مجله کشاورزی، دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۸۷، صص ۱۸۸-۱۷۵

# بررسی تأثیر مدیریت سطح ایستابی بر پروفیل شوری ناحیه توسعه ریشه در منطقه خشک ایران با استفاده از لایسیمتر

حمیده نوری * و عبدالمجید لیاقت **

تاریخ وصول مقاله : ۸۶/۶/۲۰ و تاریخ پذیرش مقاله : ۸۷/۴/۳۱

## چکیده

**این مطالعه به منظور ارزیابی تأثیر مدیریت سطح ایستابی بر پروفیل شوری ناحیه توسعه ریشه در مناطق نیمه خشک ایران انجام شد. تیمارهای مدیریت سطح ایستابی شامل سه تیمار آبیاری زیرزمینی با سطح ایستابی کنترل شده در عمق ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ متر از سطح خاک و یک تیمار زهکشی آزاد بود. آب با هدایت الکتریکی ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر برای ایجاد سطح ایستابی در تیمارهای آبیاری زیرزمینی و تأمین آب آبیاری در تیمار زهکشی آزاد استفاده شد. گیاه آزمایشی یونجه یک‌ساله بود. نتایج نشان داد از این روش می‌توان در شرایط نیمه خشک استفاده نمود. در بررسی پروفیل خاک از نظر شوری (عصاره اشباع) مشخص شد که توزیع نمک در منطقه توسعه ریشه در هر چهار تیمار نزدیک بهم و کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر (قبل از رسیدن به زمان آبشویی) می‌باشد. محصول یونجه در تیمارهای کنترل سطح ایستابی در ۰/۳ و ۰/۵ متری از سطح خاک، به‌ترتیب ۷۳ و ۹۴ درصد بیشتر از تیمار زهکشی آزاد بود.**

**کلمات کلیدی: آبیاری زیرزمینی، زهکشی، شوری خاک، کنترل سطح ایستابی، لایسیمتر**

* – دکترای مهندسی آب، گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران – ایران (**hnoory@ut.ac.ir**)

** – دانشیار، گروه مهندسی آب، گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران – ایران

**مقدمه**

یکی از روشهای مدیریتی مورد استفاده در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب، کنترل سطح ایستابی در زیر عمق توسعه ریشه‌ها است که به صورت روشهای زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی در زمین‌های کشاورزی اعمال می‌شود. در روش زهکشی کنترل شده، با افزایش رقوم ارتفاعی خروجی زهکش‌ها از خروج زه‌آب جلوگیری و اجازه داده می‌شود که سطح آب در خاک به طرف بالا آمده و مدت زمان بیشتری در منطقه توسعه ریشه باقی بماند. در آبیاری زیرزمینی، جریان ورود و خروج آب در زمین معکوس می‌شود. یعنی آب آبیاری از طریق لوله‌های زهکش وارد زمین می‌شود و با ایجاد یک سطح ایستابی معلق کم‌عمق، آب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. این دو روش در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب، از سال‌ها پیش اعمال شده و از مزایای آن کاهش زه‌آب خروجی، کاهش اتلاف کودهای شیمیایی، کاهش آلودگی محیط زیست، افزایش تعرق، افزایش محصول و غیره است (۱۲).

در یک تحقیق، دو روش (آبیاری زیرزمینی و زهکشی آزاد) در چهار هکتار خاک لوم شن مقایسه شد. در روش آبیاری زیرزمینی غلظت نیترات در آب زهکشی ۶۳ و تلفات کل نیترات ۵۰ درصد نسبت به زهکشی آزاد کمتر بود. همچنین محصول بازارپسند گوجه‌فرنگی در تیمار آبیاری زیرزمینی ۴۴ و محصول ذرت ۶۴ درصد بیشتر از زهکشی آزاد بود (۱۳).

زهکشی کنترل شده در کشت گیاه سیب‌زمینی در فنلاند سبب افزایش محصول به میزان ۱۰ درصد شد (۱). بررسی کارآیی مصرف آب گیاهان مختلف در سطح ایستابی کم عمق در اقلیم خشک نشان می‌دهد که نیاز آبی گیاه به عمق سطح ایستابی و نوع گیاه بستگی دارد (۷). بررسی تأثیر شوری اولیه خاک و سطح شوری آب در آبیاری زیرزمینی بر عملکرد سیب‌زمینی در شرایط شبیه‌سازی شده مناطق خشک در کانادا نشان می‌دهد که تأثیر شوری اولیه خاک و شوری آب آبیاری بر عملکرد سیب-زمینی معنی‌دار نیست (۱۰).

در مناطقی نظیر خوزستان و مغان شرایط لازم (وجود لایه غیرقابل‌نفوذ در عمق نسبتاً کم و منابع آب دایمی و کافی) برای اجرای این روشها وجود دارد. درضمن، اکثر مناطقی که دارای شبکه‌های آبیاری و زهکشی می‌باشند، زه‌آب خروجی از مزارع یکی از مشکلات اصلی است. کاهش زه‌آب و میزان آلودگی آن همراه با افزایش تولید محصول می‌تواند یک هدف مطلوب باشد.

