۷۳   | ۷/۶۷ | ۴/۶۸ | -۷۰       |
| loamy sand | ۴    | ۱۵   | ۸۱   | ۷/۸۳ | ۴/۰۴ | -۸۰       |
| loamy sand | ۶    | ۱۵   | ۷۹   | ۷/۷۱ | ۴/۶۸ | -۹۰       |
| loamy sand | ۶    | ۱۷   | ۷۷   | ۷/۷۳ | ۵/۳۰ | -۱۰۰      |

میانگین هدایت الکتریکی در دو عمق صفر تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر بین تیمار سطحی و تمام سطوح آبیاری زیر سطحی تفاوت معنی دار مشاهده شد.

## نتایج و بحث

با توجه به نتایج نمونه‌های آب تهیه شده (جدول ۱)، آب آبیاری به طور متوسط دارای هدایت الکتریکی برابر ۳/۲۳ دسی زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیمی برابر با ۶/۳۵ درصد بود. با توجه به اینکه مقدار هدایت الکتریکی آن در کل بزرگتر از ۳ و نسبت جذب سدیم آن بزرگتر از ۶ است، از لحاظ کیفی این آب دارای محدودیت زیاد از نظر شوری، محدودیت کم از لحاظ سدیم و محدودیت زیاد از نظر مسمومیت کلر است (Ayers and Westcot, 1985).

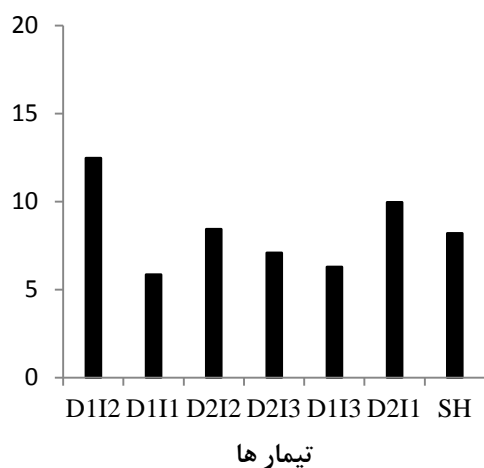
نتایج مربوط به مقایسه میانگین بین نتایج آزمایشگاهی اطلاعات شیمیایی تیمارها در اعماق مختلف خاک با نمونه شاهد در جدول ۳ ارائه شده است. مطابق نتایج جدول ۳ مشاهده می‌گردد که توزیع املاح در اعماق مختلف خاک نسبت به نمونه شاهد تفاوت دارد. بین میزان سدیم خاک از عمق صفر تا عمق ۸۰ سانتیمتری با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نتایج جدول ۱ بین

جدول (۳): نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای تحت آبیاری و تیمار شاهد

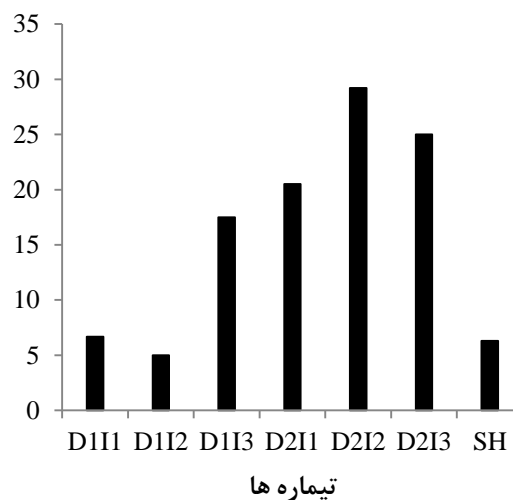
| PH   | SAR   | EC     | Ca+Mg   | Na     | k     | HCO <sub>3</sub> | Cl     | SO <sub>4</sub> | عمق نمونه |
|------|-------|--------|---------|--------|-------|------------------|--------|-----------------|-----------|
| -    | -     | dS/m   | Meq/l   | Meq/l  | Meq/l | Meq/l            | Meq/l  | Meq/l           | cm        |
| ۱/۵۳ | ۱۲/۲۰ | ۱۷/۳۴* | ۸۸/۵۰   | ۸۲/۸۰* | ۱/۶۸  | ۶**              | ۱۴۵    | ۲۱/۸۸*          | -۱۰       |
| ۱/۵۵ | ۶/۸۵* | ۸/۳۵*  | ۵۰/۱۶   | ۳۴/۸۵* | ۰/۳۸* | ۴/۶۰**           | ۶۸/۹۰* | ۱۱/۹۰*          | -۲۰       |
| ۱/۵۶ | ۶/۰۳* | ۶/۴۸   | ۳۸/۴۰   | ۲۶/۷۵* | ۰/۳۷  | ۶/۹۳             | ۴۹/۰۵  | ۹/۵۸            | -۳۰       |
| ۱/۶۴ | ۶/۱۱* | ۵/۲۱   | ۳۰/۲۰** | ۲۴*    | ۰/۲۳  | ۳/۵۸             | ۴۲/۴۰  | ۸/۴۸            | -۴۰       |
| ۱/۶۹ | ۷/۴۳* | ۴/۹۷   | ۲۴/۴۷*  | ۲۵/۸۷* | ۰/۵۸  | ۴/۱۷             | ۳۸/۳۸  | ۸/۴۰            | -۵۰       |
| ۱/۷۴ | ۵/۹۸* | ۴/۵۷   | ۲۵/۴۳   | ۲۱/۰۸  | ۰/۲۷  | ۳/۴۷*            | ۳۴/۰۳  | ۹/۲۸            | -۶۰       |
| ۱/۷۲ | ۶/۰۳* | ۴/۴۳   | ۲۴/۸۰   | ۲۰/۸۵  | ۰/۱۷  | ۳/۱۳*            | ۳۴/۷۰  | ۷/۹۸            | -۷۰       |
| ۱/۶۸ | ۴/۸۵* | ۴/۴۲   | ۲۶/۷۰   | ۱۷/۶۷  | ۰/۳۵  | ۳/۴۵             | ۳۱/۹۰  | ۹/۳۰            | -۸۰       |
| ۱/۶۷ | ۴/۸۷  | ۴/۱۳   | ۲۵/۶۵   | ۱۶/۷۵  | ۰/۲۷  | ۳/۳۰             | ۳۰/۶۵  | ۸/۷۳            | -۹۰       |
| ۱/۵۳ | ۴/۵۵  | ۴/۳۴   | ۲۷/۲۰   | ۱۶     | ۰/۳۰  | ۲/۹۲             | ۳۱/۶۷  | ۸/۹۰            | ۱۰۰       |

