

مطالعات لایسمتری روش‌های مدیریت سطح ایستابی برای آبیاری گوجه‌فرنگی^۱

سعید اسمعیل نیا، عبدالمجید لیاقت، نادر حیدری و مجتبی اکرم^۲

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۳/۴

چکیده

در مناطق مرطوب، ایجاد سطح ایستابی و حفظ آن در طول دوره رشد به منظور استفاده بهینه از آب آبیاری و ایجاد رطوبت در منطقه ریشه‌ها روشی متداول است. اما در مناطق خشک و نیمه خشک، بالا آمدن نمک به همراه آب در اثر جریان مویینه‌ای به دلیل تبخیر و تعرق زیاد، می‌تواند عامل بازدارنده‌ای برای استفاده از این روش محسوب شود. در این تحقیق امکان استفاده از روش‌های کنترل سطح ایستابی (زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی) با اعمال مدیریت آبخوایی در مناطق خشک و نیمه خشک (مانند ایران) بررسی شد. به این منظور سه تیمار با شرایط مختلف کنترل سطح ایستابی شامل زهکشی آزاد، زهکشی کنترل شده، و آبیاری زیرزمینی در چهار تکرار در ۱۲ عدد لایسمتر (ارتفاع ۹۰ و قطر ۵۷ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. سطح ایستابی با EC آب برابر ۵/۱ دسی زیمنس بر متر در عمق ۵۵ سانتی‌متری از سطح خاک در دو تیمار زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی ایجاد شد. گیاه آزمایشی گوجه‌فرنگی بود. آبخوایی خاک زمانی در نظر گرفته شده که میزان تجمع نمک در منطقه ریشه به حد آستانه شوری می‌رسید. نتایج نشان دهنده امکان استفاده از این روش‌ها در شرایط خشک و نیمه خشک است. پروفیل خاک از نظر شوری (عصاره اشباع) بررسی و مشاهده شد که توزیع نمک در عمق بین ۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در هر سه تیمار حدوداً نزدیک به هم و کمتر از ۳ دسی زیمنس بر متر است. فقط در تیمار آبیاری زیرزمینی میزان شوری یا EC_e در سطح خاک بسیار بالا بود. این افزایش تأثیر منفی بر میزان محصول نداشت بلکه محصول بیشتری نیز نسبت به زهکشی آزاد به دست آمد. در مجموع، مقدار محصول در تیمار زهکشی کنترل شده ۷۳ درصد بیشتر از زهکشی آزاد و ۱۲ درصد بیشتر از آبیاری زیرزمینی بود. ولی متوسط وزن میوه در روش آبیاری زیرزمینی بالاتر بود که نشان از یکنواختی وزن میوه‌ها دارد. تعداد میوه نیز در هر تیمار به دست آمد که در تیمار زهکشی کنترل شده نسبت به دو تیمار دیگر بیشتر بود. از نظر میزان آب مصرفی، در آبیاری زیرزمینی نصف دو تیمار دیگر آب مصرف شود و بنابراین کارایی مصرف آب در آن بیشتر بود. با توجه به اینکه میزان شوری در منطقه ریشه و در آبیاری زیرزمینی کمتر از ۳ دسی زیمنس بر متر بود هیچگونه شستشویی صورت نگرفت. لذا نتایج فوق کارایی این سیستم را در مناطق خشک و نیمه خشک مشخص می‌کند. اما در دراز مدت در این روش نیاز به آبخوایی ادواری در طول فصل رشد وجود دارد.

واژه‌های کلیدی

آبیاری زیرزمینی، زهکشی کنترل شده، شوری، کارایی مصرف آب، لایسمتر

۱- برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد، با عنوان: مدیریت کنترل سطح ایستابی به منظور افزایش عملکرد گوجه فرنگی و کاهش شوری در اقلیم کرج. گروه مهندسی آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، استادیار گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج- بلوار شهید فهمیده مقابل بانک کشاورزی، تلفن: ۰۲۶۱-۲۷۰۵۳۲۰، پیام نگار: nrheydari@yahoo.com و کارشناس ارشد کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران



مقدمه

یکی از روش‌های مدیریتی که به‌طور متداول در مناطق مرطوب و نیمه مرطوب به‌کار گرفته می‌شود کنترل سطح ایستابی در زیر عمق توسعه ریشه است که به صورت روش‌های زهکشی کنترل‌شده یا آبیاری زیرزمینی در زمین‌های کشاورزی اعمال می‌شود. در روش زهکشی کنترل‌شده با افزایش رقم ارتفاعی خروجی زهکش‌ها از خروج زه‌آب‌ها جلوگیری و اجازه داده می‌شود که سطح آب در خاک بالاتر آید و در زمان بیشتری در منطقه توسعه ریشه باقی بماند. در آبیاری زیرزمینی، جریان ورود و خروج آب در زمین معکوس می‌شود. به‌این مفهوم که 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 گرفته شده و گسترش یافته است و دارای مزایای زیادی از جمله کاهش زه‌آب‌های خروجی، کاهش تلفات کودهای شیمیایی، کاهش آلودگی محیط زیست، افزایش تعرق، افزایش محصول، و مزایای دیگر است.