در مناطق نیمه خشک، به علت تبخیر و تعرق زیاد، وجود سطح ایستابی کم عمق باعث صعود نمک به سطح خاک و افزایش شوری در ناحیه ریشه می‌شود. لذا در این مناطق باید زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی با مدیریت خاص اعمال شود. چون از این روشها در مناطق خشک و نیمه خشک کمتر استفاده می‌شود، لذا در این تحقیق

امکان استفاده از روش آبیاری زیرزمینی در اقلیم نیمه خشک ایران از نظر تجمع نمک و کنترل آن در منطقه توسعه ریشه بررسی شد.

**مواد و روشها**

در این تحقیق، از ۱۲ لایسیمتر از جنس پلی‌اتیلن به قطر ۷۰ و ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر برای کاشت محصول و اعمال تیمارها استفاده شد. مدیریت سطح ایستابی [1] (*WTM*) شامل سه تیمار آبیاری زیرزمینی با سطح ایستابی کنترل شده [2] در ۰/۳ *(CWT0.3)*، ۰/۵ *(CWT0.5)* و ۰/۷ متر *(CWT0.7)* از سطح خاک و یک تیمار زهکشی آزاد [3] *(FD)* (سطح ایستابی یک متر پایین‌تر از سطح خاک) بود و سه تکرار برای هر تیمار درنظر گرفته شد. در تیمار *FD* آبیاری براساس کمبود رطوبتی خاک و از سطح خاک انجام می‌شد و خروجی زهکش آزاد بود. در تیمارهای آبیاری زیرزمینی آب از طریق یک منبع تأمین آب به مخزن تنظیم ارتفاع منتقل شد و از طریق آن به انتهای زهکش‌ها منتقل می‌شد، به‌نحوی که عمق سطح ایستابی ثابت شد. در عمق ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ متر از سطح خاک قرار می‌گرفت (شکل ۱). به این منظور یک مخزن با حجم مشخص به عنوان منبع اصلی نگهداری آب آبیاری در نظر گرفته شد. این مخزن به یک سیفون برای تنظیم عمق سطح ایستابی و خروج آب از مخزن اصلی متصل شد و آب از سیفون تنظیم به انتهای لوله زهکشی در تیمارهای آبیاری زیرزمینی وارد شد. در عمق استقرار سطح آب در لوله رایزر، که برابر سطح آب در لایسیمتر است، یک خروجی قرار داده شد تا اگر سطح آب در لایسیمتر در اثر بارندگی‌های احتمالی افزایش یافت، آب مازاد بر عمق سطح ایستابی تعیین شده در تیمارها از طریق این خروجی خارج شود و سطح ایستابی در عمق مشخص ثابت بماند.

برای خارج کردن آب اضافی از لایسیمترها لوله زهکش به قطر پنج و طول ۷۰ سانتی‌متر نصب گردید. به منظور جلوگیری از ورود ذرات خاک و شستشوی آن توسط جریان آب به درون لوله‌های زهکش از نوعی صافی ژئوتکستال شد. این صافی به صورت یک پوشش هم‌قطر با لوله زهکش دوخته و به دور آن کشیده شد. درضمن فیلتر شنی نیز در اطراف لوله زهکش با رعایت ترتیب دانه‌بندی قرار داده شد. پس از بستن لوله‌های زهکشی با درپوش پلاستیکی، از یک طرف بدنه لایسیمتر وارد شده و داخل خاک قرار گرفتند. در تیمارهای زهکشی آزاد، انتهای لوله زهکش با لاستیک بسته شده و با یک شلنگ باریک به داخل ظرف مخصوص جمع‌آوری زه‌آب متصل شد. در تیمارهای کنترل سطح ایستابی،

1 - Water table management

2 - Controlled water table

3 - Free drainage

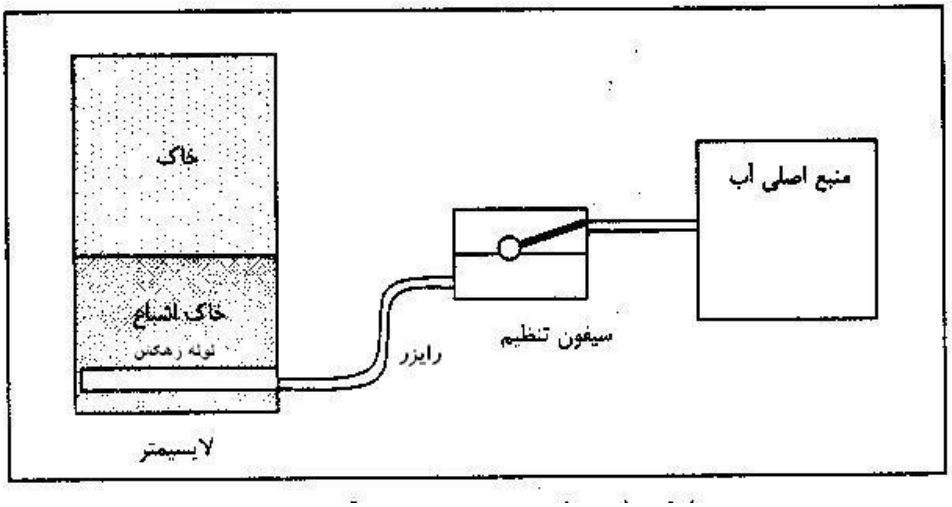
به منظور کنترل خروجی زهکش‌ها، لوله‌های *PVC* با یک تبدیل و زانویی به انتهای لوله زهکش متصل شد تا به صورت یک رایزر مانع خروج آب از زهکش شود. محل اتصال لوله زهکش با بدنه لایسیمتر از طریق نصب فیتینگ به‌طور کامل آب‌بندی گردید.

