نشریه علوم آب و خاک
سال بیست و هفتم / شماره دوم / تابستان ۱۴۰۲ / مقاله علمی- پژوهشی: صفحات ۲۶۹ تا ۲۸۱

بررسی تأثیر دور آبیاری در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر تغییرات شوری خاک و عملکرد گیاه ذرت برای مناطق مرکزی خوزستان

یعقوب گاطع‌زاده[۱]، حیدرعلی کشکولی[۱]، داود خدادادی دهکردی[۱*]، علی مختاران[۲] و علی عصاره[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱)

چکیده

به‌منظور پایش و مقایسه تغییرات املاح در نیمرخ خاک اطراف ریشه گیاه ذرت، میزان عملکرد گیاه و بهره‌وری آب ذرت، آزمایشی با راه‌اندازی دو سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با عمق کارگذاری ۳۰cm از سطح خاک وآبیاری قطره‌ای تیپ، با دو دور آبیاری ۲ و ۴ روزه در قالب بلوک کاملاً تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ و ۱۳۹۹-۱۳۹۸، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز انجام شد. نتایج پایش املاح خاک حاصل از نمونه‌برداری از اعماق (۰-۲۵، ۲۵-۵۰ و ۵۰-۷۵) سانتی‌متری، نشان داد که شوری خاک در سال دوم، در هر دو سامانه در نتیجه بهبود کیفیت آب آبیاری از (۳/۶۱ به ۲/۰۱) دسی‌زیمنس برمتر، تا دو برابرکاهش پیدا کرد. نتایج حاصل از پایش املاح‌خاک، بیشترین نسبت کاهش شوری با دورآبیاری ۲روزه در هردو سامانه آبیاری را نشان داد. بیشترین آبشویی درعمق آبیاری ۵۰-۲۵ سانتی‌متری درسامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و عمق۰-۲۵ سانتی‌متری سامانه تیپ صورت گرفت. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک گیاه ذرت به‌ترتیب ۹/۳۱ و۱۳/۷ تن درهکتار و بهترین بهره‌وری آب بر اساس علوفه خشک ذرت به‌میزان $1/74 kg/m^3$، در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) با دور آبیاری دو روزه و در سال دوم زراعی به‌دست آمد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شوری خاک نیز نشان داد که اجرا و بهره‌برداری از سیستم آبیاری قطره‌ای می‌تواند زمینه‌ساز بهبود کیفیت خاک به‌عنوان مهم‌ترین منبع تجدیدناپذیر کشاورزی باشد.

واژه‌های کلیدی: پایش املاح خاک، سامانه خرد آبیاری، بهره وری آب، رژیم آبیاری

۱. گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: davood_kh70@yahoo.com

مقدمه

ذرت سومین گیاه مهم غله‌ای دنیا پس از گندم و برنج و مؤثر در تأمین نیاز غذایی انسان و دام است. این گیاه اغلب در تناوب با گیاهانی نظیر گندم، جو و کلزا کشت می‌شود و به‌دلیل تابستانه‌بودن، نیاز آبی به‌نسبت زیادتری داشته و براین اساس یکی از عوامل محدودکننده سطح زیر کشت آن، کمبود منابع آب (۱) و کمبود بازده آبیاری است (۱۲). وان و همکاران (۲۰) در یک مطالعه چهار ساله، امکان‌سنجی رویش ذرت برای زمین بسیار شور (متوسط شوری عصاره اشباع خاک تا عمق ۱۲۰سانتی‌متری به‌میزان ۲۸ دسی‌زیمنس برمتر)، در شمال غربی چین با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که سامانه آبیاری قطره‌ای شرایط خاک مطلوبی برای رشد ذرت فراهم کرده و ناحیه‌ای با رطوبت زیاد و شوری کم در زمانی که پتانسیل ماتریک خاک بیشتر از۲۵-کیلو پاسکال بود، به‌وجود آورده است و پس از سال‌ها کشت و آبشویی به‌وسیله آبیاری قطره‌ای، خاک بسیار شور به‌تدریج به خاک به‌نسبت شور تبدیل شد. در پژوهش‌های دیگری نیز به نتایج مشابهی در این زمینه اشاره شده است (۱۰ و ۱۴). شرایط خاص اقلیمی، خشکی و پراکنش نامناسب زمانی- مکانی بارندگی کشورمان ایران، واقعیت گریزناپذیری است که هرگونه تولید پایدار مواد غذایی و کشاورزی را منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع محدود آب کشور کرده است. با توجه به اهمیت اراضی فاریاب در تأمین مواد غذایی، تلاش برای کاهش مصرف آب، افزایش تولید در واحد سطح و افزایش بهره‌وری در مزارع توجه جدی را می‌طلبد (۴).وقایع مکرر خشکسالی با روند افزایشی می‌تواند به‌طور قابل توجهی بهره‌وری کشاورزی و امنیت غذایی در مناطق با آب و هوای گرم و نیمه‌خشک را تحت تأثیر قرار دهد. خشکسالی به‌عنوان یک خطر طبیعی مکّرر ممکن است بر منابع آبی مانند تأمین آب، کیفیت آب، در دسترس بودن آب سطحی و زیرسطحی و مدیریت منابع آب تأثیرگذار باشد (۳، ۷ و ۸). استان خوزستان در جنوب غربی ایران واقع بوده و یکی از مناطق مستعد کشت و تولید ذرت است. نظر به اهمیت توسعه دامداری‌های صنعتی استان و ضرورت تأمین علوفه مورد نیاز آنها، افزایش عملکرد در واحد سطح ذرت با استفاده از ارقام مناسب و مدیریت‌های نوین آبیاری به سبب آمادگی با شرایط تغییر اقلیم و خشکسالی‌های پیش رو ضروری است. مناطق مرکزی، جنوب و جنوب غرب استان خوزستان دارای منابع آب لب‌شور تا شور و بافت خاک سنگین با آب زیرزمینی شور و کم‌عمق بوده که با اجرای سامانه زهکشی زیرزمینی و احیاء اراضی، مناسب برای عملیات کشاورزی شده‌اند (۱۵). در این خصوص استفاده از منابع آب‌های شور نه‌تنها به‌عنوان یک انتخاب، بلکه یک الزام پیش روی کشاورزان قرارگرفته است. در مطالعات مختلفی نشان داده شده است که از آب شور می‌توان به‌طور موفقیت‌آمیزی در آبیاری گیاهان استفاده کرد (۶، ۱۸ و ۲۰). در این میان، سامانه آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری سطحی و بارانی علاوه بر بهره‌وری بیشترآب (۲) نسبت به آبیاری سطحی، مزیت‌های دیگری را نیز در شرایط شور دارد. مختاران و همکاران (۱۶) در استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای برای کشت ذرت نشان دادند که با وجود انباشت نمک‌ها در پیرامون خاک خیس‌شده زیر قطره‌چکآنها، رشد و عملکرد گیاه در این سامانه نسبت به سامانه آبیاری سطحی بهتر بود و دلیل آن بالا نگه‌داشتن پتانسیل آب خاک در محیط اطراف ریشه و در زیر قطره‌چکآنها بود که تجمع نمک را کاهش داده و رشد بهتر گیاه را با وجود آب شور محقق ساخت. آنها بیان کردند که در صورت استفاده از سامانه قطره‌ای برای اقلیم مشابه مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان، زهکشی اراضی و عملیات آبشویی در انتهای فصل کشت برای حفاظت خاک ضرورت دارد. خوش‌سیما و همکاران (۱۳) در پژوهشی به‌منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک تحت کشت سه رقم ذرت برای سه سطح شوری آب آبیاری (۰/۷، ۳ و ۵ دسی‌زیمنس برمتر) در شرایط استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری، نشان دادند که میزان شوری و سدیم خاک، رابطه مستقیم با شوری آب آبیاری و طول دوره رشد