\*\* و \* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ می‌باشد.

برای نمونه، نمودارهای مقایسه هدایت الکتریکی و سدیم در اعماق مختلف و تیمارهای متفاوت در قالب شکل‌های ۱ تا ۴ آورده شده است.



شکل (۲): هدایت الکتریکی خاک از عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتری در تیمارهای مختلف

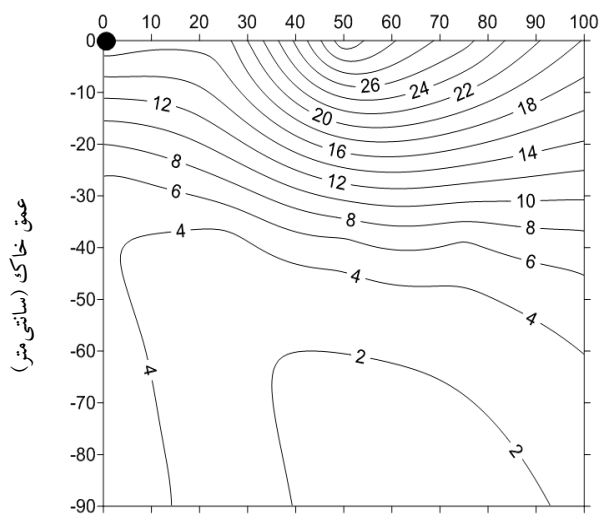


شکل (۱): هدایت الکتریکی خاک سطحی تا عمق ۱۰ سانتیمتری در تیمارهای مختلف

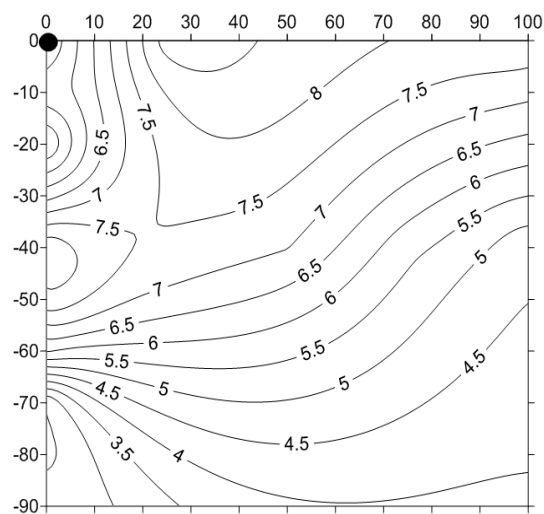
خصوص در حاشیه پیاز رطوبتی امری طبیعی است (Wang et.al., 2008). نتایج پژوهش (Chauhan et.al., 2008) (2014)، (2009) Nagaz et.al., و Dagdelen et.al., (2012) با تایید این مطلب، عدم تامین نیاز آبتی و زهکشی نامناسب را دلیلی بر این امر دانستند.

نقشه‌های حاصل از نرم افزار Surfer در شکل‌های ۳ تا ۸، تغییرات شوری در عمق‌ها و در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. در تمام تیمارهای آبیاری زیر سطحی در بالای عمق کارگذاری و در نزدیکی قطره چکان‌ها تجمع نمک وجود دارد در حالی که با افزایش عمق از قطره چکان‌های زیر سطحی به سمت پایین، چنین تجمعی مشاهده نمی‌شود. با در نظر گرفتن عمق تراکم ریشه‌های فعال درخت زیتون که در خاک که حدود ۳۰ تا ۱۰۰ سانتیمتری خاک است. می‌توان در نظر داشت که آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی با الگوی توزیع شوری خاک هماهنگ است. این نتایج در پژوهش صداقتی و همکاران (۱۳۹۱) هم مشاهده شد. آنها در پژوهش خود نشان دادند که الگوی توزیع ریشه در هر دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی با الگوی توزیع ریشه درختان بارور پسته که آنها هم در عمق ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی متری تجمع دارند همخوانی دارند. تیمارهای  $D_1I_3$  و  $D_2I_3$  که آبیاری در سطح ۱۰۰ درصد اجرا شده است آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بیشترین قابلیت را در کاهش شوری به صورت عمقی داشتند. به‌طور کلی تغییرات املاح خاک هم‌راستای تغییرات رطوبت در پروفیل طولی است. نتایج پژوهش Battam et.al. (2003) هم که تغییرات رطوبت خاک را در اعماق مختلف خاک تحت آبیاری قطره‌ای بررسی نمودند تاییدی بر این مطلب است.