در ابتدای فصل کشت به دلیل عمق کم ریشه‌ها آبیاری در تمام تیمارها به یک اندازه و به یک مقدار به صورت سطحی انجام شد. از زمان استقرار گیاه و افزایش عمق ریشه‌ها، تیمارهای آبیاری زیرزمینی اعمال گردید.

از گیاه مورد آزمایش یونجه یک ساله (*Medicago Scutellata*) که در گروه گیاهان نیمه مقاوم به شوری قرار دارد برای آزمایش استفاده شد. برای جلوگیری از کاهش محصول، حد شوری آستانه چهار دسی‌زیمنس بر متر و تخلیه مجاز رطوبتی (*MAD*) ۵۰ درنظر گرفته شد (۵). از طرفی عمق ریشه‌ها در شرایط مناسب حداکثر ۰/۵ و به طور متوسط ۰/۳ متر بود (۵). خاک داخل لایسیمترها دارای بافت لوم‌رسی با ۱۱/۶ درصد شن، ۵۵ درصد سیلت و ۳۳/۴ درصد رس بود. درصد رطوبت در ظرفیت زراعی خاک و نقطه پژمردگی نیز به‌ترتیب برابر ۳۲/۵ و ۱۹/۲ درصد حجمی اندازه‌گیری گردید.

شوری خاک در منطقه توسعه ریشه و لایه خاک غیراشباع بالای سطح ایستابی توسط نمونه‌هایی که به وسیله اوگر از پروفیل خاک داخل لایسیمترها گرفته شد، اندازه‌گیری گردید. به این ترتیب شوری پروفیل خاک به صورت متوسط شوری لایه‌های ۱۵ سانتی‌متری تعیین گردید. نمونه‌برداری‌های شوری خاک در حد فاصل زمانی دو آبیاری انجام شد. آبشویی خاک زمانی در نظر گرفته شد که میزان تجمع نمک در منطقه توسعه ریشه به حد آستانه شوری می‌رسید. در این مرحله میانگین وزنی شوری لایه‌های خاک نمونه‌برداری شده محاسبه و آب آبشویی موردنیاز تعیین گردید.

رطوبت خاک از طریق قرائت مستمر سنسورهای رطوبتی در عمق‌های مختلف خاک در لایه بالای سطح ایستابی اندازه‌گیری شد. در تیمار *FD* اندازه‌گیری رطوبت تا عمق ۰/۶ سانتی‌متری انجام شد ولی در تیمارهای *CWT* که سطح ایستابی در عمق‌های ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ متر قرار داشت به علت اشباع بودن خاک در زیر عمق سطح ایستابی، رطوبت قرائت نشد. عملکرد یونجه و وزن خشک محصول نیز تعیین شد.