ارقام ذرت داشته و رابطه عکس با عمق خاک دارد. در تیمارهای آبیاری با آب شور (دو سطح ۳ و۵ دسی‌زیمنس برمتر)، جبهه رطوبتی کمتری به‌سمت خارج ازخط آبیاری حرکت کرده و اغلب تجمع نمک در فاصله ۱۰ سانتی‌متری از خط آبیاری و سطح خاک به‌دلیل مصرف گیاه و تبخیر و تعرق مشاهده شد. به‌طور کلی میزان تجمع شوری و سدیم خاک در کل عمق مورد مطالعه در تیمارهای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کمتر از آبیاری قطره‌ای سطحی به‌دست آمد. تجمع شوری و سدیم در آبیاری زیر سطحی در لایه سطحی خاک که بالای قطره چکان قرار داشت بیشتر از حالت قطره‌ای زیرسطحی بود (۱۹). سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نسبت به سیستم قطره‌ای سطحی دارای تلفات تبخیر از سطح خاک کمتر و هم چنین دارای میزان تعرق گیاهی بیشتری در طول فصل رشد ذرت است که این می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه ذرت نقش مهمی را ایفا کند. در این پژوهش روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ذرت به‌ترتیب با عملکرد خشک و تر ۲۶/۵۳ و ۷۶/۶۴ تن بر هکتار عملکرد بهتری را نسبت به سیستم قطره‌ای سطحی به خود اختصاص داد (۵). نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که فنون و راهکارهای مؤثری در بهبود بهره‌وری آب ذرت وجود دارد که اجراییشدن آنها موجب شده تا تنها ۲۰ تا ۴۶ درصد بهره‌وری آب بالقوه حاصل شود. به این مفهوم که اگر بهره‌وری آب از شرایط فعلی به ۸۵ درصد مقدار بالقوه تا سال ۲۰۵۰ افزایش یابد، می‌توان به ۱۰۰ درصد افزایش تولید ذرت با ۲۰ درصد مساحت کاشته شده و ۲۱ درصد مصرف آب کمتر نسبت به سال ۲۰۰۵ دست یافت. این امر حاکی از شرایط ویژه ذرت همچون قدرت سازگاری با اقلیم‌های مختلف است که با انتخاب راهکارهای مختلف فنی و مدیریتی، افزایش بهره‌وری آب را امکان‌پذیر می‌نماید. یکی از این راهکارها، کاربرد روش آبیاری قطره‌ای در زراعت ذرت دانه‌ای و یا علوفه‌ای است که در کنار کاربرد کلیه فنون و دانش جدید درزمینه‌های مختلف تغذیه، مکانیزاسیون، کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، بدون فشار بر منابع آبی زمینه‌ساز کاهش تلفات تبخیر، افزایش تولید در واحد سطح و افزایش نسب سود به هزینه است (۱۲). با توجه به اینکه اراضی مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان، مستعد به شوری و در تابستان دارای تنش آبی هستند، و نیز برای ترغیب کشاورزان بومی به کشت گیاهان علوفه‌ای به‌عنوان کشت جایگزین برنج، پژوهش حاضر با مدیریت‌های مختلف آبیاری برای ارزیابی این نوع کشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آزمایشی واقع ایستگاه تحقیقاتی گلستان در شهرستان اهواز با سطح تقریبی ۰/۵ هکتار و با ارتفاع ۱۵ متر از سطح دریا واقع شده است. بافت خاک مزارع آزمایشی ایستگاه اغلب رسی بوده و تراز سطح آب زیرزمینی با توجه به زهکشی‌های تنبوشه‌ای، در فاصله ۱/۲۰ متر از سطح زمین قرار دارد. آب زیرزمینی مزارع آزمایشی ایستگاه توسط یک زهکش روباز به طول ۲/۲۵ کیلومتر که پیرامون مزارع را در برگرفته است گردآوری شده و با استفاده از یک پمپ شناور به سیستم فاضلاب شهر تخلیه می‌شود. آب مزارع مرکز با استفاده از یک کانال سیمانی از ساحل راست رودخانه کارون بوسیله ایستگاه پمپاژ تأمین می‌شود. (جدول ۱) پارامترهای کیفی آب‌آبیاری را در دو فصل کشت را نشان می‌دهد.

سیستم تأمین فشارآبیاری تحت فشار، مشتمل بر یک استخر ذخیره آب به حجم ۲۴۲ مترمکعب، الکتروموتور و پمپ ۴/۵ کیلووات و خط لوله انتقال پلی اتیلن به طول ۲۵۰ متر است. لوله پلی‌اتیلن به قطر ۷۵ میلی‌متر به‌عنوان مانیفولد مزرعه بعد از انشعاب از لوله اصلی ۱۲۵ میلی‌متر و عبور از فیلتر دیسکی و کنتور حجمی است. از این مانیفولد مذکور لوله‌های ۱۶ میلی متر از زیر زمین برای اتصال به لوله‌ها یا نوارهای آبیاری قطره‌ای در فواصل ۷۵ سانتی‌متری انشعاب گرفته شده است. در این پروژه سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) به‌ترتیب درعمق ۳۰ سانتی‌متری از سطح خاک و روی سطح زمین با دو دور آبیاری ۲ و ۴ روزه به‌عنوان تیمار