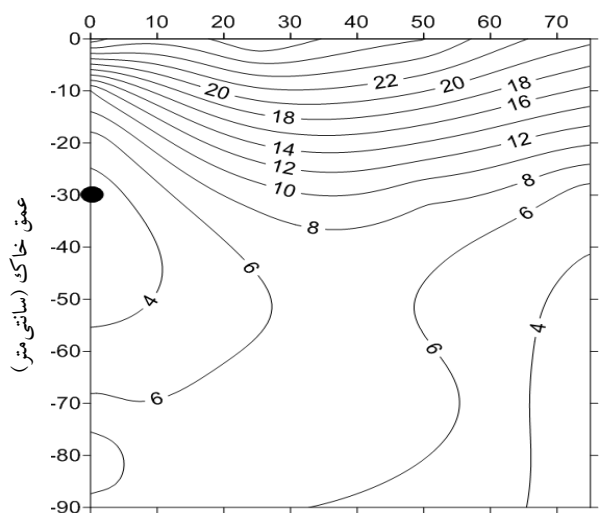
مقایسه نتایج خاک تیمارها در عمق ۱۰-۰ سانتی-متری نشان داد که بیشترین شوری در تیمار زیر سطحی با ۷۵ درصد آبیاری ( $D_2I_2$ ) و کمترین آن در تیمار سطحی با ۷۵ درصد آبیاری ( $D_1I_2$ ) به ترتیب برابر با مقدار ۲۹/۲ و ۴/۹۸ دسی زیمنس بر متر در خاک تجمع پیدا کرده است. در حالی که مقدار شوری تیمار شاهد در شرایط بدون آبیاری، ۶/۲۹ دسی زیمنس بر متر بود. این نتایج نشان داد در حالت آبیاری قطره‌ای سطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در عمق سطحی خاک میزان تجمع شوری کمتر است. صداقتی و همکاران (۱۳۹۱) اثرات دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر رشد و عملکرد درختان پسته را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش نتایج شوری خاک در تیمارهای آبیاری قطره‌ای سطحی، کمترین میزان شوری را در زیر قطره‌چکان نشان داد در صورتی در تیمارهای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی با عمق نصب ۳۰ سانتیمتر و آبیاری قطره‌ای سطحی با افزایش فاصله از نازل‌ها در جهت عمقی و شعاعی شوری افزایش یافت. نتایج پژوهش Enciso et.al., (2013) که تغییرات رطوبت خاک تحت آبیاری زیر سطحی را در مزرعه پنبه بررسی کردند، نشان داد در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی متری کارگذاری قطره چکان‌ها، تجمع املاح در نزدیکی سطح خاک و عمق ۳۰ سانتی‌متری به علت تبخیر بیشتر از عمق ۶۰ سانتی‌متری بود. همچنین صفی و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی که به بررسی قابلیت سیستم آبیاری قطره‌ای در مقایسه با آبیاری کرتی پرداختند، نشان دادند که علاوه بر صرفه جویی در مصرف آب، تجمع شوری در اطراف پیاز رطوبتی نسبت به آبیاری کرتی باعث کنترل رشد علف‌های هرز شده است. با توجه به نمودارهای ۱ و ۲ مشخص شد که تمام تیمارهای زیر سطحی موجب افزایش نمک در خاک سطحی شده است. با در نظر گرفتن این مطلب که آب آبیاری از لحاظ طبقه‌بندی در رده شور قرار دارد، شوری خاک به صورت عمقی به



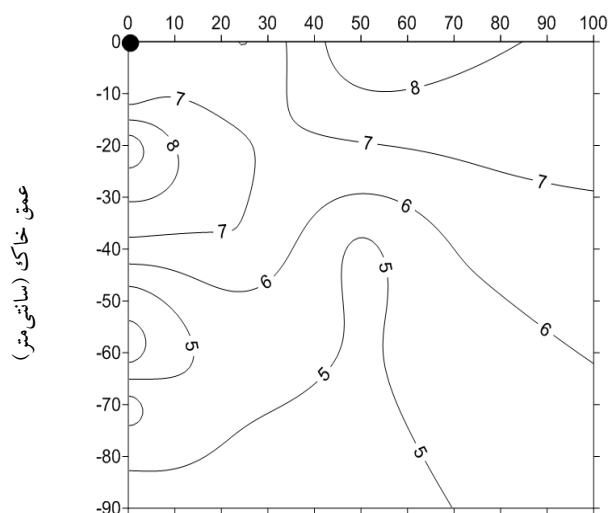
فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)  
 شکل (۴): توزیع شوری در تیمار با عمق کار گذاری صفر و ۱۰۰ درصد آبیاری



فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)  
 شکل (۳): توزیع شوری در تیمار با عمق کار گذاری صفر و ۷۵ درصد آبیاری

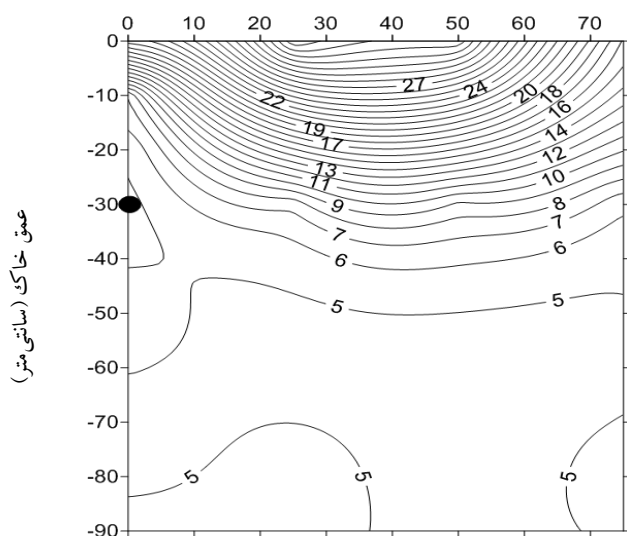


فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)  
 شکل (۶): توزیع شوری در تیمار با عمق کار گذاری ۳۰ و ۷۵ درصد آبیاری

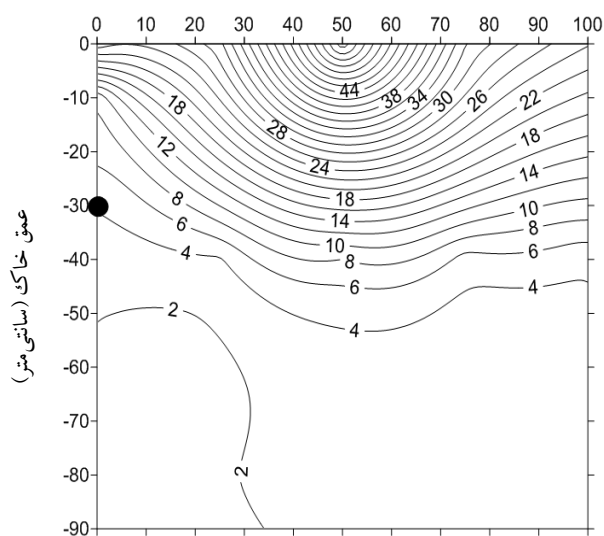


فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)  
 شکل (۵): توزیع شوری در تیمار با عمق کار گذاری صفر و ۵۰ درصد آبیاری





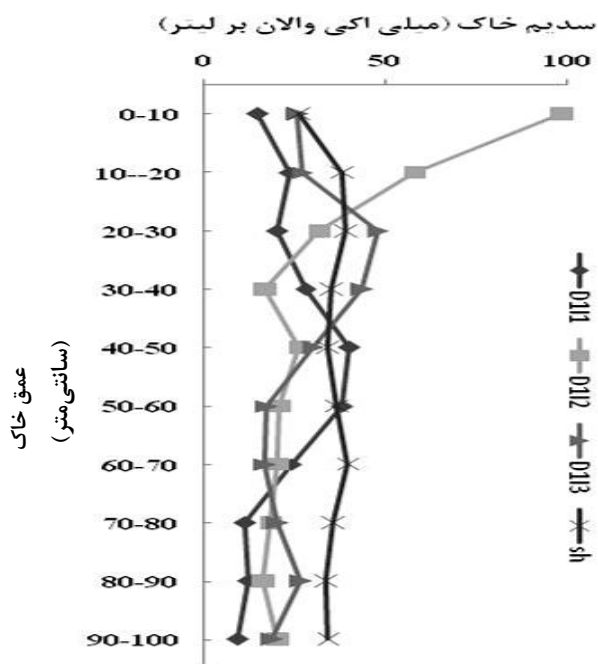
شکل (۸): توزیع شوری در تیمار با عمق کار گذاری ۳۰ و ۵۰ درصد آبیاری  
فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)



شکل (۷): توزیع شوری در تیمار با عمق کار گذاری ۳۰ و ۱۰۰ درصد آبیاری  
فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)

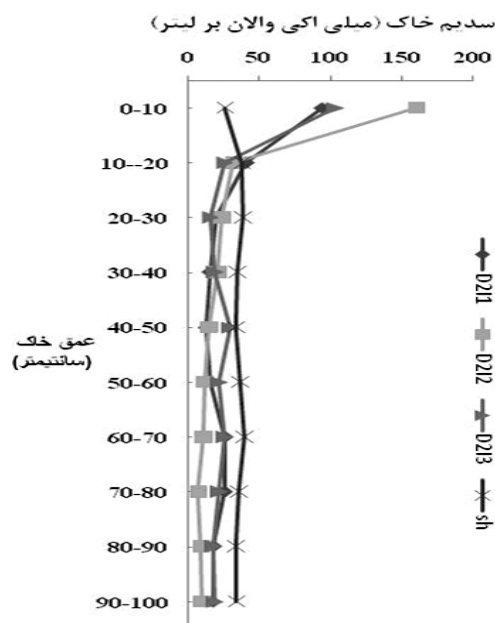
زیادی به الگوی توزیع شوری در تیمار شاهد داشت ( شکل ۳، ۴، ۵، ۱۷ و ۱۸).  
نتایج حاصل از تغییرات سدیم خاک در شکل ۹ و ۱۰ مشخص شده است. این نمودارها به صورت عمقی تغییرات یون سدیم را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهند.