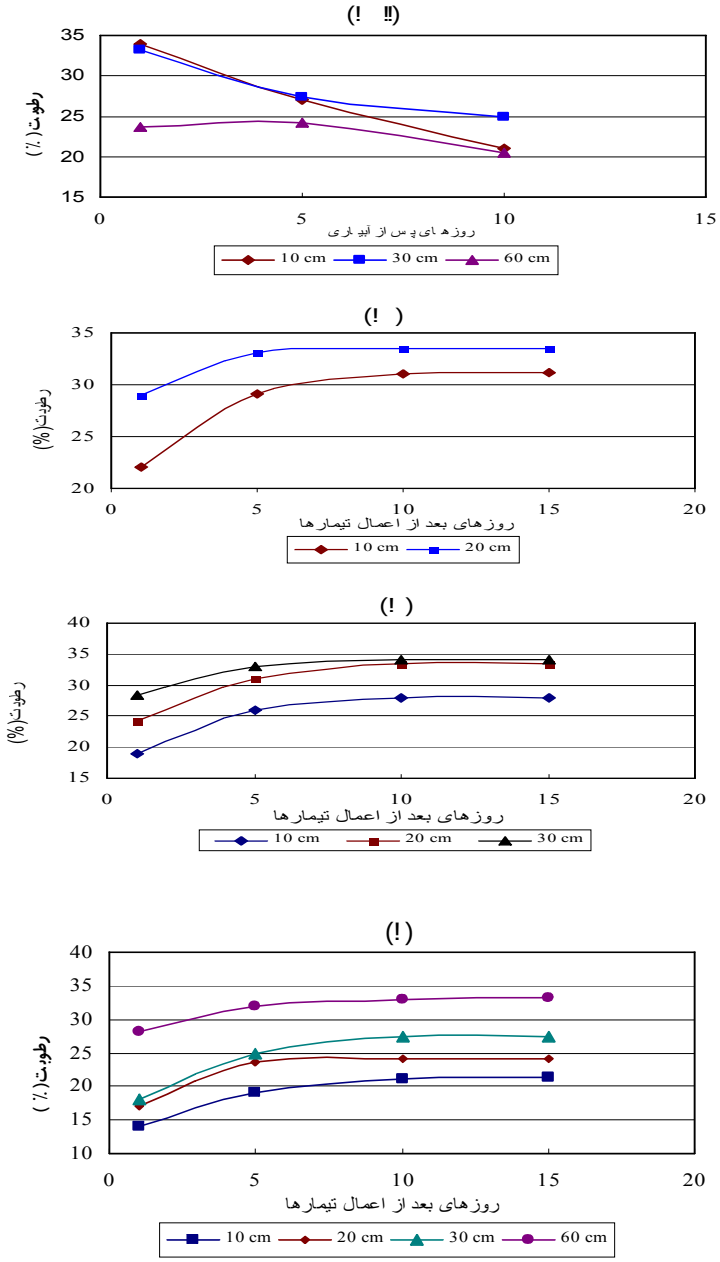

**شکل ۱ - نمای سیستم آبیاری زیرزمینی**

**Fig. 1 - Scheme of Subirrigation System**

## نتایج و بحث

تغییرات رطوبت خاک در بین دو آبیاری برای تیمار FD و در روزهای بعد از تنظیم سطح ایستابی در تیمارهای کنترل سطح ایستابی در شکل (۲) ارایه شده است. بعد از اعمال تیمارها، میزان رطوبت خاک در تیمارهای *CWT* به علت وجود سطح ایستابی افزایش یافت و با گذشت زمان از تنظیم سطح ایستابی به حد ثابتی رسید و تا پایان دوره در همان حد باقی ماند. در تیمار *FD* میزان رطوبت از روز چهارم بعد از آبیاری به‌تدریج کاهش یافت. بنابراین رطوبت در عمق‌های مختلف پروفیل خاک در تیمارهای *CWT* مستقل از زمان انجام آبیاری بود. به عبارت دیگر وجود یک منبع آب دایمی در تیمارهای *CWT* باعث تأمین آب و رطوبت بیشتر در ناحیه توسعه ریشه شد. پس قابل پیش‌بینی است که رطوبت خاک در تیمار *FD* در زمان قبل از آبیاری بسیار کمتر از رطوبت در تیمار *CWT* باشد.

در طول فصل و در نمونه‌گیری‌ها مشاهده شد که در تیمار زهکشی آزاد میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (*ECe*) در منطقه رشد ریشه از چهار dS/m (حد آستانه برای آبشویی) تجاوز نکرد.



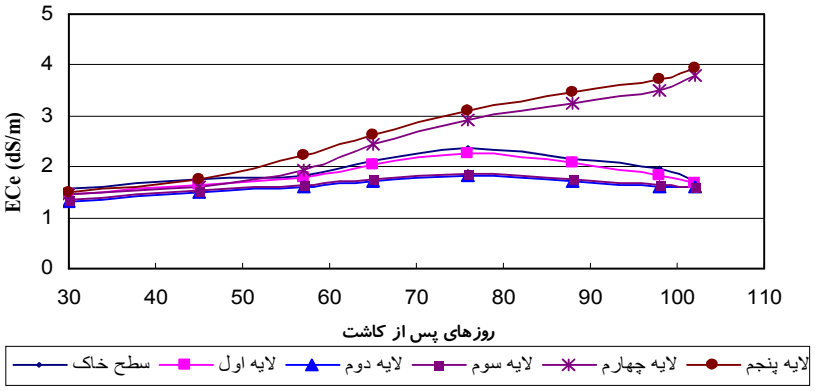

**شکل ۲ – تغییرات رطوبت در روزهای پس از آبیاری در تیمار زهکشی آزاد (الف) و در روزهای بعد از اعمال تیمارها در *CWT0.3* (ب)، *CWT0.5* (ج)، *CWT0.7* (د)**

**Fig. 2 - Variation of soil moisture in days after irrigation in FD (part a) and sub-irrigation treatments (CWT 30 (part b), CWT50 (part c) and CWT70 (part d))**

در تیمار زهکشی آزاد شوری در عمق به مرور افزایش یافت و این روند در طول فصل ثابت بود که ناشی از شستشوی مداوم املاح در این تیمار بود (شکل ۳). در تیمار FD تغییرات شوری خاک در دو لایه ۱۵ سانتی‌متری دوم و سوم از سطح خاک، یکنواخت بوده و در هر دو لایه به یک نسبت تغییر کرد.

مقدار ECe در سطح خاک (عمق صفر از سطح خاک) قبل از آبیاری نسبت به مقادیر ECe سه لایه پایین‌تر بیشتر بود. این امر ناشی از لایه سطحی خاک در معرض تبخیر و بر جای ماندن املاح در سطح خاک می‌باشد. البته با افزایش تراکم پوشش گیاهی و کاهش قابل‌ملاحظه تبخیر از سطح خاک در مراحلی از رشد گیاه (به‌خصوص در دوره‌های نزدیک به برداشت) اختلاف ECe سطح خاک با لایه‌های پایین‌تر (به‌خصوص لایه ۱۵ سانتی‌متر اول از سطح خاک) کمتر بود.

در تیمار *FD* روند افزایش *ECe* خاک (یا به عبارتی انبارش نمک در ناحیه توسعه ریشه) به دلیل کافی نبودن آبشویی اعمال شده تا اواسط دوره اندازه‌گیری ادامه یافت (شکل ۳). تا این مرحله حجم زه‌آب خارج شده از لایسیمترها جمع‌آوری و اندازه‌گیری شد و براساس نسبت عمق آب زه‌کشی (*Dd*) و عمق آب آبیاری (*Di*) یک جزو آبشویی بزرگتری محاسبه شد. از این مرحله به بعد آبشویی براساس جزو آبشویی جدید محاسبه و روند کاهش *ECe* خاک در ناحیه توسعه ریشه بررسی شد (شکل ۳).