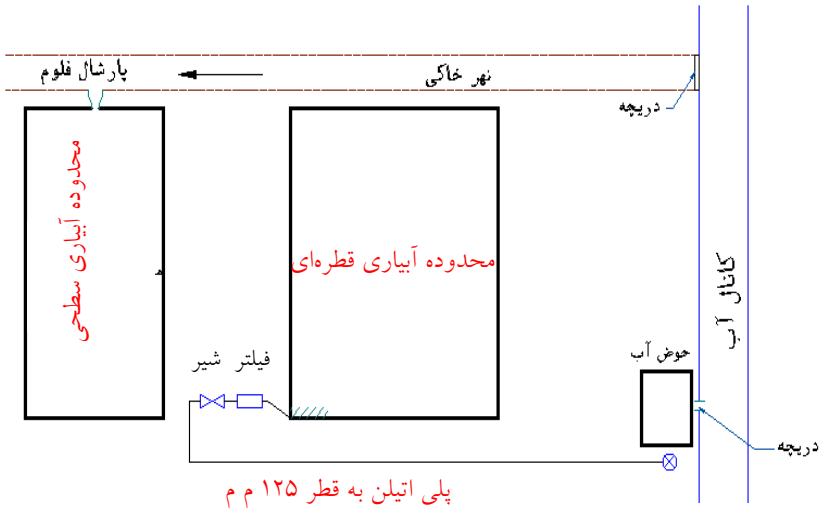
جدول ۱. کیفیت آب آبیاری

سال	EC ($dS\ m^{-1}$)	PH	TDS (mg/L)	سدیم (meq/L)	کلسیم (meq/L)	منیزم (meq/L)	کلر (meq/L)	SAR
۱۳۹۷	۳/۶۱	۸/۱۴	۲۴۴۱	۲۴/۰۸	۵/۶۵	۵/۰۳	۲۴/۵۸	۱۰/۴۰
۱۳۹۸	۱/۹۱	۷/۲۶	۱۲۶۸	۱۱/۹۱	۲/۷۲	۳/۰۵	۱۲/۴۷	۷/۰۲

فرعی در سه تکرار و در طول مزرعه اجرا شد. برای اندازه‌گیری آب مصرفی از wsc فلوم تیپ C_1 که با دقت در ورودی مزرعه واسنجی شده استفاده شد (شکل ۱). در طول زمان پژوهش، آزمایش‌های خاک، کارآیی مصرف آب و نمونه گیاهی انجام شد. برای آماده‌سازی زمین برای کشت، دیسک نهایی زمین و نیز فارو زده شد؛ سپس سیستم تحت فشار، نصب وگیاه ذرت به شکل دو دانه گیاه با فواصل ۲۰ سانتی‌متری در عمق ۵ سانتی‌متری کشت شداز آن تاریخ به مدت حدود ۲۰روز بصورت ۱ روز در میان آبیاری زمین صورت گرفت.

قبل از اعمال تیمارهای آبیاری زمین از علف هرز وجین و تنک‌کردن گیاه ذرت انجام شد و نمونه خاک خشک قبل از کاشت برای تعیین وضعیت بافت خاک منطقه مورد مطالعه در اعماق مختلف و درصد رس، سیلت و شن و جرم مخصوص ظاهری به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول ۲ نمایش داده شده است.

در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری قطره‌ای نواری، محاسبات مربوط به تعیین مقدار آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری و با توجه به رژیم‌های متفاوت آبیاری با دور دو و چهار روزه، بر اساس نیاز آبی، به تفکیک دوره رشد گیاه برای هرتیمار و با توجه به تبخیر و تعرق پتانسیل (ET_0) و با استفاده از اطلاعات روزانه و با روش پنمن- مانتیث تعیین شد. برای کنترل تفاوت ساعات پنمن- مانتیث‌فائو بر اساس داده‌های هواشناسی و با درنظرگرفتن میزان آبشویی ۱۳ درصد برای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و ۱۰ درصد برای آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) با عمق توسعه ریشه ۶۵ سانتی‌متر و راندمان کاربرد آب ۹۰ درصد و با درنظرگرفتن تلفات ناشی از انتقال آب تا ابتدای قطعه زراعی انجام شد. بذر مورد استفاده برای هر دو کشت ذرت از نوع هیبرید ۷۰۳ بود. فاصله خطوط کشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی هر خط کشت ۲۰ سانتی‌متر بود و در عمق ۵ سانتی‌متری به روش دستی انجام گرفت. آبیاری به تناسب روش‌های مختلف با توجه به اینکه گیاه در مرحله جوانه‌زنی بوده و شرایط خاک شور است، بخصوص در آبیاری اول، با عمق بیشتر از طراحی انجام شد تا از جوانه‌زنی و استقرار گیاه اطمینان حاصل شود. آبیاری از زمان کشت به مدت ۲۴ روز هر دو روز یک بار برای اطمینان از جوانه‌زنی و استقرار گیاه انجام گرفت و پس از آن رژیم‌های آبیاری ۲ و ۴ روزه اعمال شد. این طرح در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی اجرا شد. پلات‌های آزمایشی به طول ۶۰ متر و عرض ۶ متر برای هر تیمار درنظر گرفته شد. هر تیمار آبیاری شامل هشت نوار آبیاری به طول ۶۰ متر است که تیمارهای مختلف با شیر فلکه‌های به قطر ۱/۲ اینچ که بر روی ورودی نوارهای آبیاری نصب هستند، جدا شده‌اند. روزنه‌های خروجی آب بر روی هر نوار زیر سطحی با فواصل ۰/۵ متر و بر نوار تیپ با فواصل ۱۰سانتی‌متر از همدیگر هستند، دبی هر روزنه نوار زیر سطحی ۳/۸ لیتر بر ساعت ودبی هر روزنه روی نوار تیپ ۲ لیتر بر ساعت است. روش‌های نمونه‌گیری داده‌های شوری خاک در این پژوهش به این ترتیب است که برای تحلیل کیفی‌آب نمونه‌گیری قبل از هر آبیاری، در طی فصل رشد گیاه انجام شده است. نمونه‌برداری از خاک مزرعه در چهار نوبت (قبل از کشت، مرحله جوانه‌زنی، مرحله میانی رشد و قبل از برداشت) با هدف تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انجام شد. این نمونه‌ها برای پایش املاح در سه عمق ۲۵ -۰، ۵۰-۲۵ و ۷۵-۵۰



شکل ۱. شمای کلی مزرعه آزمایشی

جدول ۲. خصوصیات خاک

عمق (cm)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	رطوبت‌وزنی ظرفیت زراعی (٪)	رطوبت وزنی پژمردگی (٪)	چگالی‌ظاهری (gr/cm^3)
۲۵-۰	۴۸	۴۲	۱۰		۲۴/۵	۱۱/۸	۱/۳۵
۵۰-۲۵	۴۷/۵	۳۶/۵	۱۶	رسی	۲۴/۵	۱۱/۸	۱/۴۴
۷۵-۵۰	۴۹	۳۵	۱۶		۲۴/۵	۱۱/۸	۱/۵۴