با توجه به شکل ۶ تا ۸ در پروفیل‌های مربوط به آبیاری قطره‌ای زیر سطحی و در سه سطح آبیاری توزیع شوری در کل ماتریکس خاک الگوی مشابهی داشتند. همچنین توزیع نمک در ماتریکس پروفیل خاک تیمارهای آبیاری قطره‌ای سطحی شباهت



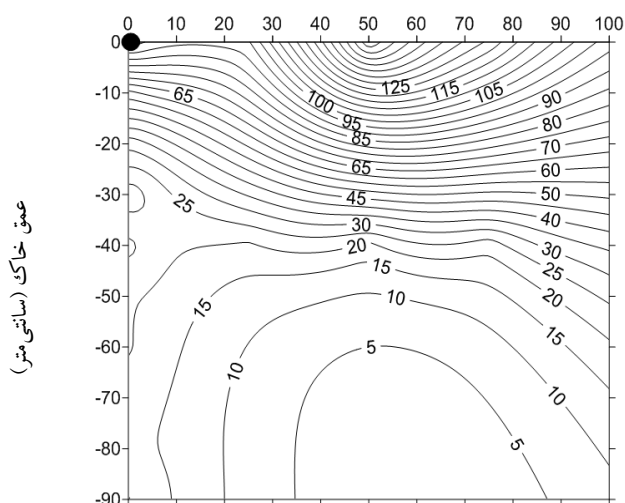
شکل (۱۰): تغییرات میزان سدیم خاک در آبیاری قطره‌ای سطحی

در آبیاری قطره‌ای سطحی و با سطح آبیاری ۱۰۰ درصد، میزان سدیم ۱۶۰/۳ میلی اکوی والان بر لیتر بود، در حالی که در همین تیمار از عمق ۵۰ سانتیمتر به پایین با توجه به شستشوی خاک، کمترین میزان تجمع سدیم مشاهده شد که این میزان از نمونه شاهد نیز با سطح بدون آبیاری کمتر بود که علت این امر را می‌توان شستشو و زهکشی نمک خاک در این عمق دانست. (Hanson et.al., (1999) پس از انجام پژوهشی در زمینه شوری و زهکشی خاک، گزارش کردند که الگوی توزیع شوری در خاک از الگوی حرکت و جریان آب در خاک پیروی می‌کند. الگوی توزیع میزان یون سدیم خاک به صورت طولی و عرضی در شکل‌های ۱۱ تا ۱۶ در تیمارهای مختلف ترسیم شده است.

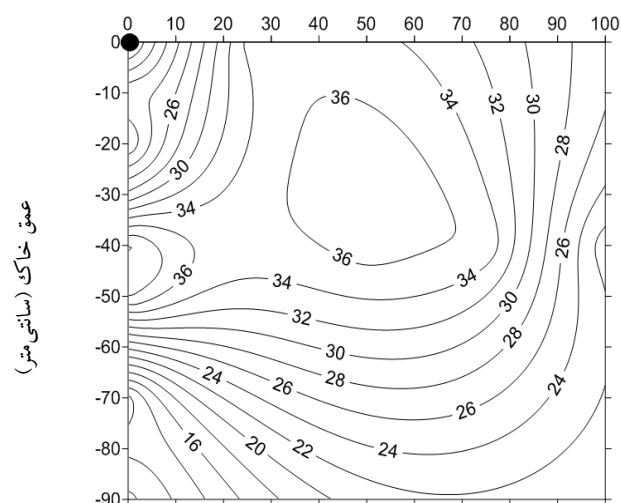


شکل (۹): تغییرات میزان سدیم خاک در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی

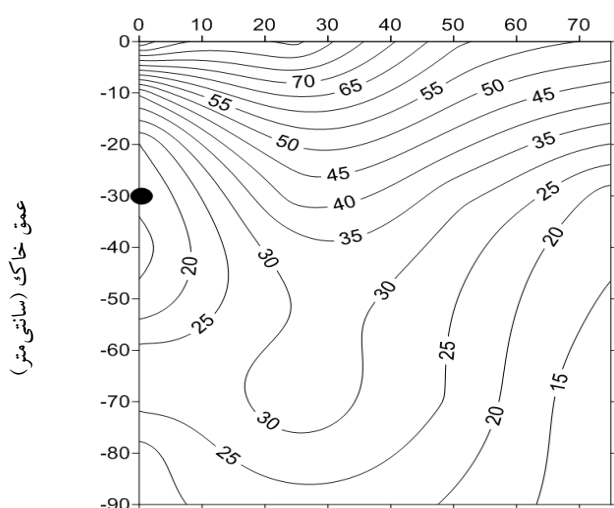
با توجه به شکل‌های ۹ و ۱۰، با مقایسه تغییرات یون سدیم در نمونه شاهد خاک با تیمارهای آبیاری سطحی و زیر سطحی چنین استنباط می‌شود که این دو روش آبیاری در لایه سطحی خاک باعث نوسان مقدار یون سدیم شده است. میزان سدیم خاک در نمونه شاهد در تمام عمق‌ها تا حدودی یکسان بوده و کمترین آن در عمق سطحی (صفر تا ۱۰ سانتی‌متر) برابر با ۲۶/۳ میلی اکوی والان بر لیتر مشاهده گردید. همچنین باید نظر داشت که میزان سدیم آب در حد مناسبی بود و از این لحاظ هم موجب تجمع زیاد سدیم نگردید. بیشترین تجمع سدیم در بین تمام تیمارهای زیر سطحی در تیمار D2I2 در عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک اندازه‌گیری شد.