ایوانز و همکاران (Evans *et al.*, 1995) در آزمایش‌های صحرایی گسترده‌ای روی زهکشی کنترل‌شده، ۴۵ درصد کاهش نیترات و فسفات را در خروجی زهکش‌ها ثبت کردند. مادراموتو و همکاران (Madramooto *et al.*, 1992) نشان دادند که سطح ایستابی کم‌عمق تأثیر کاملاً مشخصی در کاهش تجمع نمک دارد. پتل و همکاران (Patel *et al.*, 1999) آبیاری زیرزمینی را با سه شوری مختلف مطالعه کردند که نتایج تفاوت

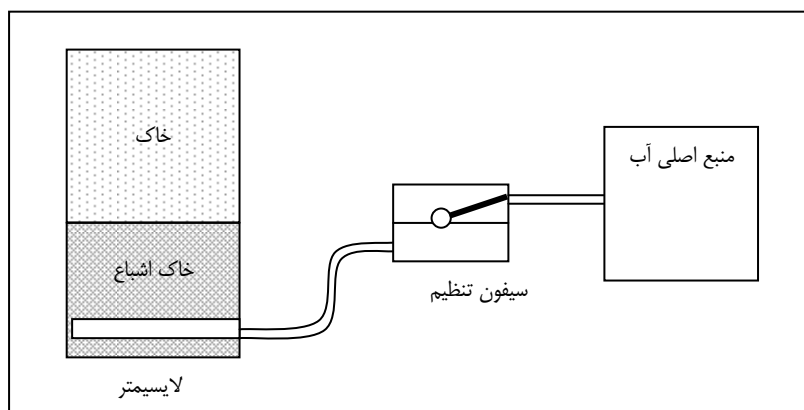
معنی‌داری را در تیمارها نشان نمی‌داد. ایوانز و همکاران (۱۹۹۵) بر پایه تحقیقات صورت گرفته در کالیفرنیا، کارولینای شمالی، و فلسطین اشغالی اعلام کردند که زهکشی کنترل‌شده روش بالقوه‌ای برای کاهش نیترات در اثر دنیتریفیکاسیون است. آهونن (۱۹۹۱) در فنلاند روی زهکشی کنترل‌شده و گیاه سیب‌زمینی تحقیق و ۱۰ درصد افزایش محصول مشاهده کرد. تحقیقات مجیا و همکاران (Mejia, 1998) در شرق کانادا کاهش ۷۵ تا ۸۴ درصدی در نیترات خروجی و ۴۲ درصد افزایش محصول را داد. در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ تحقیقات انگ و همکاران در اونتاریو کانادا بر روی ذرت نشان داد که ۴۱ درصد کاهش غلظت نیترات در خروجی زهکش‌ها و ۳۶ درصد کاهش در کل نیترات شسته شده از خاک حاصل می‌شود. آنها همچنین ۵۰ درصد افزایش تبخیر و تعرق و ۶۴ درصد افزایش محصول را در زهکشی کنترل‌شده (نسبت به زهکشی آزاد) مشاهده کردند.

در مناطق خشک و نیمه خشک به علت تبخیر و تعرق زیاد، وجود سطح ایستابی کم‌عمق باعث صعود نمک به سطح خاک و افزایش شوری در ناحیه ریشه می‌شود. در نتیجه، زهکشی کنترل‌شده و آبیاری زیرزمینی در این مناطق باید با مدیریت خاصی اعمال شود. از آنجا که این روش‌ها در مناطق خشک کمتر مورد به‌کار گرفته می‌شود هدف از این تحقیق بررسی امکان استفاده از روش‌های زهکشی کنترل‌شده و آبیاری زیرزمینی در اقلیم خشک و نیمه خشک ایران است تا میزان مؤثر بودن این روش‌ها در آبیاری و افزایش محصول و کارایی مصرف آب آبیاری مشخص شود.

مواد و روش‌ها

خروجی زهکش آزاد بود. در تیمار CD آبیاری از سطح انجام گرفت اما خروجی زهکش به کمک رایزر در عمق ۵۵ سانتی متری تنظیم شد. در نتیجه آب آبیاری در خاک ذخیره و مازاد آن از رایزر خارج می‌شد. در تیمار SI آبیاری از سطح انجام نمی‌شد، بلکه آب از طریق یک منبع به یک مخزن تنظیم ارتفاع منتقل می‌شد و از طریق آن به انتهای زهکش‌ها می‌رسید، به طوری که عمق سطح ایستابی ثابت شد و در ۵۵ سانتی متری از سطح خاک برقرار گردید (شکل شماره ۱).

در این تحقیق از ۱۲ لایسیمتر از جنس PVC به قطر ۵۷ سانتی متر و ارتفاع ۹۰ سانتی متر برای کاشت محصول و اعمال تیمارها استفاده شد. لایسیمترها در مرکز تحقیقات آب و خاک گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج قرار داشت. سه تیمار آبیاری زیرزمینی (SI)^۱، زهکشی کنترل شده (CD)^۲ و زهکشی آزاد (FD)^۳ در چهار تکرار در نظر گرفته شد. در تیمار FD آبیاری از سطح خاک انجام شد و



شکل شماره ۱- نمای سیستم آبیاری زیرزمینی

گردید. گیاه کاشته شده گوجه‌فرنگی بود که از نظر مقاومت به شوری در گروه گیاهان نیمه‌مقاوم قرار می‌گیرد. حد شوری آستانه برای کاهش نیافتن محصول ۳ دسی زیمنس بر متر است (علیزاده، ۱۳۸۱). از طرفی، عمق ریشه‌های آن نسبتاً زیاد است و در شرایط مناسب به ۱ تا ۱/۲ متر نیز می‌رسد. در نتیجه، بودن یا نبود سطح ایستابی در تیمارهای مختلف می‌تواند بر رشد ریشه گیاه تأثیرگذار باشد. خاک داخل لایسیمترها لوم با ۳۵/۳ درصد شن،

شوری آب آبیاری و آب زیرزمینی در تیمارهای آبیاری برابر ۵/۱ دسی زیمنس بر متر در نظر گرفته شد. دور آبیاری نیز برابر ۱۰ روز بود. آبیاری در تیمارهای CD و FD انجام می‌شد و تفاوت این دو تنها در ذخیره آب در تیمار CD بود. تیمارهای SI نیز همواره به منبع آب متصل بودند. 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. پس از استقرار گیاه و افزایش عمق ریشه‌ها، تیمارهای آبیاری اعمال

و اجزای عملکرد شامل وزن میوه، وزن کل محصول، و تعداد میوه نیز ارزیابی شد.

نتایج و بحث

بر اساس آنالیز وزن میوه‌ها (شکل شماره ۲) مشاهده می‌شود که متوسط وزن هر میوه در تیمار SI بیشتر از دو تیمار دیگر است. اما از نظر وزن کل محصول در هر لایسیمتر در تیمار CD مقدار محصول بیشتری به دست آمد (شکل شماره ۳). در مجموع مقدار محصول در تیمار زهکشی کنترل شده ۷۳ درصد بیشتر از زهکشی آزاد و ۱۲ درصد بیشتر از آبیاری زیرزمینی بود. این موضوع نشان می‌دهد که علیرغم افزایش شوری در خاک در تیمار SI، به دلیل تأمین رطوبت کافی در دوره رشد نه تنها کاهش محصول روی نداده است بلکه حتی نسبت به تیمار FD افزایش محصول نیز دیده می‌شود (شکل شماره ۳). متوسط وزن میوه و متوسط محصول مربوط به هر تیمار، مورد آزمون آماری (آزمون t-student) قرار گرفت. دو تیمار CD و SI از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اما نسبت به تیمار FD تفاوت معنی‌داری داشتند و محصول بیشتری تولید کردند. همچنین می‌توان مشاهده کرد که پراکندگی وزن میوه در تیمار SI نسبت به تیمار CD کمتر است اما کمی از تیمار FD بیشتر است (شکل شماره ۲). در نتیجه، از لحاظ یکنواختی و بازارپسندی میوه‌ها نیز مشاهده می‌شود که تیمار SI مزیت بیشتری دارد.

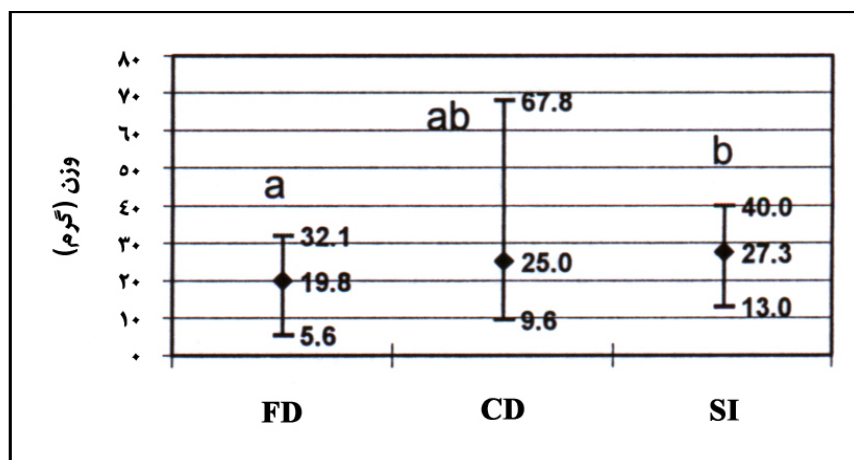
مقایسه آب مصرف شده در تیمارها نشان می‌دهد که تیمار SI به اندازه ۶۳ درصد تیمار FD آب مصرف کرده است (شکل شماره ۴) و

۴۸/۶ درصد سیلت و ۱۶/۱ درصد رس بود. در صد رطوبت در ظرفیت زراعی خاک برابر ۲۴ بود. شوری خاک در لایسیمترها با گرفتن نمونه خاک از سوراخ‌هایی به دست آمد که در بدنه لایسیمترها در عمق‌های ۲۵، ۵۰، و ۷۵ سانتی‌متری ایجاد شده بود. همچنین از خاک سطحی و خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری نیز نمونه خاک گرفته شد. به دلیل اشباع بودن خاک در زیر عمق ۵۰ سانتی‌متری در تیمارهای SI و CD، در این تیمارها نمونه از عمق ۷۵ سانتی‌متری گرفته نشد. به علت حجم کم خاک در لایسیمترها وزن نمونه‌های خاک گرفته شده در حدود ۲۰ گرم بود که برای تعیین شوری این نمونه‌ها به جای اندازه‌گیری عصاره اشباع خاک (EC_e)، عصاره محلول ۱:۵ (۱ گرم خاک در ۵ میلی‌لیتر آب مقطر) تهیه و EC_{1:5} آن اندازه‌گیری شد. برای این کار در جریان نمونه‌برداری‌های خاک، نمونه‌های کوچک از سطح تا عمق خاک (حدود ۲۸ نمونه) با همدیگر مخلوط و تلاش گردید تعدادی محدود نمونه (۵ نمونه) با حجم زیاد و شوری متفاوت ایجاد شود. EC_e و EC_{1:5} این نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و رابطه همبستگی (رگرسیون) بین آنها به دست آمد و شوری خاک نمونه‌های تهیه شده براساس EC_e ارزیابی شد.

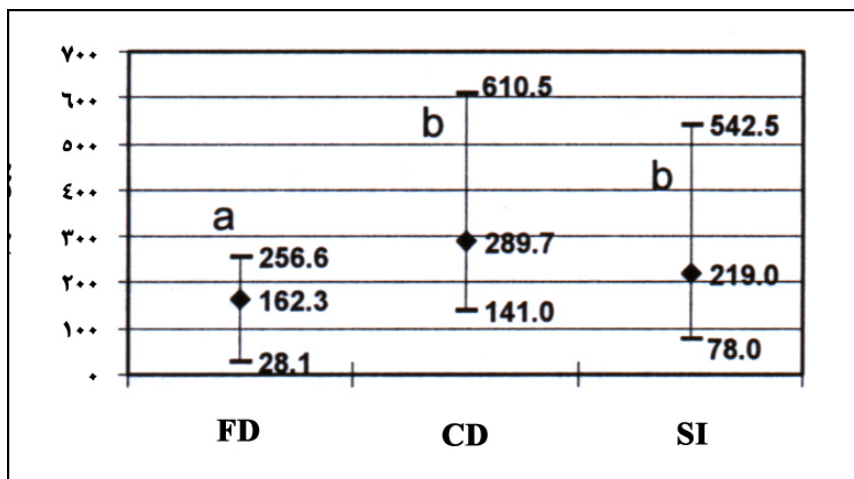
$$EC_e = \quad / \quad EC_{1:5} ; \quad (\hat{e})$$

$$R^2 = 0.973$$

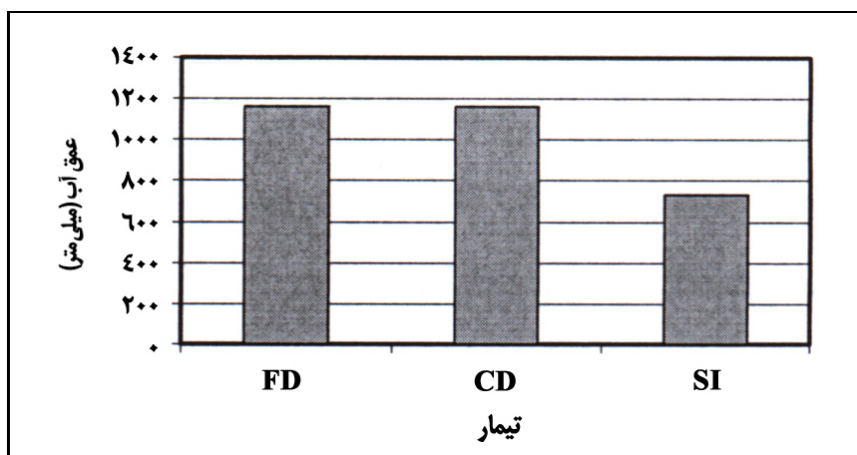
نمونه‌برداری‌ها بعد از هر آبیاری صورت می‌گرفت و در مجموع بعد از اعمال تیمارها ۶ نمونه‌برداری انجام شد. عملکرد محصول نیز تعیین



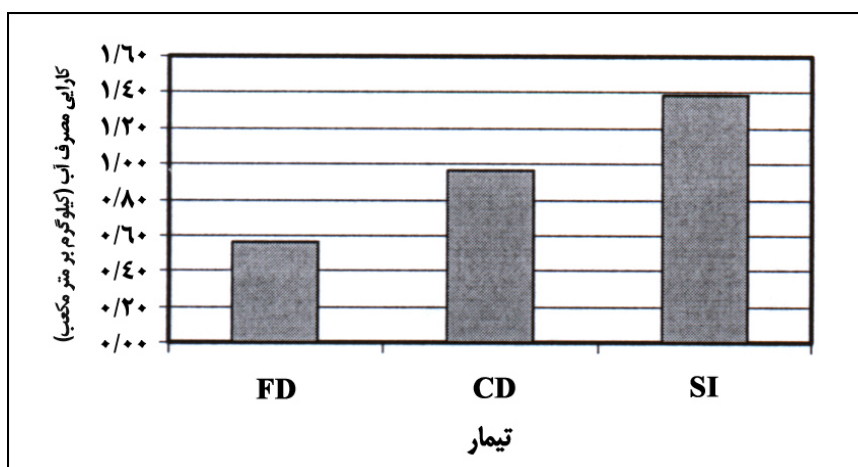
شکل شماره ۲- متوسط وزن میوه در هر تیمار



شکل شماره ۳- وزن محصول در هر تیمار



شکل شماره ۴- میانگین عمق آب مصرف شده در فصل رشد برای تیمارهای مختلف



شکل شماره ۵- تولید محصول به ازای واحد حجم آب مصرفی،
یا کارایی مصرف آب آبیاری تیمارهای مختلف

دسی زیمنس بر متر، که حد آستانه تحمل به شوری گیاه گوجه فرنگی است، تجاوز نمی‌کند. به این دلیل آبخویی املاح در فصل زراعی اعمال نشد. در تیمار SI مشاهده می‌شود که در دو نمونه‌گیری اول (۵۱ و ۶۱ روز پس از کاشت)، EC_e در عمق ۲۵ سانتی‌متر کمتر از EC_e در عمق ۵۰ سانتی‌متر است و در نمونه‌گیری‌های بعدی این حالت عکس می‌شود. باتوجه به حرکت جبهه رطوبتی و به دنبال آن جبهه نمک، چون پروفیل خاک در ابتدا یکنواخت است با شروع اعمال تیمارها ابتدا رطوبت و نمک به عمق ۵۰ سانتی‌متر می‌رسد و پس از آن در سراسر دوره، با حرکت آب و نمک به سمت سطح خاک و تأثیر تبخیر از سطح خاک، املاح بیشتر به سمت بالا و سطح خاک حرکت می‌کند.

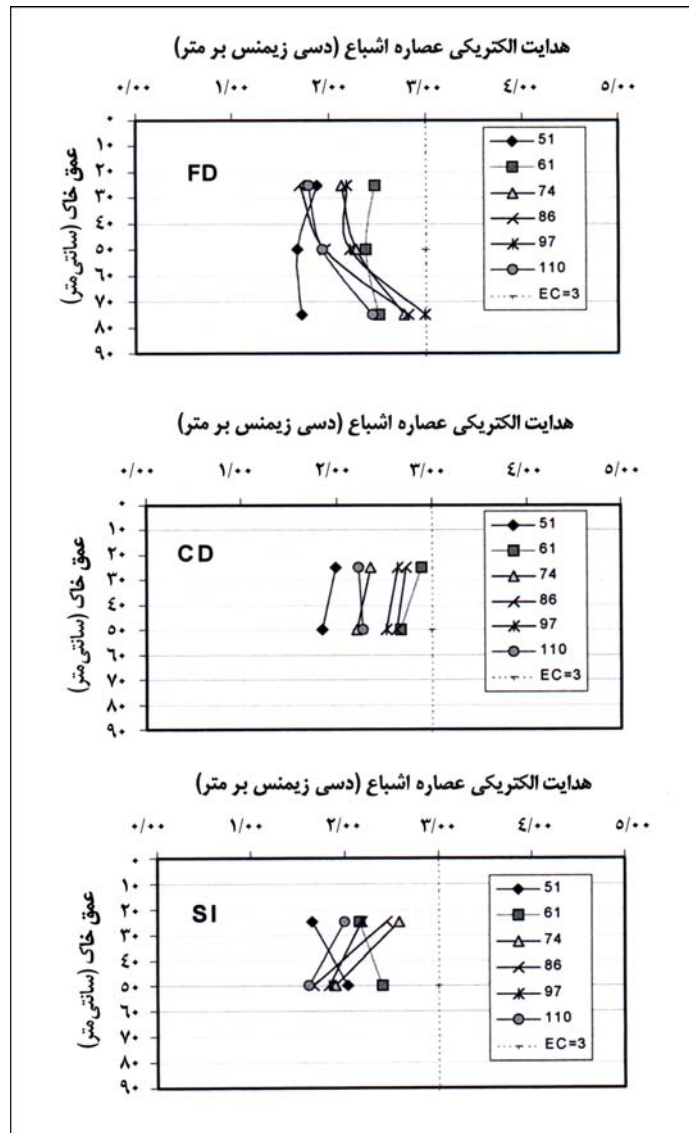
بررسی پروفیل شوری تیمارها در عمق ۰-۲۵ سانتی‌متری و در دو نمونه‌گیری آخر (۹۷ و ۱۱۰ روز پس از کاشت) نتایج جالب توجهی را نشان داد. از شکل شماره ۳ مشاهده می‌شود که EC_e در لایه

مقایسه تولید محصول به ازای واحد حجم آب یا کارایی مصرف آب آبیاری برتری تیمار SI را به خوبی نشان می‌دهد (شکل شماره ۵). در تیمار SI کارایی مصرف آب بیش از دو برابر تیمار SI است که این افزایش می‌تواند هزینه‌های احتمالی آبخویی اضافه را جبران کند.

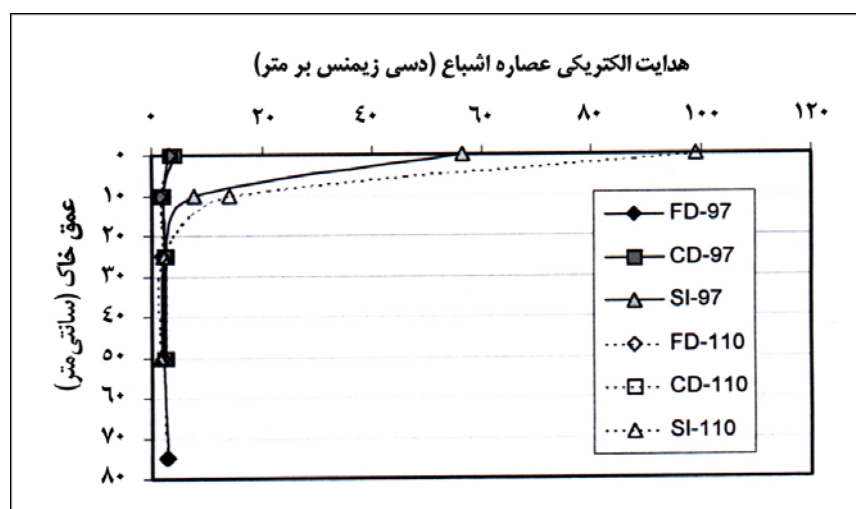
در شکل شماره ۶ تغییرات EC_e در دوره کشت، بعد از اعمال تیمارها (متوسط ۴ تکرار) نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، در تیمار FD در سراسر دوره رشد، شوری در عمق خاک به مرور افزایش می‌یابد و این روند در سراسر فصل زراعی تقریباً ثابت است. در تیمار CD تغییرات شوری در دو عمق ۲۵ و ۵۰ سانتی‌متر از سطح خاک یکنواخت است و در دو عمق به یک نسبت تغییر می‌کند. اما در تیمار SI شوری خاک در سطح خاک (۲۵ سانتی‌متر) به مرور افزایش و در عمق ۵۰ سانتی‌متر کاهش می‌یابد. در شکل کاملاً مشخص است که شوری خاک در تیمارها از مرز ۳

سطحی خاک در تیمار SI افزایش یافته است و در عمق ۱۰ سانتی‌متری به ۱۴ دسی زیمنس بر متر و در سطح خاک به ۱/۹۹ دسی زیمنس بر متر رسیده است. می‌بینیم که شوری خاک در تیمار SI تنها در عمق حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری سطح خاک بسیار بالاست و در زیر این عمق EC_e در این تیمار نیز مشابه دو تیمار دیگر است. در دو تیمار FD و CD است.

نیز در عمق ۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری شوری یکنواختی دیده می‌شود و تنها در حدود تقریباً ۵ سانتی‌متر سطح خاک مقدار آن افزایش می‌یابد و به ۳-۴ دسی زیمنس بر متر می‌رسد. کاهش EC_e در تیمارهای FD و CD، نسبت به تیمار SI، به دلیل کاهش تبخیر و تعرق در انتهای فصل و در نتیجه افزایش حجم زهکشی و شستشوی بیشتر خاک است.



شکل شماره ۶- تغییرات EC_e در خاک در تیمارهای مختلف

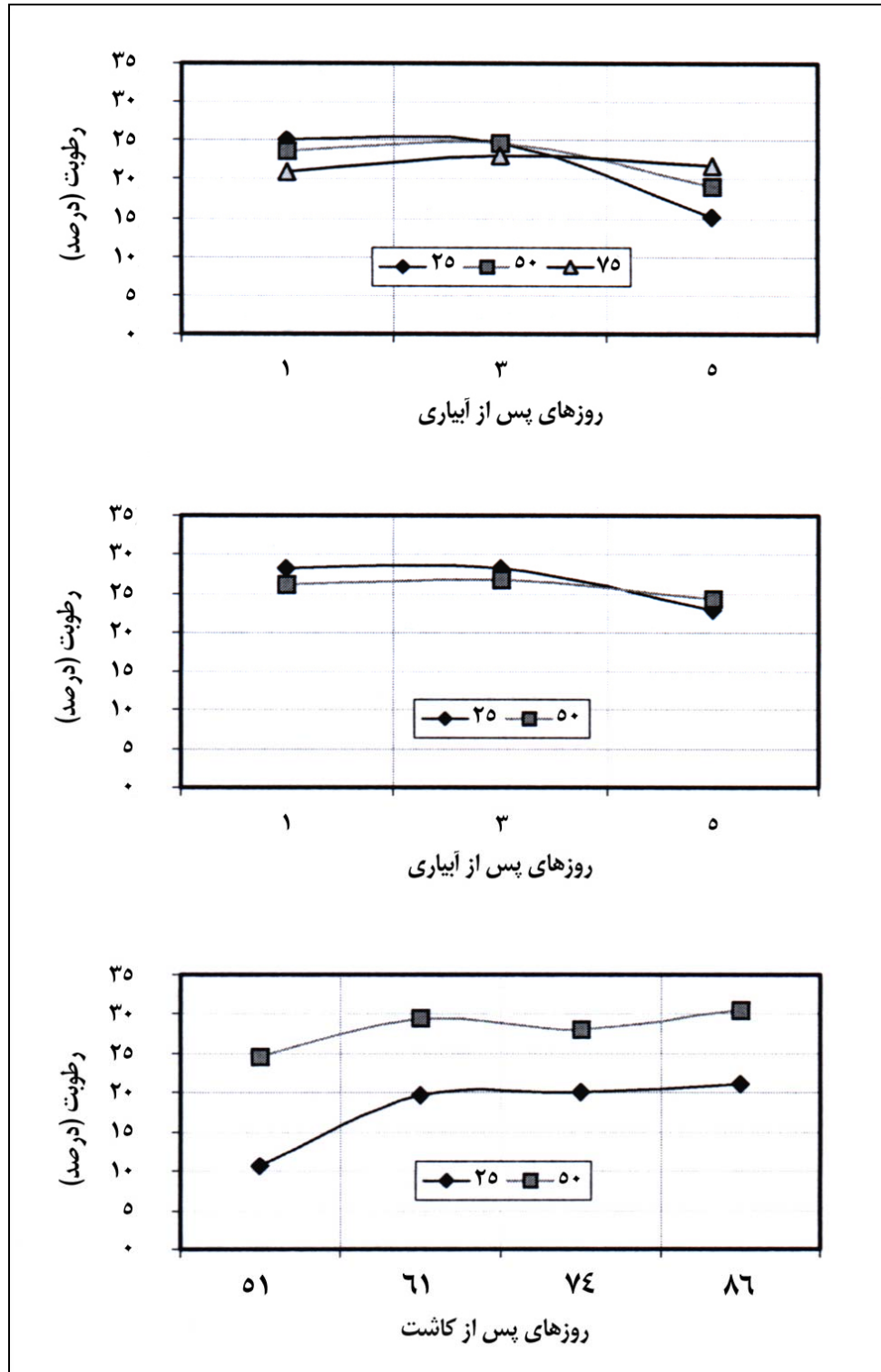


شکل شماره ۷- تغییرات شوری خاک در دو نمونه گیری آخر (۹۷ و ۱۱۰ روز پس از کاشت) در تیمارهای مختلف

است. با در نظر گرفتن نتایج محصول که این شوری زیاد خاک سطحی نه تنها تأثیر منفی ندارد بلکه، تیمار SI و تیمار FD، محصول بیشتری به دست آمد.

در کنار این مسئله باید به تفاوت غلظت نمک در خاک نیز اشاره کرد. شکل شماره ۸ تغییرات رطوبت خاک را در بین دو آبیاری برای دو تیمار FD و CD و همچنین در سراسر دوره برای نمونه‌گیری‌های اول تا چهارم نشان می‌دهد. بعد از اعمال تیمارها، میزان رطوبت در SI به علت وجود سطح ایستابی افزایش می‌یابد، در نمونه‌گیری دوم (۶۱ روز پس از کاشت) به حد پایینی می‌رسد و تا پایان دوره رطوبت در عمق ۲۵ سانتی متری حدود ۲۰ درصد و در عمق ۵۰ سانتی متری حدود ۳۰ درصد باقی می‌ماند. اما در FD و CD میزان رطوبت از روز سوم بعد از آبیاری به تدریج کاهش می‌یابد که در FD این

مهم‌ترین مشکل اجرای سیستم‌های آبیاری زیرزمینی و زهکشی کنترل‌شده در ایران تبخیر و تعرق زیاد و در نتیجه صعود حجم زیادی از املاح به سطح خاک و ایجاد محیطی نامناسب برای رشد گیاه است. تحلیل کلی نتایج این تحقیق روشن می‌سازد که ایجاد سطح ایستابی و استفاده از مزایای آن حتی در اقلیم خشک و نیمه‌خشک (مانند ایران) نیز امکان‌پذیر و قابل کنترل است. با مقایسه دو تیمار SI و CD می‌توان دریافت که وجود یک جریان روبه پایین مانند آبیاری، در تیمار CD نقش تعدیل کننده‌ای دارد و می‌تواند تا حد بسیار زیادی شوری خاک را کنترل کند. بعلاوه قابل ذکر است که در تیمار SI افزایش شدید شوری فقط در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی متری سطح خاک دیده می‌شود و در پایین این عمق پروفیل شوری مشابه تیمارهای FD و CD



شکل شماره ۸- تغییرات رطوبت در روزهای پس از آبیاری در FD و CD و روزهای پس از کاشت در SI

مسئله دیگری که ممکن است ایجاد مشکل کند بارندگی های پایان فصل است، در مناطقی که احتمال این بارندگی ها نمک در تیمار SI و انتقال آن به محیط ریشه ممکن است تنش شدیدی به گیاه وارد کند.

اما در اکثر مناطق خشک و نیمه خشک، بارندگی های کمتر اتفاق می افتد ضمن آنکه مقدار آن نیز بسیار کم است. به علاوه در آبیاری قطره ای نیز این مشکل در هر زمان از فصل خطر تنش را برای گیاه خواهد داشت. اما در آبیاری زیرزمینی این مشکل تنها در هفته های پایانی وجود دارد که شوری خاک افزایش می یابد.

نتیجه گیری

این تحقیق شروعی برای بررسی و مطالعه بیشتر دو روش مدیریتی زهکشی کنترل شده و آبیاری زیرزمینی در مناطق خشک است و سؤالات و نقاط مبهم بسیاری وجود دارد که باید با مطالعه و تحقیق بیشتر تمامی جنبه های این دو روش مورد ارزیابی قرار گیرد. بار دیگر دوباره تأکید می شود که مسئله شوری خاک را می توان با مدیریت صحیح و بیلان مناسب املاح آب آبیاری تا حد زیادی کنترل کرد.

کاهش شدیدتر است. به دلیل مشکلات اجرایی، امکان نمونه گیری های بیشتر نبود. قابل پیش بینی است که رطوبت خاک در تیمارهای FD و CD درست قبل از آبیاری بسیار کمتر از حدود نشان داده شده می بود. حال با توجه به اینکه رطوبت در ظرفیت زراعی برابر ۲۴ درصد است، مشاهده می شود که همواره خاک تیمار SI دارای مقادیر زیادی رطوبت و در نتیجه غلظت نمک در آن کمتر از تیمار CD و در تیمار CD کمتر از تیمار FD است. در نتیجه، با افزایش پتانسیل ماتریک خاک در اثر رطوبت بیشتر، تأثیر نمک در کاهش پتانسیل اسمزی از بین می رود. ضمن اینکه علاوه بر کاهش تنش شوری، تنش خشکی (رطوبتی) نیز کاهش می یابد.

مقایسه میزان آب مصرفی در تیمارها نیز به خوبی نشان دهنده تأثیر زیاد تیمار SI در کاهش آب مصرفی و افزایش کارایی مصرف آب آبیاری در تولید محصول است. از سطح خاک آبشویی اجرا نشد زیرا در سراسر فصل کشت در وضع ظاهری گیاه (رشد هوایی، گلدهی، و غیره) تفاوت عمده ای در بین تیمارها مشاهده نشد و EC_e نیز در پایین تر از عمق ۲۵ سانتی متر در کلیه تیمارها، حتی تیمار SI، مشابه بود.

مراجع

- 1- Ahonen, J. 1991. Application of Controlled Drainage and Subirrigation in Finland. MSC thesis, Helsinki Univ. of Technology. Lab. Of Water resources Engineering. Espoo. Finland.
- 2- Alizadeh, A. 2002. Soil, Water, Plant relationship. Astan Gods Razavi Pub., Mashad. Iran. (In Farsi)

- 3- Evans, R. O., Skaggs, R. W., Gilliam, J. W. 1995. Controlled drainage versus conventional drainage effects on water quality. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*./July/August, 271-276
- 4- Ng, H. Y. F. Tan, C. S., Drury, C. F., Gaynor, J. D. 2002. Controlled drainage and subirrigation influences on nitrate loss and corn yield in a sandy loam soil in southwestern Ontario. *Agricultural Ecosystems and Environment*, Vol. (90), 81-88.
- 5- Madramootoo, C. A., Broughton, S., Papadopoulos, A. 1992. Water table effects on soybean yield and moisture and nitrate distribution in the soil profile. *Proceeding of 6th international drainage symposium*, ASAE Pub., 501 pp.
- 6- Mejia, M. N. 1998. Improved water quality through water table management in eastern Canada. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. /March/Aprill, 116-121.
- 7- Patel, R. M., Prasher, S. O., Donnelly, D., Bonnel R. B., Broughton, R. S. 1999. Subirrigation with brackish water for vegetable production in arid regions. *Bioresource Technology*. Vol. (70), 33-37.

A Lysimetry Study of Water Table Management Methods in Tomato Irrigation

S. Esmaeelnia, A. Liaghat, N. Heydari and M. Akram

In humid regions, water table control during growing season is a common irrigation method for efficient use of water and optimum crop production. However application of this method in arid and semi arid region is doubtful because of high evaporation rate and salt movement toward the root zone limitations. This research was conducted to examine the possibility of using water table control techniques (i.e., controlled drainage and sub irrigation) in an arid region (e.g., Iran) with special attention to its salinity management. Three water table control treatments including: free drainage (FD), controlled drainage (CD), and sub irrigation (SI) were considered. Treatments were applied in 12 lysimeters (90 cm height, 57 cm diameter). The experimental setup included three treatments and four replications. Water table was set at depth 55 cm from soil surface. The electrical conductivity (EC) of water was 1.5 dS/m. The crop cultivated in lysimeters was tomato. The soil leaching considered to be conducted when EC reached to the plant threshold level (EC = 3 dS/m). The results indicated that SI and CD methods can be used in arid and semi arid conditions. In all the treatments the soil EC was not reach to the crop threshold level. However the EC of soil surface layer in SI treatment was high, but it had not any significant effect on crop yield. The evidence was the higher yield of SI treatment than FD treatment. The total yield of CD was 73% more than FD and 12% more than SI. However the number of tomato fruits in CD treatment was more than the other two treatments (FD, SI). Water consumption in SI was half of CD and FD treatments, and consequently its water productivity (1.4 Kg/m^3) was higher than the water productivity for FD (0.57 Kg/m^3), and CD (0.97 Kg/m^3).

Key words: Controlled drainage, Free drainage, Lysimeter, Salinity, Sub Irrigation