سانتی‌متری از سطح زمین به‌صورت دستی و حفر زمین توسط آگر (به قطر ۱۰ سانتی‌متر) انجام شده و به آزمایشگاه برده شد. نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گرفت و مقادیر سدیم، شوری، نسبت جذب سدیم و در نهایت درصد سدیم قابل تبادل آنها تعیین شد. برای محاسبه عملکرد و کارآیی (بهره‌وری) اطلاعات عملکرد دانه و علوفه‌ای ذرت به تفکیک هر تیمار اعمال شده برداشت شد. نمونه‌های عملکرد دانه ذرت مانند طول و قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه استخراج شد و نمونه‌های علوفه‌ای پس از برداشت، به آون منتقل شد و وزن ماده خشک آنها تعیین شدند برای اندازه‌گیری وزن‌تر اندام‌های هوایی و وزن بلال، طول هر بلوک به ده قسمت تقسیم شده و از هر قسمت از دو خط کشت وسط یک متر برداشت شده به‌طوری که ابتدا تمامی گیاهان موجود در این سطح به‌صورت دستی برداشت و توزین شد و سپس بلال‌ها از گیاهان جدا شده و وزن شدند، بدین‌ترتیب وزن بلال در سطح نمونه‌گیری (با عرض ۷۵ و طول ۱۰۰سانتی‌متر)، مشخص شد. برای محاسبه وزن خشک اندام‌های هوایی،۳ بوته از نمونه‌های برداشت‌شده هر بلوک آماری به‌طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه‌های گیاهی به بخش‌های مختلف ساقه، برگ و بلال تقسیم شده و هرکدام در کیسه کاغذی با درج شماره و محل نمونه‌گیری قرار گرفتند. نمونه‌های بلال به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۴ درجه و نمونه‌های برگ و ساقه به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای مذکور قرار داده شد تا به‌طور کامل خشک شوند. پس از سرد شدن، نمونه‌های خشک شده توزین شده و به تفکیک محل نمونه‌برداری و نوع اندام گیاه، مقادیر آنها ثبت شد. به‌منظور تعمیم اطلاعات برداشت‌شده به سطح یک هکتار، میانگین وزن‌های خشک مورد استفاده قرارگرفت. با توجه به مشخص بودن تعداد بوته در هر سطح نمونه‌برداری و میانگین وزن ماده

خشک آنها، نتایج به هکتار تعمیم داده شد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه‌ای مزرعه، در هر سطح نمونه‌گیری آماری، تعداد بلال‌های بوته‌های برداشت‌شده شمارش شد، سپس سه عدد بلال به‌صورت تصادفی انتخاب شد و مشخصات بلال شامل طول و قطر آن اندازه‌گیری و در جدول‌های مربوطه ثبت شد. هر یک از بلال‌ها مورد ارزیابی دقیق قرار گرفته به نحوی که تعداد دانه در ردیف و قطر آن شمارش شده و درصد کچلی سطح بلال مشخص شد. سپس تمامی دانه‌های بلال‌های یک سطح نمونه‌گیری از بالا جدا شده و با یکدیگر مخلوط شدند. ۲۰۰ گرم از این دانه‌ها به تصادف جدا و شمارش شد. با توجه به اینکه رطوبت استاندارد برای تعیین عملکرد دانه‌ای ۱۴ درصد وزنی است، دانه‌های انتخاب شده در آون خشک شدند تا درصد رطوبت وزنی آنها حین برداشت مشخص شود. سپس با استفاده از رابطه عملکرد دانه در واحد سطح مقدار وزن دانه‌ها در رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. با توجه به مشخص‌بودن تعداد دانه‌های هر نمونه و وزن آنها، وزن هزاردانه هر نمونه تعیین شد و با توجه میانگین درصد کچلی، تعداد دانه در بلال و تعداد بلال در سطح نمونه‌گیری، عملکرد دانه‌ای به یک هکتار از مزرعه تعمیم داده شد. سپس بهره‌وری آب که یکی از شاخص‌های مورد استفاده در مباحث عملکرد گیاه و آب کاربردی است و مبنایی اقتصادی دارد با استفاده از رابطه ریاضی $WP_{(ir)} = \frac{Y}{I}$ که در این رابطه، $WP_{(ir)}$ کارآیی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)، Y= عملکرد محصول (کیلوگرم) و I= حجم آب مصرفی (متر مکعب) است، محاسبه شد.

نتایج و بحث

الف- حجم آب مصرفی

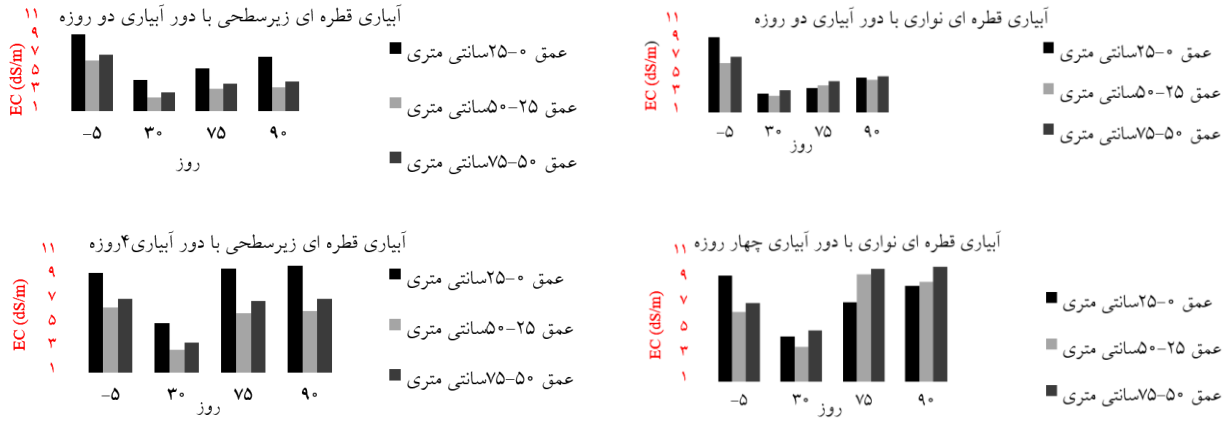
نیاز آبی گیاهان در مقایسه با اندازه‌گیری مزرعه‌ای در جدول ۳ آورده شده است. بر طبق جدول مذکور درکشت ذرت، آب داده شده به مزرعه کمتر از نیاز آبی محاسبه شده در طول فصل کشت بود. دلیل این امر آن است که طبق فرمول نیاز آبی برای شرایطی که رطوبت خاک منطقه ریشه بدون هیچ‌گونه تنش محیطی مانند شوری و... باشد، محاسبه شده است؛ حال آنکه در شرایط واقعی کشت، این قبیل تنش‌ها وجود دارند.