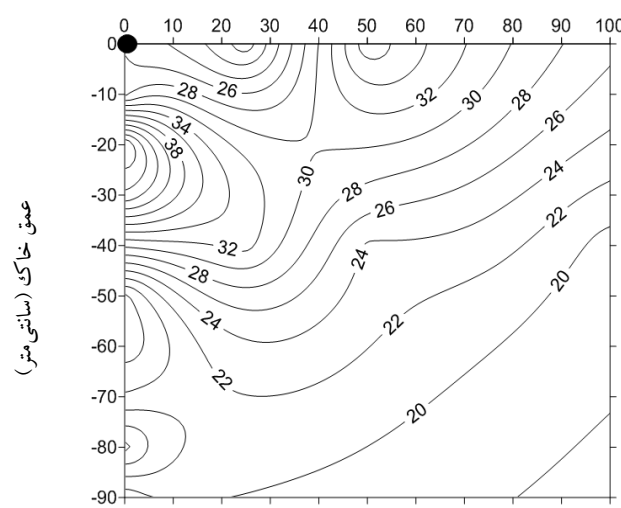
فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)  
 شکل (۱۲): توزیع سدیم در تیمار با عمق کارگذاری صفر و ۱۰۰ درصد آبیاری



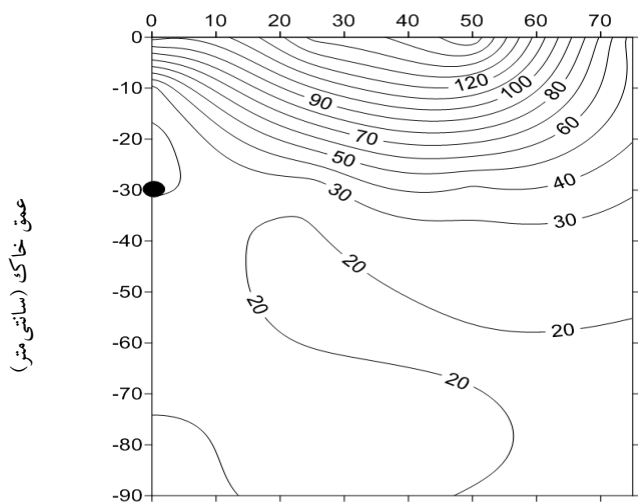
فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)  
 شکل (۱۱): توزیع سدیم در تیمار با عمق کارگذاری صفر و ۷۵ درصد آبیاری



فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)  
 شکل (۱۴): توزیع سدیم در تیمار با عمق کارگذاری ۳۰ و ۷۵ درصد آبیاری

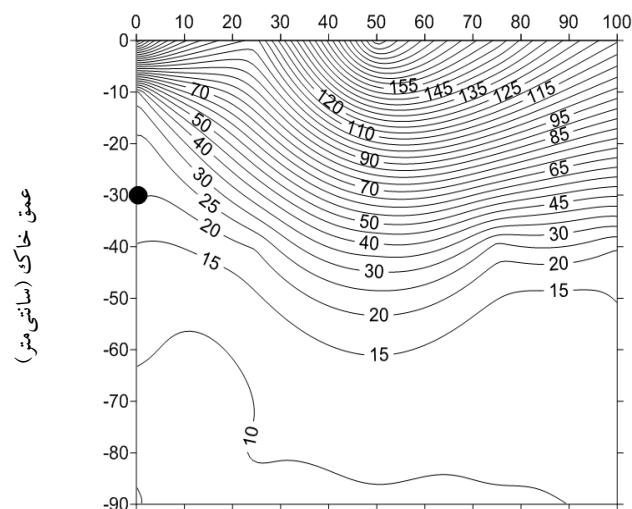


فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)  
 شکل (۱۳): توزیع سدیم در تیمار با عمق کارگذاری صفر و ۵۰ درصد آبیاری



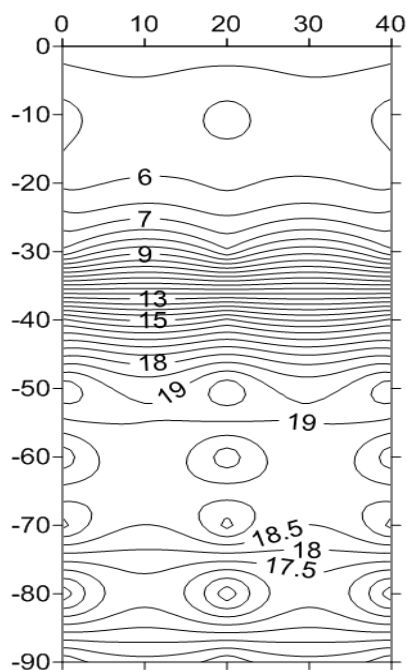
فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)