**شکل ۳ - تغییرات شوری در پروفیل خاک در طول دوره رشد در تیمار زهکشی آزاد**

**Fig. 3 - Soil salinity variations in free drainage during the growing season**

در تیمارهای کنترل سطح ایستابی از سطح خاک آب وارد نشده و شوری خاک فقط تحت تأثیر سطح ایستابی بود. لذا نوسانات آن ناشی از حرکت آب و املاح محلول از سطح ایستابی به سطح خاک بود.

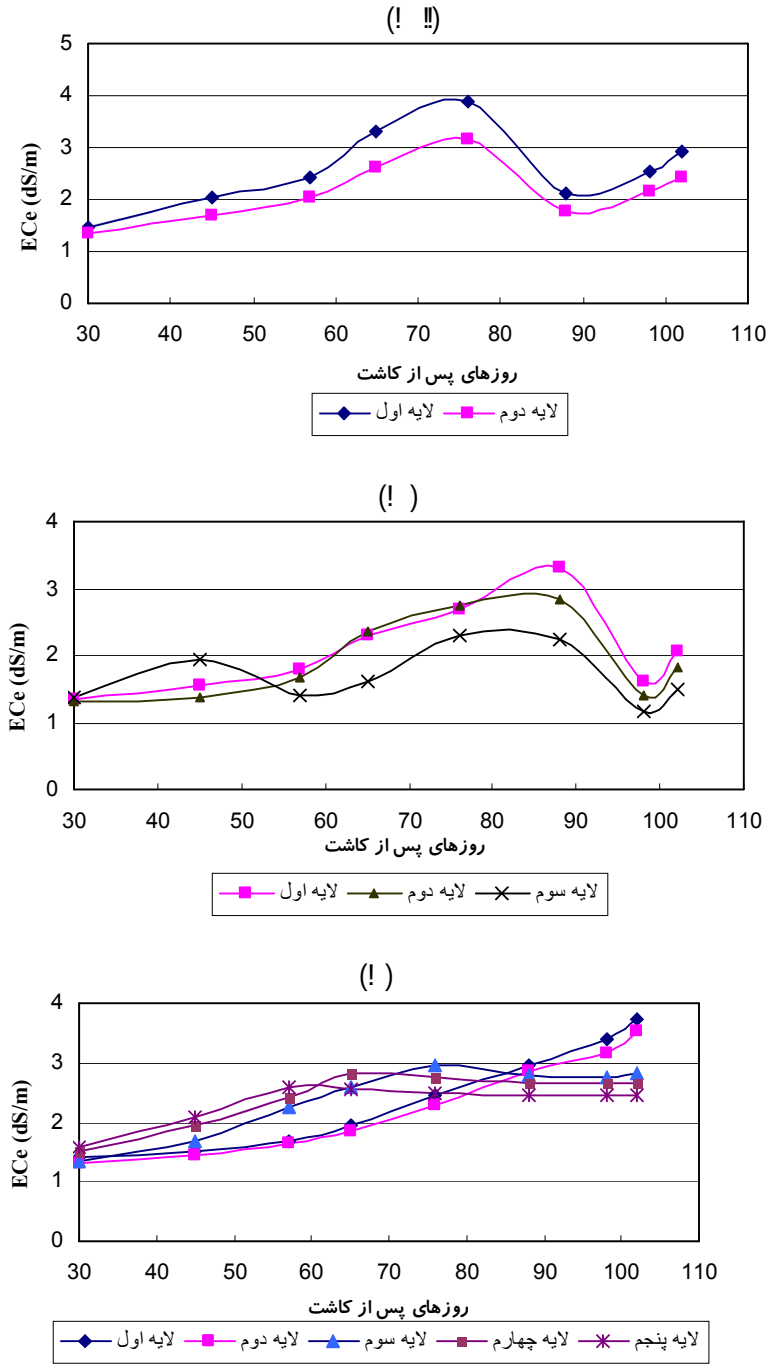
در تیمارهای *CWT* بعد از برداشت محصول شوری خاک افزایش یافت و از آستانه شوری بیشتر شد. در این مرحله یک آبشویی انجام شد و *ECe* خاک به مقدار اولیه آن کاهش یافت.

در تیمارهای *CWT* تغییرات شوری در پروفیل خاک به شدت تحت تأثیر عمق سطح ایستابی قرار دارد. به‌طوری‌که در تیمار *CWT0.3* میزان افزایش *ECe* بیشتر از تیمارهای *CWT0.5* و *CWT0.7* بود. این امر به علت وضعیت عمق سطح ایستابی نسبت به سطح خاک در این تیمار می‌باشد که باعث افزایش گرادیان حرکت کاپیلاری آب و املاح محلول در آن نسبت به تیمارهای *CWT0.5* و *CWT0.7* شد و درنتیجه آب بیشتری به سطح خاک منتقل شد. درحقیقت پس از تبخیر، املاح موجود در آب در لایه‌های خاک بالای سطح ایستابی و سطح خاک بر جای می‌ماند (شکل ۴). در تیمار *CWT0.3* مدت کوتاهی پس از برداشت محصول و بدون پوشش شدن سطح خاک (افزایش تبخیر از سطح خاک) *ECe* خاک از آستانه شوری بیشتر شد و در همین مرحله با انجام آبشویی مقدار آن‌ها به حد اولیه کاهش داده شد (شکل۴ – الف).