تغییرات شوری خاک در طول فصل کشت

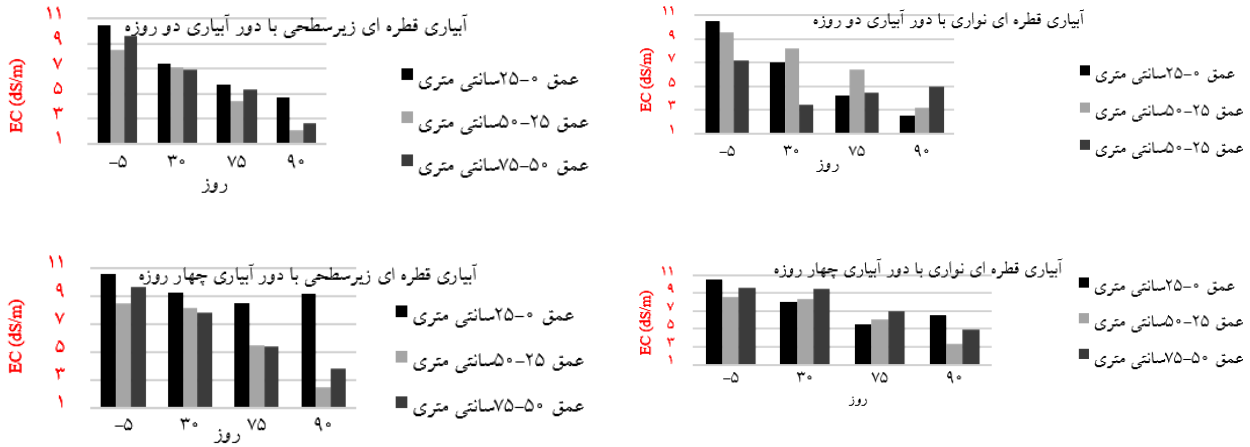
به‌منظور بررسی املاح خاک در طول فصل کشت، ۳ سری نمونه‌برداری از سه عمق ۲۵-۰، ۵۰-۲۵ و۷۵-۵۰ سانتی متر انجام شد. نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گرفته و مقادیر شوری و نسبت جذب سدیم آنها تعیین شد. شکل‌های ۲ و۳، تغییرات شوری در طول دو فصل‌کشت به‌ترتیب برای نیم‌رخ‌های مختلف خاک در هر رژیم آبیاری را نشان می‌دهند. این تغییرات تا عمق ۷۵ سانتی‌متر تحلیل شده است و تغییرات شوری را از قبل زمان کشت تا برداشت محصول بیان می‌کنند تا بتوان تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر روی خاک مورد ارزیابی و پایش قرار داد. در سال اول کشت روند تغییرات شوری در ۳۰ روز اول آبیاری در همه رژیم‌های آبیاری هر دو سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) کاهشی و سپس تا زمان برداشت محصول روندی افزایشی ازخود نشان داد. همانطور که در شکل‌ها مشخص شده در سال اول کشت، شوری خاک روند افزایشی داشته است. در رژیم آبیاری ۴ روزه در سال اول کشت، روند شوری خاک در آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) به‌طور متوسط نسبت به قبل از زمان کشت افزایشی ۵۰ درصد و در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی متوسط شوری در انتهای کشت نسبت به زمان قبل ازکشت محصول تقریباً برابر شده بود. در رژیم آبیاری ۲ روزه این روند نسبت به قبل از کشت محصول، کاهشی بود. این‌کاهش در هر دو سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌ترتیب ۳۶ و ۳۴ درصد بود. بعد از اتمام فصل اول کشت و قطع آبیاری، شوری خاک بیشتر شد. این پدیده می‌تواند ناشی از صعود نمک آب زیرزمینی به سطح زمین به شکل کاپیلاری و نیز به‌دلیل عدم آبشویی در زمان برداشت باشد. روند تغییرات شوری در سال دوم کشت نسبت به سال اول کاملاً متفاوت بود. تمامی رژیم‌های آبیاری شوری خاک در هر دو سامانه بعد از

جدول۳. عمق آب کاربردی و نیاز آبی فصل کشت با درنظرگرفتن درصد آبشویی

سامانه آبیاری	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	جزء آبشویی (٪)	عمق آب کاربردی (mm)	نیاز آبی بر طبق مبانی طراحی (mm)
قطره‌ای زیرسطحی	۹۷/۵/۱۵	۹۷/۸/۳۰	۲۰	۷۰۵	۷۶۷
قطره‌ای نواری (تیپ)	۹۷/۵/۱۵	۹۷/۸/۳۰	۲۰	۷۵۰	۸۱۰
قطره‌ای زیرسطحی	۹۸/۵/۱۵	۹۸/۸/۲۵	۲۰	۷۳۰	۷۶۷
قطره‌ای نواری (تیپ)	۹۸/۵/۱۵	۹۸/۸/۲۵	۲۰	۷۸۹	۸۱۰



شکل ۲. تغییرات شوری خاک درسیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و نواری (تیپ) با دور آبیاری دو و چهار روزه- سال ۱۳۹۷



شکل ۳. تغییرات شوری خاک درسیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ونواری (تیپ) با دور آبیاری دو و چهار روزه- سال ۱۳۹۸

کشت نسبت به شوری خاک قبل از کشت روند کاهشی داشته است. دلیل این تفاوت کیفیت آب آبیاری بوده است. شوری آب کارون در تابستان و پاییز سال ۱۳۹۷، به‌طور متوسط ۳/۶۱ دسی‌زیمنس بر متر و در سال ۱۳۹۸، به ۲/۰۱ دسی‌زیمنس بر متر رسید. به‌طور کلی قبل از شروع آزمایش‌ها، به‌دلیل عدم انجام عملیات آبیاری و تبخیر و تعرق شدید از لایه سطحی خاک، شوری خاک بسیار شدید بود. با شروع آبیاری، شوری خاک به تدریج در هر دو سامانه کاهش پیدا کرد و در انتهای

کشت در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) با کاهش ۷۰ درصدی به ۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر و درسامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با کاهش ۶۷ درصدی به ۳/۱۸ دسی‌زیمنس بر متر رسید. با گذشت زمان و انجام آبیاری‌های بعدی همچنان شوری روند کاهشی نشان داد.

بررسی تأثیر رژیم آبیاری بر روی پروفیل شوری خاک

با توجه به شکل‌های (۴ و۵)، تغییرات میزان شوری پروفیل خاک در هر دو سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با رژیم‌های متفاوت آبیاری ۲ و ۴ روزه در طول دوره کشت را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مشاهده می‌شود که کاهش مقدار شوری در هر دو سامانه با دور آبیاری ۲ روزه نسبت به دورآبیاری ۴ روزه به مراتب بیشتر است. به‌طوری که در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سال اول میزان تغییرات متوسط شوری با دور آبیاری ۲ روزه در انتهای کشت به زمان قبل از کشت ۳۴ درصد کاهشی (از ۷/۶۵ به ۵/۰۸) دسی‌زیمنس بر متر و در دور آبیاری ۴ روزه این نسبت تقریباً یک درصد افزایشی (از ۷/۶۵ به ۷/۷۴) دسی‌زیمنس بر متر بود.

در سال دوم کشت، میزان تغییرات متوسط شوری با دور آبیاری ۲ روزه در انتهای کشت به زمان قبل از کشت۶۷ درصد کاهشی (از۹/۵۳ به ۳/۱۸) و در دور آبیاری ۴ روزه نسبت این تغییرات برابر ۵۰ درصد کاهشی (از ۹/۵۳ به ۴/۷۱) دسی‌زیمنس بر متر بود. در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) در سال اول میزان تغییرات متوسط شوری با دور آبیاری ۲ روزه در انتهای کشت به زمان قبل از کشت ۳۷ درصد کاهشی (از ۷/۶۵ به ۴/۸۳) دسی‌زیمنس بر متر و در دور آبیاری ۴ روزه این نسبت تقریباً ۲۰ درصد افزایشی (از ۷/۶۵ به ۹/۱) دسی‌زیمنس بر متر بود. در سال دوم کشت میزان تغییرات متوسط شوری با دور آبیاری ۲ روزه در انتهای کشت به زمان قبل از کشت۷۰ درصد کاهشی (از۹/۵۳ به۲/۹) و در دور آبیاری ۴ روزه نسبت این تغییرات برابر ۴۸ درصد کاهشی (از ۹/۵۳ به۴/۹۲) دسی‌زیمنس بر متر بود.در هر دو سامانه با انجام آبشویی، مقدار شوری در پروفیل خاک در دور آبیاری ۲ روزه کاهش داشته و همچنین با توجه به عمق آبشویی و زمان آن در دور آبیاری ۲ روزه (یک روز پس از آخرین آبیاری)، پروفیل خاک شسته شده و در مقدار شوری در عمق کاهش پیدا کرده است، ولی در آبیاری با دور ۴ روزه، در تمامی لایه‌ها مقدار شوری افزایش نشان داده است. دلیل این افزایش با وجود آبشویی آن است که زمان انجام عملیات آبشویی در این دور آبیاری ۴ روزه، ۳ روزپس از آخرین آبیاری بوده و با توجه به توسعه ریشه و همچنین مرحله محصول‌دهی ذرت و نیاز آبی زیاد آن، بیشتر حجم آبشویی صرف تأمین کمبود رطوبتی خاک شده، بنابراین، تجمع نمک در لایه سطحی خاک مشاهده شد. این نتایج با پژوهش کرمی و همکاران (۱۱) مطابقت داشته است.

تغییرات شوری خاک در لایه‌های مختلف خاک

با توجه به شکل‌های ۴ و۵، بیشترین نسبت کاهش شوری با سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) با دور آبیاری دو روزه در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری و به نسبت ۷۶ درصد کاهش از ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر قبل از کشت به ۲/۵۶ دسی‌زیمنس برمتر در انتهای کشت و نیز بیشترین کاهش شوری در سامانه آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در عمق (۵۰-۲۵) سانتی‌متری، به نسبت کاهشی۷۴/۵ درصد از۸/۵ دسی‌زیمنس قبل از کشت به ۲/۱۵ دسی‌زیمنس در انتهای کشت مشاهده شد. همان‌طور که در شکل‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، عمق ۲۵-۰ در همه رژیم‌های آبیاری و در دو سال زراعی دارای بیشترین نسبت کاهش شوری نسبت به عمق‌های دیگر است. دلیل آن شستشو نمک‌های خاک از این لایه بوده است. لایه ۵۰-۲۵ در شکل‌ها دارای شوری بیشتری از لایه ۲۵-۰ است. بخشی از این شوری به‌دلیل آبشویی حاصل از ناحیه بالایی و بخشی از آن به‌دلیل وجود ناحیه فعال ریشه گیاه در این لایه است. لایه ۷۵-۵۰ نسبت به دو لایه فوقانی خود

شکل ۴. تغییرات شوری و املاح خاک در طول فصل کشت در لایه‌های ۰-۲۵،۲۵-۵۰ و ۵۰-۷۵ سانتی‌متری- سال۱۳۹۷ (رنگی در نسخه الکترونیکی)

شکل ۵. تغییرات شوری و املاح خاک در طول فصل کشت در لایه‌های ۰-۲۵،۲۵-۵۰ و ۵۰-۷۵ سانتی‌متری- سال ۱۳۹۸ (رنگی در نسخه الکترونیکی)

دارای شوری بیشتری است.این نتایج با تحقیقی که توسط هی و همکاران (۹) انجام شد، مطابقت دارد. بر خلاف سیستم آبیاری نواری (تیپ)، در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی عمق ۲۵-۵۰ در انتهای کشت کمترین شوری را نشان داد دلیل آن به عمق جاگذاری لوله‌های آبیاری است که پروفیل‌های اطراف و زیرین را به خوبی مرطوب می‌کند و تبخیری وجود ندارد و نسبت به لایه سطحی که نفوذ به آن ناحیه کم و شدت تبخیر زیاد است، شوری کمتری دارد. و بیشترین میزان شوری در در عمق ۰-۲۵ سانتی‌متری ازسطح خاک در فاصله ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری کارگذاری لوله‌های آبده چکان‌ها در جهات مختلف به‌دست آمد و دلیل شوری بیشتر عمق ۰-۲۵ سانتی‌متری در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی را می‌توان به‌دلیل صعود موئینه‌ای و تبخیر رطوبت از سطح خاک دانست. علت این پدیده را می‌توان به این صورت بیان کرد که جریان آب از سمت قطره وجود داشته که بخشی از این رطوبت به‌صورت عمقی نفوذ پیداکرده و بخشی دیگر نیز به‌صورت موئینه‌ای به عمق‌های بالاتر رفته که به‌دلیل تبخیر در سطح خاک موجب شوری لایه سطحی خاک شده است. هر چه میزان رطوبت در این ناحیه کمتر باشد، نسبت صعود موئینگی به نفوذ عمقی بیشتر شده و موجب افزایش شوری در این ناحیه می‌شود. به همین علت است که با فاصله گرفتن از لوله‌های آبده میزان شوری در لایه سطحی خاک به نسبت لایه‌های عمیق‌تر بیشتر بود. این روند در هر دو سال زراعی و در هر دو تیمار دور آبیاری ۲ و ۴ روزه مشاهده شد. این نتایج با پژوهشی که توسط پالاکیوزدیاز و همکاران (۱۷) صورت گرفت، همخوانی دارد.

بررسی تغییر کیفیت خاک

جدول ۴ روند تغییرات شوری خاک در روش‌های مختلف

جدول ۴. روند تغییرات شوری خاک در رژیم‌های دو و چهار روزه با سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و تیپ

نوع سامانه آبیاری	پارامتر	قبل از کشت سال ۱۳۹۷	انتهای کشت سال ۱۳۹۷	قبل از کشت سال ۱۳۹۸	انتهای کشت سال ۱۳۹۸
آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با دور آبیاری دو روزه	EC_e (dS/m)	۷/۶۴	۴/۴۲	۹/۳۶	۲/۷۱
	ESP	۶/۳۶	۴	۸/۵	۴/۳۶
	نوع خاک	شور	شور	شور	غیرشور-غیرسدیمی
آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با دور آبیاری چهار روزه	EC_e (dS/m)	۷/۶۴	۷/۵۱	۹/۳۶	۴/۵۸
	ESP	۶/۳۶	۱۰/۷۵	۸/۵	۴/۷۴
	نوع خاک	شور	شور	شور	شور
آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) با دور آبیاری دو روزه	EC_e (dS/m)	۷/۶۴	۴/۸۳	۹/۳۶	۲/۹۰
	ESP	۶/۳۶	۷/۵۴	۸/۵	۴/۱۷
	نوع خاک	شور	شور	شور	غیرشور-غیرسدیمی
آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) با دور آبیاری چهار روزه	EC_e (dS/m)	۷/۶۴	۹/۱	۹/۳۶	۴/۹۲
	ESP	۶/۳۶	۱۲/۲۹	۸/۵	۴/۴۷
	نوع خاک	شور	شور	شور	شور

آبیاری در طول فصل کشت را نشان می‌دهد. داده‌های جدول به‌صورت میانگین از تمامی عمق‌های مختلف اندازه‌گیری شده است. بررسی نتایج مورد نظر در سال اول کشت نشان داد که شوری آب آبیاری dS/m (۳/۶۱)، موجب بهبود کیفیت خاک تحت کشت با هر دو سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و قطره‌ای نواری (تیپ) با رژیم‌های ۲ و۴ روزه در انتهای فصل کشت نشد. درحالی که در سال دوم زراعی، کشت با آب غیرشور dS/m (۲/۰۱)، کیفیت خاک بهتر شده و کیفیت خاک از حالت شور در رژیم آبیاری دو روزه در هر دو سامانه به حالت غیرشور و غیرسدیمی پیشرفته است. این نتایج با پژوهش مختاران و همکاران (۱۵) تطابق دارد.

عملکرد دانه و ماده خشک اندام هوایی و بهره‌وری (کارآیی) آب

تجزیه مرکب نشان داد که تیمارهای دورآبیاری و کیفیت آب آبیاری در سطح پنج درصد بر عملکرد دانه و عملکرد خشک اندام هوایی در هر دو سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و قطره‌ای نواری (تیپ)، معنی‌دار بوده و تفاوت آماری به‌وجود آورد (درجدول۴ خلاصه نتایج آنالیز واریانس مرکب و مقایسه میانگین صفات بر حسب سال و سطوح تیمار دور آبیاری در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی آورده شده است). بیشترین عملکرد علوفه‌تر و خشک گیاه ذرت به‌ترتیب (۹/۳۱ و۱۳/۷) تن در هکتار و بهترین کارآیی مصرف آب، کارآیی علوفه خشک $1/74 kg/m^3$، درسامانه آبیاری تیپ با دور آبیاری دو روزه و در سال دوم زراعی محاسبه شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که حجم آب کاربردی در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای کشت ذرت به‌میزان ۸ درصد نسبت به سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) کمتر بود. نتایج حاصل از پایش املاح خاک نشان می‌دهد که بهترین آبشویی در دور آبیاری دو روزه ودر عمق آبیاری ۲۵-۵۰ سانتی‌متری آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و در عمق ۰-۲۵ سانتی‌متری آبیاری

قطره‌ای نواری (تیپ) صورت می‌گیرد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شوری خاک نیز نشان می‌دهد که کیفیت آب آبیاری در کاهش املاح خاک یک فاکتور بسیار مهم در بهبود املاح خاک است چنانچه در سال دوم زراعی با بهبود کیفیت آب آبیاری از ۳/۲ به ۲/۰۱ دسی‌زیمنس بر متر، املاح خاک یا هر دو رژیم در هر دو روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و قطره‌ای نواری (تیپ) کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کنند. تیمار دور آبیاری در میزان کاهش تغییرات املاح خاک در انتهای فصل کشت نیز بسیار مهم و مؤثر است چنانچه تیمار ۲ روزه در هر دو روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و قطره‌ای نواری (تیپ) به شکل بسیار محسوسی در هر دو سال زراعی به نسبت تیمار ۴ روزه، در کاهش مقدار املاح خاک نقش مؤثری داشت. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک گیاه ذرت به‌ترتیب (۹/۳۱ و ۱۳/۷) تن در هکتار و بهترین کارآیی مصرف آب، کارآیی علوفه خشک (۱/۷۴) کیلوگرم بر مترمکعب، در سامانه آبیاری تیپ با دور آبیاری دو روزه و در سال دوم زراعی محاسبه شد. اجرا و بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و نواری (تیپ) در خاک‌های سنگین و مستعد به شوری، در صورتی که با شستشوی تکمیلی کافی با بارندگی یا با آبیاری سطحی همراه باشد، در بلندمدت می‌تواند زمینه‌ساز بهبود کیفیت خاک به‌عنوان مهم‌ترین منبع تجدید ناپذیر کشاورزی باشد.

سپاسگزاری

با تشکر از مجموعه سازمان آب و برق خوزستان که امکانات لازم برای تهیه این مقاله را برای اینجانب فراهم کردند.

منابع مورد استفاده

1. Afshar, H., SH. Ashrafi and H. Hasanzadeh-Moghadam. 2007. The application of subsurface drip irrigation and different levels of irrigation in the cultivation of grain corn variety Karaj 700 in Mashhad region. *In:* The First Seminar on the National Plan of Irrigation under Pressure and Sustainable Development, Karaj (In Farsi).
2. Ali, M.H. and M.S.U. Talukder. 2008. Increasing water productivity in crop production: A Synthesis. *Agricultural Water Management* 95: 1201-1213.
3. Amin, M.T., S.H. Mahmoud and A. A. Alazba. 2016. Observations, projections and impacts of climate change on water resources in Arabian Peninsula: current and future scenarios. *Environmental Earth Sciences* 864(75):1-17.
4. Dehghanisanij, H. 2012. Current agricultural water and soil resources and productivity in the Iranian highlands: measures and Improvements. *Journal of Agriculture, Biotechnology, and Ecology* 5(1): 1-14.
5. Dehghanisanij, H., E. Kanani and S. Akhavan. 2017. Evaluation of corn evapotranspiration and its components and relationship between leaf area index and components in surface and subsurface drip irrigation systems. *Journal of Water and Soil* 56(1):1549-1560 (In Farsi).
6. Fang, Q., X. Y. Zhang, L. W. Shao, S. Y. Chen and H. Y. Sun. 2017. Assessing the performance of different irrigation systems on winter wheat under limited water supply. *Agricultural Water Management* 196: 133-143.
7. FAO. 2017. Drought Characteristics and Management in Central Asia and Turkey. Rome.
8. Hameed, M., A. Ahmadalipour and H. Moradkhani. 2020. Drought and food security in the Middle East: An analytical framework. *Agricultural and Forest Meteorology* 281: 107816.
9. He, Z., W. Shi and J. Yang. 2017. Water and salt transport and desalination effect of halophytes intercropped cotton field with drip irrigation under film. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 33: 129-138. (In Chinese).
10. Kang, Y., M. Chen and S. Wan. 2010. Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (Zea mays L. var. ceratina Kulesh) in North China Plain. *Agricultural Water Management* 97(9): 1303-1309.
11. Karami, M., M. Farasati and R. Maleki. 2015. Soil Leaching Simulation by Using HYDRUS-2D Software. *Iranian Journal of Soil Research* 29(1): 49-57.
12. Khoramian, M. and SH. Ashrafi. 2022. Tape Drip Irrigation in Corn Cultivation. Technical manual of the Agricultural Engineering and Technical Research Institute. Agricultural Information Technology Center, Agricultural Research, Education, and Promotion Organization (In Farsi).

13. Khoshsima, M. and H. Noory. 2019. Effect of Irrigation Water Salinity on Yield and Agronomic Characteristics of Three Corn (Zea mays L.) Hybrids Using Drip-Tape Irrigation. *Iran Water and Soil Research*. 5(50): 2038-2049 (In Farsi).
14. Li, X., Y. Kang, S. Wan, X. Chen and J. Xu. 2015. Effect of drip-irrigation with saline water on Chinese rose (Rosa chinensis) during reclamation of very heavy coastal saline soil in a field trial. *Scientia Horticulturae* 186: 163-171.
15. Mokhtaran, A., A. Naseri and H. A. Kashkuli. 2013. Determining the thickness of the salt-fresh water interface in irrigated lands and shallow and salty groundwater. *In:* 12th Iran Hydraulics Conference, University of Tehran, Tehran, Iran (In Farsi).
16. Mokhtaran, A., P. Varjavand, H. Dehghanisanij, S. Absalan, A. Azizi and A. Jafarnejadi. 2021. Comparison of Drip Irrigation with Surface Irrigation and Monitoring Soil Salinity in Wheat and Corn Irrigated with Brackish Water. *Journal of Water Research in Agriculture* 35: 217-234(In Farsi).
17. Palacios-Diaz, M. P., V. Mendoza-Grimon, J. R. Fernandez-Vera, F. Rodriguez- Rodriguez, M.T. Tejedor-Junco and J. M. Hernandez-Moreno. 2009. Subsurface drip irrigation and reclaimed water quality effects on phosphorus and salinity distribution and forage production Agricultural. *Water Management* 96(11): 1659-1666.
18. Singh, A. and S. N. Panda. 2012. Effect of saline irrigation water on mustard (*Brassica juncea*) crop yield and soil salinity in a semi-arid area of north India. *Experimental Agriculture* 48(1): 99-110.
19. Taheri., M, M. Taheri, M. Abbasi, K. Mostafavi and S. Vahedi. 2016. Patterns of soil salinity and sodium under surface and subsurface drip irrigation in olive trees. *Journal of Irrigation and Water Engineering* 26(6): 127-141. (In Farsi).
20. Wan, S., Y. Jiao, Y. Kang, W. Hu, S. Jiang, J. Tan and W. Liu. 2012. Drip irrigation of waxy corn (*Zea mays L*. var. ceratina Kulesh) for production in highly saline conditions. *Agricultural Water Management* 104: 210-220.

Journal of Water and Soil Science
Vol. 27, No. 2, Summer 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Investigating the Effect of Irrigation Interval in Subsurface Drip Irrigation System on Soil Salinity Changes and Corn Plant Yield for the Central Regions of Khuzestan

Y. Gatezadeh1[1], H. A. Kashkuli[1], D. Khodadadi Dehkordi[1]*, A. Mokhtaran[2] and A. Asareh[1]

(Received: January 4-2023 ; Accepted: February 20-2023)

Abstract

To monitor and compare the changes of salts in the soil profile around the roots of the corn plant, the plant yield, and the productivity of corn water, an Experimental was conducted in a completely randomized block of three repetitions in two crop years 2017-2018 and 2018-2019 at Ahvaz Agricultural Research Station. Experimental treatments included two subsurface drip irrigation systems with a working depth of 30 cm from the soil surface and tape irrigation and two irrigation intervals of 2 and 4 days. The results of monitoring soil solutes obtained from sampling depths (0-25, 25-50, and 75-50 cm) showed that soil salinity in the second year in both systems as a result of improving the quality of irrigation water from 3.61 dS/m to 2.01 dS/m, it was reduced by two times. The results of soil salinity monitoring showed the highest ratio of salinity reduction with a 2-day irrigation interval in both irrigation systems. The most leaching was done at the irrigation depth of 25-50 cm in the subsurface drip irrigation system and at the depth of 0-25 cm in the tape system. The highest yield of corn dry fodder was 9.13 and 7.13 tons per hectare, respectively, and the best water efficiency based on dry corn fodder at the rate of 13.74 kg/m was obtained in the strip drip irrigation system (tape) with a two-day irrigation interval and in the second crop year. Also, the results of the soil salinity measurement showed that the implementation and exploitation of the drip irrigation system can be the basis for improving the quality of the soil as the most important non-renewable resource of agriculture.

Keywords: Monitoring of soil salts, Micro irrigation system, Water efficiency, Irrigation regime

1. Department of Water Science and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Soil and Water Research Institute, Agricultural Education, and Extension Research Organization, Ahvaz, Iran.
*: Corresponding author, Email: davood_kh70@yahoo.com