شکل (۱۶): توزیع سدیم در تیمار با عمق کار گذاری ۳۰ و ۵۰ درصد آبیاری

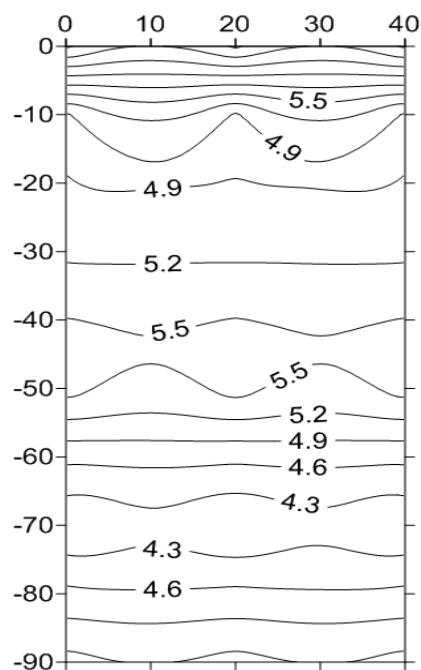


فاصله عرضی از مرکز درخت (سانتی متر)

شکل (۱۵): توزیع سدیم در تیمار با عمق کار گذاری ۳۰ و ۱۰۰ درصد آبیاری



شکل (۱۸): توزیع سدیم در پروفیل تیمار شاهد بدون آبیاری



شکل (۱۷): توزیع شوری در تیمار شاهد بدون آبیاری

آبیاری مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بیانگر تجمع نمک و افزایش سدیم خاک در هر دو سیستم آبیاری در دوره مورد نظر بود. با این حال به طور کلی میزان تجمع شوری و سدیم خاک در کل عمق مورد مطالعه در تیمارهای آبیاری قطره‌ای زیر سطحی کمتر از آبیاری قطره‌ای سطحی بدست آمد. در همین راستا نتایج پژوهش (Burt et.al., 2003) هم بیانگر کمتر بودن میانگین کلی تجمع شوری در خاک در حالت آبیاری قطره‌ای زیر سطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی بود.

تجمع شوری و سدیم در آبیاری زیر سطحی در لایه سطحی خاک که بالای قطره‌چکان قرار داشت بیشتر از حالت قطره‌ای زیر سطحی بود. تجمع شوری در لایه سطحی تحت شرایط آبیاری زیرسطحی باعث کاهش میزان رشد رستنی‌های سطحی در پای درخت می‌گردد. در نتیجه توصیه می‌شود که از این عامل به‌عنوان راهکاری در کنترل علف‌های هرز استفاده شود. بررسی سطوح مختلف آبیاری نشان داد که علاوه بر کاهش املاح و آبشویی بیشتر در حالت سطح آبیاری ۱۰۰ درصد، دو سطح ۵۰ و ۷۵ درصد، الگوی توزیع شوری و سدیمی در این سه سطح با هم تفاوت معناداری ندارند.

با بررسی الگوی توزیع یون سدیم در دو حالت آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، مشاهده می‌شود که میزان تجمع و توزیع یون سدیم در عمق‌های مختلف خاک متفاوت است. با توجه به شکل ۱۸ در پروفیل شاهد، مشاهده می‌گردد که تجمع سدیم در نزدیکی سطح خاک در عمق ۲۵ تا ۵۰ سانتیمتر بسیار محسوس است. همچنین در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در خاک بالای قطره‌چکان، تجمع سدیم بیشتر از خاک پایین قطره‌چکان است. الگوی توزیع سدیم در کلیه تیمارها به‌گونه‌ای است که در عمقی از خاک که ریشه فعال درخت زیتون در آن قرار دارد، میزات تجمع سدیم کمتر از لایه سطحی خاک است. این تغییرات در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی تطابق بیشتری از خود نشان داده است. نتایج مطالعات Oron et.al. (2002) نشان داد که توزیع رطوبت و شوری در سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی تطابق بیشتری با الگوی توزیع ریشه‌های فعال در درختان گلابی دارد.

### نتیجه‌گیری

بررسی روند تغییرات هر یک از املاح خاک نقش بسزایی در مدیریت صحیح آب و خاک دارد. در این پژوهش الگوی توزیع املاح خاک در دو حالت آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی و در سه سطح مختلف

### منابع

- صداقتی، ن.، س.ج. حسینی فرد، و ا. محمدی محمدآبادی. ۱۳۹۱. مقایسه اثرات دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر رشد و عملکرد درختان بارور پسته. نشریه آب و خاک. جلد ۲۶، شماره ۳، ص ۵۷۵-۵۸۵.
- صفی، ب.، م.، نیشابوری، ا.، ناظمی، م.، سیروس و س.م. میرلطیفی. ۱۳۸۶. قابلیت آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و عوامل تاثیرگذار در عملکرد و کارایی مصرف آب پیاز. نشریه دانش کشاورزی. دوره ۱۷، شماره ۲، ص ۴۱-۵۳.
- میرئی، م. ع. فرشی. ۱۳۸۲. چگونگی مصرف و بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ص ۲۰۳-۲۱۳.