در تیمار *CWT0.5* نیز مدتی پس از برداشت محصول آبشویی انجام شد و *ECe* خاک به حد اولیه آن کاهش یافت (شکل ۴ – ب).

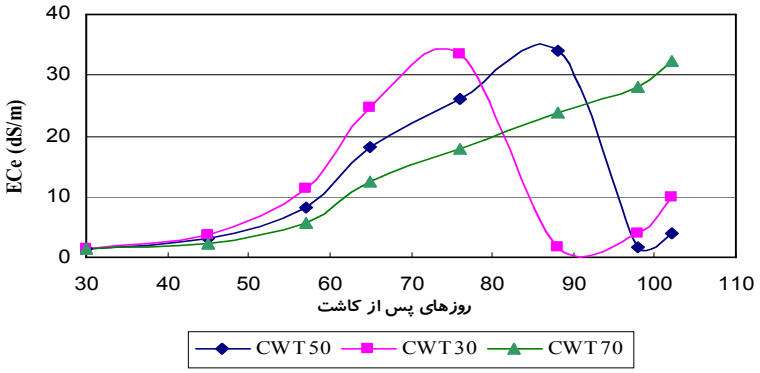
در تیمار *CWT0.7* شوری خاک تا مرحله آخر اندازه‌گیری‌ها از حد آستانه تجاوز نکرد. این امر به دلیل سطح ایستابی پایین در این تیمار است که میزان صعود آب کمتر و درنتیجه مقدار املاح انتقال یافته به لایه‌های بالای سطح ایستابی نیز کمتر بود (شکل ۴ – ج).

در تیمارهای *CWT*، شوری خاک در سطح خاک افزایش یافت (شکل ۵). این افزایش شدید به دلیل افزایش رطوبت و درنتیجه هدایت هیدرولیکی خاک سطحی می‌باشد که باعث افزایش حجم آب و املاح محلول منتقل شده از سطح ایستابی می‌گردد. املاح منتقل شده نیز درنتیجه تبخیر آب در سطح خاک تجمع می‌یابند. باید در نظر داشت که روند شوری در سطح خاک در ابتدا کند است و این شوری زیاد فقط در لایه نازکی از سطح خاک تجمع می‌یابد. این شوری زیاد در روشهای معمول آبیاری نیز در لایه‌های نازک خاک در حدی کمتر دیده می‌شود. در این تحقیق لایه‌ای از سطح خاک که نمونه‌برداری می‌شد کمتر از یک سانتی‌متر بود و فقط برای تعیین شیب شوری خاک در نظر گرفته شد. واضح است که ریشه‌های گیاه نیز در این لایه کم عمق فعالیت نداشته و لذا این شوری نمی‌تواند گیاه را دچار آسیب نماید.




**شکل ۴ - تغییرات شوری در پروفیل خاک در طول دوره رشد در تیمارهای *CWT0.3* (الف)، *CWT0.5* (ب)، *CWT0.7* (ج)**

**Fig. 4 - Soil salinity variations in sub-irrigation treatments (CWT30, CWT50 and CWT70) during the growing season**



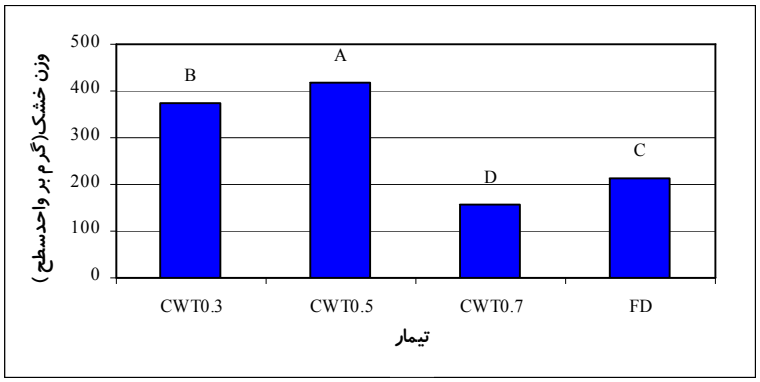

شکل ۵ - تغییرات شوری در سطح خاک در طول دوره رشد در تیمارهای آبیاری زیرزمینی

**Fig. 5 - Soil salinity variations at the soil surface under sub-irrigation treatments during the growing period**

میانگین وزن خشک محصول در شکل (۶) ارائه شده است. کنترل سطح ایستابی بر محصول یونجه اثر داشته و محصول بیشتر بوده است (P<۰/۰۱). مقدار محصول خشک در تیمار *CWT0.3* به میزان ۷۳ و در تیمار *CWT0.5* به میزان ۹۴ درصد بیشتر از تیمار FD بود. این موضوع نشان می‌دهد که علی‌رغم افزایش شوری در خاک (بر اثر حرکت رو به بالای آب و املاح همراه آن) در تیمارهای CWT، به دلیل تأمین رطوبت کافی در دوره رشد، نه تنها محصول کاهش نداشته است، بلکه نسبت به تیمار FD افزایش محصول نیز دیده می‌شود. تحقیقات انجام شده در مناطق مرطوب، تأثیر مثبت روشهای کنترل سطح ایستابی بر تولید محصول را نشان می‌دهد. افزایش محصول گوجه‌فرنگی و محصول ذرت به‌ترتیب به میزان ۴۴ و ۶۴ درصد در تیمارهای کنترل سطح ایستابی نسبت به زهکشی آزاد گزارش شده است (۱۳).

در تیمار *CWT0.3* به علت نزدیکی زیاد سطح ایستابی به منطقه ریشه، رطوبت زیاد در آن ایجاد شده است و به عبارتی تهویه گیاه مناسب شده است. به همین دلیل در تیمار *CWT0.3* نسبت به تیمار *CWT0.5* محصول کاهش یافته است. عامل اصلی کاهش عملکرد در تیمار *CWT0.7* کمبود تأمین رطوبت در منطقه ریشه است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت پروفیل خاک در تیمار *CWT0.7* کمبود رطوبت در پروفیل خاک در این تیمار نسبت به رطوبت ظرفیت زراعی و نسبت به تیمارهای *CWT0.5* و *CWT0.3* را نشان می‌دهد. رطوبت در روشهای کنترل سطح ایستابی علاوه بر تأمین نیاز آبی گیاه عامل خنثی‌کننده اثرات منفی

تنش شوری (به‌خصوص در دوره پایانی فصل رشد) می‌باشد. در تیمارهای *CWT0.5* و *CWT0.3* درنتیجه تأمین رطوبت بیشتر در منطقه توسعه ریشه، اثرات منفی شوری بهتر کنترل و خنثی شده است و این امر می‌تواند عامل دیگر کاهش عملکرد در تیمار *CWT0.7* باشد.




**شکل ۶ - میانگین وزن علوفه خشک در هر تیمار**

**Fig. 6 . Average of forage dry matter production in different treatments**

اثر کنترل سطح ایستابی بر مقدار کل محصول معنی‌دار و مقدار آن نسبت به تیمار زهکشی آزاد بیشتر بود (شکل ۶).

شوری خاک در لایه‌های میانی پروفیل خاک در هر چهار تیمار نزدیک به یکدیگر و کمتر از آستانه شوری گیاه بود. اما در تیمارهای آبیاری زیرزمینی شوری در سطح خاک به شدت افزایش یافت. ولی این شوری زیاد تأثیر منفی بر تولید محصول نداشت و مقدار محصول در تیمارهای آبیاری زیرزمینی بیشتر از تیمار زهکشی آزاد بود. درحقیقت این شوری زیاد فقط در لایه سطحی خاک وجود داشته است و عمده محصول تولیدی قبل از گسترش بیشتر این لایه برداشت شده بود. همچنین در آبیاری زیرزمینی که جریان آب برخلاف روشهای معمول آبیاری از پایین به بالا است، الگوی جذب آب و املاح از خاک متفاوت است. این الگو در روشهای متداول آبیاری به صورت ۴۰، ۳۰، ۲۰ و ۱۰ درصد از جذب از هر یک چهارم عمق پروفیل ریشه‌ها

می‌باشد (۳). اما در آبیاری زیرزمینی این الگو تغییر می‌کند. زیرا منبع آب از سطح خاک به عمق منتقل می‌شود. بنابراین ریشه‌های عمقی فعال‌تر می‌شوند و جذب بیشتر است (۲، ۶ و ۱۱). این تغییر الگوی جذب در سایر تحقیقات در ایران نیز بررسی شده و مشخص شده که منطقه جذب حداکثر از سطح خاک به عمق پایین‌تر منتقل می‌شود (۴). بنابراین ریشه‌های فعال‌تر گیاه در قسمت دارای شوری کمتر قرار دارند. درضمن، گیاهان قادر به تطابق خود با شرایط بوده و با ایجاد تغییراتی، خود را به نحوی با شرایط نامناسب تطابق می‌دهند که دچار کمترین آسیب شوند.

عموماً رطوبت خاک در بین دو آبیاری در زهکشی آزاد، به تدریج کاهش می‌یابد و این کاهش در سطح خاک بیشتر است. ولی در آبیاری زیرزمینی رطوبت خاک در طول دوره ثابت بود. به‌طوری‌که رطوبت خاک در بخش عمده‌ای از منطقه توسعه ریشه نزدیک به رطوبت ظرفیت زراعی بود و این وضعیت تا آخر دوره حفظ شد و وضعیت مناسبی از لحاظ رطوبتی در خاک فراهم بود. بنابراین اثر رطوبت در افزایش پتانسیل ماتریک خاک می‌تواند تا حد زیادی اثر شوری خاک را در کاهش پتانسیل اسمزی جبران نموده و پتانسیل بیشتری را برای آب در خاک فراهم نماید تا ریشه‌های گیاه با سهولت بیشتر آب را جذب نمایند.

در آبیاری از سطح خاک املاح محلول بلافاصله همراه آب آبیاری وارد منطقه ریشه‌ها می‌شوند. ولی در آبیاری زیرزمینی این املاح به تدریج و با تأخیر به منطقه ریشه‌ها می‌رسند. بنابراین یک فاصله زمانی بین ورود آب به خاک و آبشویی ایجاد می‌شود که درنهایت باعث کاهش مصرف آب و کاهش حجم آبشویی کل می‌گردد.

در تیمارهای CWT با وجود اینکه شوری در سطح خاک زیاد بود اما تفاوت وضع ظاهری گیاه در تیمارهای آبیاری زیرزمینی نسبت به تیمار زهکشی آزاد زیاد نبود و محصول آن نیز از تیمار زهکشی آزاد بیشتر بود. اگر بتوان شرایط را به نحوی مدیریت نمود که تا پایان فصل نیاز به آبشویی خاک نباشد، می‌توان تا حد زیادی در مصرف آب صرفه‌جویی نمود.

البته در مناطقی که احتمال بارندگی پایان فصل وجود دارد، خطر آبشویی نمک و انتقال آن به محیط ریشه در تیمارهای CWT وجود دارد که ممکن است گیاه دچار تنش شود.

ولی در اکثر مناطق خشک و نیمه خشک، احتمال بارندگی‌های پایان فصل کم بوده و مقدار آن نیز بسیار کم است. باتوجه به آمار بلندمدت بارندگی در منطقه می‌توان برنامه‌ریزی لازم را به نحوی انجام داد که دوره کشت گیاه قبل از آغاز بارندگی‌های پاییز پایان یافته و محصول برداشت شود. اما درصورت بارندگی می‌توان با باز کردن زهکش‌ها امکان خروج نمک‌ها را به همراه آب باران فراهم نمود. به این ترتیب نمک‌ها حتی با راندمان بیشتر شسته می‌شوند. چون املاح آب باران نسبت به آب آبیاری بسیار کمتر است و تأثیر آن در شستن املاح بیشتر است. اگر مقدار بارندگی کافی

نباشد می‌توان آبشویی را همزمان انجام داد تا به کمک آن نمک‌ها از منطقه ریشه خارج شود. در آبیاری قطره‌ای نیز این مشکل در هر زمان از فصل رشد خطر تنش را برای گیاه دارد. اما در آبیاری زیرزمینی این مشکل فقط در هفته‌های پایانی وجود دارد که تنش شوری افزایش می‌یابد.

**References**


1 . Ahonen J (1991) Aplication of Controlled Drainage and Subirrigation in Finland. MSC thesis, Helsinky Univ. of Technology. Lab. Of Water resources Engineering. Espoo. Finland.

2 . Braud I, Varado N and Olioso A (2005) Comparison of root-water-uptake modules using either the surface energy balance or potential transpiration. J. Hydrology 301: 267-286

3 . FAO (2002) Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. Food and Agriculture Org. of United Nations, Rome, 57 pp.

4 . Ghamarnia H (2003) Water uptake by wheat roots in presence of shallow and saline groundwater in Lysimeter condition. 1st Lysimeter seminar. Bahonar University, Kerman, Iran.

5 . Heidari-Sharifabad H and Torknejad A (2000) Annual Alfalfa. Research Institute. Agriculture ministry. Iran. P. 27-32.

6 . Li KY, Jong RD, Coe MT and Ramankutty N (2006) Root-Water-Uptake based upon a new water stress reduction and an asymptotic root distribution function. Earth Interactions 10: 232-239.

7 . Lothar M, Behrendt A Schalitz G and Schindler U (2005) Above ground biomass and water use efficiency of crops at shallow water tables in a temprate climate. Journal of agricultural water management 50: 117-136.

8 . Mejia MN, Madramootoo CA and Brown LC (1998) Improved water quality through water table management in eastern Canada. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, March/Aprill, 116-121.

9 . Patel RM, Prasher SO and Donnelly RB (1999) Subirrigation with brackish water for potato production in arid regions. Canadian Agricultural Engineering 42: 111-115.

10 . Patel RM, Prasher SO, Donnelly D and Bonnell RB (2001) Effect of initial soil salinity and subirrigation water salinity on potato tuber yield and size. Journal of Agricultural Water Management 46: 231-239.

11 . Simunek J, Hopmans JW and Jarvis N (2005) Modeling compensated root water and solute uptake. American Geophysical Union, Fall Meeting.

12 . Skaggs RW and Evans RO (1996) Controlled drainage management guidelines for improving drainage water quality. North Carolina Cooperative Extension Service. Publication Number: AG 443.

13 . Skaggs RW, Evans RO and Gilliam JW (1999) Effects of controlled drainage/ subirrigation on crop yield and water quality. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, July/August, 272-281.

# The effect of water table management on soil salinity distribution in plant rhizosphere in semi-arid climatic conditions of Iran

H. Nouri * and A. M. Liyaghat **

## Abstract

**A field study was conducted to evaluate the possibility of using water table control techniques in the semi arid region of Iran with special attention to its salinity management. The WTM consisted of three subirrigation treatments with water table controls set at 0.3, 0.5 and 0.7 m from the soil surface and a free drainage (FD) treatment. The electrical conductivity (EC) of water was 1.5 dS/m. The crop cultivated in lysimeters was annual alfalfa (*Medicago scutellata*). The results indicated that CWT methods can be used in semi arid condition. In all the treatments the soil ECe was not reached to the crop threshold level. The evidence was the higher yield of CWT treatments than FD treatment. The total yield of CWT0.3 and CWT0.5 were 73 and 94% more than FD respectively.**

**Key words: Drainage, Lysimeter, Salinity, Subirrigation, Water Table Control**

* - Phd., Irrigation Department, Agriculture and Natural Resources Campus, Unisersity of Tehran, Tehran – Iran (**Email : hnoory@ut.ac.ir**)

** - Associate Professor, Irrigation Department, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Tehran - Iran