ناصرزاده، م.، م.، دوستکامیان، و آ. بیرانوند. ۱۳۹۵.

تغییرات الگوی درون دهه‌ای دمای ایران طی نیم قرن اخیر. فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی. ۵۳ سال شانزدهم، شماره ۵۳، ص ۲۰۸-۱۹۳.

Al-Omran, A. 2008. Effect of saline water and drip irrigation on tomato yield in sandy calcareous soils amended with natural conditioners. International Salinity Forum.

Ayers, R.S., and D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage paper, No: 29, Rev.1.FAO, Rome. 174 pp.

Battam, M. B., B. G., Sutton, and Boughton. 2003. Soil pits as a Simple design aid for subsurface drip irrigation system D. G.. Irrigation Science. 22: 135-141.

Burt, C.M., O., Al-Amoudi, and A.Paolini 2003. Salinity patterns on row crops under subsurface drip irrigation (SDI) on the Westside of the San Joaquin valley of California. Irrigation Training and Research Center(ITRC),No-R 03-004.

Chauhan, C.P.S., R.B., Singh, S.K. Gupta, 2008. Supplemental irrigation of wheat with saline water. Agric. Water Manage., 95: 253-258.

Dagdelen, N., H., Basal, E., Yılmaz, T., Gürbüz, S. Akcay, 2009. Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. Agricultural Water Management 96: 111-120.

Enciso, J.M., B.L. Unruh, P.D. Colazzi and W.L. Multer. 2003. Cotton response to subsurface drip irrigation frequency under deficit irrigation. Appl. Engrng. Agric. 19(5): 555-558 .

Goldhamer, D., T., Michailides, D.Morgan, 2006. Buried drip irrigation reduces fungal disease in pistachio orchards. California Agriculture.56(4.)

Hanson, B.R., S.R. Gratton., and A. Fullton, 1999. Agricultural salinity and drainage. Division of Agricultural and Natural Resources Publication 3375. Davis, CA: University of California, Davis.

Nagaz, K., M.M. Masmoudi, and N.B., Mechlia, 2007, Soil Salinity and Yield of Drip-Irrigated Potato under Different Irrigation Regimes with Saline Water in Arid Conditions of Southern Tunisia, Journal of Agronomy 6(2):324-330.

Nagaz, K., M, M., Monsef. and N.Ben Mechlia, 2012. Effects of deficit drip- irrigation scheduling regimes with saline water on pepper yield, water productivity and soil salinity under arid conditions of Tunisia. Journal of Agriculture and Environment for International Development, 106(2): 85- 103.

Oron G., Y., DeMalach L., Gillerman I., David and S.Lurie 2002. Effect of water salinity and irrigation technology on yield and quality of pears. Biosys. Engin. 81:237-247.

Wang, R., S., Wan, Y., Kang, and, C. Dou, 2014 Assessment of secondary soil salinity prevention and economic benefit under different drip line placement and irrigation regime in northwest China. Agricultural Water Management 131: 41- 49.

Yang, Q., F., Zhang, and F. Li, 2011. Effect of different drip irrigation methods and fertilization on growth, physiology and water use of young apple tree. Scientia Horticulturae, 129(1): 119-126

Yang, Q., F., Zhang, F., Li, and X. Liu, 2013. Hydraulic conductivity and water-use efficiency of young pear tree under alternate drip irrigation, Agricultural Water Management, 119: 80-88

## Patterns of soil salinity and sodium under surface and subsurface drip irrigation in olive trees

Taheri. Mehdi<sup>1</sup>., Taheri, Meisam<sup>2</sup>, Abbasi, Mohammad<sup>3</sup>, Mostafavi, Karim<sup>4</sup>., avd Vahedi, Samira<sup>5</sup>

### Abstract:

Design and implementation correct drip irrigation plays an important role in increasing the productivity of agricultural land and help to using water low-quality. Attention to the problem of soil salinity, is determine the distribution pattern of soil salt is an effective tool for the proper management of soil. This study was done with goal to assess the two surfaces and subsurface drip irrigation system in olive trees in Tarom. In this regard, was discussed the pattern of distribution of mineral in soil, especially soil salinity and sodium adsorption ratio at various depths. Also distribution of soil salts were compared at in levels 50, 75 and 100% irrigation treatments. However, generally were obtained the concentrations of salt and sodium in different depths in this study in subsurface drip irrigation less than surface drip irrigation. Accumulation of Salinity and sodium in surface of soil in the top emitter in subsurface irrigation was greater than subsurface drip irrigation. Investigation different irrigation levels showed that in Spite of minerals reduction and leaching in irrigation level 100 percent, there isn't significant difference in distribution of salinity and sodium between irrigation level 100 percent and 50 and 75.

**Keywords:** patterns of distribution, surface drip irrigation, subsurface drip irrigation, Salinity Management.

<sup>1</sup> Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran

<sup>2</sup> Researcher, Soil and Water Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran

<sup>3</sup> Researcher, Soil and Water Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran

<sup>4</sup> Researcher, Soil and Water Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran

<sup>5</sup> Researcher, Soil and Water Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran